

**BEWEGUNGSKOORDINATION IM ALTER.
EINE EXPERIMENTELLE STUDIE
ZUM TRAINING DER GLEICHGEWICHTSFÄHIGKEIT.**

Dissertation

zur

**Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel**

vorgelegt von

Katrin Heidemann

Kiel
2006

Erstgutachter: Prof. Dr. H. Rieckert

Zweitgutachter: Prof. Dr. B. Weisser

Tag der mündlichen Prüfung: 20. 11. 2006

Durch die Prodekanin, Prof. Dr. B. Fleischmann
zum Druck genehmigt am: 14.12.2006

Anmerkung zum Sprachgebrauch:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit durchgängig die männliche Anredeform benutzt, die selbstverständlich die weibliche mit einschließt.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	7
VERZEICHNIS DER TABELLEN	11
1 EINLEITUNG	13
1.1 Problemstellung und Ziel der Untersuchung	14
1.2 Aufbau der Arbeit und Eingrenzung des Themas	15
2 THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN	17
2.1 Begriffsbestimmung	17
2.2 Forschungsstand	21
2.2.1 Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit im Alter.....	21
2.3 Aktualität des Themas „Gleichgewichtsfähigkeit im Alter“	27
2.3.1 Demographischer Wandel.....	27
2.3.2 Sturzprophylaxe.....	30
3 THEORETISCHE GRUNDLAGEN	32
3.1 Die Bewegungskoordination	32
3.1.1 Die koordinativen Fähigkeiten.....	33
3.1.1.1 Modelle zu den koordinativen Fähigkeiten.....	34
3.1.2 Die koordinativen Fähigkeiten im Altersverlauf.....	43
3.1.3 Die Bedeutung der Koordination im Alter.....	48
3.1.4 Koordinationstraining.....	50
3.1.4.1 Methoden des Koordinationstrainings.....	52
3.1.4.2 Koordinationstraining zur Gleichgewichtsfähigkeit.....	56
3.2 Das Gleichgewicht	58
3.2.1 Die Gleichgewichtsfähigkeit im Alter.....	62
3.2.2 Trainierbarkeit der Gleichgewichtsfähigkeit.....	63
3.2.3 Der Gleichgewichtssinn.....	65
3.2.4 Der Vestibularapparat.....	66

	Seite
3.2.5 Die Propriozeption.....	69
3.2.5.1 Propriozeptives Training.....	72
3.3 Trainierbarkeit im Alter.....	73
4 EXPERIMENTELLERTEIL.....	76
4.1 Fragestellung der Untersuchung.....	76
4.1.1 Formulierung des eigenen Ansatzes.....	77
4.1.2 Formulierung der Hypothesen.....	78
4.2 Methodik.....	80
4.2.1 Forschungsmethode.....	80
4.3 Durchführung der Untersuchung.....	80
4.3.1 Untersuchungsplan.....	81
4.3.2 Datenbasis und Probandenkollektiv.....	83
4.3.3 Die Testverfahren.....	84
4.3.3.1 Dortmunder modifizierter Romberg-Test für Senioren.....	85
4.3.3.2 Der Gleichgewichtstest (GGT) nach Bös & Wydra (1992)...	86
4.3.3.3 Der Fragebogen.....	90
4.3.4 Untersuchungszeit.....	90
4.3.5 Untersuchungssituation.....	91
4.3.6 Untersuchungsablauf.....	92
4.4 Das Gleichgewichtstraining im Rahmen der Untersuchung.....	94
4.4.1 Rahmenbedingungen des Trainings.....	94
4.4.2 Trainingsgeräte.....	95
4.4.3 Trainingsaufbau.....	100
4.4.4 Zeitliche und inhaltliche Gestaltung des Interventions-	
programms.....	104
4.4.5 Grundregeln bei Durchführung des Trainings.....	108

	Seite
4.5 Statistische Auswertungsverfahren.....	110
4.5.1 Techniken der Datenerhebung.....	110
4.5.2 Techniken der Datenauswertung.....	111
5 ERGEBNISSE.....	112
5.1 Deskriptive Analyse der Maßzahlen.....	112
5.2 Ergebnisse im Dortmunder modifizierten Romberg-Test.....	120
5.3 Ergebnisse im Gleichgewichtstests nach Bös und Wydra (GGT).....	121
5.4 Auswertung des Fragebogens.....	122
5.4.1 Die Bewegungsbiographie.....	122
5.4.2 Beurteilung des Gleichgewichtsprogramms.....	123
5.5 Die Gleichgewichtsfähigkeit von Frauen und Männern im Vergleich.....	127
5.6 Überprüfung der Hypothesen.....	131
5.7 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	132
6 DISKUSSION.....	135
7 FAZIT UND AUSBLICK.....	141
ZUSAMMENFASSUNG.....	144
LITERATURVERZEICHNIS.....	147
ANHANG.....	160
DANKSAGUNG	
LEBENS LAUF	

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abb. 1: Alterspyramiden der Jahre 1950 und 2001 (Statistisches Bundesamt, 2006)	27
Abb. 2: Alterspyramide zur Bevölkerungsvorausberechnung für 2050 (Statistisches Bundesamt, 2006)	28
Abb. 3: Hierarchische Ordnung koordinativer Fähigkeiten nach Hirtz und Zimmermann (nach Zimmermann, 1987, S. 258)	42
Abb. 4: Arten des Gleichgewichts (nach Fetz, 1989, S. 258)	59
Abb. 5: Der Vestibularapparat: Häutiges Labyrinth der rechten Seite	66
Abb. 6: Bogengangsorgane in Ruhe und während einer rotatorischen Bewegung	67
Abb. 7: Statolithenorgane in Ruhe und während einer Linearbeschleunigung	68
Abb. 8: Die Fühlersysteme der Propriozeption	70
Abb. 9: Graphische Darstellung des Untersuchungsablaufs und der Testzeitpunkte	82
Abb. 10-11: Übung 1 und 2 aus dem Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren	86
Abb. 12-14: Ein Proband bei den Testaufgaben 1, 4 und 13 des Gleichgewichtstests (GGT)	87
Abb. 15: Die bei der Gleichgewichtsschulung verwendeten Trainingsgeräte	95

	Seite
Abb. 16: Balancierbalken	95
Abb. 17: Therapiekreisel	96
Abb. 18: Kreiselbrett	96
Abb. 19: Flussteine	96
Abb. 20: Kippbrettchen	97
Abb. 21: Schaukelbrett	97
Abb. 22: Ballkissen	97
Abb. 23: Balance-Pad	98
Abb. 24: Minitrampolin	98
Abb. 25: Pezziball	98
Abb. 26: Teilnehmer auf einem Balancierparcours	101
Abb. 27: Balancierparcours	101
Abb. 28-30 Übungen auf den Trainingsgeräten mit Zusatz- Anforderungen	102
Abb. 31: Ballspiel dargestellt mit zwei Teilnehmern	103
Abb. 32: Anteile der Methoden an der Gesamttrainingszeit	107
Abb. 33: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren gemessen in Sekunden; Gruppe: Frauen der Trainingsgruppe	115
Abb. 34: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren gemessen in Sekunden; Gruppe: Männer der Trainingsgruppe	115

	Seite
Abb. 35: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test gemessen in Sekunden; Gruppe: Frauen der Kontrollgruppe	116
Abb.: 36: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test gemessen in Sekunden; Gruppe: Männer der Kontrollgruppe	116
Abb. 37: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra, angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Frauen der Trainingsgruppe	117
Abb. 38: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra, angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Männer der Trainingsgruppe	117
Abb. 39: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra, angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Frauen der Kontrollgruppe	118
Abb. 40: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra, angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Männer der Kontrollgruppe	118
Abb. 41: Mittelwerte der erreichten Zeiten in Sekunden im Dortmunder modifizierten Romberg-Test der Trainings- und der Kontrollgruppe im Vergleich	120
Abb. 42: Mittelwerte der bewältigten Aufgaben im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra der Trainings- und Kontrollgruppe im Vergleich	121
Abb. 43: Sportliche Aktivität der Probanden in ihrer Jugend	122

	Seite
Abb. 44: Sportliche Aktivität der Probanden neben dem Gleichgewichtstraining	123
Abb. 45: Schwierigkeit der Übungen zu Beginn des Trainingsprogramms	124
Abb. 46: Einstufung der Übungen als persönliche Herausforderung	124
Abb. 47: Trainingsbegleitendes Üben zu Hause	125
Abb. 48: Einschätzung der persönlichen Fortschritte	125
Abb. 49: Positive Auswirkungen des Trainings auf Alltagsanforderungen	126
Abb. 50: Mittelwerte der Testergebnisse im Dortmunder modifizierten Romberg-Test von Frauen und Männern der Trainingsgruppe (in Sekunden)	128
Abb. 51: Mittelwerte der Ergebnisse im Gleichgewichtstests nach Bös und Wydra von Frauen und Männern der Trainingsgruppe (nach Anzahl der bewältigten Aufgaben)	128
Abb. 52: Mittelwerte der Testergebnisse im Dortmunder modifizierten Romberg-Test von Frauen und Männern der Kontrollgruppe (in Sekunden)	129
Abb. 53: Mittelwerte der Ergebnisse im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra von Frauen und Männern der Kontrollgruppe (nach Anzahl der bewältigten Aufgaben)	129
Abb. 54: Mittelwerte der Trainingsgruppe im Dortmunder modifizierten Romberg-Test in Sekunden zu den verschiedenen Testzeitpunkten (Standartabweichungen s. Tab. 16)	132
Abb. 55: Mittelwerte der Trainingsgruppe im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra nach Anzahl der bewältigten Aufgaben (Standartabweichungen s. Tab. 16)	133

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tab. 1: Motorische Entwicklung im Erwachsenenalter (nach Winter, 1976, in: Meinel & Schnabel, 2004, S. 204)	20
Tab. 2: Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit im Erwachsenenalter	26
Tab. 3: Modelle zu den koordinativen Fähigkeiten	41
Tab. 4: Entwicklung der koordinativen Leistungsfähigkeit im Alter nach Roth & Winter, 1994, S. 192)	44
Tab. 5: Die Bedeutung der koordinativen Fähigkeiten im Alter (nach Schaller & Wernz, 2000, S. 24/26)	49
Tab. 6: Rahmendaten der Probanden der Trainings- und Kontrollgruppe	84
Tab. 7: Testübungen des Dortmunder modifizierten Romberg-Tests für Senioren	85
Tab. 8: Testübungen des Gleichgewichtstests nach Bös und Wydra (GGT)	88
Tab. 9: Normwertetabelle für die Bewertung des GGT (nach Hirtz et al., 2000, S. 191)	89
Tab. 10: Aufbau der Trainingseinheiten	100
Tab. 11: Zeitliche und inhaltliche Gestaltung des Interventions- programms zur Gleichgewichtsschulung	104
Tab. 12: Testergebnisse der Frauen der Trainingsgruppe in beiden Tests zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten T1 bis T3	113
Tab. 13: Testergebnisse der Männer der Trainingsgruppe in beiden Tests zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten T1 bis T3	113

	Seite
Tab. 14: Testergebnisse der Frauen der Kontrollgruppe	114
Tab. 15: Testergebnisse der Männer der Kontrollgruppe	114
Tab. 16: Deskriptive Statistik der Trainingsgruppe	115
Tab. 17: Deskriptive Statistik der Kontrollgruppe	119
Tab. 18: Mittelwerte der Testergebnisse in beiden Tests der Frauen und Männer der Trainings- und der Kontrollgruppe	127
Tab. 19: Signifikanzen in den sportmotorischen Tests	133
Tab. 20: Rahmenvariablen der Frauen der Trainingsgruppe	166
Tab. 21: Rahmenvariablen der Männer der Trainingsgruppe	166
Tab. 22: Rahmenvariablen der Frauen der Kontrollgruppe	167
Tab. 23: Rahmenvariablen der Männer der Kontrollgruppe	167

1 EINLEITUNG

Die demographische Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland ist aufgrund des starken Geburtenrückgangs und der gestiegenen Lebenserwartung durch eine zunehmende Alterung der Gesamtbevölkerung gekennzeichnet. Diese Tatsache zwingt zu Überlegungen zum erfolgreichen Altern, die über die geläufigen pflegerischen Maßnahmen hinausgehen. Die stetig steigenden Gesundheitskosten zeigen, dass die Gesundheit nicht allein auf medizinischem Wege erhalten werden kann. Sport kann in dieser Lebensphase durch den gesundheitsfördernden Wert die Selbständigkeit erhalten und so die Lebensqualität erhöhen. Deshalb ist die Forschung im Bereich des Alterssports wichtig, um aktuelle Bedürfnisse zu ermitteln sowie neue und verbesserte Angebote zu entwickeln und umzusetzen.

Da die Leistungsfähigkeit der koordinativen Fähigkeiten mit zunehmendem Alter erwiesenermaßen abnimmt, bedeutet dies hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit eine erhöhte Sturz- und Unfallgefahr im Alter, die es zu reduzieren gilt. Viele Untersuchungen belegen die hohe Sturzanfälligkeit im Alter durch verstärkt auftretende Gleichgewichtsdefizite¹. Danach stürzen etwa 30% aller über 65jährigen mindestens einmal pro Jahr (Freiberger, 1998). Oft haben die Stürze Dauerschäden und den Verlust der selbständigen Lebensführung zur Folge.

Die Bewegungskoordination besitzt, besonders auch im Bereich des Gleichgewichts, hinsichtlich der Sturzprophylaxe einen oft unterschätzten Gesundheitswert. Sie vermittelt Bewegungssicherheit und spielt eine entscheidende Rolle in der Prävention von Verletzungen und der Rehabilitation von Unfallfolgen. Ein koordinativ anspruchsvolles Leben im Alter ist ein wirksames Mittel zur Prävention (Israel, 1994). In der Praxis wird das Koordinationstraining jedoch oft unterschätzt und vernachlässigt, da noch häufig die Meinung vertreten wird, dass die Koordination bei anderen Trainingsformen automatisch mittrainiert wird (Schnabel, Harre, Krug & Borde, 2003). Auch der derzeitige Forschungsstand im Bereich

¹ Vgl. Kapitel 2.3.2 zur Sturzprophylaxe

„Koordination und Alter“ wird noch als defizitär bezeichnet, und die theoretischen Auffassungen sind vielfältig und oft widersprüchlich (Conzelmann, 1997). Mit dieser Studie soll versucht werden, weitere, für die Praxis im Alterssport relevante Erkenntnisse bezüglich der Koordination zu gewinnen.

1.1 Problemstellung und Zielsetzung der Untersuchung

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine Interventionsstudie zum Themenkomplex „Koordination und Alter“ mit dem Fokus auf der Gleichgewichtsfähigkeit. Ziel der Untersuchung ist es, mit Hilfe eines Interventionstrainings zur Gleichgewichtsschulung herauszufinden, inwieweit sich die Gleichgewichtsfähigkeit auch im Alter noch verbessern lässt und wie stabil das durch das Training erworbene Leistungsniveau ist.

Zu diesem Zweck wurde mit der Hälfte der Probanden ein zehnwöchiges Koordinationstraining zur Gleichgewichtsschulung durchgeführt. Die restlichen Probanden fungierten als Kontrollgruppe und nahmen an keiner Trainingsmaßnahme teil. Das individuelle Niveau der Gleichgewichtsfähigkeit aller Probanden wurde mit Hilfe zweier Gleichgewichtstests ermittelt, die als Prätest, Posttest und im Fall der Trainingsgruppe nach sechswöchiger Trainingsabstinenz als Stabilitätstest eingesetzt wurden.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist die Leistungssteigerung der Trainingsgruppe zwischen Prätest und Posttest entscheidend sowie die Stabilität der erzielten Leistung nach Beendigung des Trainingsprogramms, gemessen im Stabilitätstest. In der Statistik werden deshalb nur die Veränderungen zwischen den Messzeitpunkten der jeweiligen Gruppen festgehalten. Ein direkter Leistungsvergleich zwischen Kontroll- und Trainingsgruppe wird bewusst vermieden, da der Fokus auf der Trainingsgruppe liegt.

Die Studie soll dazu beitragen, durch gezielte Trainingsprogramme zur Gleichgewichtsfähigkeit Möglichkeiten für die Sturzprophylaxe im Alter zu

finden. Die Ergebnisse sollen zur Optimierung dieser vorbeugenden Maßnahmen dienen. Eine derartige Gesundheitsvorsorge durch gezielte sportliche Betätigung könnte durch die Verminderung von Sturzverletzungen den Erhalt der Selbständigkeit im Alter bewirken und so langfristig auch zur Senkung der Gesundheitskosten beitragen.

1.2 Aufbau der Arbeit und Eingrenzung des Themas

Nach den einleitenden Kapiteln werden innerhalb des theoretischen Bezugsrahmens die Oberbegriffe des bearbeiteten Themas näher erläutert. Daneben wird der aktuelle Forschungsstand zu dem behandelten Themenkomplex anhand ausgewählter Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit dargestellt und auf die Aktualität des Themas eingegangen, wozu Erläuterungen zum demographischen Wandel und zur Sturzprophylaxe dienen. Anschließend wird in den theoretischen Grundlagen unter verschiedenen Aspekten näher auf die Bewegungskoordination, das Gleichgewicht und die Propriozeption eingegangen. Im experimentellen Teil der Arbeit werden neben der Fragestellung und der Methodik die verwendeten Tests, die Untersuchungs- und Testdurchführung sowie die Interventionsmaßnahme zur Gleichgewichtsfähigkeit beschrieben. Nach der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse wird der Bezug zum Thema Sturzprophylaxe hergestellt, und die Praxisrelevanz gezielter Trainingsprogramme zur Gleichgewichtsfähigkeit dafür erläutert. Der Ausblick soll wichtige Tendenzen für das Koordinationstraining im Alterssport aufzeigen und auf weitere Forschungsfragen verweisen.

Bei dieser Interventionsstudie steht die Gleichgewichtsfähigkeit als Teilaspekt der Koordination im Mittelpunkt. Die konditionellen Fähigkeiten Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und auch die Beweglichkeit werden dabei außer Acht gelassen. Im Bereich der Gleichgewichtsfähigkeit wurden Testaufgaben zum statischen und dynamischen Gleichgewicht durchgeführt und ausgewertet. Das Objektgleichgewicht spielte für die Untersuchung keine

bedeutende Rolle und wurde lediglich in geringem Maße im Trainingsprogramm miteinbezogen.

Alle Teile der Studie orientieren sich am späteren Erwachsenenalter, da alle Probanden dieser Altersstufe angehörten. Außerdem nahmen an der Untersuchung nur Testpersonen ohne gesundheitliche Probleme teil, die bis zum Zeitpunkt der Studie gar nicht oder wenig auf Breitensportlicher Ebene aktiv waren. Deshalb beziehen sich alle Theorien und Ergebnisse auf körperlich gesunde Personen, die als wenig bis durchschnittlich trainiert einzustufen sind.

Die Literaturrecherche beschränkt sich auf deutsch- und englischsprachige Beiträge in Fachbüchern und Fachzeitschriften aus den Jahren 1954 bis 2004. Es wurde versucht, die wichtigsten Beiträge aus diesen Jahren in die Untersuchung mit einzubeziehen.

2 THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN

Im theoretischen Bezugsrahmen wird auf eine Begriffsbestimmung der Schlüsselwörter der vorliegenden Studie, den aktuellen Forschungsstand sowie die Aktualität des Themas „Gleichgewichtsfähigkeit im Alter“ eingegangen.

2.1 Begriffsbestimmung

In diesem Kapitel werden die Schlüsselwörter der vorliegenden Arbeit definiert. Dabei handelt es sich um folgende Begriffe: Koordination, koordinative Fähigkeiten, Gleichgewichtsfähigkeit, Propriozeption sowie Alter und Sport.

Koordination

Die Koordination wird definiert als das Zusammenspiel von Zentralnervensystem und Skelettmuskulatur innerhalb eines gezielten Bewegungsablaufs (Hollmann & Hettinger, 1990). Es wird zwischen intra- und intermuskulärer Koordination unterschieden, wobei sich die intramuskuläre Koordination auf das Zusammenwirken von Nerv und Muskel in einem Muskel bezieht und die intermuskuläre auf das Zusammenwirken verschiedener Muskeln. Daneben wird in Fein- und Grobkoordination unterteilt. Indikatoren für die Koordination stellen die Bewegungspräzision und die Bewegungsökonomie dar (Röthig, 1992).

Koordinative Fähigkeiten

Koordinative Fähigkeiten bilden die Grundlage jeder menschlichen Bewegung (Häfelinger & Schuba, 2002). Es handelt sich bei den koordinativen Fähigkeiten um komplexe, verfestigte Leistungsvoraussetzungen des Menschen, die das Erlernen und Realisieren von Bewegungsfertigkeiten ermöglichen. Es sind Fähigkeiten, die primär koordinativ, d. h. durch Prozesse der Bewegungssteuerung und –regelung bestimmt werden (Hirtz, 1981). Die koordinativen Fähigkeiten befähigen den Sportler, motorische Aktionen in vorsehbaren (Stereotyp) und unvorsehbaren (Anpassung) Situationen sicher und ökonomisch zu beherrschen und sportliche Bewegungen relativ schnell zu erlernen (Frey, 1977). Es wird zwischen allgemeinen koordinativen Fähigkeiten als Ergebnis einer vielfältigen Bewegungsschulung in verschiedenen Sportarten und speziellen, sportartbezogenen koordinativen Fähigkeiten unterschieden (Weineck, 1996). Als Komponenten der koordinativen Fähigkeiten gelten die Umstellungsfähigkeit, Differenzierungsfähigkeit, Kopplungsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit, Rhythmisierungsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit und Gleichgewichtsfähigkeit (Hirtz, Rübesamen & Wagner, 1972).

Gleichgewichtsfähigkeit

Unter Gleichgewichtsfähigkeit wird die Fähigkeit verstanden, den gesamten Körper im Gleichgewichtszustand zu halten oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten oder wiederherzustellen. Mit diesen Merkmalen besitzt sie eine grundlegende Bedeutung für jede sportliche Bewegungshandlung. Für Sport und Alltagsmotorik sind drei Formen des Gleichgewichts von Bedeutung: Das statische Gleichgewicht, das dynamische Gleichgewicht und das Objektgleichgewicht. Maß für die Gleichgewichtsfähigkeit sind die Dauer des Aufrechterhaltens eines Gleichgewichtszustandes beziehungsweise das Tempo und die Qualität der Wiederherstellung des Gleichgewichts (Meinel & Schnabel, 2004). Eine gute Gleichgewichtsfähigkeit dient auch im Sinne einer Sturzprophylaxe (Häfelinger & Schuba, 2002).

Propriozeption

Die Propriozeption ist ein Teilaspekt der Koordination und umfasst die Gleichgewichtsfähigkeit, Anpassungsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit. Sie bildet die Grundlage der motorischen Kontrolle im Allgemeinen und der reaktiven Stabilisationsfähigkeit im Speziellen. Durch die Wahrnehmungen der Rezeptoren über Stellung und Bewegung der Gelenke sowie über die Muskelspannung und Sehnendehnung dient die Propriozeption zur Orientierung des Körpers im Raum. Die Rezeptoren für diese Informationen liegen in den Muskeln, Sehnen, Bändern und Gelenken (Häfelinger & Schuba, 2002).

Alter und Sport

Trotz vermehrter Angebote im Bereich Alterssport, spielt der Sport im Leben der meisten Senioren eine untergeordnete Rolle. Es wird geschätzt, dass gerade einmal 6% der 60- bis 70-jährigen regelmäßig an einem organisierten Sportangebot teilnehmen (Denk & Pache, 1999). Sporttreibende Senioren gehören zwar inzwischen zum Alltagsbild, sind aber keineswegs ein selbstverständlicher Teil der Lebensführung der Älteren (Kolb, 1999).

Gründe für sportliche Betätigung sind für Ältere die Förderung der Gesundheit, Wohlbefinden, Geselligkeit, Kontakte, Abwechslung, Leistung, Freude an der Bewegung, Spaß, Erhöhung des Selbstwertgefühls. Die Gesundheitsmotivation steht bei den meisten Älteren im Vordergrund für das Sporttreiben, auch wenn dieser Aspekt meist erst wirksam wird, wenn die Personen gesundheitliche Beeinträchtigungen spüren (Denk, 1996). Das Training im Alterssport dient zur Vorbeugung gegen altersbedingte Abbauprozesse der Körperfunktionen, zur Wiederherstellung, Verbesserung oder zum Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit. Daneben soll es die Bewältigung von Alltags-, Arbeits- und Sportsituationen im Alter erleichtern (Mechling, 1999).

Hinsichtlich der motorischen Entwicklung im Alter kann den einzelnen Altersabschnitten ein bestimmtes Leistungsniveau zugeordnet werden, wie in der folgenden Tabelle deutlich wird:

Tab. 1: Motorische Entwicklung im Erwachsenenalter (nach Winter (1976), in: Meinel & Schnabel, 2004, S. 240):

Altersstufen in Jahren	Niveau der motorischen Leistungsfähigkeit
Frühes Erwachsenenalter: ca. 18/20-30	Relative Erhaltung der motorischen Leistungsfähigkeit
Mittleres Erwachsenenalter: ca. 30-45/50	Allmähliche motorische Leistungsminderung
Späteres Erwachsenenalter: ca. 45/50-60/70	Verstärkte motorische Leistungsminderung
Spätes Erwachsenenalter: ab ca. 60/70	Ausgeprägte motorische Rückbildung

2.2 Forschungsstand

An der Anzahl der Veröffentlichungen zur Entwicklung der einzelnen motorischen Fähigkeiten im Erwachsenenalter fällt auf, dass zwar im Bereich der Ausdauer sehr differenzierte wissenschaftliche Erkenntnisse in hoher Zahl vorliegen, im Bereich der Koordination jedoch noch relativ wenige. Dies hängt sicherlich auch damit zusammen, dass der Sport im Altersbereich in der Vergangenheit ausschließlich unter Gesundheitsaspekten gesehen wurde, und Gesundheit meist mit Ausdauerfähigkeit gleichgesetzt wird (Roth & Willimczik, 1983). Aufgrund der Komplexität der motorischen Fähigkeit Koordination ist eine Beschreibung der Entwicklung aber auch schwieriger als bei konditionellen Fähigkeiten (Tittelbach, 2002).

Durch die Zunahme des Anteils älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung und die Erweiterung ihrer Freizeit ist das Thema „Sport und Alter“ als Forschungsgegenstand für die Sportwissenschaft in den letzten Jahren zunehmend aktuell geworden. So ist die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit dem Phänomen Alter befassen, in den letzten Jahrzehnten sprunghaft gestiegen (Meusel, 1992). Dennoch wird der derzeitige Forschungsstand als defizitär bezeichnet, weil viele der vorliegenden Studien eher beschreibenden als erklärenden Charakter aufweisen und die Ergebnisse sich hauptsächlich auf Querschnitterhebungen oder auf hochselektierte Stichproben (z. B. Leistungssportler) stützen (Conzelmann, 1997). In den letzten Jahren wurde auch der Koordination im Alter verstärkt Aufmerksamkeit gewidmet. Auf Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit, die für diese Arbeit relevant sind, wird im nächsten Kapitel näher eingegangen.

2.2.1 Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit

In diesem Abschnitt sollen Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit im Alter und im Altersverlauf sowie zur Trainierbarkeit des Gleichgewichtsvermögens im Alter kurz vorgestellt werden. Dabei sind die Studien ausgewählt worden, die der Problemstellung und dem Untersuchungsdesign dieser Unter-

suchung am nächsten sind. Auf Studien zum Objektgleichgewicht und dem Gleichgewichtsverhalten nach Vorbelastung wird deshalb in diesem Überblick bewusst nicht weiter eingegangen, weil diese Gleichgewichtsaspekte für die vorliegende Untersuchung nicht von Bedeutung sind. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit aller derzeit vorliegenden Studien zum Themenkomplex, sondern stellt nur eine Auswahl dar. Die Studien werden in chronologischer Reihenfolge vorgestellt.

Belurosova (1965) ermittelte eine Verbesserung des statischen Gleichgewichts bei Älteren nach einem neunmonatigen Gymnastikprogramm. Nach Einstellen des Trainings ließ sich jedoch eine Verschlechterung der Gleichgewichtsleistungen feststellen.

Charabuga (1967) ging in einer Studie zum dynamischen Gleichgewicht von Gleichgewichtsstörungen bei Frauen im fortgeschrittenen Alter aus. Diese zeigten sich bei Übungen auf einer Langbank. Nach einem sechswöchigen gezielten Gleichgewichtstraining und einer zusätzlichen Vestibularschulung konnten alle Teilnehmerinnen die Aufgaben lösen. Die Leistung war auch im Stabilitätstest nach einem Monat noch auf dem gleichen Niveau.

Espenschade und Eckert (1967) stellten eine Zunahme von Körperschwankungen im späteren und späten Erwachsenenalter fest. Die Untersuchung der Anzahl von Stürzen, die auf Fallneigung zurückzuführen waren, zeigte ebenfalls einen starken Anstieg mit zunehmendem Alter. Dabei wiesen die untersuchten Frauen im Vergleich mit den männlichen Probanden eine teilweise zwei- bis dreifach so hohe Zahl von Stürzen auf. Dies wurde zum Teil darauf zurückgeführt, dass die Männer im Verlauf ihres Lebens häufiger sportlich aktiv waren als die Frauen. Ein achtwöchiges gezieltes Gleichgewichtstraining bewirkte signifikante Verbesserungen der Gleichgewichtsfähigkeit. Deshalb kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass ein spezielles Gleichgewichtstraining eine sinnvolle Art der Sturzprävention für ältere Menschen darstellt.

Fetz (1990) untersuchte zur statischen Gleichgewichtsfähigkeit in einer Querschnittstudie Probanden im Alter von 6 bis 79 Jahren im einbeinigen Schwebestehen sowie im Schwebegehen. Die besten Balancierzeiten beim

Schwebestehen erreichten die 20- bis 29jährigen, wobei die Männer bessere Resultate erzielten als die Frauen. Bei den Probanden bis zum 70. Lebensjahr stellte er erhebliche Verschlechterungen des statischen Gleichgewichts fest. Die Gruppe der 70- bis 79jährigen verschlechterte sich im Verhältnis dazu nur noch geringfügig. Beim Schwebegehen nahm die bewältigte Balancierstrecke ab einem Alter von 20 Jahren kontinuierlich ab. Als Fazit betont Fetz die hohe Trainierbarkeit der Gleichgewichtsfähigkeit in verschiedenen Altersstufen. Schon eine dreiminütige Übungszeit pro Woche über einen Zeitraum von sechs Wochen erbrachte in den untersuchten Altersstufen Leistungssteigerungen im Schwebestehen und Schwebegehen.

Iverson et al. (1990) testeten Männer im Alter von 60 bis 90 Jahren mit dem Dortmunder Modifizierten Romberg-Test für Senioren sowie im Einbeistehen mit und ohne visueller Kontrolle. Sportlich aktive Männer erzielten dabei deutlich bessere Ergebnisse als inaktive. Auch in einer Untersuchung von Rikli & Edwards (1991) verbesserten zuvor inaktive Frauen im Alter von 57 bis 85 Jahren ihre Gleichgewichtsfähigkeit durch ein gezieltes Koordinationstraining.

Kirchner (1992) führte in einer viermonatigen Interventionsstudie mit Teilnehmerinnen mit einem Altersdurchschnitt von 82 Jahren wöchentlich eine 10minütige Gleichgewichtsschulung durch und untersuchte die Effekte auf die statische Gleichgewichtsfähigkeit. Die Probandinnen verbesserten sich nicht signifikant. Die uneinheitlichen Ergebnisse wurden auf tagesbefindliche Leistungsschwankungen zurückgeführt. Die Teilnehmerinnen waren sich dennoch einig, dass Alltagsbewegungen wie Treppen steigen oder Drehen im Stand nach der Vestibularschulung leichter fielen. In einer weiteren Untersuchung stellt Kirchner im gleichen Jahr bei einem sechsmonatigen Experiment mit sieben Versuchspersonen mit einem Altersdurchschnitt von 78 Jahren signifikante Verbesserungen der Gleichgewichtsleistungen fest. Wöchentlich übten die Teilnehmer eine Stunde, worin ein etwa 20minütiges Trainingsprogramm zur Gleichgewichtsfähigkeit integriert war. Getestet wurde mit dem Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren.

Zur Untersuchung der Gleichgewichtsfähigkeit entwickelte Wydra (1993) den auch in dieser Studie verwendeten Gleichgewichtstest GGT aus vierzehn Aufgaben zum statischen und dynamischen Gleichgewicht. Mit Hilfe des Tests sollte die Effektivität eines Gleichgewichtstrainings überprüft werden. Die Untersuchung wurde mit 48 Personen mit leichten Gleichgewichtsstörungen und einem Durchschnittsalter von 51,7 Jahren durchgeführt. Die Versuchsgruppe nahm drei Wochen lang an einem Basissportprogramm und einem speziellen Gleichgewichtstraining teil, die Kontrollgruppe nur an dem Basissportprogramm. Beide Gruppen verbesserten sich, jedoch erzielte die Versuchsgruppe eine größere Leistungssteigerung als die Kontrollgruppe. So konnte belegt werden, dass ein spezielles Gleichgewichtstraining kombiniert mit einem Basissportprogramm eine höhere Effektivität als ein reines Basisprogramm ausweist.

In einer Studie von Hu und Woollacott (1994) verbesserten 65- bis 90jährige Probanden ihre Haltestabilität und das Gleichgewicht im Einbein-stand nach einem nur 15tägigen Gleichgewichtstraining gegenüber einer Kontrollgruppe signifikant.

Kirchner und Schaller (1996) führten eine achtwöchige Interventionsstudie mit Personen im Durchschnittsalter von 65 Jahren durch, die eine mit Gleichgewichtsleistungen verbundene, neue, komplexe motorische Fertigkeit erlernen sollten. Die wöchentliche Übungszeit betrug einmalig fünf Minuten. Die Aufgabe bestand darin, auf einem unterbrochenen Steg zu balancieren und dabei gleichzeitig ein Stab zu drehen. Schaller kam bei seiner Untersuchung zu dem Ergebnis, dass auch ältere Personen durchaus noch eine koordinativ schwierige Aufgabe erlernen können. Dabei erzielte die Gruppe der über 70jährigen bei relativ geringem Ausgangsniveau die deutlichsten Fortschritte². Auch der Stabilitätstest nach drei Monaten ließ keine wesentlichen Veränderungen des Leistungsniveaus erkennen. Zufrieden stellende Lernfortschritte waren sogar bei einem geringen regelmäßigen Übungsaufwand zu verzeichnen. Demnach sind Interventionsmaßnahmen zum Neuerwerb oder zur Verbesserung auch

² Vgl. WILDERSche Regel: Personen mit sehr niedrigen Ausgangswerten zeigen zunächst den größten Leistungszuwachs

komplizierter motorischer Aufgaben auch bei Menschen im fortgeschrittenen Alter keineswegs chancenlos.

Ziganek-Soehlke (1997) überprüfte in einem sechsmonatigen Projekt das statische und dynamische Gleichgewicht von 40 sogenannten „Sportmuffeln“. Alle Teilnehmer waren älter als 60 Jahre und hatten länger als 10 Jahre oder noch nie Sport getrieben. Sie stellte deutliche Verbesserungen der Gleichgewichtsfähigkeit fest, die sie auf eine intensive Konzentrations- und Wahrnehmungsschulung zurückführt. Die Verbesserungen hatten zudem Einfluss auf die seelische Verfassung der Teilnehmer, indem sich Ängstlichkeit reduzierte und Risikobereitschaft und Selbstvertrauen zunahmen.

Westphal (1997) führte eine Interventionsstudie mit 30 Probandinnen aus verschiedenen Seniorensportgruppen mit einem Durchschnittsalter von 60 Jahren durch. Nach einer nur sechswöchigen Übungsphase mit 15 bis 20 Minuten Gleichgewichtsschulung pro Trainingseinheit und Woche konnten besonders beim Balanciergeleichgewicht leicht signifikante Verbesserungen erreicht werden. Bis auf eine Probandin konnten am Ende der Übungsphase alle Probandinnen Balancierstrecken von mehr als zwei Metern bewältigen. Dies war bei dem Test nur durch die erfolgreiche Bewältigung einer 180° Drehung möglich. Die Teilnehmer mit besonders niedrigen Ausgangsleistungen steigerten sich besonders³.

Weitere spezifische Studien zur statischen und dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit im Zusammenhang mit Sturzprophylaxe finden sich u. a. bei Fernie et al. (1982), Lord, Caplan & Ward (1993), Binder et al. (1994), Macrae, Feldner & Reinsch (1994) und Bretz & Lee (1995).

Aus den beschriebenen Studie geht hervor, dass die Leistungen bezüglich der statischen und dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit im mittleren Erwachsenenalter nur gering abnehmen, im späteren Erwachsenenalter stärker und im späten Erwachsenenalter wieder vergleichsweise weniger. Die männlichen Versuchspersonen wiesen in den meisten Altersgruppen bessere Leistungen als die weiblichen auf. Bei allen genannten Studien

³ Vgl. WILDERSche Regel

zeigten sich erhebliche Leistungsgewinne nach gleichgewichtsorientierten Übungsprogrammen. Dies weist auf eine gute Trainierbarkeit der Gleichgewichtsfähigkeit hin. Bei sehr kurzen Interventionsprogrammen können die Leistungssteigerungen allerdings leicht ein verfälschtes Bild abgeben, da besonders zu Beginn eines Trainingsprogramms sehr große Leistungssteigerungen zu beobachten sind, die danach langsamer verlaufen. Sportler erzielten in den Gleichgewichtstests meist bessere Ergebnisse als Untrainierte, wobei der Grund dafür jedoch auch teilweise in der unterschiedlichen Muskelkraft liegen kann (Singer, 1968). In der folgenden Tabelle werden die Studien noch einmal im Überblick dargestellt:

Tab. 2: Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit im Erwachsenenalter

Quelle	Design	Testmethode	Altersbereich	Art des Gleichgewichts
Belurosova (1965)	Intervention (9 Monate)	Sportmotorischer Test	Ab 60 Jahre	Statisch
Charabuga (1967)	Intervention (6 Wochen)	Sportmotorischer Test	56-69 Jahre	Dynamisch
Espenschade & Eckert (1967)	Intervention (8 Wochen)	Analyse von Körperschwankungen	3-86 Jahre	Dynamisch
Fetz (1990)	Querschnitt	Sportmotorischer Test	6-79 Jahre	Statisch und Dynamisch
Iverson et al. (1990)	Querschnitt	Dortm. modifizierter Romberg-Test	60-90 Jahre	Statisch
Rikli & Edwards (1991)	Intervention (3 Jahre)	Sportmotorischer Test	57-85 Jahre	Dynamisch
Kirchner (1992)	Intervention (4 Monate)	Sportmotorischer Test	Durchschnitt 82 Jahre	Statisch
	Intervention (6 Monate)	Dortm. modifizierter Romberg-Test	Durchschnitt 78 Jahre	Statisch
Wydra (1993)	Intervention (3 Wochen)	Sportmotorischer Test	Durchschnitt 51,7 Jahre	Statisch und dynamisch
Hu & Woollacott (1994)	Intervention (15 Tage)	Sportmotorischer Test	65-90 Jahre	Statisch
Schaller (1996)	Intervention (8 Wochen)	Sportmotorischer Test	Durchschnitt 65 Jahre	Dynamisch Motor. Lernen
Ziganek-Soehlke (1997)	Intervention (6 Monate)	Sportmotorischer Test	Ab 60 Jahre	Statisch und dynamisch
Westphal (1997)	Intervention (6 Wochen)	Sportmotorischer Test	Durchschnitt 60 Jahre	Dynamisch

2.3 Aktualität des Themas „Gleichgewichtsfähigkeit im Alter“

Die Thematik „Gleichgewichtsfähigkeit im Alter“ ist im Wesentlichen aus zwei Gründen aktuell. Einerseits werden durch die demographische Entwicklung mit der starken Zunahme der älteren Bevölkerung das Alter und somit auch der Alterssport als Forschungsgegenstand immer wichtiger. Andererseits ist die Gleichgewichtsfähigkeit ein wichtiger Aspekt im Hinblick auf die Sturzprophylaxe. Eine Verringerung der Sturzrate im Alter durch gezielte Trainingsprogramme trägt zur Erhaltung der Selbständigkeit im Alter bei und könnte langfristig auch die Gesundheitskosten senken.

2.3.1 Demographischer Wandel

Die Bevölkerungsstruktur in den Industrieländern ist durch einen Prozess des „kollektiven Alterns“ charakterisiert (Kolb, 1999). Der Anteil der Älteren in der Bevölkerung wird immer größer und die klassische Alterspyramide immer kopflastiger. Die Alterspyramiden von 1950 und 2001 veranschaulichen diese Entwicklung.

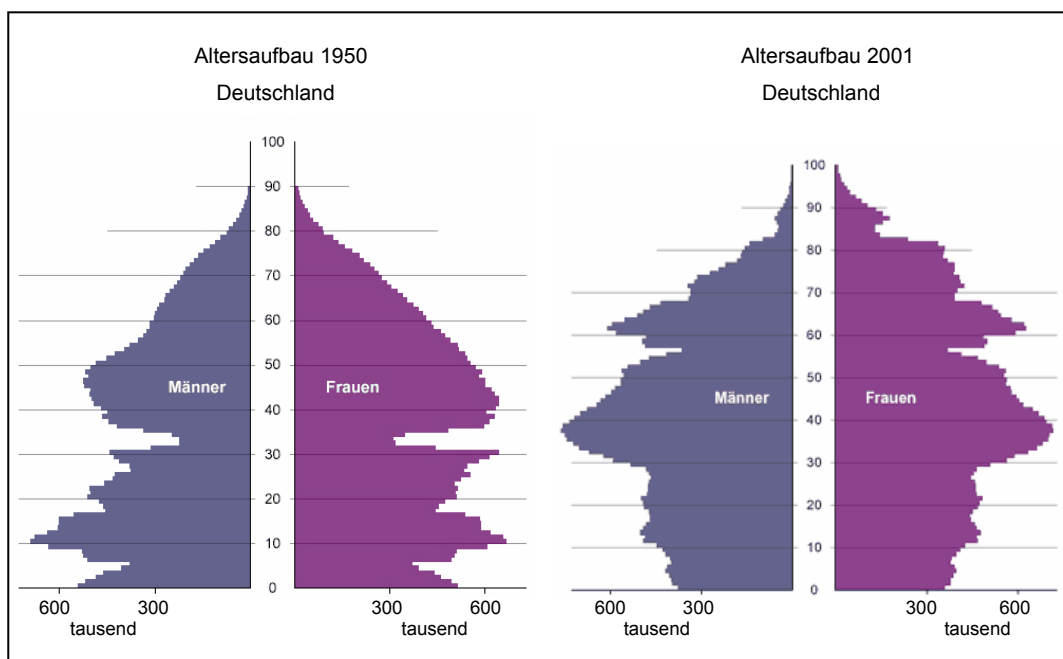


Abb. 1: Alterspyramiden der Jahre 1950 und 2001 (Statistisches Bundesamt, 2006)

Bei den abgebildeten Bevölkerungspyramiden ist in der Abszisse die Zahl der Frauen bzw. Männer in der jeweiligen Altersgruppe in Tausenden dargestellt, in der Ordinate ist das Alter in Zehnjahresabstufungen abzulesen. Im Vergleich der Pyramiden von 1950 und 2001 wird deutlich, dass der Fuß der Pyramide durch den Geburtenrückgang schmaler geworden ist. Im oberen Bereich ist die Pyramide von 2001 jedoch durch die gestiegene Lebenserwartung kopflastiger als die von 1950. Die höhere Lebenserwartung zeigt sich auch darin, dass die Pyramide von 1950 nur bis zu einem Lebensalter von 90 Jahren reicht, die von 2001 dagegen auch im Altersbereich zwischen 90 und 100 Jahren noch etliche Tausend Frauen und Männer anzeigt.

Wie auch aus der folgenden Grafik zur Bevölkerungsvorausberechnung deutlich wird, ist der Prozess der Alterung der Gesamtbevölkerung noch nicht abgeschlossen. Der Anteil der über 60jährigen wird bis 2040 von heute 21% auf etwa 34% ansteigen (Kirchner & Schaller, 1996).

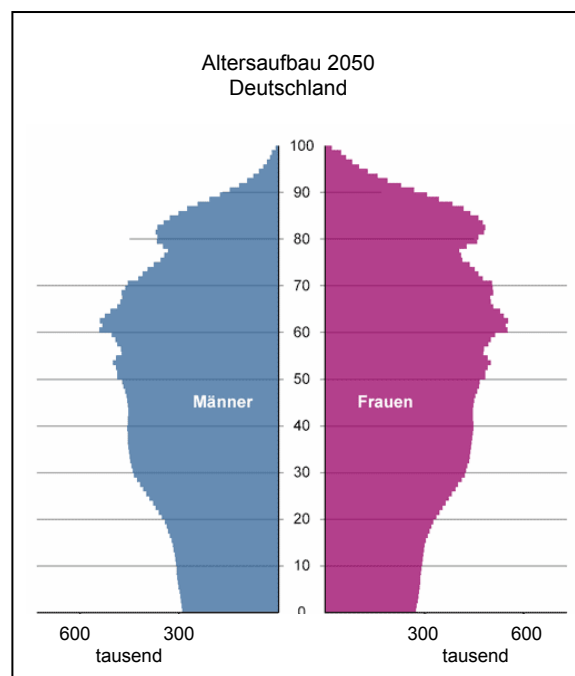


Abb. 2: Alterspyramide zur Bevölkerungsvorausberechnung für 2050 (Statistisches Bundesamt, 2006)

Die Alterspyramide zur Bevölkerungsvorausberechnung zeigt die angenommene Entwicklung bis 2050. Danach wird die Basis der Pyramide noch schmaler und der Anteil älterer Menschen noch größer. Der zu erwartende weitere Anstieg der Lebenserwartung macht sich im wachsenden Altersbereich zwischen 80 und 100 Jahren deutlich bemerkbar. Bei einer Stabilisierung des Geburtenrückgangs auf niedrigem Niveau wird aus der „Alterspyramide“ allmählich ein kopflastiger „Alterspitz“ (Kolb & Heckmann, 2001).

Drei Variablen bestimmen die demographische Alterung: Der Geburtenrückgang, der Anstieg der Lebenserwartung durch eine Verbesserung der medizinischen Versorgung und der Ernährungssituation sowie die Wanderungen in das und aus dem Staatsgebiet. Dieser demographische Wandel macht den Alterssport zu einem gesellschaftspolitisch und sportwissenschaftlich wichtigen Forschungsbereich (Krempel, 1990). Aufgrund der massiven demographischen und ökonomischen Veränderungen wird die gesteigerte Nachfrage nach adäquaten Sport- und Bewegungsangeboten für ältere Menschen auftreten. Der Sport muss sich auf allen Organisationsebenen der „Herausforderung Alterssport“ stellen (Denk & Pache, 1999). Ziel ist es, durch neue Erkenntnisse über Bewegungsprogramme die Selbständigkeit der älteren Menschen möglichst lange zu erhalten. Daraus resultiert die Frage nach den Möglichkeiten der Trainierbarkeit im Alter.

2.3.2 Sturzprophylaxe

Erhebungen zu Bewegungs- und Sportaktivitäten älterer Menschen von Denk und Pache (1992) ergaben, dass sich nach subjektiver Einschätzung bei 22% der Befragten geringe und bei 15 % starke Verschlechterungen des Gleichgewichtsvermögens zeigten. Mehr als ein Drittel der über 65jährigen stürzen einmal pro Jahr, mehr als die Hälfte davon sogar wiederholt. Von ungefähr zehn Fällen hat davon einer ernstere Folgen wie Frakturen an Hüfte oder Oberschenkel oder Kopfverletzungen. Oft haben die Stürze Dauerschäden zur Folge, die mit dem Verlust der selbständigen Lebensführung und Pflegebedürftigkeit verbunden sind (Sander, 1982). Mit zunehmendem Alter steigt das Frakturrisiko bei Stürzen aufgrund der Demineralisierung der Knochensubstanz, die sich oft als Altersosteoporose äußert. Außerdem heilen bei Älteren Knochenbrüche langsamer und führen häufiger zu Komplikationen (Meusel, 1992). In dieser Altersgruppe machen Stürze beinahe 10% der Fälle in der Notfallambulanz aus. Nach Nagel (1997) sind Stürze auch im Haushalt die häufigste Unfallursache.

Die Sturzursachen sind in der Mehrzahl immer wiederkehrend. Als Risikofaktoren gelten neben Medikamenteneinfluss, körperlichen Gebrechen, Seh- und Wahrnehmungsstörungen, Gangunsicherheit, Muskelschwäche und das verringerte Gleichgewichtsvermögen im Alter. In zahlreichen Untersuchungen wurde als Hauptsturzursache im Alter eine verminderte Gleichgewichtsfähigkeit festgestellt. Menschen, die häufiger stürzen, weisen eine deutlich schlechtere Gleichgewichtsfähigkeit auf als Personen, die selten oder nie stürzen (Woollacott & Jensen, 1994). Auch Tinetti et al. (1994) stellten fest, dass zwei Drittel aller älteren Personen, die stürzen, Gleichgewichtsprobleme haben. Bei der Überprüfung des Gesundheitszustandes von Patienten, die nach Stürzen ambulant behandelt wurden, zeigte sich, dass 72% von ihnen nicht in der Lage waren, zehn Sekunden lang auf einem Bein zu stehen. Auch bei Stürzen in der Wohnung sind meistens Gleichgewichtsdefizite die Ursache (Schaller & Wernz, 2000).

Besonders ältere Menschen sind von Gleichgewichtsstörungen und deren Folgen in Form von Stürzen stark betroffen. Dabei entsteht schnell ein

Teufelskreis. Zunehmender Bewegungsmangel im Alter führt zu starken Gleichgewichtsdefiziten. Die daraus resultierende Unsicherheit hat meist noch vermehrte Untätigkeit und damit eine weitere Verkümmern des Gleichgewichtsvermögens zur Folge. Kompetenzverlust, zunehmende Ängstlichkeit, Isolation und im schlimmsten Fall Pflegebedürftigkeit gehen damit einher (Fetz, 1990). Die Alltagsbewältigung hängt stark von der körperlichen Funktionsfähigkeit ab. Je besser die motorischen Fähigkeiten im Alter noch ausgebildet sind, umso leichter können Alltagsanforderungen ohne fremde Hilfe bewältigt werden. Ohne die Fähigkeit, kurze Zeit auf einem Bein das Körpergleichgewicht halten zu können, kann eine Person keine Treppen steigen oder alleine von einem Stuhl aufstehen, und es droht die soziale Abhängigkeit (Ehram & Zahner, 1996).

Als Sturzprophylaxe ist es unerlässlich, das Gleichgewichtsvermögen im Alter systematisch zu erhalten und zu verbessern. In klinischen Studien bewirkten Gleichgewichts- und Gangübungen kombiniert mit Kräftigungsübungen eine deutliche Risikoreduzierung von ca. 14-49% (Tinetti, 2003). Auch Buchner et al. (1997) stellt einen protektiven Effekt bezüglich des Sturzrisikos durch ein Kraft-, Ausdauer- und Koordinationstraining fest. MacRae et al. (1994) erzielten durch ein einjähriges Trainingsprogramm mit Seniorenheimbewohnerinnen einen Rückgang der Sturzanfälligkeit. Ähnliche Erfolge zeigte auch die Studie von Espenschade und Eckert (1967)⁴.

Da der Rückgang der motorischen Fähigkeiten in der fünften Lebensdekade verstärkt einsetzt, sollte spätestens dann mit einem regelmäßigen körperlichen Training begonnen werden, um eine gute Alltagsbewältigung und eine Unfallprophylaxe im Alter zu gewährleisten (Tittelbach, 2002). Für die Sturzprävention sind zwei Strategien wichtig: Eine Verbesserung der allgemeinen Koordination und besonders der Gleichgewichtsfähigkeit sowie ein zusätzliches systematisches Falltraining (Meusel, 1999).

⁴ Vgl. Kapitel 2.2.1 Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit

3 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

In diesem Abschnitt wird näher auf verschiedene Aspekte zur Bewegungskoordination eingegangen. Anschließend folgen theoretische Grundlagen zum Gleichgewicht bzw. zur Gleichgewichtsfähigkeit

3.1 Die Bewegungskoordination

Die Koordination wird in der Trainingslehre neben der Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit den motorischen Hauptbeanspruchungsformen zugerechnet (Weineck, 1996). Sie ist das geordnete Zusammenwirken von Zentralnervensystem und Skelettmuskulatur bei der Ausführung von Bewegungen. Das Niveau der Koordinationsfähigkeit zeigt sich in der Qualität der Bewegungsausführung sowie dem Tempo, mit dem Fertigkeiten erlernt werden (Meinel & Schnabel, 2004).

Koordinative Leistungen sind komplexe Leistungen, die in engem Zusammenhang mit der Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Schnelligkeit stehen. So wird beim Training der anderen Leistungskomponenten immer auch die Koordination mittrainiert, da diese an jeder menschlichen Bewegung beteiligt ist (Krempel, 1990).

Es existieren zwei Betrachtungsweisen der Bewegungskoordination, zum einen die prozessorientierten Ansätze, wobei das Interesse auf die Erklärung einer Kontrolle und des Funktionierens einer gekonnten Bewegungshandlung gerichtet ist, zum anderen die fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise. Hierbei werden die koordinativen Fähigkeiten als verfestigte Leistungsvoraussetzungen angesehen (Roth & Winter, 1994). Im folgenden Abschnitt werden die koordinativen Fähigkeiten näher erläutert.

3.1.1 Die koordinativen Fähigkeiten

Der aktuelle Kenntnisstand über die allgemeinen koordinativen Fähigkeiten ist als weitaus weniger differenziert und theoretisch abgesichert anzusehen als bei den konditionellen Fähigkeiten (Roth & Rieder, 1982). Folgende ist die gegenwärtig allgemein anerkannte Begriffbestimmung der koordinativen Fähigkeiten (Meinel & Schnabel, 2004; Hirtz & Starosta, 1990):

„Definition koordinative Fähigkeiten: Eine Klasse motorischer Fähigkeiten, die vorrangig durch die Prozesse der Steuerung und Regelung der Bewegungstätigkeit bedingt ist. Sie stellen weitestgehend verfestigte und generalisierte Verlaufsqualitäten dieser Prozesse dar und sind Leistungsvoraussetzungen zur Bewältigung dominant koordinativer Anforderungen“ (Meinel & Schnabel, 2004, S. 207).

Die koordinativen Fähigkeiten sind für das Erlernen, Steuern und Anpassen von Bewegungen verantwortlich. Sie kommen im Grad der Schnelligkeit und in der Qualität des Erlernens, der Vervollkommnung und Stabilisierung von Bewegungsfertigkeiten sowie in ihrer situations- und bedingungsadäquaten Anwendung und der Höhe des Ausnutzungsgrades konditioneller Potenzen zum Ausdruck. Je höher das Niveau der koordinativen Fähigkeiten ausgebildet ist, umso ökonomischer und präziser erfolgt der Bewegungsablauf. Durch die Bewegungsökonomie sinken der Energiebedarf und damit der Sauerstoffbedarf für eine gegebene muskuläre Bewegung. Dadurch wird die Ermüdung verzögert, und die Verletzungsgefahr sinkt. Die verbesserte Präzision äußert sich in einer erhöhter Bewegungssicherheit und reduziert dadurch die Unfallgefahr, denn durch die Analyse von Unfällen älterer Menschen ist bekannt, dass ein Großteil der Unfälle auf Bewegungsunsicherheit infolge körperlicher Inaktivität zurückzuführen ist (Kapustin, 1980).

Die koordinativen Fähigkeiten wirken niemals isoliert und unabhängig voneinander, sondern stets in wechselseitiger Verknüpfung. Sie stehen in enger Verbindung zu anderen Fähigkeiten (konditionellen, intellektuellen, musischen, volitiven) (Meinel & Schnabel, 2004).

Für Hirtz (1994b) stehen die koordinativen Fähigkeiten zweifellos im Zentrum der Bewegungskoordination. Zu den koordinativ bedingten Leistungsvoraussetzungen zählt Hirtz (1994b) aber zumindest noch die motorischen Fertigkeiten. Zwischen den koordinativen Fähigkeiten und den Bewegungsfertigkeiten besteht eine wechselseitige Beziehung, da Fähigkeiten die Voraussetzung für Fertigkeiten sind. Bei der Ausführung der Fertigkeiten wiederum werden die Fähigkeiten beansprucht, die sich dabei ebenfalls weiterentwickeln, wodurch dann auch die Fertigkeiten besser gelingen. So verbessern sich Fähigkeiten und Fertigkeiten gewissermaßen in einem „Aufschaukelprozess“ (Meinel & Schnabel, 2004). Zu den koordinativen Leistungsvoraussetzungen gehören neben Fähigkeiten und Fertigkeiten aber auch die Bewegungserfahrungen sowie die Funktionsfähigkeit von Zentralnervensystem, Sinnesorganen und Effektoren (Neumaier, 2003).

Zur Diagnose koordinativer Fähigkeiten stellt der sportmotorische Test die Hauptmethode dar, weil die koordinativen Fähigkeiten als hypothetische Konstrukte nicht gemessen werden können. Dabei wird von der Lösung der gestellten motorischen Aufgabe auf die zu prüfende koordinative Fähigkeit geschlossen. Durch häufiges Üben einer Testaufgabe nimmt ihr Wert als Indikator ab, weil dann nicht die Transferabilität, sondern der Übungseffekt erfasst wird. Aus diesem Grund sollten die Testaufgaben nicht als Trainingsmittel eingesetzt werden (Schnabel et al., 2003).

3.1.1.1. Modelle zu den koordinativen Fähigkeiten

Noch bis in die 60er Jahre kannte man nur eine koordinativ bedingte Bewegungseigenschaft, die Gewandtheit. Durch die theoretische Auseinandersetzung mit der Thematik sowie durch differenziertere Forderungen der Sportpraxis kam es später zu einer Aufsplitterung der komplexen Leistungsdisposition Gewandtheit in zahlreiche Fähigkeiten (Schnabel et al., 2003). Die Gewandtheit wurde sehr komplex verstanden und relativ allgemein und unscharf definiert. Es wurde darunter die Fähigkeit zur

schnellen und zweckmäßigen Lösung motorischer Aufgaben verstanden. Später versuchte man eine Zweiteilung des Bereichs in Gewandtheit und Geschicklichkeit, die sich jedoch nicht durchsetzte. Die Geschicklichkeit galt für feinmotorische Aufgaben (Meinel & Schnabel, 2004). Einige Autoren verwenden Gewandtheit und Geschicklichkeit synonym (u. a. Harre, 1979), beziehen die Geschicklichkeit auf Tätigkeiten mit sportlichen Geräten oder ordnen sie der Gewandtheit unter (Hirtz, 1964). Auch in frühen Veröffentlichungen im englischen Sprachraum findet man zur Kennzeichnung koordinativer Leistungsvoraussetzungen oft nur einzelne, teilweise synonym zu verstehende Begriffe wie coordination, timing skill oder general motor ability (Roth & Willimczik, 1983). Die Vielgestaltigkeit und Unterschiedlichkeit motorischer Handlungen erfordert jedoch eine Unterscheidung in mehrere koordinative Fähigkeiten (Meinel & Schnabel, 2004).

Eine allgemein anerkannte Systematik der koordinativen Fähigkeiten besteht bis heute nicht. Stattdessen existieren zahlreiche Strukturierungs- und Differenzierungsansätze, die teils voneinander abweichen und sich teils gleichen. Sie reichen von der Unterscheidung einiger weniger komplexer koordinativer Fähigkeiten (z. B. Zimmer, 1984; Hirtz, 1994a) bis zur Ableitung zahlreicher elementarer koordinativer Fähigkeiten (z. B. Blume, 1978; Hirtz, 1979; Ljach, 1984; Pöhlmann & Kirchner, 1979; Roth, 1982; Rieder, 1987; Teipel, 1988a). Die vorhandenen Erkenntnisse sind aber noch lückenhaft und unvollkommen. In den bisherigen Konzepten zu den koordinativen Fähigkeiten überwiegt der hypothetische Anteil (Willimczik, 1999).

Die Strukturierung der koordinativen Fähigkeiten wird durch die Tatsache erschwert, dass die koordinativen Fähigkeiten Konstruktcharakter besitzen und damit schwer fassbar sind (Meinel & Schnabel, 2004). Vermutlich sind die begrifflichen und inhaltlichen Unklarheiten wohl vor allem darauf zurückzuführen, dass die bisherigen induktiven Strukturierungsversuche zu keinen übereinstimmenden Ergebnissen geführt haben. Es ist zudem offensichtlich noch nicht gelungen, präzise, neurophysiologische oder psychologische Korrelate für koordinative Konstrukte zu identifizieren (Roth & Willimczik, 1999). Die folgenden, chronologisch aufgelisteten Ansätze

zeigen, dass gegenwärtig nicht von einem einheitlichen, allgemeingültigen, wissenschaftlich abgesicherten Strukturkonzept der koordinativen Fähigkeiten ausgegangen werden kann.

Schon seit den 60er Jahren wurde vereinzelt versucht, den Bereich der Koordination mit Hilfe objektiver, empirisch-statistischer Erhebungs- und Auswertungsverfahren zu strukturieren. Puni (1961) bestimmte anhand der Anforderungsprofile von 20 verschiedenen Mannschafts- und Individualsportarten fünf verschiedene koordinative Fähigkeiten: Geschicklichkeit, Präzision, Zeitgefühl, Raumgefühl und Rhythmusgefühl.

Fleishman (1964; 1972) führte mit seinen Mitarbeitern als erster umfangreiche Laboruntersuchungen zu den koordinativen Fähigkeiten durch. Aus Beobachtungen und Messungen leiteten sie sieben allgemeine koordinative Fähigkeiten ab. Dazu zählen die allgemeine motorische Steuerungsfähigkeit, die motorische Steuerungsfähigkeit der oberen Extremitäten, die motorische Kombinationsfähigkeit, die motorische Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit, die Finger- sowie die Handgeschicklichkeit und die Reaktionsschnelligkeit.

Ein nutzbares Arbeitskonzept zu den koordinativen Fähigkeiten erstellte Blume (1978). Das Konzept umfasst als sechs koordinative Fähigkeiten die Differenzierungs-, Kopplungs-, Reaktions-, Orientierungs-, Gleichgewichts- und Umstellungsfähigkeit. Die Auswahl dieser Fähigkeiten beruht auf empirischen Erkenntnissen und der Anforderungscharakteristik verschiedener Sportarten. Empirische Überprüfungen zeigten, dass dieses Modell mit hoher Wahrscheinlichkeit die fundamentalen koordinativen Leistungsvoraussetzungen erfasst, die für die erfolgreiche Ausübung der sportlichen Tätigkeit wichtig sind.

Hirtz (1979; 1985) bestimmt aufgrund einer umfangreichen entwicklungsbezogenen Studie über koordinative Fähigkeiten im Schulsport fünf fundamentale koordinative Fähigkeiten. Dazu zählen die kinästhetische Differenzierungsfähigkeit, räumliche Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, komplexe Reaktionsfähigkeit und die Rhythmusfähigkeit. Hirtz schließt jedoch die Existenz weiterer koordinativer Fähigkeiten nicht aus.

Dabei verweist er auf die Kopplungsfähigkeit, die Kombinationsfähigkeit und die motorische Ausdrucksfähigkeit.

Pöhlmann und Kirchner (1979) stellen ein Fähigkeitssystem für die Sportpraxis vor, das von der Theorie der Handlungsstruktur und Handlungsregulation ausgeht. Sie ordnen in ihrem System die koordinativen Fähigkeiten im psychomotorischen Fähigkeitskomplex ein und unterscheiden dabei Elementarfähigkeiten im Sinne psychophysischer Funktionspotenzen und sportartspezifische Fähigkeiten wie motorische Reaktionsfähigkeit, Steuerungsfähigkeit, Koordinationsfähigkeit, rhythmische Umsetzungsfähigkeit, Kombinationsfähigkeit und motorische Ausdrucksfähigkeit. Als koordinative Fähigkeiten höherer Ebene gelten die motorische Anpassungs- und Lernfähigkeit sowie die motorische Transferabilität.

Roth (1982) hat teils auf der Grundlage vorliegender Erkenntnisse und teils auf eigenen empirischen Untersuchungsergebnissen aus sportmotorischen Tests basierend ein hierarchisches System koordinativer Fähigkeiten erstellt. Auf der höchsten Ebene seines Strukturmodells stehen die „Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck“ und die „Fähigkeit zur genauen Kontrolle von Bewegungen“. Die nächst tiefer liegende Ebene beinhaltet die Fähigkeit zur schnellen motorischen Steuerung, die Fähigkeit zur schnellen motorischen Anpassung und Umstellung, die Fähigkeit zur präzisen motorischen Steuerung und die Fähigkeit zur präzisen motorischen Anpassung und Umstellung. Auf diese Fähigkeiten Bezug nehmend werden auf den noch tiefer liegenden Ebenen weitere elementare Fähigkeiten bzw. Fähigkeitsaspekte abgeleitet.

Ausgehend von einer Analyse der psychophysiologischen Mechanismen der Bewegungssteuerung beschreibt Ljach (1983; 1984; 1997) die koordinativen Fähigkeiten durch folgende Eigenschaften: Korrektheit (Adäquatheit und Genauigkeit der Bewegung), Schnelligkeit (Rechtzeitigkeit und Geschwindigkeit), Rationalität (Zweckmäßigkeit und Bewegungsökonomie) und Findigkeit (Initiative und Stabilität). Daneben unterteilt Ljach die koordinativen Fähigkeiten in zwei Grundklassen, die körperbezogene und die gerätebezogene Gewandtheit. Diese Grundklassen beinhalten

wiederum acht homogene Gruppen koordinativer Sonderfähigkeiten. Neben der vertikalen Abstufung der Fähigkeiten werden außerdem horizontal systematische spezifische koordinative Fähigkeiten unterschieden. Dies sind die Fähigkeiten, Raum-, Zeit- und Kraftparameter genau zu differenzieren, die Fähigkeiten, das eigene Gleichgewicht und den Rhythmus zu halten, die Fähigkeiten, schnell zu reagieren, sich zurechtzufinden, die motorische Tätigkeit schnell umzugestalten und in Übereinstimmung zu bringen sowie die Fähigkeiten, Muskeln volitiv zu entspannen und Vestibularstabilität zu erreichen.

Zimmer (1984) erstellt aufgrund eigener empirischer Untersuchungen unter Berücksichtigung bereits vorliegender Theorien ein Strukturmodell koordinativer Fähigkeiten. Auf der übergeordneten Ebene enthält das Modell zwei komplexe koordinative Fähigkeiten als Repräsentanten der Klassenbildung relativ elementarer Fähigkeiten, die Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufkonstanz und die Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufvariation. Dabei schließt die Koordination konstanter Bewegungstätigkeiten im Gegensatz zu der Koordination variierender Bewegungstätigkeiten eine schnell absinkende Bewusstseinsrepräsentanz ein. Bei ersterer spielt die sensomotorische Regulation die führende Rolle in der Handlungsregulation, bei der zweiten sind die perzeptiv-begriffliche und intellektuelle Regulationsebene entscheidend. Auf einer untergeordneten Ebene werden diesen zwei Fähigkeiten die zugrunde liegenden elementaren koordinativen Fähigkeiten zugeordnet. Zu diesen sieben Fähigkeiten zählen die Kopplungs-, die Rhythmisierungs-, die Orientierungs-, die Reaktions-, die Gleichgewichts-, die Umstellungs- und die Differenzierungsfähigkeit.

Nach Meinel und Schnabel (1987) beinhalten die koordinativen Fähigkeiten sieben Komponenten, die motorische Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit, die Differenzierungs- und Steuerfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit, die Orientierungsfähigkeit, die Rhythmisierungsfähigkeit, die Kombinations- und Kopplungsfähigkeit sowie die Gleichgewichtsfähigkeit. Nach Meinel und Schnabel treten drei allgemeine Grundfähigkeiten hervor: Die motorische Lernfähigkeit als höchste koordinative Fähigkeit, die motorische Steue-

rungsfähigkeit und die motorische Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit. Dies geschieht in Anlehnung an die Strukturierung von Zimmermann (1987), der die koordinativen Fähigkeiten aufgrund charakteristischer Merkmale der Sporttätigkeit, empirischer Befunde und des Drei-Phasen-Modells des motorischen Lernens in motorische Lernfähigkeit, motorische Steuerungsfähigkeit und motorische Adaptationsfähigkeit unterteilt.

Teipel (1988a) unterscheidet zwischen koordinativen Fähigkeiten für fein- und grobmotorische Handlungen. Als Kriterien für Fein- und Grobmotorik werden primär Muskelanteile, Bewegungsweite und Kraftanteile zugrunde gelegt. Für eine solche Einteilung spricht die Tatsache, dass in empirischen Untersuchungen zwischen feinmotorischen koordinativen Tests und den grobmotorischen Entsprechungen im Sinne von Paralleltests nur geringe bis mittelhohe Korrelationen nachgewiesen wurden.

Hirtz (1994a) vertritt in einem weiteren Modell eine grundlegende Dreiteilung koordinativer Leistungsdispositionen bzw. Kompetenzen. Dazu zählt die Fähigkeit zur präzisen Bewegungsregulation, d. h. die Fähigkeit zur präzisen Steuerung und Regelung von bekannten, genauen, geführten, kontinuierlichen Bewegungshandlungen mit ausreichender und fortlaufender Rückkopplung. Ferner gehört dazu die Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck bzw. Fähigkeit zur Steuerung und Regelung bekannter, kurzzeitiger, genauer, schneller Bewegungshandlungen. Die dritte Kompetenz ist die Fähigkeit zur situationsadäquaten motorischen Umstellung und Anpassung, d. h. die Fähigkeit zur Steuerung und Regelung unbekannter, variabler, schneller und genauer Bewegungshandlungen. Einige elementare koordinative Fähigkeiten lassen sich diesen drei Basisbereichen direkt zuordnen, wie z. B. die Differenzierungs-, die Reaktions- oder die Umstellungsfähigkeit. Andere der koordinativen Fähigkeiten lassen sich eher schlecht einordnen.

Neumaier und Mechling (1995) stellen eine Strukturierung vor, die besonders auf ein zielgerichtetes Training der koordinativen Leistungsvoraussetzungen in den Sportarten abzielt. Diese Strukturierung beinhaltet keine koordinativen Fähigkeiten, sondern stellt ein sportartübergreifendes

Strukturmodell und gleichzeitig Analyseraster zu den koordinativen Anforderungen von Bewegungsaufgaben dar. Es liegen folgende koordinativ ausgerichteten Anforderungskategorien zugrunde: Art der Informationsquellen/Analysatoren, Genauigkeitsanforderungen/Präzisionsdruck, verfügbare Bewegungszeit/Zeitdruck, Bewegungskomplexität und Bewegungsorganisation/Komplexitätsdruck, Umwelanforderungen, Belastung/Beanspruchung. Die Anforderungskategorien ermöglichen eine Bestimmung sportartspezifischer koordinativer Anforderungsprofile, die als Basis für ein spezifisches Koordinationstraining dienen können.

Für Loosch (1999) existieren acht bedeutsame koordinative Fähigkeiten: Die kinästhetisch-propriozeptive Differenzierungsfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Rhythmusfähigkeit, Antizipationsfähigkeit, räumliche Orientierungsfähigkeit, Wahrnehmungs- und Beobachtungsfähigkeit und die soziomotorische Kooperationsfähigkeit.

Angesichts der großen Menge unterschiedener Modelle und der stark variierenden Anzahl der Fähigkeiten in den Modellen, wird die uneinheitliche Auffassung zur Koordination deutlich. Aus allen Theorien und Modellen zu den koordinativen Fähigkeiten lässt sich jedoch ein Kern koordinativer Fähigkeiten erkennen. Am meisten verbreitet und akzeptiert ist im deutschsprachigen Raum, insbesondere im Schul- und Nachwuchsleistungssport, derzeit das Modell von Hirtz (1979; 1985) mit seinen fünf koordinativen Konstrukten. Als Arbeitskonzept für die Sportpraxis wird von vielen Autoren auch das Modell nach Blume (1978) favorisiert, das folgende sieben fundamentale und leistungsbestimmende Fähigkeiten herausstellt: Differenzierungsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit, Rhythmusfähigkeit, Kopplungsfähigkeit und Umstellungsfähigkeit. Dieses Modell der koordinativen Fähigkeiten liegt auch dieser Studie zu Grunde.

Einen Überblick über die erläuterten Ansätze bietet die folgende Tabelle zu den Modellen der koordinativen Fähigkeiten:

Tab. 3: Modelle zu den koordinativen Fähigkeiten

Autor	Jahr	Fähigkeiten
Puni	1961	Geschicklichkeit, Präzision, Zeitgefühl, Raumgefühl, Rhythmusgefühl
Fleishman	1964;1972	Allgemeine motorische Steuerungsfähigkeit, motorische Steuerungsfähigkeit der oberen Extremitäten, Finger- sowie Handgeschicklichkeit, Reaktionsschnelligkeit, Kombinations-, Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit
Blume	1978	Differenzierungs-, Kopplungs-, Reaktions-, Orientierungs-, Gleichgewichts- und Umstellungsfähigkeit
Hirtz et al.	1979; 1985	Kinästhetische Differenzierungsfähigkeit, räumliche Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, komplexe Reaktionsfähigkeit, Rhythmusfähigkeit
Pöhlmann & Kirchner	1979	Reaktions-, Steuerungs-, Koordinations-, rhythmische Umsetzungs-, Kombinations-, motorische Ausdrucksfähigkeit; auf höherer Ebene motorische Anpassungs- und Lernfähigkeit und motorische Transferabilität
Roth	1982	Oberste Ebene: Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck, Fähigkeit zur genauen Kontrolle von Bewegungen; darunter: Fähigkeit zur schnellen motorischen Steuerung, Fähigkeit zur schnellen motorischen Anpassung und Umstellung, Fähigkeit zur präzisen motorischen Steuerung, Fähigkeit zur präzisen motorischen Anpassung und Umstellung
Ljach	1983;1984; 1997	Zwei Grundklassen: Die körperbezogene und die gerätebezogene Gewandtheit mit jeweils 8 koordinativen Sonderfähigkeiten
Zimmer	1984	Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufkonstanz, Fähigkeit zur Stabilisierung der Bewegungskoordination bei Ablaufvariation; untergeordnet: Kopplungs-, Orientierungs-, Rhythmisierungs-, Reaktions-, Gleichgewichts-, Umstellungs- und Differenzierungsfähigkeit
Meinel & Schnabel	1987	Anpassungs- und Umstellungsfähigkeit, Differenzierungs- und Steuerungsfähigkeit, Reaktions-, Orientierungs-, Rhythmisierungs-, Gleichgewichts- sowie Kombinations- und Kopplungsfähigkeit
Zimmermann	1987	Motorische Lernfähigkeit, motorische Steuerungsfähigkeit, motorische Antizipationsfähigkeit
Teipel	1988	Koordinative Fähigkeiten für feinmotorische Handlungen, koordinative Fähigkeiten für grobmotorische Handlungen
Hirtz	1994	Fähigkeit zur präzisen Bewegungsregulation, Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck, Fähigkeit zur situationsadäquaten motorischen Umstellung und Anpassung
Neumaier & Mechling	1995	Keine koordinativen Fähigkeiten, sondern 6 koordinativ ausgerichtete Anforderungskategorien
Loosch	1999	Kinästhetisch-propriozeptive Differenzierungsfähigkeit, Reaktions-, Gleichgewichts-, Rhythmus-, Antizipations-, Orientierungs-, Wahrnehmungs- und Beobachtungsfähigkeit

Neuerdings sind auch Beziehungen zwischen der Strukturierung von Hirtz und den Systematiken von Roth (1982) bzw. Zimmermann (1987) hergestellt worden. Die folgende Abbildung zeigt die aus der Kombination der Strukturierung von Hirtz und der Systematik von Roth resultierenden Zuordnungen:

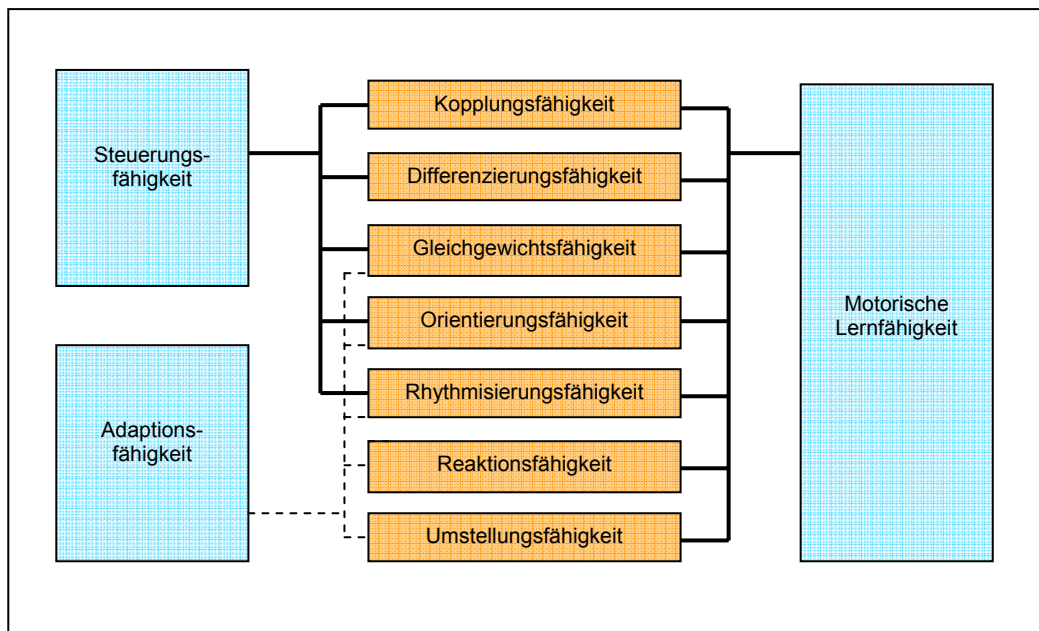


Abb. 3: Hierarchische Ordnung koordinativer Fähigkeiten nach Hirtz & Zimmermann (nach Zimmermann, 1987, S. 258).

Diese Kombination verschiedener Strukturierungen verdeutlicht den aktuellen Trend. Inzwischen steht weniger das Erstellen gänzlich neuer Strukturmodelle, sondern der Versuch einer Integration der vorliegenden Befunde im Mittelpunkt der Bemühungen. Diesen Trend zeigt auch das Analyseraster für Bewegungsaufgaben von Neumaier und Mechling (1995), das die gemeinsamen Grundannahmen verschiedener Begriffssystematiken zusammenfasst.

3.1.2 Die koordinativen Fähigkeiten im Altersverlauf

Im Gegensatz zu dem relativ gut erforschten Komplex der konditionellen Fähigkeiten existieren im Bereich der koordinativen Fähigkeiten noch wenig quantifizierende Aussagen über altersbedingte Veränderungen. In der Literatur findet man keine Prozentangaben zur Höhe des Rückgangs der Koordination im Erwachsenenalter. Teilweise stößt man sogar auf widersprüchliche Angaben (Tittelbach, 2002).

Winter und Baur (1994) beobachteten, dass sich der Rückgang der koordinativen Fähigkeiten im Gegensatz zu den konditionellen Fähigkeiten in der 4. bis 6. Lebensdekade nur langsam vollzieht und sich erst im späten Erwachsenenalter beschleunigt. Nach Roth und Winter (1994) geht die Koordinationsfähigkeit bereits etwa im Alter 35 bis 40 Jahren allmählich zurück, ab 45 Jahren verstärkt und ab dem Alter von 60/65 Jahren stark. Hollmann und Hettinger (1990) bestätigen eine altersbedingte Minderung der Koordination mit Beginn des 4. Lebensjahrzehnts. Im 4. und 5. Lebensjahrzehnt wird dies besonders in der Sportmotorik deutlich. Spätestens im 7. Lebensjahrzehnt lassen die koordinativen Fähigkeiten bei Ungeübten auch in der Alltagsmotorik nach, was zur Einschränkung von Mobilität, Selbständigkeit und Lebensqualität führt (Meusel, 1992).

Für die Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten lassen sich keine biotisch-genetischen Kanalisierungen, altersgebundene oder invariante Zwangsläufigkeiten darstellen. Es ist von einer hohen intra- und interindividuellen Variabilität auszugehen, die durch das Zusammenspiel vieler Einflussfaktoren entsteht. Dennoch können bestimmte charakteristische Veränderungen grob bestimmten Lebensabschnitten zugeordnet werden (Roth & Winter, 1994).

Die Jahre vom Schulkindalter bis zur Pubeszenz sind ein Abschnitt der starken Steigerung der koordinativen Fähigkeiten. Dies wird durch deutliche Anstiege in der Konzentrationsfähigkeit und der motorischen Merkfähigkeit, die allmähliche Vollentwicklung der Analysatoren, den Zuwachs an kognitiven Fähigkeiten, aber auch den obligatorischen Sportunterricht in diesem Alter begünstigt. Nach dem Einsetzen des puberalen Wachstums-

schubs setzt über zwei bis fünf Jahre eine Phase des verminderten Leistungszuwachses der koordinativen Fähigkeiten ein. Hauptursache sind die Veränderungen in den körperkonstitutionellen Leistungsvoraussetzungen. Hinzu kommt ein psychisch-sozialer Wandel, wodurch sich Mädchen in dieser Phase eher vom Sport zurückziehen. Während der anschließenden Adoleszenz kommt es noch einmal zu starken Anstiegen der koordinativen Fähigkeitsentwicklung. Die eigene „koordinative Handschrift“ hat sich bis zum Eintritt ins Erwachsenenalter herausgebildet. Nach der Adoleszenz folgt die relative Erhaltung der koordinativen Leistungsfähigkeit im frühen Erwachsenenalter. Individuelle Unterschiede entstehen durch das persönliche Aktivitätsverhalten, den Lebenswandel und die Umwelt des Einzelnen. Eine zu geringe Betätigung hat eine Leistungsminderung zur Folge. Spätestens ab dem mittleren und besonders dem späten Erwachsenenalter muss in der koordinativen Leistungsfähigkeit von einem allgemeinen Trend zu vorerst allmählichen (35-45 Jahre), anschließend verstärkten (45-60/65 Jahre) und schließlich ausgeprägten Involutionen (ab 60/65 Jahren) ausgegangen werden (Teipel, 1988b).

Roth und Winter (1994) unterteilen die Genese der koordinativen Leistungsfähigkeit ab dem Ende der Adoleszenz in drei Abschnitten. Diese Grobeinteilung für das Erwachsenenalter zeigt die nachfolgende Tabelle:

Tab. 4: Entwicklung der koordinativen Leistungsfähigkeit im Alter (nach Roth & Winter, 1994, S. 192)

Entwicklungsabschnitt	Koordinatives Leistungsniveau
Ausgang der Adoleszenz/ Beginn des frühen Erwachsenenalter	individuelle volle Ausprägung der koordinativen Leistungsfähigkeit
3. und evt. 4. Lebensdekade	trainingsinduzierte Erhaltung der koordinativen Leistungsfähigkeit
4. und 5. bzw. 6. Lebensdekade bis Lebensende	allmähliche und schließlich irreversible Involution der koordinativen Leistungsfähigkeit

Motorische Entwicklungsmuster variieren jedoch von Generation zu Generation. Heute 70jährige haben ein völlig anderes Bewegungsprofil als

noch vor 20 Jahren. Stereotype Altersvorstellungen werden so immer wieder durchbrochen, und Durchschnittswerte verschieben sich im Generationsvergleich (Roth & Willimczik, 1983).

Hirtz und Starosta (1990) stellten fest, dass der altersbedingte Leistungsabfall umso früher einsetzt, je höher der Bewegungsanteil einer Bewegungsaufgabe ist und umso weniger die Bewegung im Alltag beansprucht wird. Auch zwischen groß- und feinmotorischen Aufgaben zeigen sich Unterschiede. Bei feinmotorischen Aufgaben setzt ein Leistungsabfall erst ab einem Alter von ca. 40 Jahren ein, bei komplexen, ganzkörperlichen Aufgaben jedoch spätestens ab dem 30. Lebensjahr (Teipel, 1988a).

Hinsichtlich des Fähigkeitsniveaus zeigen sich Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Die Leistungen der Männer liegen im Erwachsenenalter, wie auch in der Jugend, zunächst über denen der Frauen, jedoch spätestens ab der sechsten Lebensdekade lassen sich Annäherungen an das Leistungsniveau gleichaltriger Frauen erkennen. So verläuft die Abnahme der koordinativen Fähigkeiten im mittleren und späteren Erwachsenenalter bei Männern und Frauen weitgehend gleich (Tittelbach, 2002). Im feinmotorischen Bereich verläuft der Rückgang bei Frauen langsamer als bei Männern, vermutlich da Frauen oft über mehr Übung durch feinmotorische Alltagsarbeiten verfügen (Krempel, 1990).

Der Rückgang der koordinativen Leistungsfähigkeit drückt sich durch schnelleres Ermüden, eine Abnahme der Reaktionsfähigkeit, Eckigkeit der Bewegungen, Tempoverzögerungen sowie eine zunehmende Schwierigkeit von Simultantätigkeiten und im Bewegungsfluss aus (Krempel, 1990). Die Ursachen für den Rückgang der Koordination im Alter können durch das Alter an sich, Inaktivität oder genetische Faktoren und Umweltfaktoren hervorgerufen werden. Inaktivitätsbedingte Rückgänge sind nicht vollständig von altersspezifischen Effekten zu trennen (Tittelbach, 2002).

Weineck (2000) nimmt an, dass der Rückgang der koordinativen Leistungsfähigkeit parallel zur Abnahme der physischen Leistungsfaktoren, beziehungsweise der Qualität der motorischen Koordinations- und

Steuerungsprozesse verläuft. Der Leistungsrückgang der koordinativen Fähigkeiten im Alter scheint demnach primär physiologische Ursachen zu haben, wie die Alterungsprozesse der Organe und Gewebe, die geringere Gelenkbeweglichkeit, die abnehmende Elastizität des aktiven und passiven Bewegungsapparates sowie die verminderten konditionellen Potenzen. Daneben spielen auch die eingeschränkte Plastizität der Nervenprozesse und die verminderten Fähigkeiten zur fluiden Informationsaufnahme und –verarbeitung eine Rolle (Roth & Winter, 1994). Die Involution der neuromuskulären Einheit mit Abnahme der Nervenleitgeschwindigkeit ergibt eine abnehmende Sicherheit an Informationsverarbeitung, Koordinations-, Konzentrations- und Reaktionsvermögen (Kapustin, 1980). Da sich die Leistung der Rezeptormechanismen verlangsamt, verschlechtern sich die afferenten Informationen der entsprechenden Sensoren und Rezeptoren des visuellen Systems, des Gleichgewichtsorgans sowie der Gelenk- und Muskelrezeptoren, und die Informationsaufnahme und -verarbeitung verlaufen langsamer. Deshalb werden Gleichgewichtsveränderungen im Alter nicht mehr so schnell registriert und verarbeitet wie bei jüngeren Personen (Kirchner & Schaller, 1996).

Die altersstabile Plastizität lässt jedoch darauf schließen, dass im koordinativen Bereich Leistungseinbußen nicht zwingend auftreten müssen (Kruse, 1992). Zahlreiche Interventionsstudien belegen, dass auch im Bereich der Bewegungskoordination Leistungsverbesserungen bei älteren Menschen infolge regelmäßigen, gezielten Übens möglich sind (u. a. Conzelmann, 1993). Teipel (1988a) ist sogar der Ansicht, dass der Rückgang der Koordinationsfähigkeit durch ein entsprechendes Training mit relativ geringem Aufwand um mehrere Jahrzehnte verzögert werden kann. Auch Roth und Winter (1994) sind sicher, dass sich die altersbedingten Leistungsminderungen entscheidend durch entsprechende Seniorensportprogramme verzögern lassen.

Schon Jokl (1954) beobachtete bei geübten Altersturnern weitgehend konstante Koordinationsleistungen zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr als Ergebnis lebenslangen Trainings und folgert daraus:

„Ein gut trainierter, leistungsfähiger Mann von 65 Jahren kann einem ungeübten 25jährigen körperlich überlegen sein“ (Jokl, 1954, S. 29).

Alles weist darauf hin, dass die koordinativen Fähigkeiten durch Übung relativ lange erhalten und auch noch gefördert werden können. Eine aktive Sportbiographie scheint die Involutionsschwelle hinauszuschieben. So stellte Teipel (1988a) fest, dass sich die Leistungen sporttreibender Älterer von denen nicht sporttreibender im Bereich der koordinativen Fähigkeiten deutlich unterscheiden. Trainierende Versuchspersonen zeigten in Tests deutlich bessere Leistungen als passive, zum Teil auch erheblich jüngere Personen. Schielke und Vilkner (1994) beobachteten bei Probanden im 70. Lebensjahr noch Spitzenwerte in den koordinativen Fähigkeiten, die mit regelmäßigem Üben einhergehen. Tittelbach (2002) dagegen kam bei ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass der Rückgang der koordinativen Fähigkeiten bei Sportlern und Nichtsportlern relativ gleich verläuft, die Sportler jedoch ein höheres Fähigkeitsniveau aufweisen und dieses auch durch wenig Training gut erhalten können.

Fest steht, dass sportliche Aktivität zu den zentralen exogenen Einflussfaktoren auf die Koordination in der Lebensspanne gehört. Jedoch nutzen ältere Menschen die Chance des regelmäßigen Übens nur in sehr unterschiedlichem Maße. Daher variiert die Leistungsfähigkeit im Alter stärker als in jüngeren Jahren. Der Abstand der motorischen Leistungsfähigkeit zwischen Trainierenden und Nichttrainierenden wächst (Hirtz, 1994b). Die Ergebnisse vieler Studien belegen, dass die Annahme einer reinen Altersabhängigkeit der koordinativen Entwicklung nicht aufrecht zu erhalten ist. Selbst, wenn mit dem Alter ein Nachlassen der Plastizität einhergeht, erweist sich dennoch vieles, was bisher dem Altersprozess zugeschrieben wurde, eher als Folge mangelnden Trainings (Meusel, 1996). Auch Israel (1994) ist der Meinung, dass die Rückbildung der koordinativen Fähigkeiten im Altersgang im Wesentlichen durch unge-

nügende und bewegungsstrukturell anspruchsarme Anforderungen bedingt ist. Demnach gerät der ältere Mensch bezüglich der Bewegungskoordination in eine Inaktivitätsatrophie, indem er sich selbst durch die Beschränkung auf einfache und stereotype Bewegungsprogramme in seiner Handlungsfreiheit und Unabhängigkeit einschränkt (Israel, 1994).

Generell ist der Mensch bis ins hohe Alter in der Lage, sich neue motorische Fertigkeiten anzueignen sowie früher erworbene Fertigkeiten zu reaktivieren und zu modifizieren (Kirchner & Schaller, 1996). So verliert das gerontologische Defizit-Modell, das von einem generellen Abbau der Lernfähigkeit im Alter ausgeht, zunehmend an Wert, denn auch die Bewegungskoordination ist bei älteren Menschen in hohem Maße trainierbar (Meusel 1996). Regelmäßiges, richtig gestaltetes Üben führt erwiesenermaßen zu einer Verbesserung der koordinativen Fähigkeiten und einer zeitlichen Verzögerung des Involutionsprozesses (Schaller & Wernz, 2000). Daraus folgert Neumaier (1999):

„Für eine Förderung der Bewegungskoordination durch eine gezielte, entwicklungsgemäße koordinative Beanspruchung ist es nie zu früh und auch niemals zu spät“ (Neumaier, 1999, S. 225).

3.1.3 Die Bedeutung der koordinativen Fähigkeiten im Alter

Koordinative Fähigkeiten sind eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen sportlicher, aber auch alltagsrelevanter Bewegungsleistungen. Sie bestimmen die Güte der Bewegungsausführung, erleichtern den Neuerwerb sportlicher Fertigkeiten, verbessern die Bewegungssicherheit und vermindern dadurch die Sturzgefahr. Gut ausgeprägte koordinative Fähigkeiten bewirken eine ökonomische Bewegungsführung und entlasten so die Organsysteme (Meusel, 1992). Gleichzeitig erleichtern sie Mehrfachhandlungen, Alltagsanforderungen und auch ungewohnte Anforderungen.

Dadurch werden Handlungsspielräume gewahrt sowie Selbständigkeit, Selbstsicherheit und Wohlbefinden gesteigert (Schaller & Wernz, 2000).

Die folgende Tabelle zeigt die große Bedeutung koordinativer Fähigkeiten im Alltag älterer Menschen sowie bei sportlicher Betätigung:

Tab. 5: Die Bedeutung der koordinativen Fähigkeiten im Alter (nach Schaller & Wernz, 2000, S. 24/26)

Bedeutung der koordinativen Fähigkeiten im Alltag
<ul style="list-style-type: none"> • Gut ausgeprägte koordinative Fähigkeiten sichern die Stehsicherheit • Durch die Vermeidung von Fehlbewegungen wird das Unfallrisiko vermindert (Sturzprävention) • Alltagsfertigkeiten bereiten weniger Probleme, z. B. Ankleiden • Bessere Bewältigung von überraschenden Situationen, Stolpern etc. • Besseres Gelingen von Mehrfachhandlungen • Körperliche Selbständigkeit, Selbstsicherheit und Wohlbefinden
Bedeutung der koordinativen Fähigkeiten bei sportlicher Betätigung
<ul style="list-style-type: none"> • Kraft-, Schnelligkeits- und Ausdauerdefizite werden zu einem gewissen Grad kompensiert • Sicherere Ausführung komplizierter Fertigkeiten • Schnelleres Erlernen neuer Bewegungsfertigkeiten • Besseres Reagieren auf Situationsänderungen • Leichteres Umstellen auf ungewohnte Bedingungen • Schnelles Reagieren auf Stolpern oder Ausrutschen, dadurch verminderte Verletzungsgefahr • Späteres Einsetzen der Ermüdung • Gesteigerte Freude an sportlicher Betätigung

Da gut ausgebildete koordinative Fähigkeiten einen wesentlichen Beitrag zur Selbständigkeit und Lebensbewältigung im Alter leisten, wird die Erhaltung und Förderung der koordinativen Fähigkeiten mit zunehmendem Alter unter präventiven Gesichtspunkten wichtig (Meusel, 1996). Aufgrund der lebenslangen Trainierbarkeit der Koordination ist das Koordinationstraining ein wichtiger Aspekt für den Alterssport (Kirchner & Schaller, 1996).

3.1.4 Koordinationstraining

Unter dem Begriff Koordinationstraining werden methodische Maßnahmen und die Bewegungstätigkeit zusammengefasst, die dem Ziel dienen, die personalen motorischen Voraussetzungen der Bewegungskoordination durch systematische Auseinandersetzung mit spezifischen koordinativen Anforderungen zu entwickeln und stabilisieren. Die Auswirkungen des Koordinationstrainings bestehen in einer Verbesserung und Stabilisierung des individuellen koordinativen Leistungsniveaus. Ein Koordinationstraining ist ein Training der Regulationsfähigkeit. Dies erfordert die Sensibilisierung für relevante Informationen und die Entwicklung der Fähigkeit zur variablen Programmierung. Deshalb ist ein Koordinationstraining immer auch ein Wahrnehmungs- und Bewegungstraining (Neumaier, 2003).

Generell wird die Koordination bei jedem Training der motorischen Grundeigenschaften automatisch mittrainiert. Da die Koordination jedoch im Alter abnimmt, empfiehlt sich ab dem 50. Lebensjahr ein gezieltes Koordinationsstraining. Besonders wichtig in Hinsicht auf eine Sturzprophylaxe sind die Erhaltung und Förderung der Gleichgewichtsfähigkeit, um die allgemeine Bewegungssicherheit zu erhöhen. Für die Sturzprävention spielen neben der Gleichgewichtsfähigkeit auch die Orientierungsfähigkeit, Umstellungs- und Reaktionsfähigkeit eine bedeutende Rolle (Krempel, 1990). Bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit bestätigten Kirchner und Schaller (1996), dass gezielt zusammengestellte Übungsprogramme für Ältere nicht bloß zur Erhaltung, sondern bei den meisten Versuchspersonen zu deutlichen Verbesserungen führen. Zahlreiche weitere Interventionsstudien belegen den positiven Einfluss eines Koordinationstrainings bis ins hohe Alter⁵.

Weil die koordinativen Fähigkeiten bei allen sportlichen und körperlichen Aktivitäten notwendig sind, können die neuromuskulären Funktionen auch durch Trainingsformen verbessert werden, die kein reines Koordinationsstraining darstellen. So stellten Puggaard et al. (1994) bei älteren untrainierten Personen nach einem fünfmonatigen Gymnastik-, Tanz- und Schwimmtraining eine signifikante Verbesserung der neuromuskulären

⁵ Vgl. Kapitel 2.2.1

Funktionen fest, wozu auch eine Verbesserung des Gleichgewichts zählte. Auch durch Krafttraining und Walking konnte in einer Studie von Rooks et al. (1997) das Gleichgewicht von älteren Personen verbessert werden. Viele Studien belegen, dass sowohl ein spezielles Koordinationstraining, aber auch andere Formen von sportlichem Training den Rückgang der koordinativen Fähigkeiten im Altersgang positiv beeinflussen. Darüber, welche Trainingsmethoden dabei am effektivsten sind, existieren noch keine gesicherten Ergebnisse (Tittelbach, 2002).

Nach Hirtz (1994b) kann die Bewegungskoordination nur durch koordinativ fordernde, anspruchsvolle Übungen entwickelt werden, da sich Lerneffekte grundsätzlich nur durch Tätigkeiten entwickeln, bei denen sie gefordert werden. Koordinativ anspruchsvoll sind neue, ungewohnte und komplizierte, schwierige Übungen, ebenso wie sicher beherrschte Bewegungen, die durch Kombination und Variation einen erhöhten Schwierigkeitsgrad erhalten. Auf fortgeschrittenem Leistungsniveau sind koordinative Leistungsvoraussetzungen allein mit Hilfe unspezifischer Aufgabenstellungen nicht optimal zu entwickeln, stattdessen muss zunehmend sportartspezifischer trainiert werden. Aber auch in einem allgemeinen Koordinationstraining sollte sich an den tatsächlichen koordinativen Anforderungen, z. B. im Alltag, orientiert werden (Neumaier, 2003).

Wichtigste Ziele im Koordinationstraining im Erwachsenenalter sind die Bewegungsökonomie und Bewegungssicherheit sowie die Sturzprophylaxe. Ein weiterer positiver Nebeneffekt des Koordinations- bzw. Gleichgewichtstrainings sind eine erhöhte konzentrierte Leistungsfähigkeit (Geiger, 1999) sowie eine Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination (Häfelinger & Schuba, 2002).

3.1.4.1 Methoden des Koordinationstrainings

Oft wird die Auffassung vertreten, dass auf ein spezielles Training der koordinativen Fähigkeiten verzichtet werden kann, da die koordinativen Fähigkeiten bereits beim Techniktraining mittrainiert werden. Andere Wissenschaftler sind von der Wirksamkeit eines fähigkeitsorientierten Koordinationstrainings überzeugt (u. a. Neumaier, 1999). In der Praxis wird das Koordinationstraining aufgrund der Vielfalt und Widersprüchlichkeit der Auffassungen zur Wichtigkeit oft noch unterschätzt und vernachlässigt (Schnabel et al., 2003).

Voraussetzung für ein effektives Koordinationstraining ist die ausreichende Funktionsfähigkeit der Fühlersysteme. So müssen Defizite wie Schwerhörigkeit oder Sehschwäche durch Hörgerät bzw. Brille ausgeglichen werden. Die Rezeptorsensitivität kann z. B. durch barfüßiges Balancieren erhöht werden (Häfelinger & Schuba, 2002). Um Leistungsverbesserungen zu erreichen, müssen auch beim Sport mit Älteren die allgemeinen Prinzipien der Trainingsplanung beachtet werden (Meinel & Schnabel, 2004):

1. Planmäßigkeit:

Für ein effektives Training ist ein planmäßiger Trainingsaufbau nötig, um Erfolge zu erzielen (Meinel & Schnabel, 2004).

2. Allmählichkeit:

Mit Zunahme der Leistungsfähigkeit werden die Belastungsreize allmählich gesteigert, um Über- oder Unterforderung zu vermeiden. Beim Üben im Alter soll auf niedrigem Anforderungsniveau begonnen werden und nur langsam gesteigert werden. So gehen Gleichgewichtsübungen im Stand denen auf den Trainingsgeräten voraus, und erst nach Beherrschen einer Aufgabe wird die Schwierigkeit gesteigert (Häfelinger & Schuba, 2002).

3. Regelmäßigkeit:

Um eine Leistungssteigerung zu erzielen, muss das Training regelmäßig durchgeführt werden (Meinel & Schnabel, 2004).

4. Vielseitigkeit:

Eine vielseitige Bewegungsschulung wirkt sich günstiger auf die Organsysteme und die Persönlichkeit älterer Sportler aus (Meinel & Schnabel, 2004).

Um durch das Training Anpassungseffekte zu erreichen, müssen außerdem die Prinzipien der Belastung zur Auslösung von Anpassungseffekten eingehalten werden (Weineck, 1996):

- *Prinzip des trainingswirksamen Reizes:* Der Reiz muss eine bestimmte Schwelle überschreiten, um einen Leistungszuwachs zu erreichen. Die Reizhöhe ist vom Trainingszustand der jeweiligen Person abhängig (Weineck, 1996).
- *Prinzip der individualisierten Belastung:* Die Übungen müssen je nach individuellem Grundkönnen ausgewählt werden und sollen weder unter- noch überfordern (Weineck, 1996).
- *Prinzip der ansteigenden (progressiven) Belastung:* Gleichbleibende Belastungen sorgen für den Erhalt der Leistungsfähigkeit, nicht aber für eine Steigerung. Hierfür ist in entsprechenden Abständen eine systematische Belastungssteigerung nötig (Weineck, 1996).
- *Prinzip der richtigen Belastungsfolge:* Am Beginn einer Trainingseinheit stehen Belastungsformen, die nachfolgend eine vollständige Erholungspause benötigen. Danach folgen Übungen, deren Effektivität auf einer unvollständigen Pausengestaltung beruht. Am Ende stehen Übungen zur Ausdauer. Generell gilt: Koordination vor Schnelligkeit, Kraft und Ausdauer (Weineck, 1996).
- *Prinzip der variierenden Belastung:* Wenn mit einer kontinuierlichen Belastungssteigerung keine weitere Leistungsverbesserung mehr zu erreichen ist oder die sportliche Form über einen langen Zeitraum auf einem hohen Niveau gehalten werden muss, werden variierende Belastungssteigerungen eingesetzt, womit versucht wird, durch unge-

wohnte Belastungsmodalitäten weitere Homöostasestörungen mit nachfolgenden Adaptationsvorgängen im Organismus des Sportlers auszulösen (Weineck, 1996).

- *Prinzip der wechselnden Belastung: Nach dem Prinzip des Heterochronismus der Wiederherstellung nach Belastung belasten unterschiedliche Belastungsformen den Organismus in verschiedener Weise und erfordern dadurch auch unterschiedlich lange Regenerationszeiten. Der richtige Wechsel von Belastungen verschiedener Akzentuierungen ermöglicht eine optimale Ausschöpfung der Energiereserven. Von besonderer Bedeutung ist dieses Prinzip bei Sportarten mit mehreren physischen Leistungsfaktoren (Weineck, 1996).*
- *Prinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung: Nach einer Belastung folgt eine vorübergehende Abnahme der Leistungsfähigkeit und in der Wiederherstellungsphase ein anschließender Wiederanstieg über das Ausgangsniveau hinaus. Diese überschießende Wiederherstellung wird Superkompensation genannt. Um eine Leistungssteigerung zu erreichen, müssen die Phasen der Belastung und Regeneration in ihrer Abfolge optimal gestaltet sein (Weineck, 1996).*

Das Grundprinzip des Koordinationstrainings ist jedoch die Variation. Dabei werden die Anforderungen so variiert, dass ungewohnte Bewegungsaufgaben entstehen. Ein Trainingsgrundsatz für das Koordinationstraining fordert „Wiederholen ohne Wiederholung“. Der Schwerpunkt des Koordinationstrainings liegt nicht im Festigen oder Automatisieren von spezifischen Bewegungsprogrammen, sondern eher in der Entwicklung und Automatisierung von Problemlösungsstrategien (Meinel & Schnabel, 2004).

Mit folgenden Trainingsmethoden können die koordinativen Fähigkeiten gezielt verbessert werden (Weineck, 1996):

- *Variation der Bewegungsausführung*
(z. B. Wechsel von Bewegungstempo oder -weite)
- *Variation der äußeren Bedingungen*
(z. B. Partnereinwirkung, unterschiedliche Unterstützungsflächen)
- *Kombination von Bewegungsfertigkeiten*
(Verbinden verschiedener Übungen)
- *Üben unter Zeitdruck*
(z. B. Reaktionsschulung, Übungsausführung auf Zeit)
- *Variation der Informationsaufnahme*
(z. B. Ausschalten der visuellen Kontrolle)
- *Üben nach Vorbelastung*
(z. B. Einbeinstand nach Drehungen)

Wegen der geringeren Elastizität von Sehnen und Muskeln bei Älteren ist die Erwärmung vor dem Training besonders wichtig. Dabei wird die Körpertemperatur erhöht, die Muskeldurchblutung verbessert, und Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit werden durch Einstimmung des Nervensystems gesteigert. So wird die Leistungsbereitschaft erhöht und die Verletzungsgefahr herabgesetzt. Auch im Training soll ein „Kaltwerden“ vermieden werden (Meusel, 1992).

Koordinationstraining sollte immer in ausgeruhtem Zustand durchgeführt werden, es sei denn eine Vorbeanspruchung entspricht den individuellen Zielen. Bei Ermüdung sollte das Training abgebrochen werden. Die Wiederholungszahl ist abhängig von der individuellen Belastbarkeit, Konzentrationsfähigkeit und vom konditionellen Leistungsstand. Generell sollten Koordinationsübungen eher häufiger mit geringerem Umfang, aber hoher Konzentration, absolviert werden, als selten in hohem Umfang (Neumaier, 2003). In der Sportmotorik ist im 4. und 5. Lernjahrzehnt im

Vergleich zu Jüngeren mit einem geringeren Lerntempo, erhöhtem Lernaufwand und einem verringerten Leistungsniveau der Koordination zu rechnen. Deshalb ist beim Erlernen koordinativer Übungen im Alter das Gesetz der Fasslichkeit und Allmählichkeit⁶ besonders wichtig (Meusel, 1992).

3.1.4.2 Koordinationstraining zur Gleichgewichtsfähigkeit

Gleichgewichtsüben soll sowohl ressourcenorientiert, d. h. wahrnehmungs-, fertigungs- und fähigkeitsorientiert, als auch bewusst kompetenzorientiert erfolgen. Wahrnehmungsorientiert kann die Gleichgewichtskompetenz durch die Sensibilisierung der beteiligten Analysatoren verbessert werden. Im Sensibilisierungstraining werden z. B. optische Reize durch ein Schließen der Augen ausgeschaltet, um kinästhetische Empfindungen deutlicher hervorzuheben. Ferner kann dies durch ein Habitutions- bzw. Vestibularstraining geschehen, wodurch sich der Organismus an Reize gewöhnt und die angeborene Reaktion schwächer wird. Fertigungsorientiert lässt sich das spezifische Gleichgewicht trainieren, indem bestimmte sportartspezifische Bewegungen oder Teilbewegungen mehrfach wiederholt werden. Es wird auf ein bestimmtes Ziel hintrainiert, z. B. Beherrschen des Pedalfahrens. Die fähigkeitsorientierte Gleichgewichtsschulung beinhaltet sportartunspezifische, aber koordinativ anspruchsvolle Gleichgewichtsübungen mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad. Es wird mit zielgerichteter Variation und Bedingungsvielfalt gearbeitet. Da motorische Fähigkeiten relativ verfestigt sind und generalisierte Leistungsvoraussetzungen darstellen, ist das Fähigkeitsüben immer auf Generalisierung und Transferabilität ausgerichtet (Kirchner & Schaller, 1996). Auch im Rahmen dieser Studie wurde fähigkeitsorientiert trainiert.

Methoden zur Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit sind, wie im Bereich der Koordination allgemein, die Variation, z. B. der Bewegungsausführung oder der Übungsbedingungen, sowie die Erschwerung durch

⁶ Vgl. 2. bei den Prinzipien der Trainingsplanung

zusätzliche Bewegungen oder Aufgaben, wie das Ausschalten der optischen Kontrolle oder der Einsatz von Handgeräten (Häfelinger & Schuba, 2002). Gemäß dem Prinzip der Allmählichkeit wird mit gut beherrschten Übungen begonnen und dann langsam gesteigert. Dabei soll die Gleichgewichtsanforderung nicht zu gering sein, sondern bis an die individuelle Leistungsgrenze gehen, ohne Verletzungen zu provozieren. Gleichgewichtsübungen sollen stets im erholten Zustand durchgeführt werden und im zeitlichen Umfang nicht zu lang stattfinden, um Fehler durch Ermüdung auszuschließen. Um Verletzungen vorzubeugen, sollten die Übungen zunächst mit Hilfestellung und noch nicht auf erhöhter Unterstützungsfläche durchgeführt werden (Schaller & Wernz, 2000). Beim Neuerlernen einer Übung sollte nicht zu lange bei einer Übung verharret werden, um unerwünschte Bewegungstereotype zu vermeiden (Hirtz, 1985). Schaller und Wernz (2000) fassen folgende Methoden zur Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit zusammen:

- Statische Übungen auf verschiedenen Unterstützungsflächen beid- und einbeinig
- Dynamische Balancierübungen
- Balancieren von Objekten
- Ausschalten der optischen Kontrolle
- Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts durch Drehungen oder Partnereinwirkung
- Anpassung an äußere Kräfte (Trampolin)
- Balancieren auf instabilen Unterlagen
- Verwenden von Zusatzgeräten
- Üben nach Vorbelastung

3.2 Das Gleichgewicht

Das Gleichgewicht ist eine elementare Voraussetzung für die menschliche Haltung und Bewegung. Stehen, gehen, laufen oder Treppen steigen wären ohne ein intaktes Gleichgewicht nicht möglich (Meusel, 1992).

Innerhalb des motorischen Gleichgewichts lassen sich drei Hauptformen unterscheiden: Statisches Gleichgewicht, dynamisches Gleichgewicht und Objektgleichgewicht. Das statische und dynamische Gleichgewicht werden zusammenfassend auch als Körpergleichgewicht bezeichnet. Unter Gleichgewichtsfähigkeit wird hierbei die Fähigkeit verstanden, den gesamten Körper im Gleichgewicht zu halten oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten oder wiederherzustellen. Beim statischen Gleichgewicht handelt es sich um die Fähigkeit, den Körper ruhig in einer bestimmten Position zu halten. Es ist umso besser ausgeprägt, je länger die Position gehalten werden kann, je weniger Ausgleichbewegungen zum Erhalt des Gleichgewichts nötig sind und je kleiner der Umfang der Ausgleichbewegungen ist (Neumaier, 2003). Das dynamische Gleichgewicht bezeichnet die Fähigkeit, das Gleichgewicht während einer Bewegung aufrechtzuerhalten oder wiederherzustellen. Dabei wird zwischen translatorischen und rotatorischen Bewegungen unterschieden. Diese Fähigkeit ist umso stärker ausgeprägt, je länger die Bewegung ausgeführt werden kann und je geringer die Zahl der Ausgleichbewegungen ist. Das Objektgleichgewicht umschreibt die Fähigkeit, einen Gegenstand im Gleichgewicht zu halten. Es kann ortsgebunden oder frei beweglich sein (Fetz, 1989).

Einen genauen Überblick über die beschriebenen Gleichgewichtsarten bietet das folgende Schema:

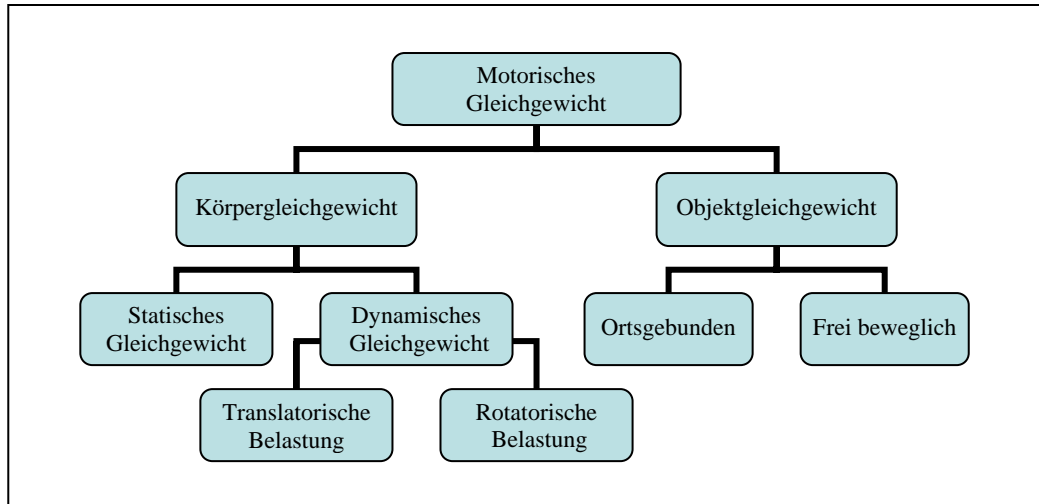


Abb. 4: Arten des Gleichgewichts (nach Fetzer, 1989, S. 258)

Bei diesem Modell nach Fetzer (1990) handelt es sich um die weitverbreitete klassische Einteilung der Gleichgewichtsarten. Hirtz, Hotz & Ludwig (2000) verweisen jedoch auf die Vielgestaltigkeit der Gleichgewichtsanforderungen und sehen das Körpergleichgewicht aufgrund von Forschungsergebnissen als wesentlich vielfältiger und mehrdimensionaler an als in obigem Modell. Außerdem kritisieren sie, dass bei diesem Modell der Eindruck entsteht, dass das statische Gleichgewicht ohne Bewegungen möglich sei, was jedoch durch Schwankungsmessungen widerlegt wurde. Sie unterteilen das Körpergleichgewicht in Stand-, Balancier-, Dreh- und Fluggleichgewicht mit weiteren Unterkategorien, die die genauen Rahmenbedingungen beschreiben. Im weiteren Text wird sich jedoch auf das Modell von Fetzer (1990) bezogen, da es dieser Studie zugrunde liegt und sich die Testaufgaben gut in dieses Modell einordnen lassen.

Anforderungen an das motorische Gleichgewicht werden durch Bewältigung des Alltags, durch Arbeitsprozesse und besonders durch sportliche Handlungen gestellt. Gleichgewichtsanforderungen treten immer dann auf, wenn das Körpergleichgewicht durch Verlagerung des Körperschwer-

punktes gestört wird. Besonders zum Einsatz kommt das Gleichgewicht bei Sportarten mit Bewegungen auf labilen Unterlagen (z. B. Skilaufen, Rudern, Surfen), mit Drehungen um die Längs-, Breiten- und Tiefenachse (z. B. Wasserspringen, Eiskunstlauf, Hammerwerfen), mit Störungen von außen (z. B. Judo, Ringen), mit schnellen Richtungs- und Geschwindigkeitsänderungen (Sportspiele) oder mit stützlosen Phasen, wie beim Skispringen. Aber auch beim Schießen, wo beim Halten Präzision entscheidend ist, wird Gleichgewicht gefordert (Hirtz et al., 2000).

Die statische Gleichgewichtsfähigkeit, das Lageempfinden, ist eine wesentliche Grundlage für alle motorischen Aktionen. Die dynamische Gleichgewichtsfähigkeit ist dagegen, weil sie auf dem Beschleunigungsempfinden beruht, für Sportarten mit größeren und oft schnellen Lageveränderungen von Bedeutung (Meinel & Schnabel, 2004). Die Gleichgewichtsfähigkeit steht in enger Beziehung zu den anderen koordinativen Fähigkeiten, da das Lage- und Beschleunigungsempfinden grundlegend für alle motorischen Handlungen ist (Meinel & Schnabel, 1998).

Die Erhaltung des Gleichgewichts ist stets eine durch die jeweilige Situation veranlasste, reaktive und unbewusste Leistung. Die nötige Feinabstimmung von Muskeleinsätzen für motorische Gleichgewichtsleistungen erfolgt über kinästhetische, optische und taktile Analysatoren. Störungen oder Ausfälle dieser Sinnesbereiche führen zu Beeinträchtigungen der motorischen Gleichgewichtsfähigkeit (Häfelinger & Schuba, 2002).

Dem statischen und dynamischen Gleichgewicht liegen unterschiedliche physiologische Vorgänge zugrunde. Die Gleichgewichtserhaltung in relativer Ruhe beruht hauptsächlich auf der Verarbeitung von Informationen des taktilen, kinästhetischen und zum Teil des statiko-dynamischen und optischen Analysators. Dagegen spielen bei großräumigen Lageveränderungen und besonders bei Drehungen des Körpers die vestibulären Informationen die dominante Rolle (Meinel & Schnabel, 2004). Das Objektgleichgewicht dagegen ist stark an die kinästhetischen und taktilen Sinnesleistungen gebunden (Blume, 1979). Die Gleichgewichtsfähigkeit ist neben dem Funktionieren der kinästhetischen, optischen und taktilen

Analysatoren vor allem von der Sensibilität bzw. Stabilität des Vestibularsystems abhängig. Hierbei ist das statische Gleichgewicht von der Sensibilität, das dynamische Gleichgewicht von der Stabilität des vestibulären Analysators abhängig (Blume, 1979).

Die Verbesserung der Regulation des statischen Gleichgewichts beruht hauptsächlich auf der optimierten Nutzung der spezifischen sensorischen Informationen, also auf einer Sensibilisierung für die aufgabenrelevanten Informationsanteile. Beim dynamischen Gleichgewicht sind die Verbesserungen, besonders bei Drehbewegungen, im Wesentlichen auf eine Gewöhnung an die Sinnesinformationen aus den Bogengängen durch Verringerung der Empfindlichkeit des Rezeptors zurückzuführen (Neumaier, 2003).

Gleichgewichtsleistungen sind jedoch nur in dem Maße möglich, wie weit die notwendigen psychischen und physischen Grundlagen entwickelt sind. Dies zeigt die ontogenetische Entwicklung der Gleichgewichtskompetenz. Erst in Verbindung mit dem Funktionieren des Vestibularapparates im Innenohr ist das Aufrichten des Körpers zum Kniestand, Vierfüßlerstand, Sitz und Stand möglich. Mit der weiteren Ausbildung der Strukturen des Zentralnervensystems verbessern sich die Gleichgewichtsleistungen. Mit zunehmendem Alter und komplexer werdenden Bewegungen wird der optische Analysator immer wichtiger (Bernstein, 1987).

Als Maß für die Gleichgewichtsfähigkeit gelten die Dauer der Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes sowie das Tempo und die Qualität der Wiederherstellung des Gleichgewichts. Die Anforderungen an die Gleichgewichtskontrolle bestimmen den koordinativen Schwierigkeitsgrad einer Bewegungsaufgabe mit. Der Schwierigkeitsgrad steigt, je mehr die Bewegungen von stabilen Gleichgewichtszuständen abweichen (Meinel & Schnabel, 1987).

3.2.1 Die Gleichgewichtsfähigkeit im Alter

Der altersbedingte Rückgang in den koordinativen Fähigkeiten verläuft langsamer als bei den konditionellen Fähigkeiten. Ein Rückgang der Gleichgewichtsfähigkeit wurde vereinzelt schon zu Beginn des 4. Lebensjahrzehnts beobachtet (Fetz, 1990). Spätestens ab dem 60. Lebensjahr ist eine deutliche Verminderung durch zahlreiche Studien belegt (u. a. Charabuga, 1967; Birren, 1974; Röthig et al., 1978; Kiphard, 1983; Fetz, 1990; Starischka et al., 1991; Woollacott & Jensen 1994).

Nach Fetz (1990) entspricht das Leistungsniveau im einbeinigen Schwebestehen (Standgleichgewicht) von 60- bis 70jährigen dem der Zehnjährigen und im Balanciergleichgewicht sogar nur dem der Siebenjährigen. Schielke (1989) stellte bereits im Alter von 19 bis 25 leichte Rückbildungen beim Balanciergleichgewicht fest, wenn entsprechende Entwicklungsimpulse fehlen oder nicht ausreichen. Der Höhepunkt der Entwicklung der Gleichgewichtsfähigkeit liegt im jüngeren Erwachsenenalter, was Untersuchungen zum Schwebestehen und –gehen von Fetz (1990) bestätigen. Zu langsamen Rückläufigkeiten führt es je nach Trainingszustand in der dritten bis fünften Lebensdekade. In der Alltagsmotorik lässt sich das Nachlassen des Gleichgewichtsvermögens lange kompensieren (Fetz, 1990).

Geschlechterspezifische Unterschiede sind bezüglich der koordinativen Leistungsfähigkeit weniger auffallend als bei der konditionellen. Dies gilt auch für das Balanciergleichgewicht. Nach Teipel (1995) sind Frauen vom Rückgang der Gleichgewichtsfähigkeit etwas stärker betroffen. Unklar ist, ob dies durch ein größeres Nachlassen des Vestibularapparates bedingt ist oder durch eine andere Bewegungskarriere als bei Männern. Übungen zum Standgleichgewicht bewältigen Männer oft besser als Frauen, da dies kraftabhängiger ist (Teipel, 1995).

Sowohl Fetz (1990) als auch Westphal (1997) stellten fest, dass die Gleichgewichtsleistungen von trainierenden Alterssportlern deutlich über denen untrainierter Gleichaltriger liegen. Dies lässt auf mögliche Leistungsverbesserungen bei Älteren als Folge regelmäßigen Trainings schließen. Auch

nach Meusel (1992) geht die Gleichgewichtsfähigkeit im Alter zurück, lässt sich aber durch Training auf einem erheblich höheren Niveau halten. Durch einen relativ geringen Trainingsaufwand kann der Leistungsabfall im 3. und mit erhöhtem Aufwand auch im 4. Lebensjahrzehnt verhindert werden. Spätestens ab der Mitte des 5. Lebensjahrzehnts beginnt eine Phase, in der eine Abnahme der motorischen Leistungsfähigkeit auch durch sportliches Training in der Regel nicht mehr ganz ausgeglichen werden kann (Ries, 1972). Letztlich sind Leistungsrückgänge im Alter nicht vermeidbar, aber durch lebenslange angemessene körperliche Aktivität lässt sich der Zeitpunkt des Auftretens erheblich verzögern (Meusel, 1996).

3.2.2 Trainierbarkeit der Gleichgewichtsfähigkeit

Viele Interventionsstudien belegen die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit durch gezielte Trainingsmaßnahmen (u. a. Belorusova, 1965; Wintscheva, 1966; Charabuga, 1967). Außerdem schnitten Sportaktive in Gleichgewichtstests in der Regel signifikant besser ab als Nichtsportler (Espenschade & Eckert, 1967; Iverson et al., 1990; Fetz, 1990; Starischka et al., 1991; Rikli & Edwards, 1991; Wydra, 1993; Kirchner & Schaller, 1996). Da das Gleichgewichtsvermögen eine hohe Trainierbarkeit aufweist, kommt dem Gleichgewichtstraining aber oft wenig Beachtung zu, weil die Gleichgewichtsfähigkeit viel seltener leistungsbegrenzend ist, als die Komponenten Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer (Schnabel et al., 2003).

Über die Stabilität des Trainingseffekts existieren unterschiedliche Beobachtungen. Charabuga (1967) stellte die Erhaltung einer ausreichenden Stabilität auch ohne weiteres Training fest. Belorusova (1965) dagegen registrierte bei Gleichgewichtstests nach Einstellen des Trainings eine Verschlechterung und führt diese auf die Schwierigkeit zurück, Bewegungen bei älteren Menschen zu automatisieren. Generell wurde jedoch bestätigt, dass das Gleichgewichtsvermögen durch Training im Alter auf einem deutlich höheren Niveau als dem Normalniveau erhalten werden kann (Kirchner & Schaller, 1996).

Allgemein wird eine starke Generalisierung und Transferabilität der Gleichgewichtsfähigkeit angenommen. Transfereffekte sind vielfach nachgewiesen worden (Hirtz, 1985). Gleichgewichtsanforderungen sind jedoch vielfältig und verlangen oft neue Lösungsansätze. Deshalb ist es fraglich, ob die Schulung allgemeiner koordinativer Fähigkeiten sich auch auf spezifische Bewegungsmuster einzelner Sportarten positiv auswirkt. Über den Transfer der Balancierleistungen von einer Aufgabe zu einer anderen sowie von Sportart zu Sportart liegen noch keine eindeutigen Ergebnisse vor. Nach Singer (1985) steigt jedoch der positive Einfluss mit der Ähnlichkeit zwischen Aufgaben oder Sportarten.

Singer (1985), Olivier (1998), Hasenberg (1997) betonen den Fertigungscharakter des motorischen Gleichgewichts und fordern eine stärkere Anlehnung des Gleichgewichtstrainings an das Fertigkeitstraining. Sie gehen davon, dass Gleichgewichtsleistungen als fertigkeitsspezifisch angesehen werden müssen. Dabei wird das Gleichgewicht bestimmten Fertigkeiten, z. B. dem Einbeinstand, zugeordnet. Damit wären Generalisierung und Transferabilität zu bezweifeln.

Olivier (1998) zweifelt eine weitgehende Generalisierung einer Gleichgewichtsfähigkeit auf unterschiedlichste Fertigkeiten an. Gleichzeitig verweist er jedoch darauf, dass eine uneingeschränkte Transferabilität die Grundannahme des Trainings der Gleichgewichtsfähigkeit darstellt, die dann ebenfalls in Frage gestellt wäre. Auch Mechling (1999) bezweifelt die Existenz von „Superfähigkeiten“ mit einem hohen Allgemeinheitsgrad für alle Altersbereiche und alle Fertigungs- und Leistungsniveaus. Für das Koordinationstraining bedeuten diese Aussagen, dass zunehmend Zweifel an der Wirksamkeit eines allgemeinen koordinativen Fähigkeitstrainings für eine spezifische Leistungssteigerung bestehen (Hirtz, 1994b).

Es ist jedoch bekannt, dass sowohl die Vervollkommnung allgemeiner koordinativer Fähigkeiten als auch ein aufgabenspezifisches Üben zum Erfolg führen, weil die entscheidende Ursache fast aller Lernerfolge der positive Transfer von früher Erworbenem auf neue, verwandte Situationen ist. In jedem Fall beeinflusst eine große Bewegungserfahrung im Bereich

der Gleichgewichtsbewältigung den Erhalt und die Wiederherstellung des Körpergleichgewichts positiv. So kann eine gute allgemeine Gleichgewichtsfähigkeit hilfreich für komplexere und spezifischere Gleichgewichtsanforderungen sein (Hirtz, 1985). Fest steht, dass der Mensch über eine Gleichgewichtskompetenz zum Erhalt und der Wiederherstellung des Körpergleichgewichts verfügt, die sich entwickelt, indem der Mensch sich Gleichgewichtsanforderungen stellt und diese bewältigt, und dass ein elementares Gleichgewichtsgefühl übertragbar ist. (Hirtz et al., 2000). Zu Recht wird allerdings angezweifelt, dass alle Gleichgewichtsbewegungen auf der gleichen Grundfähigkeit basieren.

3.2.3 Der Gleichgewichtssinn

Im engeren Sinn ist der Gleichgewichtssinn das Gleichgewichtsorgan, im weiteren Sinn das Zusammenwirken aller Rezeptoren, die an der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts beteiligt sind. Dazu gehören als Propriozeptoren die Muskelspindeln und Sehnenorgane sowie die Rezeptoren der Fußsohle zur Überprüfung der Druckverhältnisse. Auch das optische System ist an der Kontrolle des Gleichgewichts beteiligt (Meinel & Schnabel, 2004).

Der Gleichgewichtssinn ist für die Gleichgewichtserhaltung und –wiederherstellung bei relativer Ruhe (statisches Gleichgewicht), bei schnellen und umfangreichen Lageveränderungen des Körpers (dynamisches Gleichgewicht) sowie für die Gleichgewichtserhaltung und –wiederherstellung von Gegenständen (Objektgleichgewicht) verantwortlich. Es handelt sich bei dem Gleichgewichtssinn um einen vestibulären Analysator mit der Wahrnehmungsfunktion, Gleichgewicht und Lageveränderungen des Körpers zu registrieren und Informationen über die Stabilität gegenüber Dreh- und Beschleunigungswirkungen zu geben. Der Muskel- und Bewegungssinn (Muskeln, Sehnen, Bänder) dagegen ist ein kinästhetischer Analysator, der die Muskellängenveränderungen, Muskelspannung sowie Stellung, Richtung, Geschwindigkeit und Beschleunigung

von Körperteilen registriert. Die unterschiedlichen Informationssysteme wirken allerdings immer gemeinsam (Häfelinger & Schuba, 2002).

3.2.4 Der Vestibularapparat

Lange galt es als gesichert, dass der Vestibularapparat allein für die Gleichgewichtsorganisation verantwortlich ist. Diese komplexe Aufgabe erfordert jedoch eine Informationsaufnahme und –verarbeitung mit Beteiligung aller Analysatorenbereiche. Weil der Vestibularapparat bei der Gleichgewichtsregulation von entscheidender Bedeutung ist, wird er jedoch oft als Gleichgewichtssinn bezeichnet (Häfelinger & Schuba, 2002). Folgende Abbildung zeigt den Vestibularapparat:

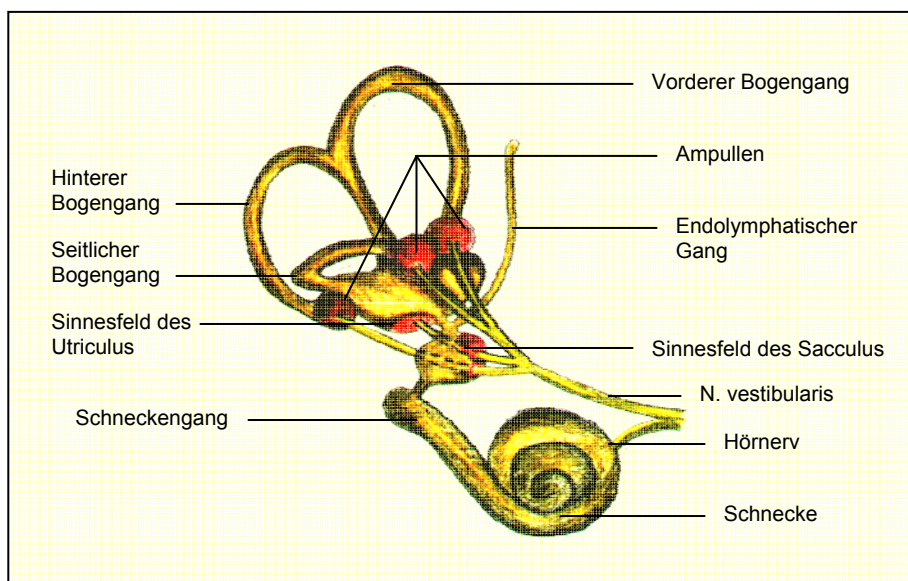


Abb. 5: Der Vestibularapparat: Häutiges Labyrinth der rechten Seite

Der Vestibularapparat liegt im Vorhof des Innenohrs. Das vestibuläre System ist in das knöcherne Labyrinth des Felsenbeins eingebettet. Dazu gehören zwei funktionell unterscheidbare Einrichtungen für die Gleichgewichtserhaltung, der Bogen- und der Statolithenapparat (Tittel, 2000).

Der Bogenapparat dient der Registrierung von Drehbeschleunigungen. Er besteht aus drei miteinander verbundenen Bogengängen, die senkrecht zueinander stehend angeordnet sind. Sie bilden drei geschlossene Ringe mit ca. einem Zentimeter Durchmesser. Die drei Bogengänge sind mit einer klaren Flüssigkeit, der Endolymphe, gefüllt. Bei Drehbewegungen des Kopfes kommt es zu Relativbewegungen der Endolymphe zur umgebenen Haut des Bogenganges. Dadurch werden die Sinneshaare gereizt, die von der Strömung abgelenkt werden. Die Ablenkung ist entgegengesetzt zur Drehrichtung des Kopfes. Wird die Drehung gestoppt, werden die Sinneshaare in die Richtung der ausgeführten Drehung abgelenkt. Drehungen um die Längsachse werden vorrangig vom horizontalen Bogengang registriert, Drehungen um Breiten- oder Tiefenachse von den Bogengängen in der Sagittal- bzw. Frontalebene. Die folgenden Abbildungen zeigen die Bogengansorgane in Ruhe sowie bei einer rotatorischen Bewegung (Tittel, 2000).

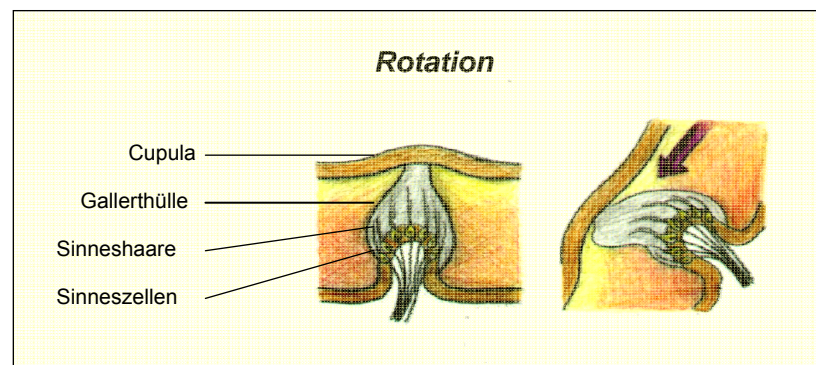


Abb. 6: Bogengangsorgane in Ruhe und während einer rotatorischen Bewegung

Der Statolithenapparat liegt im Vorhof des Labyrinths, unmittelbar in Verbindung mit dem Bogenapparat. Er besteht aus den Lage-sinnesorganen Sacculus und Utriculus. Diese beiden Bläschen enthalten ein Sinnesepithel, welches auf die Einwirkung translatorischer Beschleunigungskräfte anspricht. Bei Kopfeigung wird der Druck der Kalkkristalle auf die Sinneshaare verändert. Die Sinneszellen melden Lageveränderungen an das Kleinhirn weiter. Weil die Sinnesepithelebenen

von Sacculus und Utriculus in verschiedenen Richtungen angeordnet sind, können unterschiedliche translatorische Beschleunigungsrichtungen registriert werden. Sacculus und Utriculus ermöglichen uns so die Orientierung im Schwerfeld der Erde (Schwegler, 1998).

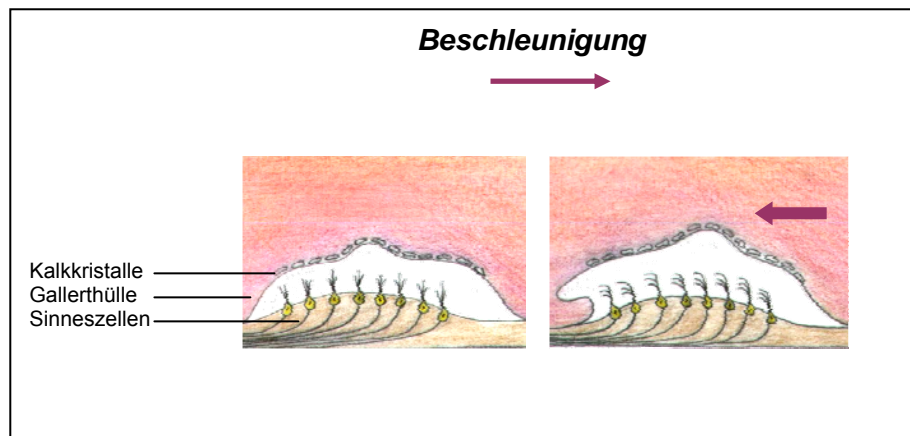


Abb. 7: Statolithenorgane in Ruhe und während einer Linearbeschleunigung

Das vestibuläre System arbeitet sehr genau und fast ermüdungsfrei. Drehbeschleunigungen oder translatorische Beschleunigungen des menschlichen Körpers erregen die Mechanorezeptoren des Vestibularapparates. Diese Erregungen werden über den N. vestibularis dem Kleinhirn gemeldet. Von dort aus werden daraufhin motorische Aktivitäten zur Erhaltung des Gleichgewichts veranlasst (Tittel, 2000).

Die Funktion des Vestibularorgans besteht nicht nur in der bewussten Wahrnehmung von Kopf- und Körperlage und Körperbewegung, sondern auch in der reflektorischen Initiation von Korrekturbewegungen des Rumpfes, der Extremitäten und der Augen, damit der Körper zum Beispiel beim Fallen sinnvoll abgestützt wird oder die Augenbewegung der Körperbewegung angepasst werden kann (Häfelinger & Schuba, 2002).

3.2.5 Die Propriozeption

Bei der Propriozeption handelt es sich um einen Teilaspekt der Koordination. Sie umfasst die Gleichgewichts-, Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit. Auch als Tiefensensibilität bezeichnet, ist die Propriozeption für die Orientierung des Körpers im Raum durch Wahrnehmungen über Stellung und Bewegung der Gelenke zuständig. Die Propriozeption geht insofern über die Tiefensensibilität hinaus, als dass sie die Empfindung der Lage des Körpers im Raum einschließt, für die das Vestibularorgan zuständig ist (Deetjen & Speckmann, 1992).

Die Propriozeption bildet die Grundlage der motorischen Kontrolle im Allgemeinen und der reaktiven Stabilisationsfähigkeit im Speziellen (Häfelinger & Schuba, 2002). Synonym wird auch der Begriff Kinästhesie verwendet (Deetjen & Speckmann, 1992). Drei Qualitäten zeichnen die Propriozeption aus: Der Stellungssinn, der Bewegungssinn und der Kraftsinn. Der Stellungssinn informiert über die Winkelstellung der Gelenke und die entsprechende Haltung der Gliedmaßen, der Bewegungssinn über die Änderung der Gelenkstellung und der Geschwindigkeit und der Kraftsinn über das Ausmaß der Muskelkraft (Häfelinger & Schuba, 2002).

Die Rezeptoren, die die Reize aus dem Körper registrieren, befinden sich in Muskeln, Sehnen, Bändern und Gelenken und liefern dem Nervensystem Informationen über Muskellänge, Sehnendehnung, Gelenkstellung und andere Parameter der Lage und Bewegung des Körpers bzw. der Extremitäten im Raum (Weineck, 2000). Diese Rezeptoren werden Propriozeptoren (proprio = eigen) genannt. Zu den Propriozeptoren zählen die Muskelspindeln, Gelenkrezeptoren und Sehnenorgane. Das Vestibularorgan wird ebenfalls dieser Gruppe zugeordnet. Den größten Beitrag zum kinästhetischen Empfinden liefern die Muskelspindeln, es folgen die Gelenkrezeptoren (Häfelinger & Schuba, 2002).

Folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Fühlersysteme der Propriozeption:

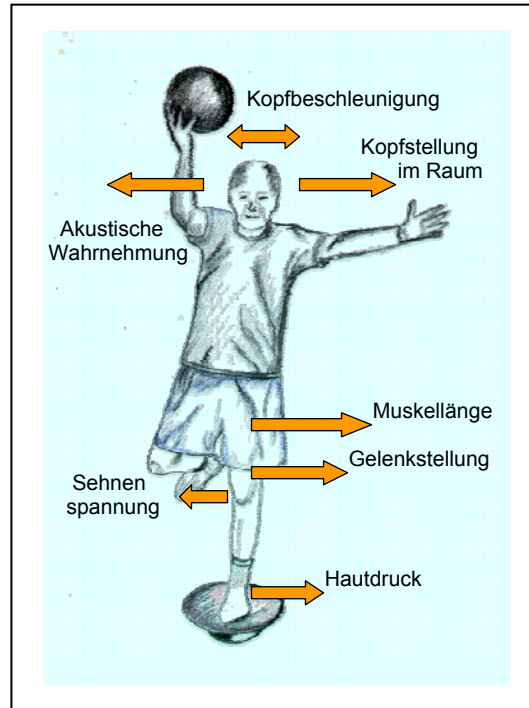


Abb. 8: Die Fühlersysteme der Propriozeption

Die wichtigste Aufgabe der Propriozeption stellt die Regulation der Motorik dar, insbesondere der Gleichgewichtsfähigkeit (Deetjen & Speckmann, 1992). Die Gleichgewichtsfähigkeit hängt in ihrer Qualität besonders von der Gelenkstabilität ab, zu der die Muskelspindeln, die Sehnenorgane und die Mechanorezeptoren der Bänder und der Gelenkkapsel beitragen (Lephart, Pincivero & Rozzi, 1998). Störungen der propriozeptiven Rückmeldungen können sich auf alle Komponenten des motorischen Kontrollprozesses negativ auswirken. Dies kann sogar zu einer Veränderung zentraler Bewegungsmuster führen. Eine schlecht ausgeprägte Gleichgewichtsfähigkeit beeinflusst die Gesamtkoordination negativ, und schon Alltagsanforderungen können eine Gefährdung darstellen und Sturzgefahren in sich bergen (Häfelinger & Schuba, 2002).

Für die Körpersensibilität haben neben den Propriozeptoren auch die Sinnesorgane große Bedeutung, indem sie dem Organismus Informationen aus der Umwelt liefern. Es wird dabei zwischen Exterozeptoren und Interozeptoren unterschieden. Exterozeptoren sind für Reize aus der Umwelt zuständig, Interozeptoren für Informationen aus den Organen. Die Informationen des visuellen Analysators sind die permanente Basis für Kontrollvorgänge, besonders bei komplexen Bewegungen des Körpers im Raum und wechselnden äußeren Bedingungen. Im propriozeptiven Bereich registrieren die Rezeptoren des kinästhetischen Analysators Muskelspannungsverhältnisse, Ausmaß und Geschwindigkeit der Längenveränderungen der Muskeln sowie die Veränderungen von Gelenkstellungen. Dazu liefern die Mechanorezeptoren des taktilen Analysators Informationen über die Verarbeitung der Druckverhältnisse auf der Hautoberfläche und die Orte der Berührung des Körpers mit anderen Objekten, wie z. B. der Standfläche (Häfelinger & Schuba, 2002).

Für die Erhaltung des Körpergleichgewichts sind neben den propriozeptiven Meldungen aus den Muskeln, Sehnen und Bändern auch besonders Meldungen aus der Halsregion von großer Bedeutung. Die Körperstellreflexe sind Antworten aus der Stammhirnregion auf Kopfbewegungen oder Lageveränderungen des Kopfes und lösen Reize in der Halsregion aus, wodurch Bewegungen des Rumpfes erfolgen. Durch die Halte- und Stellreflexe werden normale Körperhaltungen und Gleichgewicht unwillkürlich aufrechterhalten (Gabel, 1984).

Die Rezeptoreninformationen der verschiedenen Analysatoren bilden die Basis der Gleichgewichtsregulation. Die taktilen, kinästhetischen, visuellen und vestibulären Informationen werden im Zentralnervensystem verarbeitet. An der motorischen Steuerung sind Rückenmark, Hirnstamm, Kleinhirn, Basalganglien, Thalamus und andere subkortikale Kerne beteiligt. Erst das Zusammenwirken dieser Strukturen ermöglicht die Ausführung zielgerichteter Bewegungen. Sensomotorische Leistungen des Hirnstamms sichern u. a. über die Labyrinth- und Körperstellreflexe die normale Körperhaltung und die Erhaltung des Gleichgewichts als posturale Reaktionen. Verändert sich jedoch das muskuläre Gleichgewicht durch

Bewegungen, werden diese Veränderungen sofort von den Propriozeptoren des Vestibularapparates und des taktil-kinästhetischen Analysators signalisiert, und Haltung und Bewegung werden durch entsprechende Muskelaktivität abgestimmt (Hirtz et al., 2000).

3.2.5.1. Propriozeptives Training

Das propriozeptive Training zielt spezifisch auf die Verbesserung der Tiefensensibilität und der daraus resultierenden reflektorischen Stabilisationsfähigkeit ab sowie auf die Wahrnehmungsverbesserung, die Wiederherstellung und Stabilisierung von Gelenkstellungen und die reflektorische Muskelaktivität mit Hilfe von passiven und aktiven Bewegungen. Außerdem beeinflusst es die Bewegungsharmonie positiv und bezieht sich auf Teilaspekte der gesamten koordinativen Fähigkeiten (Häfelinger & Schuba, 2002). In erster Linie stellt das Training der Propriozeption jedoch eine Schulung der Gleichgewichtsfähigkeit dar. Ein allgemeines Koordinationstraining umfasst dagegen neben der Tiefensensibilität und der reflektorischen Stabilisationsfähigkeit auch die bewusste Ausführung komplexer Bewegungsmuster.

Das Training der Propriozeption soll stets in ausgeruhtem Zustand und zeitlich nicht zu lange durchgeführt werden, um eine hohe Konzentrationsfähigkeit zu gewährleisten. Die Propriozeption kommt besonders bei Gleichgewichtsübungen zum Tragen, bei denen eine bewusste Muskelanspannung zur Gleichgewichtserhaltung nicht mehr ausreicht. Das propriozeptive Training wird generell ohne Schuhe durchgeführt, damit die Rezeptoren der Fußsohle arbeiten können (Häfelinger & Schuba, 2002).

Einsatz findet das propriozeptive Training bei Osteoporosepatienten zur Sturzprophylaxe, in der Haltungs- und Rückenschulung zur Wahrnehmungsschulung und bei Gelenkerkrankungen oder –verletzungen, besonders im Bereich des Sprunggelenks und der Kreuzbänder zur Gelenkstabilisierung (Häfelinger & Schuba, 2002). Im Sportbereich wurde

eine Senkung der Häufigkeit von Suspinationstraumata durch ein gelenk-stabilisierendes Koordinationstraining auf Therapiekreiseln nachgewiesen (Tropp, Askeling & Gillquist, 1985).

3.3 Trainierbarkeit im Alter

Noch bis vor 20 Jahren herrschte hinsichtlich einer Altersmotorik die Meinung vor, dass sich die Motorik des Menschen gleichmäßig bis zum Erwachsenenalter entwickelt, um sich dann nach relativ stabilen Jahren kontinuierlich zurückzuentwickeln (Meinel & Schnabel, 2004). So dominierten in der Gerontologie lange das Defizitmodell und die Disusetheorie des Alterns. Das Defizitmodell bezieht sich auf die organischen Abbauprozesse im Altersverlauf und sieht diese als irreversibel und unkontrollierbar an. Würden diese Annahmen zutreffen, wäre dem Erfolg von Interventionsmaßnahmen, z. B. durch Trainingsprogramme, von vornherein die empirische Basis verstellt. Das Disusemodell besagt, dass häufig gebrauchte (use) Funktionen weniger schnell verkümmern als wenig geübte (disuse). Ein regelmäßiges Training würde also zu einer Funktionserhaltung bzw. Abbauverzögerung führen. Ein Beibehalten gewohnter Aktivitäten wird deshalb im Rahmen dieses Modells empfohlen. Jedoch werden hier die sportlichen Aktivitäten nur konservierend zur Verzögerung der Abbauprozesse eingesetzt. Ein eigenständiger Entwicklungsabschnitt im Alter kommt hier noch nicht voll zum Tragen, da eine Leistungsverbesserung durch Üben noch nicht betrachtet wird (Kirchner & Schaller, 1996).

Gegenwärtig wird in der Gerontologie das Kompetenzmodell diskutiert. Dieses Modell basiert auf der Vermutung, dass auch im Alter durch entsprechende Anforderungen in Kombination mit den vorhandenen Ressourcen noch Leistungsverbesserungen zu erreichen sind. Der ältere Mensch ist demnach also durchaus noch in der Lage sich zu entwickeln. Deshalb kommt diesem Modell im Hinblick auf die Erhaltung von

Selbständigkeit und Lebensqualität im Alter große Bedeutung zu. Motorikforschung auf Basis des Kompetenzmodells ist im Wesentlichen experimentelle Interventionsforschung (Kirchner & Schaller, 1996).

Altern weist Phänomene aller drei Modelle auf. Jedoch bedarf es bei den beiden ersten Modellen gewisser Ergänzungen (Kirchner & Schaller, 1996). Es gilt heute als unumstritten, dass der Mensch bis ins hohe Alter trainierbar und lernfähig bleibt (Meusel, 1980; Weineck, 1996; Winter & Baur, 1994). Mateef (1966) stellte fest, dass selbst bei 75-80jährigen noch bemerkenswerte Ergebnisse erzielt werden können und sogar zufrieden stellende Ergebnisse bei Menschen über 90 Jahren existieren. Nach Hollmann und Liesen (1985) weisen ältere Menschen sogar im Alter von 55 bis 70 Jahren noch eine Trainierbarkeit auf, die sowohl in qualitativer, als auch in quantitativer Hinsicht der eines viel jüngeren Menschen entspricht. Nach Avlund et al. (1994) genügen schon zwei bis vier Stunden leichte körperliche Aktivität in der Woche, um bei einem 75jährigen eine verbesserte Alltagsbewältigung im Vergleich zu inaktiven Gleichaltrigen zu erzielen. Mit Hilfe eines gezielten Trainings können im Alter auch biologische Alterungsprozesse aufgehalten werden (Weineck, 1988). Folglich gilt das Gesetz der Trainierbarkeit in allen Altersstufen, obwohl der Trainingseffekt sich im Alter etwas verringert. Das Ausmaß der Trainingsauswirkungen ist von Genotyp, Alter, der betrachteten Fähigkeit, dem Leistungsniveau und dem Geschlecht abhängig (Bös, 1994)

Nach Skinner (1987) weisen Alternsprozesse und Folgen von Bewegungsmangel eine Reihe ähnlicher Merkmale auf. So werden viele Phänomene dem Alternprozess zugeschrieben, die aber im Wesentlichen eine Folge von Bewegungsmangel sind. Es wird davon ausgegangen, dass ca. 50% der im Altersprozess beobachteten Leistungseinbußen nicht auf das biologische Alter, sondern auf jahre- oder jahrzehntelange körperliche Inaktivität zurückzuführen sind und in hohem Maße die Auswirkung mangelnden Trainings darstellen (Meusel, 1996).

Auch nach Denk und Pache (1999) führt permanenter und langfristiger Bewegungs- und Trainingsmangel langfristig zu vorzeitigem Altern. So sind

aus sportmedizinischer und trainingswissenschaftlicher Sicht die mit dem Altern einhergehenden körperlichen Abbauprozesse zu einem großen Teil Folge individuellen Verhaltens und somit durch eine Verhaltensänderung in Hinsicht auf körperliche Aktivität wenigstens teilweise revidierbar. Natürlich müssen bei den nachlassenden körperlichen Funktionen auch die allgemeinen Alterungsprozesse des Organismus berücksichtigt werden. Der Leistungsrückgang im Lebenslauf ist also nicht nur Folge des Alterungsprozesses, sondern auch Ergebnis mangelnden Trainings. Mägerlein und Hollmann (1975) folgern daraus, dass die bis heute einzige wissenschaftlich gesicherte Methode, den älter werdenden Menschen biologisch jünger zu erhalten als es seinem chronologischen Alter entspricht, körperliches Training ist. Älteren Sporttreibenden kann es biologisch gesehen gelingen, „10 bis 20 Jahre jünger“ zu sein als Nichtsportler ihrer Altersstufe und somit gewissermaßen „20 Jahre 40 Jahre alt zu bleiben“ (Hollmann, 1975; Hollmann & Hettinger, 1990).

Die vorzeitige Alterung durch Bewegungsmangel betrifft alle Organsysteme sowie psychische und soziale Fähigkeiten. Eine angemessene Bewegungsaktivität im Alter verzögert die Voralterung und beschränkt Alternsprozesse auf das unabänderliche Maß primären Alterns (Meusel, 1996).

4 EXPERIMENTELLER TEIL

Im experimentellen Teil wird zunächst die Fragestellung der Untersuchung präzisiert. Danach werden der eigene Ansatz und die Hypothesen dargestellt. Es folgen Erläuterungen zur Forschungsmethode und Durchführung der Untersuchung, zum Gleichgewichtstraining im Rahmen der Studie und zu den statistischen Auswertungsverfahren.

4.1 Fragestellung der Untersuchung

Es wurde vorangehend in dieser Arbeit schon auf einige wissenschaftliche Untersuchungen zu dem Thema „Gleichgewichtsfähigkeit im Alter“ eingegangen⁷. Lange Zeit ging man davon aus, dass im Alter die koordinativen Fähigkeiten durch Training allenfalls erhalten, nicht aber gesteigert werden können. Nach der Defizittheorie wären die organischen Abbauprozesse im Altersverlauf sogar irreversibel und unkontrollierbar⁸. Aufgrund der altersstabilen Plastizität ist jedoch davon auszugehen, dass durch Training eine Steigerung der Leistungsfähigkeit auch im koordinativen Bereich möglich ist. Auch zahlreiche Studien zeigten, dass die Gleichgewichtsfähigkeit im Alter durch gezielte Programme positiv beeinflusst werden kann⁹. In dieser Studie soll überprüft werden, inwiefern eine Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit durch Training im Alter noch möglich ist und wie stabil dieses erreichte Leistungsniveau nach Beendigung des intervenierenden Trainingsprogramms ist.

Hieraus resultiert die zentrale Fragestellung dieser Untersuchung:

Können durch ein Gleichgewichtstraining als zehnwöchiges Interventionsprogramm bei den Probanden signifikante Verbesserungen der Gleichgewichtsfähigkeit erreicht werden, und können diese signifikanten Verbesserungen auch noch sechs Wochen nach Beendigung des Trainings nachgewiesen werden?

⁷ Vgl. Kapitel 2.2.1 Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit

⁸ Vgl. Kapitel 3.3 zur Trainierbarkeit im Alter

⁹ Vgl. Kapitel 2.2.1

4.1.1 Formulierung des eigenen Ansatzes:

Der eigene Ansatz lautet, dass durch ein regelmäßiges, gezieltes Gleichgewichtstraining in der Gruppe gute und schnelle Trainingserfolge erzielt werden können.

Diese Leistungssteigerung wirkt sich auch positiv auf Alltagsanforderungen aus und verleiht mehr Bewegungssicherheit. Die durch eine verbesserte Gleichgewichtsfähigkeit erreichte, gesteigerte Bewegungssicherheit dient wiederum im Sinne einer Sturzprophylaxe.

Grundannahmen:

- Die Durchführung einer Gleichgewichtsschulung ergibt gute und schnelle Trainingserfolge.
- Das Gleichgewichtstraining in der Gruppe beeinflusst die Gleichgewichtsfähigkeit der Probanden, so dass auch sechs Wochen nach Beendigung des Trainings eine Steigerung im Vergleich zum Ausgangsniveau zu beobachten ist.
- Die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit hat auch auf Alltagsanforderungen positive Auswirkungen.
- Die verbesserte Gleichgewichtsfähigkeit erhöht die allgemeine Bewegungssicherheit und dient so im Sinne einer Sturzprophylaxe.
- Für die Kontrollgruppe wird kein oder nur ein geringer Anstieg der Gleichgewichtsfähigkeit prognostiziert, weswegen die positiven Auswirkungen auf den Alltag auch nur mäßig sind.

4.1.2 Formulierung der Hypothesen:

Ziel der Untersuchung ist es, signifikante Leistungssteigerungen zwischen den Testergebnissen zu den Testzeitpunkten T1 und T2 sowie zwischen T1 und T3 festzustellen. Dabei liegt der Betrachtungsschwerpunkt auf den Ergebnissen der Trainingsgruppe. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe dienen nur als Vergleichsdaten.

Zur statistischen Absicherung der Ergebnisse wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% festgelegt, wobei ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ vorliegt. Ist der p-Wert kleiner als 0,05, wird die Nullhypothese (H_0) signifikant abgelehnt und die Alternativhypothese (H_1) angenommen. Gilt $p \leq 0,01$, wird die Nullhypothese als sehr signifikant abgelehnt, bei $p \leq 0,001$ als höchst signifikant. Wenn $p > 0,05$ ist, dann wird die Nullhypothese (H_0) angenommen und die Alternativhypothese (H_1) abgelehnt.

Nachfolgend werden die Hypothesen nur bezüglich der Trainingsgruppe detailliert formuliert, da diese Gruppe mit dem Interventionsprogramm im Mittelpunkt der Untersuchung und auch der Statistik steht. Von der Kontrollgruppe werden hingegen Ergebnisse erwartet, die für die Statistik weniger von Bedeutung sind. Deshalb lautet die verallgemeinerte Hypothese für die Kontrollgruppe hinsichtlich der Testbestandteile:

Nullhypothese (H_0):

Die Kontrollgruppe verbessert sich in keinem der Testbestandteile signifikant.

Alternativhypothese (H_1):

Die Kontrollgruppe verbessert sich in einem der Testbestandteile signifikant.

Für die Trainingsgruppe wurden folgende Null- und Alternativhypothese formuliert:

Dortmunder modifizierter Romberg-Test:

Nullhypothese (H_0):

Die Trainingsgruppe verbessert sich nicht signifikant zwischen T1 und T2 sowie zwischen T1 und T3.

Alternativhypothese (H_1):

Die Trainingsgruppe steigert sich signifikant zu T2 und T3.

GGT:

Nullhypothese (H_0):

Die Trainingsgruppe verbessert sich nicht signifikant zwischen T1 und T2 sowie zwischen T1 und T3.

Alternativhypothese (H_1):

Die Trainingsgruppe steigert sich signifikant zu T2 und T3.

Wie in den Hypothesen deutlich wird, werden insgesamt in der Trainingsgruppe signifikante Verbesserungen zwischen dem ersten und dem zweiten sowie zwischen dem ersten und dem dritten Testzeitpunkt erwartet. Bei der Kontrollgruppe werden dagegen keine signifikanten Verbesserungen angenommen.

4.2 Methodik

Die Beschreibung der Methodik umfasst die Darstellung der Forschungsmethode, des Untersuchungsverfahrens mit der Beschreibung der verwendeten Tests, des Probandenkollektivs, des Interventionsprogramms, der Untersuchungsdurchführung und der Untersuchungsauswertung.

4.2.1 Forschungsmethode

Bei der bei dieser Arbeit eingesetzten Forschungsmethode handelt es sich um ein klassisches Kontrollgruppenexperiment, in dem durch ein mehrwöchiges Koordinationstraining als Intervention bewusst eine Veränderung hervorgerufen wird. Dabei wird die Probandengruppe, die an dem Koordinationstraining teilnimmt, mit einer Kontrollgruppe verglichen. Zwei sportmotorische Tests dienen als Messkriterium. Es handelt sich dabei um den Dortmunder Modifizierten Romberg-Test für Senioren sowie den Gleichgewichtstest (GGT) nach Bös und Wydra. Beide Tests werden als Prätest (T1) vor Beginn des Interventionsprogramms, als Posttest (T2) nach Beendigung des Programms und sechs Wochen nach Beendigung des Trainings als Stabilitätstest (T3) durchgeführt. Die Trainingsgruppe nimmt an allen drei Testzeitpunkten teil, die Kontrollgruppe nur an T1 und T3.

4.3 Durchführung der Untersuchung

Nach einer Beschreibung des Untersuchungsplans wird in diesem Abschnitt näher auf das Probandenkollektiv, die Testverfahren, die Untersuchungsgegebenheiten sowie den Untersuchungsablauf eingegangen.

4.3.1 Untersuchungsplan

Zunächst wurden 44 Probanden und Probandinnen akquiriert. Dabei handelt es sich bei allen Teilnehmern um Personen, die in ihrem Leben wenig und nur Breitensportlich Sport betrieben haben. Keiner der Teilnehmer war nach der Schulzeit noch Leistungssportlich aktiv.

Die Probanden werden auf zwei Gruppen aufgeteilt. Gruppe 1 (n=22) führt ein 10wöchiges Gleichgewichtstraining unter Anleitung durch. Gruppe 2 (n=22) bildet die Kontrollgruppe.

Die Probanden beider Gruppen durchlaufen zu Beginn der Untersuchung beim ersten Testzeitpunkt beide Gleichgewichtstests, den Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren und den Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra. In diesen Prätests wird das Ausgangsniveau der einzelnen Probanden bestimmt. Nachdem alle Probanden den Prätest absolviert haben, beginnt Gruppe 1 (Trainingsgruppe) mit dem zehnwöchigen Gleichgewichtstraining, das zweimal wöchentlich 45 Minuten unter Anleitung der Autorin durchgeführt wird.

Nach Absolvierung der zwanzig Trainingseinheiten durchläuft die Gruppe 1 erneut die beiden Gleichgewichtstests, um die Auswirkungen des Trainings festzustellen. Zur besseren Beurteilung des Probandenkollektivs wurden die Teilnehmer des Interventionsprogramms zusätzlich gebeten, einen Fragebogen zur eigenen Sportbiographie zu Beginn der Studie auszufüllen sowie den zweiten Teil des Fragebogens zur Beurteilung des Trainingsprogramms am Ende der Interventionsmaßnahme. Die Probanden der Kontrollgruppe wurden bereits bei Untersuchungsbeginn mündlich zu ihrem Sportverhalten befragt, um möglichst gleiche Voraussetzungen der Teilnehmer beider Gruppen zu gewährleisten.

Nach weiteren sechs Wochen ohne angeleitetes Training werden von Gruppe 1 beide Tests ein drittes Mal absolviert. Dieser Stabilitätstest soll dazu dienen, zu überprüfen, ob die Lernergebnisse nach sechswöchiger Übungsabstinenz unverändert nachweisbar sind bzw. wie stabil die Lernergebnisse sind. So können Rückschlüsse auf die Behaltensstabilität

gezogen werden. Zu diesem dritten Testzeitpunkt werden auch mit der Kontrollgruppe erneut die beiden Tests durchgeführt. Das nachfolgende Diagramm gibt einen Überblick über den Untersuchungsablauf:

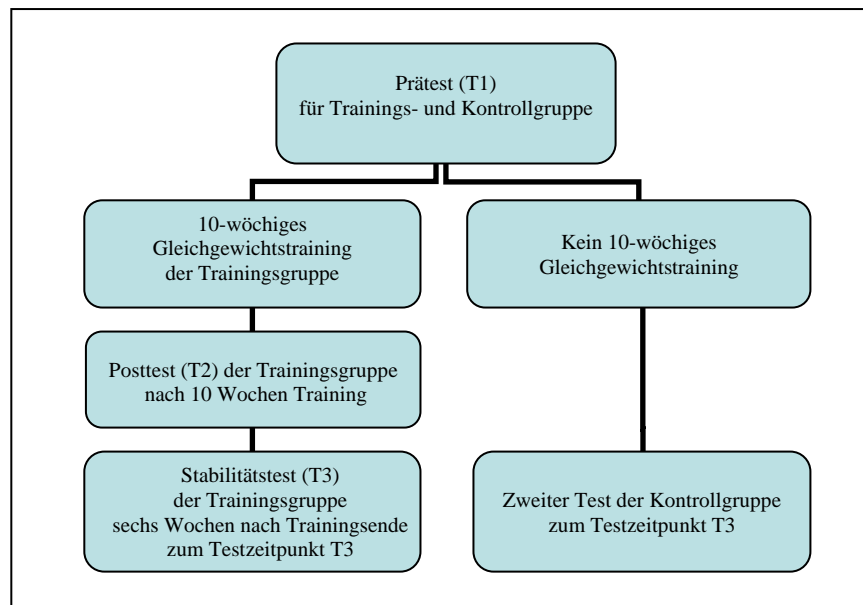


Abb. 9: Graphische Darstellung des Untersuchungsablaufs und der Testzeitpunkte

Nach Erhebung aller Daten erfolgt die Datenauswertung. Anhand der Daten der Trainingsgruppe zu den Testzeitpunkten T1 und T2 soll festgestellt werden, inwiefern sich das Training auf die Entwicklung der Gleichgewichtsfähigkeit der Probanden ausgewirkt hat. Die bei Testzeitpunkt T3 erhobenen Daten, sechs Wochen nach Beendigung des Trainings, sollen Auskunft über die Stabilität der im Training erworbenen Leistungen geben. Die Daten der Kontrollgruppe dienen als Vergleichswerte. Außerdem soll versucht werden, eine Aussage über die unterschiedlichen Ergebnisse von weiblichen und männlichen Probanden zu treffen. Daneben soll probiert werden, anhand der Ergebnisse Schlüsse über die Trainierbarkeit der unterschiedlichen Gleichgewichtsarten zu ziehen. Durch die Aussagen der Teilnehmer in den Fragebögen zum Training sollen Auswirkungen des Gleichgewichtstrainings auf Alltagsanforderungen festgestellt werden. Dadurch könnte die Zielsetzung der Sturzprophylaxe überprüft werden.

4.3.2 Datenbasis und Probandenkollektiv

Es wurden insgesamt vierundvierzig Frauen und Männer mit Hilfe der beiden sportmotorischen Tests, dem Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra und dem Dortmunder Modifizierter Romberg-Test, untersucht. Die Trainingsgruppe und die Kontrollgruppe bestanden jeweils aus fünfzehn Frauen und sieben Männern. Alle Probanden sind in Kiel oder der näheren Umgebung ansässig. Ein Hauptkriterium bei der Probandenauswahl war der Gesundheitszustand der Teilnehmer. Alle Testpersonen sollten körperlich gesund sein. Insbesondere wurde darauf geachtet, dass keine Beeinträchtigungen durch Schlaganfall, Gleichgewichtsstörungen, Gelenkerkrankungen oder Störungen des optischen Systems oder des Vestibularsystems vorlagen.

Bei der Auswahl der Probanden wurde darauf geachtet, dass es sich hinsichtlich des Alters und der Fitness um möglichst homogene Vergleichsgruppen handelt. Keiner der Teilnehmer ist im Bereich des Leistungssports aktiv oder länger aktiv gewesen. Breitensportlich betätigen sich jedoch fast alle Probanden in unterschiedlichem Maße¹⁰. Dabei handelt es sich aber in keinem Fall um Sportarten, in denen das Gleichgewicht eine dominante Rolle spielt.

Der Altersdurchschnitt betrug in der Trainingsgruppe 64,6 Jahre und in der Kontrollgruppe 64,3 Jahre. Die jüngste Testperson war 54 und die älteste 76 Jahre alt. Die Rahmendaten beider Gruppen wurden mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben statistisch überprüft. Dabei wurden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Alters, Gewichts, der Größe und des Bodymassindexes zwischen Trainings- und Kontrollgruppe festgestellt. Somit sind die beiden Gruppen miteinander vergleichbar. In der folgenden Tabelle sind Daten der beiden Gruppen bezüglich des Alters, Gewichts, der Größe und des BMIs aufgeführt. In Klammern wird jeweils die Standardabweichung angegeben.

¹⁰ Genaue Informationen liefern die Fragebogenangaben zur Sportbiographie in Kapitel 5.4.1

Tab. 6: Rahmendaten der Probanden der Trainings- und Kontrollgruppe

	Trainingsgruppe n = 22		Kontrollgruppe n = 22	
	weiblich = 15	männlich = 7	weiblich = 15	männlich = 7
Alter (Jahre)	62,93 ($\pm 2,77$)	68,14 ($\pm 4,76$)	62,73 ($\pm 3,71$)	67,57 ($\pm 3,06$)
	64,59 ($\pm 4,38$)		64,27 ($\pm 4,28$)	
Gewicht (kg)	67,53 ($\pm 11,46$)	78,86 ($\pm 9,14$)	66 ($\pm 9,44$)	78,14 ($\pm 10,37$)
	71,14 ($\pm 12,28$)		69,86 ($\pm 11,53$)	
Größe (m)	1,67 ($\pm 0,09$)	1,77 ($\pm 0,05$)	1,68 ($\pm 0,06$)	1,77 ($\pm 0,05$)
	1,70 ($\pm 0,09$)		1,70 ($\pm 0,07$)	
BMI	24,03 ($\pm 3,11$)	25,21 ($\pm 2,7$)	23,47 ($\pm 3,57$)	24,9 ($\pm 2,45$)
	24,4 ($\pm 3,11$)		23,92 ($\pm 3,4$)	

Im Anhang können in vier Tabellen die Einzeldaten der Teilnehmer beider Gruppen eingesehen werden.

4.3.3 Die Testverfahren

Die in dieser Studie verwendeten Tests sind sportartunspezifisch und werden im Sinne einer Effizienzdiagnostik eingesetzt, um den durch die Intervention erreichten Leistungszuwachs festzustellen. Bei Auswahl der Tests wurde darauf geachtet, dass es sich um koordinativ dominierte Testaufgaben handelt, und keine nennenswerten konditionellen und kognitiven Fähigkeiten involviert sind. So sind altersbedingte konditionelle Defizite und der Abbau kognitiver Fähigkeiten nicht von Relevanz.

Muster der verwendeten Testbögen sind im Anhang zu sehen. Die Originalbögen mit den Testwerten der einzelnen Probanden befinden sich im Besitz der Autorin und können dort eingesehen werden.

4.3.3.1. Dortmunder modifizierter Romberg-Test für Senioren (Starischka, 1991)

Der Dortmunder modifizierte Romberg-Test für Senioren ist eine Kombination aus dem ursprünglichen Romberg-Test und der verschärften Version, wobei die Füße hintereinander stehen. Der Test dient zur Ermittlung der Gleichgewichtsfähigkeit von 40- bis 80-jährigen Probanden. Es wird dabei die statische Komponente der Gleichgewichtsfähigkeit untersucht. Maß für die Gleichgewichtsfähigkeit ist die Zeit, die der Proband das Gleichgewicht aufrechterhalten kann (Hirtz et al., 2000).

Bei diesem Test soll die Testperson nacheinander vier Teilaufgaben mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad ausführen. Die Aufgaben müssen in der vorgegebenen Reihenfolge ausgeführt werden. Der Proband trägt dabei keine Schuhe. Folgende Testaufgaben sind zu erfüllen:

Tab. 7: Testübungen des Dortmunder Modifizierten Romberg-Tests für Senioren

	Aufgabe
1	Die Testperson steht mit geschlossenen Füßen. Beide Arme befinden sich gestreckt in der Vorhalte, wobei die Handflächen nach oben zeigen. Sobald die Person sicher steht, wird sie aufgefordert, das Gleichgewicht über einen Zeitraum von zehn Sekunden zu halten.
2	Übung 1 wird nun mit geschlossenen Augen durchgeführt
3	Die Testperson steht auf einer Linie, wobei die Füße direkt hintereinander stehen, so dass die Zehen des hinteren Fußes die Ferse des vorderen berühren. Die Arme befinden sich in der Vorhalte. Die Augen sind geöffnet. Wieder soll das Gleichgewicht über einen Zeitraum von zehn Sekunden gehalten werden.
4	Übung 3 wird nun mit geschlossenen Augen wiederholt.

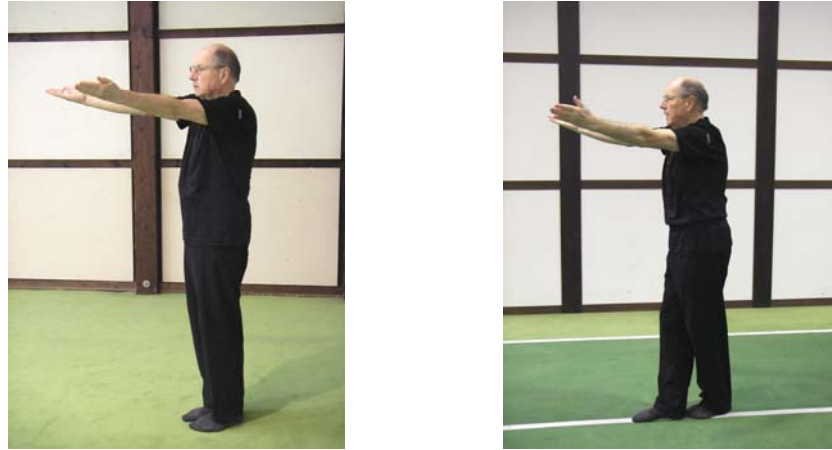


Abb. 10-11.: Übung 1 und 2 aus dem Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren

Bei der Testauswertung gilt eine Aufgabe als erfüllt, wenn das Gleichgewicht über einen Zeitraum von zehn Sekunden gehalten wurde. Für jede Aufgabe stoppt die Versuchsleiterin die Zeit des gehaltenen Gleichgewichts auf Zehntelsekunden genau. Die Zeiten der beiden letzten Versuche jeder Aufgabe werden jeweils addiert und bilden das Testergebnis. Als Fehler zählen ein Absenken der Arme aus der Vorhalte, eine Veränderung der Fußstellung und ein Öffnen der Augen. Die Reliabilität des Tests liegt bei 0,65 und die Validität 0,70. Diese Werte werden als annehmbar bewertet (Bös, 2001).

4.3.3.2. Gleichgewichtstest (GGT) nach Bös & Wydra (1992)

Bei dem Gleichgewichtstest (GGT) nach Bös & Wydra handelt es sich um einen sportmotorischen Test zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit bei Erwachsenen im Alter von 18 bis 80 Jahren. Geeignet ist der Test für Männer und Frauen. Als Zielgruppe gelten gesundheitsorientiert Sporttreibende sowie auch Rehabilitanten.

Der Test dient der Unterscheidung von Personen mit leichten oder schweren Gleichgewichtsstörungen, eignet sich aber auch zum Testen von Personen mit „normal“ ausgeprägter Gleichgewichtsfähigkeit. Der Gleichgewichtstest beinhaltet Testaufgaben zur Überprüfung der statischen und der dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit.

Durchgeführt wird der Gleichgewichtstest als Stationstest mit vierzehn systematisch variierten statischen und dynamischen Testaufgaben. Innerhalb der Testreihe steigt der Schwierigkeitsgrad der Übungen an. Bei den Testübungen wird zwischen exterozeptiv-statischen, interozeptiv-statischen, exterozeptiv-dynamischen und interozeptiv-dynamischen unterschieden. Der Test wird mit den Probanden als Einzeltest in einer Sporthalle durchgeführt. Bei allen Aufgaben im Einbeinstand sollten die Arme locker neben dem Körper herunterhängen. Die Fußposition musste während der Übung beibehalten werden. Ein Verändern der Fußstellung wird als Fehler gewertet. Die folgenden Bilder zeigen einen Teilnehmer bei Testaufgaben:



Abb. 12-14: Ein Proband bei den Testaufgaben 1, 13 und 4 des Gleichgewichtstests (GGT)

In der folgenden Tabelle sind die Testaufgaben dargestellt:

Tab. 8: Testübungen des Gleichgewichtstests nach Bös und Wydra (GGT)

Aufgabe	Aufgabenstellung
1.	Einbeinstand über mindestens 15 Sek., ohne mit dem Standfuß die Ausgangsposition zu verlassen (exterozeptiv-statisch)
2.	Einbeinstandschwingen vor und zurück über mindestens 15 Sek., ohne mit dem Standfuß die Ausgangsposition zu verlassen (exterozeptiv-statisch)
3.	Einbeinstand über mindestens 15 Sek. nach vorausgegangener ganzer Drehung (exterozeptiv-statisch)
4.	Achterkreisen: Vor dem Probanden stehen im Abstand einer Keule zwei Keulen nebeneinander. Auf einem Bein stehend soll der Proband mit dem anderen Bein eine Acht um die Keulen beschreiben, ohne dabei eine Keule umzustoßen. Die Übung wird zunächst mit geöffneten, dann mit geschlossenen Augen durchgeführt (interozeptiv-statisch).
5.	5 Hampelmann-Bewegungen mit geschlossenen Augen auf einer Linie, ohne diese dabei zu verlassen (interozeptiv-dynamisch)
6.	Einbeinstand mit geschlossenen Augen über mindestens 15 Sek. (interozeptiv-statisch)
7.	Ganze Drehung mit anschließendem Einbeinstand über 15 Sek. Mit geschlossenen Augen (interozeptiv-statisch)
8.	Einbeinschwingen vor und zurück mit geschlossenen Augen über mindestens 15 Sek. (interozeptiv-statisch)
9.	Balancieren vorwärts auf einem 4m langen und 10cm breiten am Boden liegenden Balken, ohne diesen zu verlassen (exterozeptiv-dynamisch)
10.	Balancieren vorwärts bis zur Mitte des Balkens, dort eine halbe Drehung und vorwärts zurückbalancieren (exterozeptiv-dynamisch)
11.	Balancieren rückwärts auf dem Balken bis zur Mitte, dort nach halber Drehung vorwärts weiterbalancieren (interozeptiv-dynamisch)
12.	Balancieren rückwärts bis zur Mitte des Balkens, dort ganze Drehung und weitergehen rückwärts bis zum Ende des Balkens (interozeptiv-dynamisch)
13.	Balancieren vorwärts über den Balken, dabei wird ein Volleyball geprellt (exterozeptiv-dynamisch)
14.	Balancieren vorwärts mit geschlossenen Augen über den Balken, ohne diesen zu verlassen (interozeptiv-dynamisch)

Für die Testauswertung ist die Anzahl der gelösten Aufgaben entscheidend. Diese ist das Maß für die Gleichgewichtsfähigkeit bzw. –kompetenz. Das Nichtlösen zweier aufeinander folgender Testaufgaben soll zum Testabbruch führen. Hinsichtlich der Testauthentizität wird der Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra in Qualitätsanalysen motorischer Tests als gut bewertet (Bös, 2001). Die Reliabilität des Tests liegt bei 0,78, die Objektivität bei 0,90 und die Validität zwischen 0,40 und 0,73.

Für die Bewertung der Ergebnisse liegt folgende Tabelle mit Normwerten des Gleichgewichtstests (GGT) vor. Die Werte in der Tabelle nennen die Anzahl der bewältigten Aufgaben. Bei der vorliegenden Interventionsstudie kann sich an der letzten Spalte orientiert werden, wobei berücksichtigt werden muss, dass die Teilnehmer dieser Studie zum Großteil ein höheres Alter aufweisen, und somit ihre Leistung durchaus etwas unter den angegebenen Werten liegen kann. Ich habe mich bei der Bewertung der Leistungen meiner Probanden sowohl an dieser Normwerttabelle nach Hirtz et al. (2000) orientiert, als auch an der Leistung des Einzelnen innerhalb des Probandenkollektivs.

Tab. 9: Normwerttabelle für die Bewertung des GGT (nach Hirtz et al., 2000, S. 191)

Note	Geschlecht	30-39 Jahre	40-49 Jahre	50-59 Jahre
Sehr gut	Männer	>11	>10	>8
	Frauen	>10	>10	>8
Gut	Männer	10-11	9-10	8
	Frauen	9-10	9-10	7-8
Mittel	Männer	8-9	7-8	6-7
	Frauen	7-8	7-8	5-6
Schwach	Männer	6-7	5-6	4-5
	Frauen	5-6	5-6	3-4
sehr schwach	Männer	<6	<5	<4
	Frauen	<5	<5	<3

4.3.3.3. Fragebogen

Die Probanden beider Gruppen wurden zu Beginn der Studie gebeten, Fragen zur eigenen Sportbiografie zu beantworten, die Trainingsgruppe in Form eines Fragebogens, die Kontrollgruppe mündlich. Am Ende des zehnwöchigen Gleichgewichtstrainings wurden die Teilnehmer der Trainingsgruppe zusätzlich gebeten, einen den zweiten Teil des Fragebogens zum Training auszufüllen. Die Angaben zur Sportbiographie der einzelnen Probanden sollen Auskunft über die Ausgangsbedingungen und die Zusammensetzung des Probandenkollektivs geben. Bei der Auswahl der Personen wurde bereits im Vorfeld auf eine homogene Gruppenzusammensetzung geachtet. Die Fragen zum Training sollen zusätzlich zur statistischen Auswertung der Testergebnisse Auskunft über eine subjektiv empfundene Effektivität des Trainings liefern. Außerdem sollen diese Angaben als ein Feedback hinsichtlich der Trainingsanforderungen und des Trainingsaufbaus dienen, um daraus Schlüsse über mögliche Verbesserungen eines zukünftigen Trainings ziehen zu können. Die Ergebnisse der Fragebögen werden in Kapitel 5.4 dargestellt. Der Originalfragebogen kann im Anhang eingesehen werden. Die ausgefüllten Fragebögen befinden sich im Besitz der Autorin und können auf Anfrage eingesehen werden.

4.3.4 Untersuchungszeit

Sowohl die Gleichgewichtstests als auch das zehnwöchige Training wurden im Fitnesszentrum (FiZ) der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel durchgeführt. Der Vortest fand für beide Gruppen in der ersten Februarwoche 2005 statt. Danach startete ab Mitte Februar bis Ende April das Interventionsprogramm der Trainingsgruppe. Im direkten Anschluss wurde Ende April mit den Teilnehmern der Trainingsgruppe der Posttest durchgeführt. Nach weiteren sechs Wochen nahmen die Probanden der Trainingsgruppe Anfang Juni an einem Stabilitätstest teil. Für die Kontrollgruppe war dies der Termin für die zweite Testdurchführung.

Die Gleichgewichtstests wurden als Einzeluntersuchungen durchgeführt und dauerten pro Proband ca. 30 Min. Die Testzeit lag in fast allen Fällen zwischen 9.00 und 13.00 Uhr, da in den Räumlichkeiten zu diesen Zeiten ein relativ ruhiges Arbeitsklima herrschte. Außerdem sollte die Testzeit in der Tageszeit nicht zu sehr variieren, um den Einfluss tagesrhythmischer Leistungsschwankungen zu minimieren. Die Vor-, Nach- und Stabilitätstests wurden zum entsprechenden Zeitpunkt jeweils an sechs aufeinander folgenden Tagen durchgeführt.

Das Training wurde in Trainingseinheiten von 45 Minuten zweimal wöchentlich unter Anleitung der Autorin durchgeführt. Um ein effektives Training zu gewährleisten, wurde die Trainingsgruppe in zwei Gruppen à 11 Probanden aufgeteilt. Diese Übungsgruppen trainierten jeweils montags und mittwochs von 9.15 bis 10.00 Uhr bzw. 10.15 bis 11.00 Uhr.

4.3.5 Untersuchungssituation

Die Durchführung der Koordinationstests fand ebenfalls im FiZ statt. Dazu wurde ein Bereich im hinteren Teil der Anlage mit Stellwänden abgetrennt, um eine ungestörte Testdurchführung zu gewährleisten. Bei diesen Einzeluntersuchungen waren jeweils die Versuchsleiterin und ein Proband anwesend. Die Untersuchungen fanden bei einer relativ konstanten Raumtemperatur von 20°C statt. Die Neonbeleuchtung in der Halle gewährleistete eine gleichmäßige Beleuchtung zu jeder Tageszeit. Während der Testdurchführung traten von außen keine leistungsbeeinträchtigenden Störungen auf. So konnte sich die Versuchsperson ganz auf die gestellten Aufgaben konzentrieren. Die Untersuchungsleiterin sorgte während der Tests stets für konstante Testbedingungen, um einen standardisierten und störungsfreien Ablauf zu gewährleisten.

4.3.6 Untersuchungsablauf

Die Einzeluntersuchung nach standardisiertem Ablauf dauerte im Durchschnitt ca. 30 Minuten. Es wurde dabei auf eine inhalts- und personenkonstante Versuchsanleitung geachtet. Bei den Testpersonen sollte keine Vorbelastung vorliegen. Sie sollten ausgeruht zum Test erscheinen. Bei allen Testterminen wurde „kalt getestet“, d. h. ohne vorheriges Üben. So ließen sich Scheingewinne als Einflüsse unmittelbar vorangegangenen Übens auf die Messergebnisse ausschließen.

Bei der Testdurchführung wurden Fehler durch unmittelbare Beobachtung der Versuchsleiterin registriert. Als Fehler gelten beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test ein Verändern der Fußstellung, ein Absenken der Arme und das Öffnen der Augen. Im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra darf ebenfalls nicht die Fußstellung verändert werden, die Augen dürften nicht frühzeitig geöffnet werden und beim Balancieren darf der Boden nicht berührt werden.

Begonnen wurde mit dem Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren, da dieser weniger Aufgaben beinhaltet, die außerdem etwas einfacher in der Ausführung sind. So konnten sich die Probanden in dem kurzen Test an die Testsituation gewöhnen.

Nach der Begrüßung des Probanden durch die Versuchsleiterin wurde der Versuchsperson zunächst der Untersuchungsablauf dargestellt. Danach erfolgte die Einweisung in den ersten Test durch die Versuchsleiterin. Jede Testaufgabe wurde zunächst von der Testleiterin demonstriert, um Fehler in der Ausführung auszuschließen. Danach führte die Versuchsperson die demonstrierte Testübung durch. Die Versuchsleiterin überwachte die Ausführung, registrierte Fehler und stoppte die Zeit. Am Ende jeder Aufgabe wurde das Ergebnis notiert.

Nach Durchführung des Dortmunder modifizierten Romberg-Tests für Senioren wurde nach kurzer Pause mit dem zweiten Test, dem Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra, fortgefahren. Es wurde in gleicher Weise wie zuvor verfahren. Nach einer kurzen Einweisung in den Test

wurden die einzelnen Aufgaben erst von der Versuchsleiterin demonstriert, dann vom Probanden ausgeführt. Die Versuchsleiterin überwachte die Ausführung und registrierte Fehler und Ergebnisse und stoppte die Durchführungszeiten. Im Anschluss an die Tests wurde die Versuchsperson kurz zu einigen Angaben zur eigenen Person und zur sportlichen Aktivität befragt.

4.4 Das Gleichgewichtstraining im Rahmen der Studie

Im Anschluss werden die Rahmenbedingungen des Trainings näher erläutert und die Trainingsgeräte in Bild und Text vorgestellt. Danach wird auf den Trainingsaufbau eingegangen und die zeitliche und inhaltliche Gestaltung des Interventionsprogramms dargestellt. Den Abschluss des Abschnitts bilden die Grundregeln bei der Durchführung des Trainings.

4.5.1 Rahmenbedingungen des Trainings

Das Training fand von Mitte Februar bis Ende April 2005 direkt nach Beendigung der Anfangstests zweimal wöchentlich statt. Insgesamt umfasste die Gleichgewichtsschulung 20 Trainingseinheiten à 45 Minuten. Die Probanden wurden in zwei Trainingsgruppen à 11 Personen aufgeteilt. Die Gruppen trainierten jeweils montags und mittwochs von 9.15-10.00 Uhr bzw. 10.15-11.00 Uhr. Zusätzlich wurden die Probanden aufgefordert, einfache Balancierübungen und Übungen im Einbeinstand zu Hause zu wiederholen. Die Teilnehmer sollten möglichst nicht häufiger als zweimal beim Training fehlen, und dies nach Möglichkeit nicht zweimal in Folge, um die Effektivität des Trainings zu gewährleisten.

Durchgeführt wurde das Koordinationstraining im Fitnesszentrum (FiZ) der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Das FiZ eignete sich für das Koordinationstraining besonders gut, da sich dort ein Bereich mit Geräten speziell zur Koordinations- und Gleichgewichtsschulung im Sinne von Prävention und Rehabilitation befindet. Außerdem war durch die Wahl der Trainingszeit in den Morgenstunden stets ein ungestörtes Üben möglich, weil die Räumlichkeiten zu dieser Zeit wenig besucht sind.

In den folgenden Abschnitten werden die Trainingsgeräte, der Trainingsaufbau, die zeitliche und inhaltliche Gestaltung des Interventionsprogramms und die Grundregeln bei der Trainingsdurchführung dargestellt.

4.4.2 Trainingsgeräte

Im Training werden unterschiedlich breite Balancierbalken, Therapiekreisel verschiedener Höhe, Kreiselbretter, Flusssteine, kleine Kippbrettchen, ein Schaukelbrett, Ballkissen, Airex® Balance-Pads, Gymnastikmatten, ein Minitrampolin, Pezzibälle und verschiedene Handgeräte verwendet. Diese Trainingsgeräte werden nachfolgend näher erläutert.



Abb. 15: Die bei der Gleichgewichtsschulung verwendeten Trainingsgeräte

Balancierbalken



Abb. 16: Balancierbalken

Für die Gleichgewichtsschulung und die Tests wurde ein 10cm breiter Balken von 4m Länge und 4cm Höhe verwendet. Außerdem stand für das Training ein weiterer 5 cm breiter und 5cm hoher Balken zur Verfügung, der aus zehn Einzelementen à 60cm bestand. Diese Elemente konnten als gerade Linie zusammengesetzt werden, aber auch als Zickzacklinie.

Therapiekreisel



Abb. 17: Therapiekreisel

Zum Üben wurden zwei unterschiedliche Kreiseltypen verwandt. Dies ist einerseits ein 9cm hoher Plastikkreisel mit einem Durchmesser von 39 cm. Das zweite Kreiselmodell aus einer Holzstandfläche mit dem Durchmesser von 35cm und einem Unterteil aus Metall war 15cm hoch und dadurch im Schwierigkeitsgrad anspruchsvoller. Es wurde auf den Therapiekreiseln einbeinig und beidbeinig mit Körperschwerpunktsverlagerungen gearbeitet, z. T. unter Einbeziehung von Handgeräten.

Kreiselbrett



Abb. 18: Kreiselbrett

Dieses rechteckige Brett besitzt an der Unterseite einen kreiselförmigen Fuß, wodurch die Lage des Brettes instabil wird. Es eignet sich bestens für anspruchsvolle Balancier-, Gleichgewichts- und Koordinationsübungen.

Flusssteine



Abb. 19: Flusssteine

Diese Halbkugeln aus Kunststoff mit einem Durchmesser von 14cm und einer Höhe von 10cm eignen sich für einbeinige Gleichgewichtsübungen. Außerdem waren die Flusssteine häufig Bestandteil der Balancierparcours. Sie weisen durch die kleine Standfläche einen deutlich höheren Schwierigkeitsgrad auf als die Kreisel.

Kippbrettchen



Abb. 20: Kippbrettchen

Unter einem rechteckigen Holzbrett (40x20cm) verläuft mittig in Längsrichtung bzw. bei einer zweiten Variante diagonal ein halbiertes Rundholz, durch welches das Brett instabil wird. Ziel ist es, so auf dem Brettchen zu stehen, dass nur das Rundholz den Boden berührt und nicht die Brettanten. Geübt werden kann in Längs- und Querrichtung, ein- oder beidbeinig.

Schaukelbrett



Abb. 21: Schaukelbrett

Das Schaukelbrett aus Holz besitzt mit 49 x 81 cm eine große Standfläche. Um einen sicheren Stand zu gewährleisten, ist die Standfläche mit einer rutschfesten Gummiauflage beklebt. An der Standfläche sind an den schmalen Seiten 17 cm hohe, abgerundete Seitenteile angebracht, auf denen das Brett schaukelt. Es wurde für beidbeiniges Üben mit Verlagerung des Körperschwerpunkts sowie für Übungen im Einbeinstand verwendet.

Ballkissen



Abb. 22: Ballkissen

Das Ballkissen ist ein luftgefülltes, flaches rundes Kissen mit glatter Oberfläche. Es handelt sich dabei um ein vielfältiges Balanciergerät. Es können darauf Übungen im Stehen durchführen werden. Ferner kann es auch zum dynamischen und entlastenden Sitzen benutzen werden.

Airex® Balance-Pad



Abb. 23: Balance-Pad

Das Balance-Pad (47,5 x 39 x 6 cm) ist aus weichem Kunststoff und dient als labile Unterlage für Gleichgewichtsübungen. Ebenfalls als instabile Unterlage werden die Gymnastikmatten in gerolltem Zustand genutzt.

Das Minitrampolin



Abb. 24: Minitrampolin

Das Minitrampolin eignet sich bei Durchführung von beid- und einbeinigen Sprüngen sehr gut für die Schulung von Gleichgewicht und Koordination. Durch eine geringe Spannung der Gummibänder kann rücken- und gelenkschonend trainiert werden. Gleichzeitig werden oft Ausdauer und Kraft mittrainiert. Durch barfüßiges Trainieren wird zusätzlich das Rezeptor-Gefühl verbessert.

Pezziball



Abb. 25: Pezziball

Mit dem mit Luft gefüllten Gummiball (Ø 65cm) können Koordination, Kraft und Ausdauer trainiert werden. Im vorliegenden Trainingsprogramm wurde der Pezziball für dynamische Gleichgewichtsübungen mit Gewichtsverlagerungen im Sitz und im Liegen sowie als zusätzliches Handgerät eingesetzt. Bei Balancierübungen wurde wegen Sturzgefahr durch Wegrollen mit Hilfestellung durch einen Partner gearbeitet.

Verschiedene Handgeräte

Nachdem alle Balanciergeräte bekannt waren und die Teilnehmer diese relativ sicher beherrschten, wurden als zusätzliche Anforderung Handgeräte bei den Balancier- und Gleichgewichtübungen hinzugenommen. Verwendete Geräte waren:

- Tennisbälle (werfen und fangen)
- Volleybälle (prellen, zuwerfen, fangen)
- Medizinbälle unterschiedlichen Gewichts (jeweils einen in der rechten und der linken Hand tragen auf dem Balancierbalken)
- Gymnastikkeulen (auf der Handfläche balancieren)
- Frisbeescheibe (auf dem Kopf balancieren),
- Gymnastikstab (Balancieren auf der Handfläche bzw. beim Balancieren vor dem Körper drehen)
- Pezziball (prellen, werfen und fangen)
- Physioband der Firma Schmidt sports (zusätzliche Kraft- und Koordinationsübungen mit oder ohne Partner, kombiniert mit Gleichgewichtsübungen)
- Seil (darauf balancieren)
- Gymnastikreifen (durchsteigen beim Balancieren)

4.4.3 Trainingsaufbau

Alle zwanzig Trainingseinheiten hatten den gleichen Aufbau, der sich an den allgemeinen Prinzipien des sportlichen Trainings orientiert. Jedes Training gliederte sich in drei große Abschnitte: Erwärmungsphase, Hauptteil mit Übungen zur Koordinations- und Gleichgewichtsschulung und Abschluss. Geübt wurde sowohl in Sportschuhen als auch barfuß.

Tab. 10: Aufbau der Trainingseinheiten

Aufbau der Trainingseinheiten	
Aufwärmung	<ul style="list-style-type: none"> • Reflektion der letzten Einheit • Walking • Lauf-ABC • Dehnungsübungen
Hauptteil	<p>Gleichgewichtsschulung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balancierparcours und –übungen • Übungen im Einbeinstand • Übungen auf den Trainingsgeräten
Schlussteil	<ul style="list-style-type: none"> • Dehnübungen • Spiel

Zu Beginn jeder Einheit wurden kurz die vorangegangene Stunde reflektiert, Fortschritte und persönliche Erfahrungen mit den Übungen und die Auswirkungen auf Alltagsanforderungen diskutiert. Danach schloss sich eine kurze Erwärmung an, die aus Walking und Lauf-ABC bestand. Das Lauf-ABC bereitete die Teilnehmer bereits auf höhere Anforderungen an die Koordinationsfähigkeit vor. Der erste Teil der Übungseinheit wurde durch Dehnungsübungen als Vorbereitung auf das Gleichgewichtstraining abgeschlossen. Beim Dehnen wurde der Schwerpunkt auf die Beinmuskulatur gelegt, da diese bei den nachfolgenden Übungen besonders beansprucht wurde. Die Dehnung wurde jeweils über 20-30 Sekunden gehalten.

Im Hauptteil standen Übungen zur Gleichgewichtsschulung im Mittelpunkt. Dieser Teil war in drei Abschnitte unterteilt: Balancierparcours und Balancierübungen, Übungen zum Einbeinstand mit und ohne Handgeräte,

Übungen mit den Trainingsgeräten. In allen Trainingseinheiten wurde diese Aufteilung beibehalten. Die Übungen steigerten sich in den Trainingseinheiten 1-20 allmählich nach dem trainingswissenschaftlichen Prinzip der progressiven Belastungssteigerung (Weineck, 1996)¹¹.

Im ersten Abschnitt des Hauptteils waren jeweils zwei Parcours zu bewältigen, wobei einer aus unterschiedlich breiten Balkenelementen bestand und der zweite aus verschiedenen, mehr oder weniger instabilen Trainingsgeräten. Zu den stabilen Geräten gehörten ein auf dem Boden ausgelegtes Seil, auf dem balanciert werden musste, Kunststoffsteine mit kleiner Standfläche, das Balance-Pad und kurze Balken. Als bewegliche, instabile Elemente wurden Kreisel, Kippbretter, das Schaukelbrett, Flusssteine und Ballkissen in den Parcours integriert. Die Anzahl der instabilen Elemente im Parcours wurde mit Fortschreiten der Trainingseinheiten allmählich erhöht, so dass immer mehr instabile Elemente direkt hintereinander lagen. Der Schwierigkeitsgrad wurde außerdem durch Zusatzanforderungen beim Balancieren gesteigert. Die Teilnehmer mussten z. B. auf dem Balancierbalken zusätzlich Handgeräte balancieren (Keulen und Stab auf der Handfläche, Frisbeescheibe auf dem Kopf), Drehungen einbauen, rückwärtsgehen, Hindernisse übersteigen oder einen Reifen durchsteigen, einen Stab vor dem Körper drehen, einen Ball nebenher prellen oder einem Partner zuwerfen oder mit geschlossenen Augen gehen.



Abb. 26: Teilnehmer auf einem Balancierparcours



Abb. 27: Balancierparcours

¹¹ Vgl. Kapitel 3.1.5

Im zweiten Abschnitt des Hauptteils bildeten Einbeinstände mit verschiedenen Zusatzanforderungen den Schwerpunkt. Als Zusatzanforderungen dienten Übungen mit Handgeräten, die im Einbeinstand bewältigt werden mussten. Zu den Handgeräten zählten Volleybälle, Tennisbälle und Physiobänder.

Der dritte Abschnitt des Hauptteils fand als Stationsbetrieb mit den verschiedenen Trainingsgeräten zur Gleichgewichtsschulung statt. Das Üben geschah als ein Zirkeltraining, wobei im Uhrzeigersinn die Geräte gewechselt wurden. Die Teilnehmer übten, das Gleichgewicht auf Kreisel, Kippbrettern, Schaukelbrettern, Ballkissen, Flusststeinen und aufgerollten Matten zu halten. Zur Gewöhnung an die Geräte wurde zunächst mit Partnerhilfe beidbeinig geübt. Bei den beidbeinigen Übungen wurde mit der Verlagerung des Körperschwerpunktes gearbeitet, um so das Verhalten des jeweiligen Gerätes kennen zu lernen. Im Übungsverlauf wurde die Hilfestellung durch einen Partner immer weiter reduziert. Danach wurde vom beidbeinigen Stehen mit zunehmender Sicherheit auf einbeinige Übungen übergegangen. Bei Übungen im Einbeinstand wurden die Übungen jeweils 30 Sekunden mit jedem Bein ausgeführt. Danach wurde das Gerät gewechselt. Die Pausen betragen ebenfalls ca. 30 Sekunden. Außerdem wurde der Schwierigkeitsgrad durch Bewegungsübungen, wie Kniebeugen, oder die Hinzunahme von Handgeräten, wie Bälle und Physioband, gesteigert.

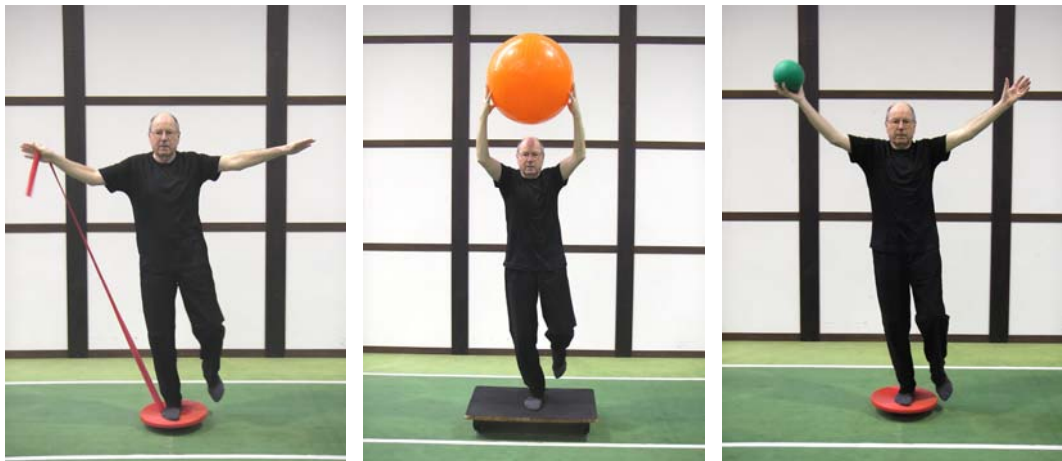


Abb. 28-30: Übungen auf den Trainingsgeräten mit verschiedenen Zusatzanforderungen

Am Ende des Abschnitts standen Übungen im Kreis, wobei jeder Teilnehmer auf einem Trainingsgerät stand. Die Teilnehmer warfen sich dabei einen, oder später auch mehrere Bälle, im Kreis zu und mussten gleichzeitig die Balance halten. In regelmäßigen Abständen wurden die Geräte im Uhrzeigersinn gewechselt. Bei einer weiteren Gruppenübung im Kreis auf den Geräten hielten sich die Teilnehmer an einem Seil fest, das gemeinsam auf- und ab bewegt wurde. Alternativ wurden Physiobänder benutzt, die als Kreis aneinander geknotet waren.



Abb. 31: Ballspiel dargestellt mit zwei Teilnehmern

Im dritten Teil der Trainingseinheit wurde wieder ein kurzes Dehnprogramm für die in den vorangegangenen Übungen beanspruchten Muskelgruppen durchgeführt. Stundenausklang war meist eine spielerische Übung oder ein Spiel zum Gleichgewichtsgefühl oder zur Wahrnehmungsschulung. Oft standen dabei Bewegungserfahrungen mit geschlossenen Augen im Mittelpunkt, um mehr Sicherheit bei Gleichgewichtsübungen mit geschlossenen Augen zu erlangen. Außerdem schulten diese Spiele das Gruppengefühl und das Vertrauen zum Partner bei Partnerübungen. Dazu zählte z. B. das „Roboterspiel“, bei dem die Partner hintereinander laufen und der vordere die Augen geschlossen hat. Der Hintermann führt diese Person durch bestimmte Klopfzeichen auf die Schultern durch den Raum.

4.4.4 Zeitliche und inhaltliche Gestaltung des Interventionsprogramms

Aus der dargestellten Tabelle lassen sich die methodischen Schwerpunktsetzungen und die zeitlichen Anteile der Schwerpunkte innerhalb der 10wöchigen Trainingsphase entnehmen. Die zeitlichen Umfänge der einzelnen Schwerpunkte an der Gesamtübungszeit sind in Abb. 31 prozentual dargestellt.

Tab. 11: Zeitliche und inhaltliche Gestaltung des Interventionsprogramms zur Gleichgewichtsschulung

Übungsstunde	Inhaltlicher/methodischer Schwerpunkt	Zeit/ Min.
1 (09.02.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierbalken	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand	10
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage: Therapiekreisel und Ballkissen	10
2 (14.02.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancieren mit Zusatzanforderungen (Ball werfen, fangen und prellen)	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen mit Zusatzanforderungen: Einbeinstände kombiniert mit Physiobandübungen	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage: (Physiobandkreis) • Übungen zur aktiven Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts	10
3 (16.02.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours aus Balken und instabilen Elementen (z. B. Kreisel); später mit Zusatzaufgaben	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen: Einbeinstand auf kleiner Unterstützungsfläche	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Gleichgewichtsübungen auf verschiedenen instabilen Unterlagen als Zirkel: Kreiselbrett, Kippbrettchen, Therapiekreisel, Flusstesteine	10
4 (21.02.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours aus Balken und instabilen Elementen mit Richtungswechseln und Hindernissen	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübung ohne visuelle Kontrolle: Balancieren	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand mit Zusatzanforderung (Ball)	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabilen Übungsgeräten mit Zusatzanforderung (Ball werfen und fangen)	5
5 (23.02.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours aus Balken und instabilen Elementen (Richtungswechsel und Rückwärtslaufen)	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen: Einbeinstände mit Physioband	5
	• Übungen mit aktiver Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (zusätzlich Physioband)	10

Fortsetzung Tab. 11		
6 (28.02.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours aus instabilen Elementen und Balken	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancieren auf Seil und Balken ohne visuelle Kontrolle	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand (zusätzlich Tennisball)	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	5
7 (02.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours (zusätzlich Ball)	10
	• Stat. Gleichgewichtsübungen im Stand mit Zusatzanforderungen (Ball)	10
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte) mit Zusatzanforderung (Volleyball werfen und fangen)	10
8 (06.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours	10
	• Übungen zum Objektgleichgewicht: Balancieren auf einem Balken bei gleichzeitigem Balancieren von Objekten auf Handfläche oder Kopf	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand auf instabilem Untergrund (Matte)	5
	• Übungen zu Alltagsanforderungen: Schuh binden im Einbeinstand (dynamisch)	5
	• Übungen mit aktiver Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (zusätzlich Physioband)	5
9 (09.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierbalken mit Zusatzgeräten (Ball, Keulen, Reifen) und Hindernissen	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen (Balancieren) ohne visuelle Kontrolle	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	10
10 (14.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen mit Zusatzanforderung (Physioband)	5
	• Übungen mit aktiver Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte), kombiniert mit Übungen zum Objektgleichgewicht (Balancieren auf der Handfläche)	10
11 (16.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle (Balancieren)	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen mit Zusatzanforderung (Tennisball)	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage mit Zusatzaufgabe (Ball zuwerfen)	10
12 (21.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle (Balancieren)	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen mit Zusatzanforderung (Tennisball)	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Aktive Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts	5
	• Übungen auf instabiler Unterlage (verschied. Übungsgeräte) mit Zusatzaufgaben	5
13 (23.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Aktive Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen im Sitz	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand mit und ohne visuelle Kontrolle	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	10
14 (30.03.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours	10
	• Dyn. Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle (Balancieren auf Linie u. Seil)	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand (zusätzlich Physioband)	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	10

Fortsetzung Tab. 11		
15 (04.04.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours	5
	• Übungen zum Objektgleichgewicht	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand mit Zusatzanforderung Ball	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	10
16 (06.04.2004)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours mit Handgeräten	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen im Stand	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand ohne visuelle Kontrolle	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen im Sitz	5
	• Übungen auf instabiler Unterlage (verschied. Übungsgeräte) mit Zusatzanforderung	10
17 (11.04.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Parcours mit Handgeräten und Hindernissen	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübung nach Vorbelastung	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen im Stand	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen im Sitz	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	5
18 (13.04.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours mit Handgeräten	10
	• Übungen zum Objektgleichgewicht	5
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand (zusätzlich Physioband)	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	10
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	5
19 (18.04.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours mit Handgeräten	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand	5
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	10
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	10
20 (20.04.2005)	• Dynamische Gleichgewichtsübungen: Balancierparcours mit Handgeräten	10
	• Dynamische Gleichgewichtsübungen ohne visuelle Kontrolle	10
	• Statische Gleichgewichtsübungen im Stand	5
	• Gleichgewichtsübungen auf instabiler Unterlage (verschiedene Übungsgeräte)	10

Die Gewichtung der einzelnen methodischen Anteile differiert. Innerhalb der einzelnen Trainingseinheiten (t=45 Minuten) nimmt das spezifische Gleichgewichtstraining mit den methodischen Schwerpunkten einen Zeitumfang von ca. 30-35 Minuten in Anspruch, worin Pausen zwischen den einzelnen Übungsanteilen mit eingerechnet sind. Zu den in der Tabelle angegebenen methodischen Anteilen kommen weitere Übungen aus verschiedenen Fähigkeitsbereichen hinzu. Dazu zählen vorbereitende Erwärmungsübungen zu Stundenbeginn und Lockerungs- und Dehnungsübungen und Spielformen am Stundenende. Diese Übungen enthalten sowohl dynamische als auch statische Übungsanteile, waren aber nicht direkt relevant für die spezielle Schulung der Gleichgewichtsfähigkeit.

Aus der Übersicht zu den methodischen Übungsschwerpunkten (Tab. 10) wird deutlich, dass sieben Trainingseinheiten einen speziellen methodischen Übungsanteil von 30 Minuten und die übrigen dreizehn Übungsstunden von 35 Minuten nicht überschritten haben.

Das nachfolgende Diagramm zeigt, dass die Übungen aus verschiedenen Übungsbereichen mit 26,11% den größten Teil einnehmen. Dies ist darin begründet, dass das spezifische Gleichgewichtstraining mit seinen methodischen Schwerpunkten in der Regel einen Zeitumfang von ca. 30 bis maximal 35 Minuten pro Trainingseinheit (t=45 Minuten) in Anspruch nahm. Die restliche Zeit wurde zur Erwärmung und Lockerung und Dehnung mit Hilfe von Übungen aus verschiedenen Bereichen genutzt.

In dem Verhältnis von statischen zu dynamischen Gleichgewichtsübungen von 15% zu 58,9% wird die starke Gewichtung auf den dynamischen Übungen deutlich. Inwiefern diese Gewichtung Einfluss auf den Trainingserfolg hatte, wird in den Ergebnissen ersichtlich.

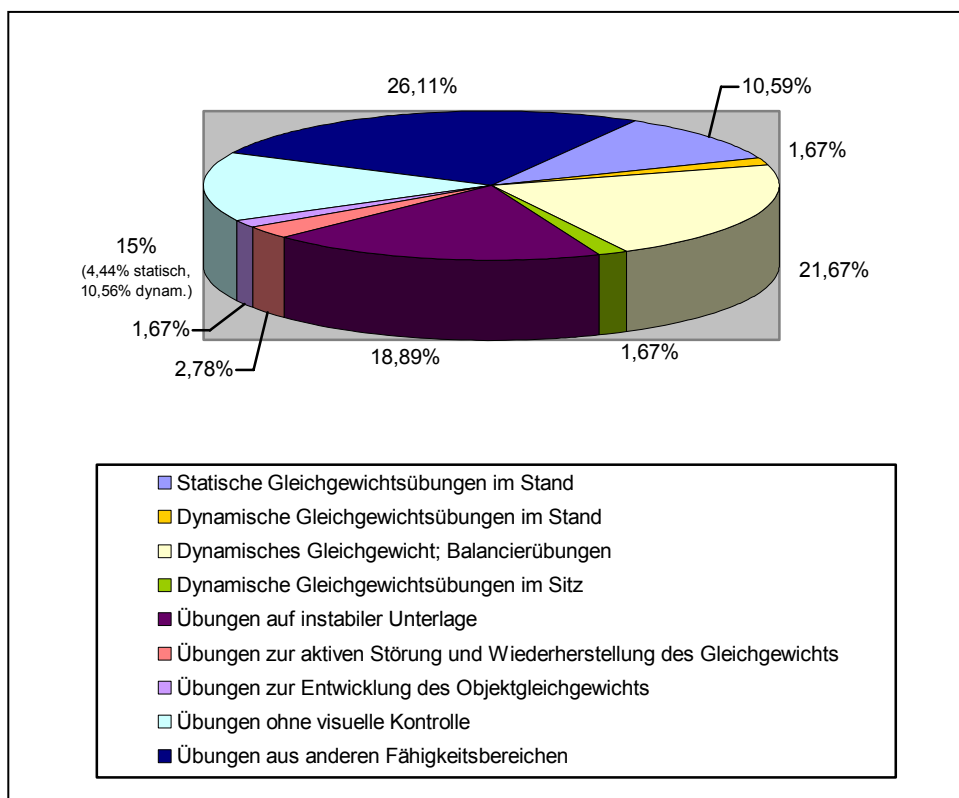


Abb. 32: Anteile der Methoden an der Gesamttrainingszeit

4.4.5 Grundregeln bei der Durchführung des Trainings

Nur durch eine systematische Trainingsplanung werden Über- oder Unterbelastung, Verletzungen, Misserfolge und Enttäuschungen auf Dauer verhindert. Deshalb gelten auch für das Koordinationstraining die allgemein gültigen Trainingsprinzipien, wie das Prinzip der Allmählichkeit bzw. der progressiven Belastung, das Prinzip der Regelmäßigkeit, das Prinzip der Vielseitigkeit¹² und insbesondere das Prinzip der Folgerichtigkeit, nach dem bekannte Übungen unbekanntes vorausgehen, leichte Übungen den schweren und einfache Aufgaben den komplexen.

Nichtbeachtung dieser Trainingsprinzipien kann schnell zu Lernstress, Lustlosigkeit und Müdigkeit führen. Zudem muss die Reizstärke so hoch gewählt sein, dass eine Anpassung an die Trainingsanforderungen bewirkt wird. Zu niedrige, unerschwellige Reize haben keine Wirkung, zu starke dagegen haben eine negative Auswirkung. Ferner sollte im Verlauf der Trainingseinheit nach den notwendigen, funktionalen Übungen zu attraktiveren Spielformen übergegangen, um die Motivation zu erhalten.

Bei der Durchführung muss besonders darauf geachtet werden, dass stets die Sicherheit der Übenden gewährleistet ist und Stürze vermieden werden. Die Übungsleiterin achtete stets auf Hilfestellung und Absicherung an den Geräten. Schwierige Übungen wurden immer erst als Partnerübungen durchgeführt. Alle Übungsgeräte wurden rutschfest auf Gummimatten gelagert. Zunächst wurden die Übungen auf einer stabilen Unterlage ausprobiert, bevor auf den instabilen Übungsgeräten trainiert wurde. Neue Geräte wurden immer erst mit Partnerhilfe und beidbeinig ausprobiert, bevor einbeinige Übungen durchgeführt wurden. Bei Übungen mit geschlossenen Augen stand der Partner stets zur Hilfestellung bereit.

Das Übungstempo richtete sich nach dem „schwächsten“ Gruppenmitglied. Um leistungsstärkere Personen nicht zu unterfordern konnten diese die Übungen durch Zusatzanforderungen oder schwierigere Übungsvarianten erschweren.

¹² Vgl. Kapitel 3.1.4 Methoden des Koordinationstrainings

Durch kurze, prägnante Anweisungen und genaue Bewegungsdemonstration sollten genaue Bewegungsvorstellungen geschaffen werden. Fehlerkorrekturen erfolgten nur bei groben Haltungsfehlern und immer in Form positiv formulierter Bewegungsanweisungen. Durch die gezielten, positiv formulierten und nicht zu häufigen Korrekturen sollte bewirkt werden, dass kein Lernstress entsteht. Die Korrekturen erfolgten nie während der Bewegung, um den Bewegungsablauf nicht zu stören, sondern als Schnellinformation nach der Bewegung. Die Übenden sollten sich eigenständig mit den Anforderungen vertraut machen und eigene Bewegungsmuster für die Aufgabenbewältigung finden.

Koordinationsübungen erfordern ein Höchstmaß an Konzentration. Deshalb dürfen die Übungen nicht in ermüdetem Zustand durchgeführt werden, da dies besonders bei älteren Übenden eine große Verletzungsgefahr birgt. Daneben führen aufgrund von Erschöpfung misslungene Übungen zu Frustrationserscheinungen, die Fehlhandlungen oft noch vermehren (Krempel, 1990). Bei Ermüdungserscheinungen, Nachlassen der Konzentration oder Unwohlsein soll das Training abgebrochen werden (Häfelinger & Schuba, 2002). Nur so kann ein optimaler Bewegungsablauf gewährleistet werden. Um der Ermüdung vorzubeugen, wurde bei einbeinigen Übungen spätestens nach 30 Sekunden das Bein gewechselt.

Alle Übungen wurden sowohl in Schuhen als auch barfuss ausgeführt, weil die Aufnahme der Reize sowie Weiterleitung von Informationen und Auslösung reflektorischer Reaktionen, besonders im Fußbereich, barfuss günstiger ist. Auf ständige Variation der Übungen ist zu achten, um durch Abwechslung Spaß und Motivation der Teilnehmer zu erhalten. Das Gleichgewichtstraining sollte einen spielerischen Charakter behalten (Schnabel et al., 2003). Auch Partner- und Gruppenübungen sowie Spielformen fördern die soziale Struktur der Gruppe, Freude am Training und die Motivation. Besonders im Bereich des Sports mit Älteren ist der soziale Faktor nicht zu unterschätzen (Meusel, 1996). Außerdem sollten die Teilnehmer in die Programmgestaltung miteinbezogen werden, indem sie gebeten werden, ihre bevorzugten und die weniger beliebten Übungen zu benennen.

4.5 Statistische Auswertungsverfahren

Im Rahmen der statistischen Auswertungsverfahren wird auf die Techniken der Datenerhebung und der Datenauswertung eingegangen.

4.5.1 Techniken der Datenerhebung

Die Datenerhebung geschieht mittels zweier sportmotorischer Tests sowie einer zusätzlichen schriftlichen Befragung. Hauptbestandteil der Datenerhebung sind die sportmotorischen Tests. Es handelt sich dabei einerseits um den Dortmunder modifizierten Romberg-Test, der aus Übungen zum statischen Gleichgewicht besteht, und andererseits um den Gleichgewichtstest (GGT) nach Bös und Wydra, der sich sowohl auf das statische als auch das dynamische Gleichgewicht bezieht. Je höher die erreichten Einzelwerte der beiden Tests ausfallen, umso besser ist die Gleichgewichtsfähigkeit der Testperson zu bewerten. Beide Tests werden in Kapitel 4.3.3 genau beschrieben.

Für die Messungen im Dortmunder modifizierten Romberg-Test ist eine Stoppuhr notwendig. Die Zeitnahme bei jeder Aufgabe erfolgt auf Zehntelsekunden genau. Das Testergebnis ergibt sich aus der Summation der erreichten Zeiten des dritten und vierten Versuchs jeder Aufgabe. Es ist ein Maximalwert von 80 Sekunden möglich.

Die Bewertung beim GGT ist dichotom. Das bedeutet, dass die Testaufgaben durch die Abstufungen „erfüllt“ oder „nicht erfüllt“ bewertet werden (Bös, 2001). Der Ausprägungsgrad der Gleichgewichtsfähigkeit im GGT wird über die manifeste Variable „Anzahl der erfüllten Aufgaben“ bestimmt (Bös, 2001). Die Anzahl der erfüllten Aufgaben bildet dabei den Testrohwert. Es ist eine Höchstpunktzahl von vierzehn Punkten erreichbar.

Als zweite Erhebungstechnik wurde die Befragung eingesetzt. Die Befragung der Probanden erfolgte bei der Trainingsgruppe durch einen Fragebogen bei der Kontrollgruppe mündlich. Der Fragebogen enthielt insgesamt 26 Fragen. Die ersten sechs Fragen bezogen sich auf die

Sportbiographie des jeweiligen Probanden und wurden zu Beginn der Untersuchung beantwortet. Zum gleichen Zeitpunkt wurden die Personendaten, wie Alter, Gewicht, Größe und Gesundheitszustand registriert. Der zweite Teil des Fragebogens mit weiteren zwanzig Fragen zum absolvierten Gruppentraining folgte am Ende der Interventionsmaßnahme. Hierbei wurden die Probanden hinsichtlich der körperlichen Anstrengung, dem Schwierigkeitsgrad der Übungen, dem Wiederholen der Übungen zu Hause, der Trainingshäufigkeit und –dauer, den persönlichen Erfolgen, den Übungen und der Gruppe befragt. Antwortmöglichkeiten waren „ja“, „nein“ und „unentschieden“. Die Probanden der Kontrollgruppe wurden zu Testbeginn nur mündlich befragt, um einige Rahmendaten zur Person sowie zur Sportbiographie und aktuellen sportlichen Aktivität sowie zum Gesundheitszustand zu erhalten. Mit Hilfe der Daten der Kontrollgruppe sollte lediglich abgesichert werden, dass die Gruppen anhand der Rahmendaten vergleichbar sind.

4.4.2 Techniken der Datenauswertung

Die Datenauswertung wird empirisch durchgeführt, indem die Unterschiede zwischen den drei Testzeitpunkten der Trainingsgruppe sowie zwischen den beiden Messzeitpunkten der Kontrollgruppe berechnet werden. Zur Auswertung wird das Statistikprogramm SPSS Version 12.0 verwendet.

Als Testverfahren für die Unterschiedshypothesen zwischen den Messzeitpunkten wird der t-Test für abhängige Stichproben angewendet. Dieses Testverfahren kam zur Anwendung, da die Werte hinreichend normalverteilt sind.

5 ERGEBNISSE

Zunächst werden in den nachfolgenden Darstellungen der Ergebnisse die gesamten Daten deskriptiv-statistisch ausgewertet. Danach werden die aufgestellten Hypothesen überprüft und die Ergebnisse zusammengefasst.

5.1 Deskriptive Analyse der Maßzahlen

Bevor die statistischen Hypothesen überprüft werden, soll kurz auf die gewonnenen Daten eingegangen werden. Ziel der deskriptiven Statistik ist es, die vorliegenden Einzeldaten zu ordnen und übersichtlich darzustellen (Willimczik, 1999).

Die folgenden Tabellen zeigen eine Übersicht der Testwerte der einzelnen Probanden der Trainings- und der Kontrollgruppe. Die Ergebnisse von weiblichen und männlichen Testpersonen sind dabei zur übersichtlicheren Gestaltung in getrennten Tabellen dargestellt. In der ersten Spalte der Tabellen 12 bis 15 werden die Probanden numerisch aufgelistet. Die Spalten 1-3 zeigen die erreichten Testergebnisse der Probanden im Dortmunder modifizierten Romberg-Test zu den Testzeitpunkten T1, T2 und T3 in Sekunden. Aus den Spalten 5-7 sind die Testergebnisse des Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra (GGT) zu den Testzeitpunkten T1, T2 und T3 zu entnehmen. Diese Werte zeigen die Anzahl der bewältigten Aufgaben von den insgesamt vierzehn Testaufgaben des Gleichgewichtstests. Bei der Kontrollgruppe entfällt der zweite Testzeitpunkt, da der zweite Testtermin der Kontrollgruppe zeitgleich mit T3 der Trainingsgruppe stattfand.

Direkt im Anschluss folgen Diagramme zu den Testwerten der einzelnen Probanden nach Geschlechtern getrennt. Die ersten vier Tabellen zeigen die erreichten Werte beider Gruppen im Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren, die darauf folgenden vier Tabellen die Testergebnisse im GGT. Begonnen wird jeweils mit den Ergebnissen der Trainingsgruppe.

Tab. 12: Testergebnisse der Frauen der Trainingsgruppe in beiden Tests zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten T1 bis T3

Frauen	T1	T2	T3	T1	T2	T3
	Dortm. Mod. Romberg-Test (in Sek.)	Dortm. Mod. Romberg-Test (in Sek.)	Dortm. Mod. Romberg-Test (in Sek.)	GGT	GGT	GGT
I	66,6	77,5	76,5	4	8	7
II	72,6	80	75,4	4	11	10
III	78,4	80	80	8	13	9
IV	77,5	80	80	6	12	11
V	78,2	80	80	6	12	10
VI	72,6	78,2	80	7	11	9
VII	74,5	80	80	10	13	13
VIII	72,6	80	78,3	4	8	6
IX	80	80	77,8	7	12	10
X	75,6	80	80	8	12	11
XI	74,8	79	80	9	11	9
XII	76,1	80	80	8	12	11
XIII	74,8	77,1	80	4	8	10
XIV	67,8	80	73	7	12	9
XV	75,2	80	80	7	12	9
Mittelwert	74,49 (±3,69)	79,45 (±1,01)	78,73 (±2,17)	6,6 (±1,92)	11,13 (±1,73)	9,6 (±1,68)

Tab. 13: Testergebnisse der Männer der Trainingsgruppe in beiden Tests zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten T1 bis T3

Männer	T1	T2	T3	T1	T2	T3
	Dortm. mod. Romberg-Test (in Sek.)	Dortm. mod. Romberg-Test (in Sek.)	Dortm. mod. Romberg-Test (in Sek.)	GGT	GGT	GGT
I	72,9	80	78,4	6	12	11
II	80	80	80	8	11	11
III	75,7	80	71,3	8	13	10
IV	71,2	67,2	65,9	6	10	9
V	73,1	75,8	71,9	2	8	6
VI	67,9	70,0	66,4	3	9	8
VII	80	80	80	8	12	11
Mittelwert	74,4 (±4,49)	76,14 (±5,44)	73,41 (±6,11)	5,86 (±2,48)	10,71 (±1,799)	9,43 (±1,90)

Tab. 14: Testergebnisse der Frauen der Kontrollgruppe

Frauen	T1	T3	T1	T3
	Dortm. Mod. Romberg-Test (in Sek.)	Dortm. Mod. Romberg-Test (in Sek.)	GGT	GGT
I	76,4	74,5	7	9
II	73,8	68,6	3	4
III	69,9	77,6	9	8
IV	65,4	75,1	7	8
V	77,9	80	6	4
VI	64,5	63,5	5	6
VII	72,3	80	5	8
VIII	80	75,2	4	5
IX	74,4	80	6	8
X	79,0	80	8	9
XI	71,0	70,1	4	4
XII	78,2	79	10	10
XIII	80	76,1	6	7
XIV	74,1	71,7	8	8
XV	74,2	73,2	7	7
Mittelwert	74,07 (±4,68)	74,97 (±4,73)	6,33 (±1,895)	7 (±1,897)

Tab. 15: Testergebnisse der Männer der Kontrollgruppe

Männer	T1	T3	T1	T3
	Dortm. mod. Romberg-Test (in Sek.)	Dortm. mod. Romberg-Test (in Sek.)	GGT	GGT
I	80	75,2	9	10
II	77,2	75,7	6	4
III	77,4	76,2	5	5
IV	74,8	80	9	7
V	65,3	66,8	7	7
VI	69,6	79,7	6	6
VII	80	80	6	5
Mittelwert	74,9 (±5,12)	76,23 (±4,32)	6,86 (±1,46)	6,29 (±1,83)

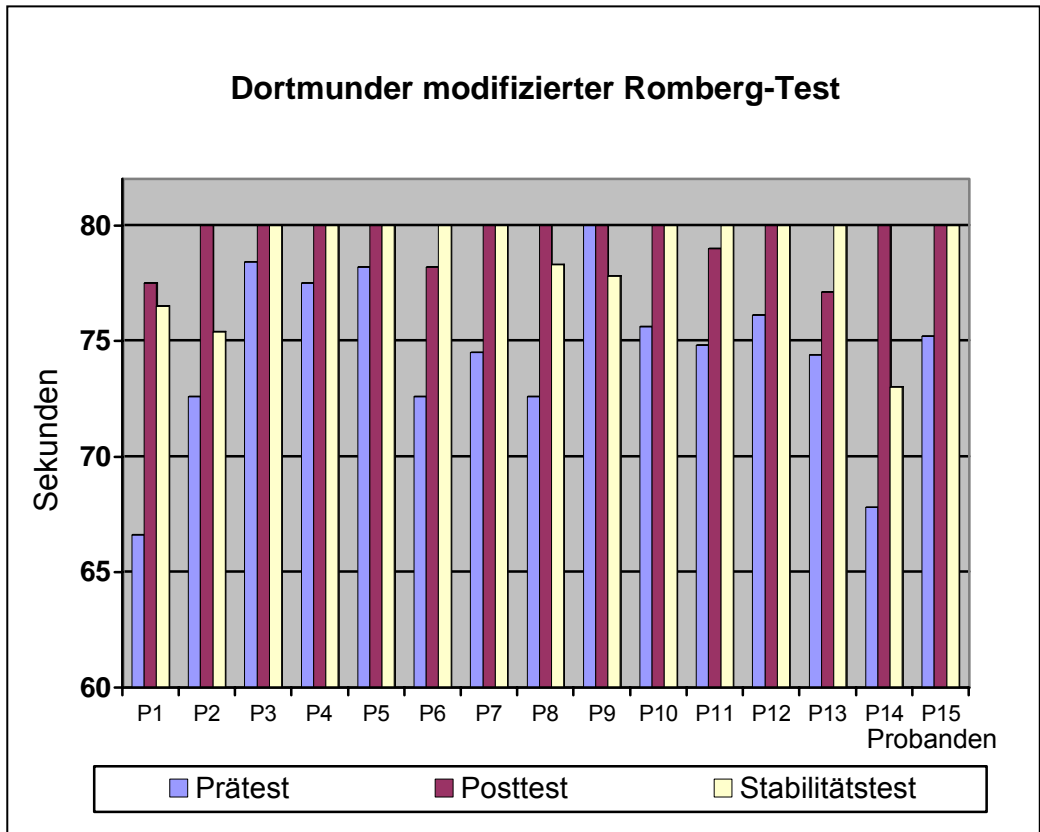


Abb. 33: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren gemessen in Sekunden; Gruppe: Frauen der Trainingsgruppe

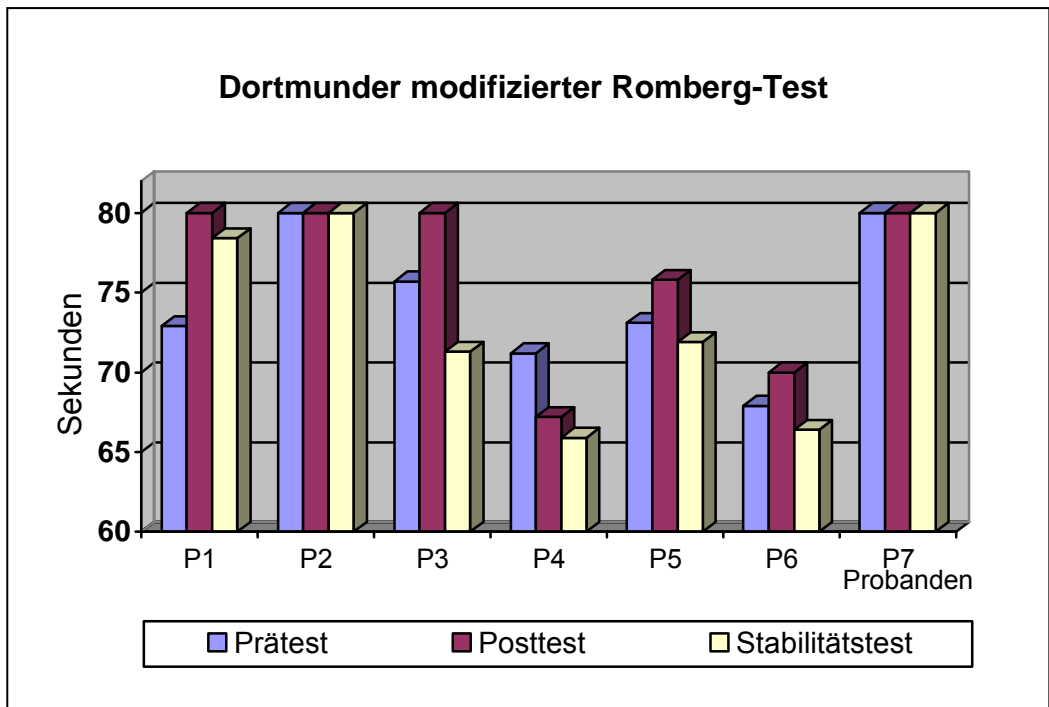


Abb. 34: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren gemessen in Sekunden; Gruppe: Männer der Trainingsgruppe

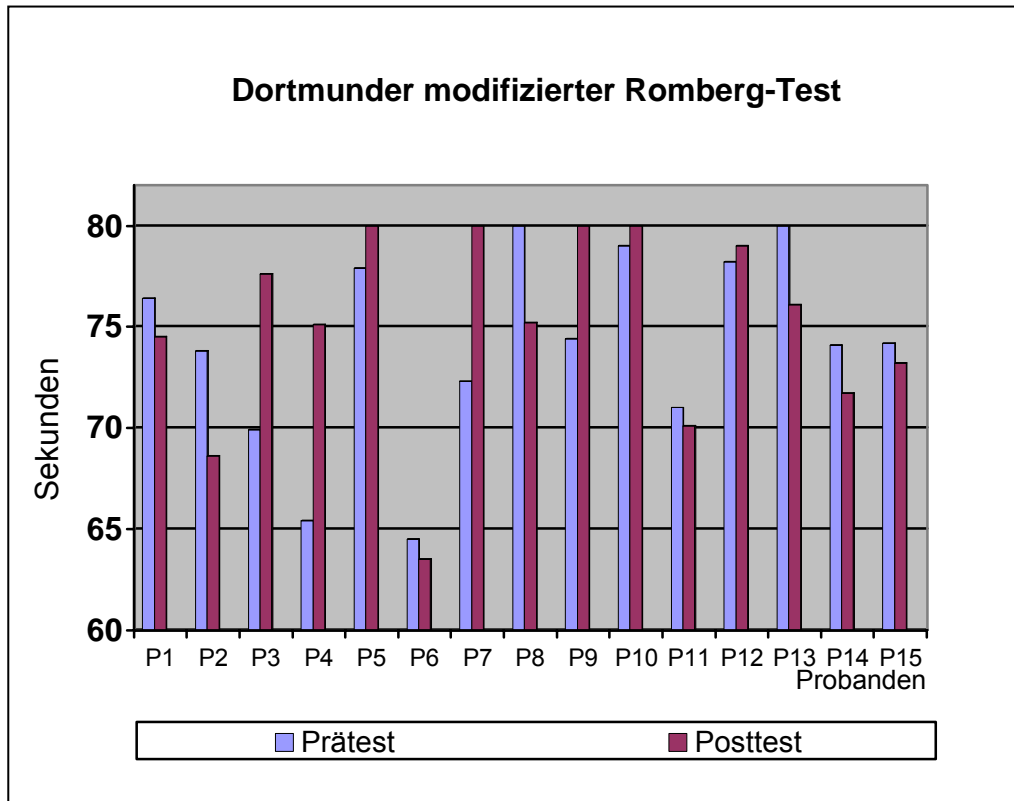


Abb. 35: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test gemessen in Sekunden; Gruppe: Frauen der Kontrollgruppe

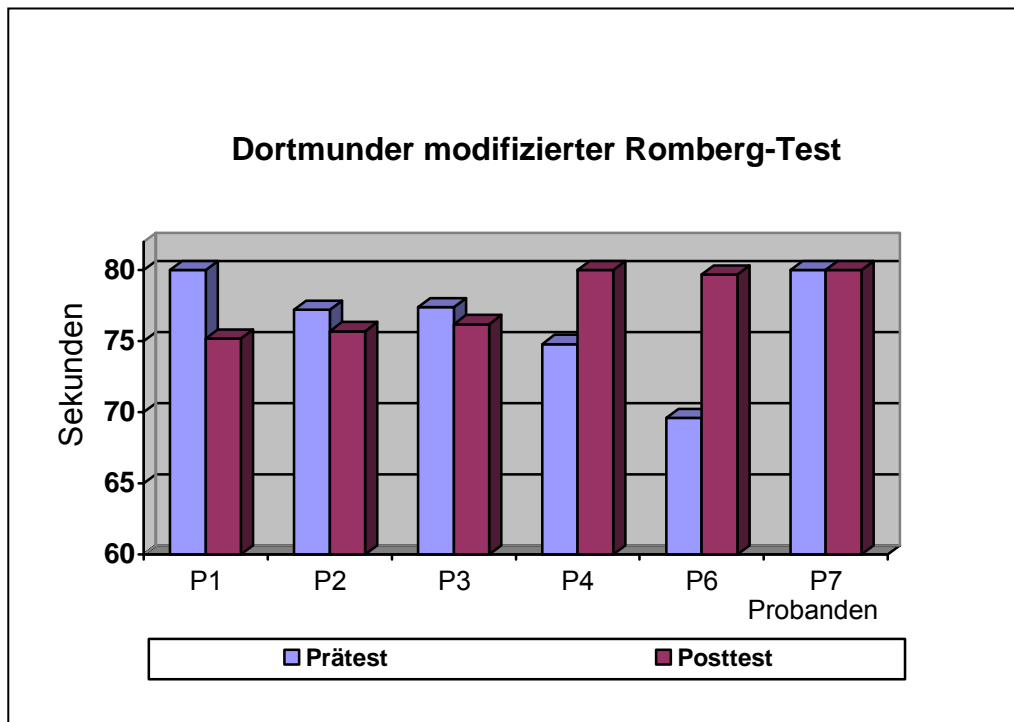


Abb. 36: Individuelle Testergebnisse beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test gemessen in Sekunden; Gruppe: Männer der Kontrollgruppe

Es folgen die Diagramme zu den Ergebnissen des Gleichgewichtstests nach Bös und Wydra (GGT) beider Gruppen.

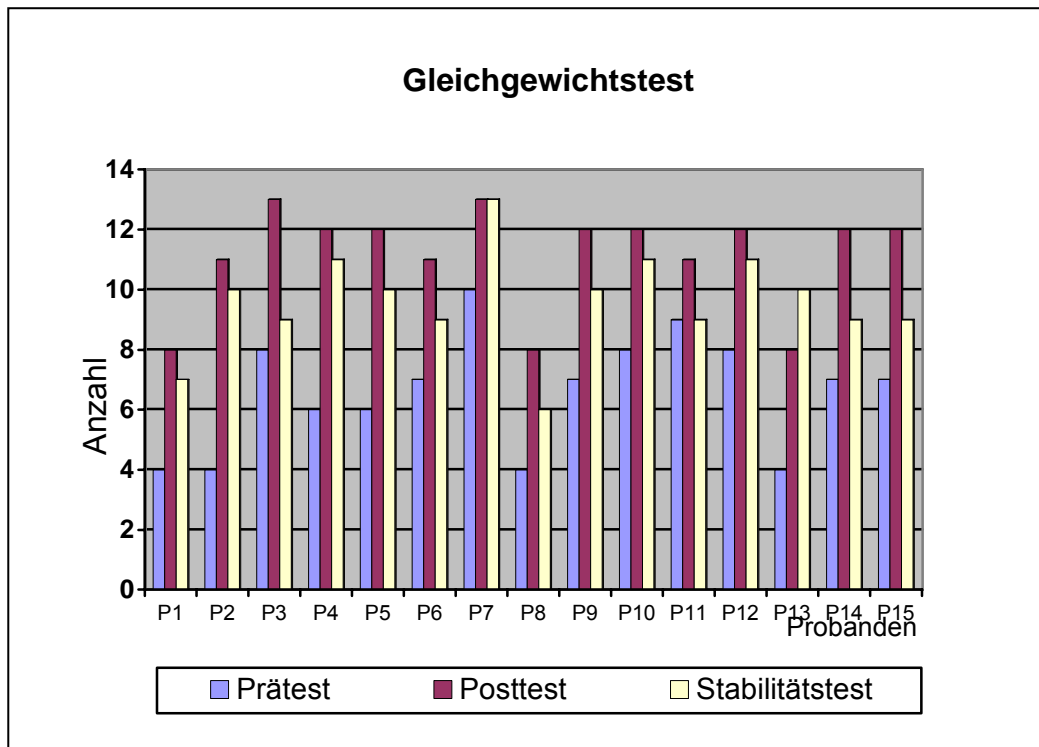


Abb. 37: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Frauen der Trainingsgruppe

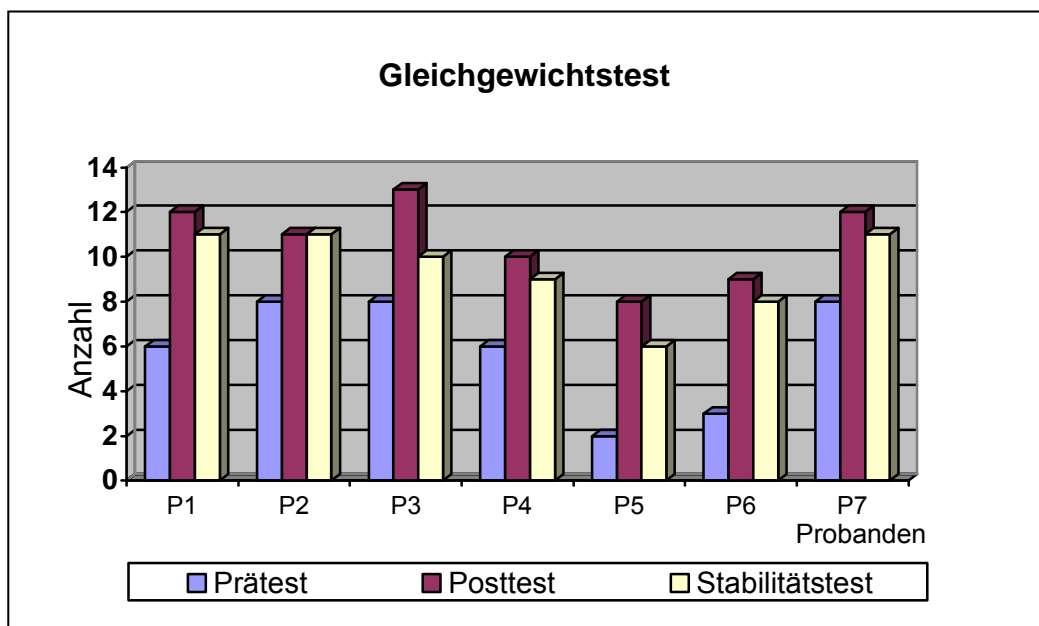


Abb. 38: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Männer der Trainingsgruppe

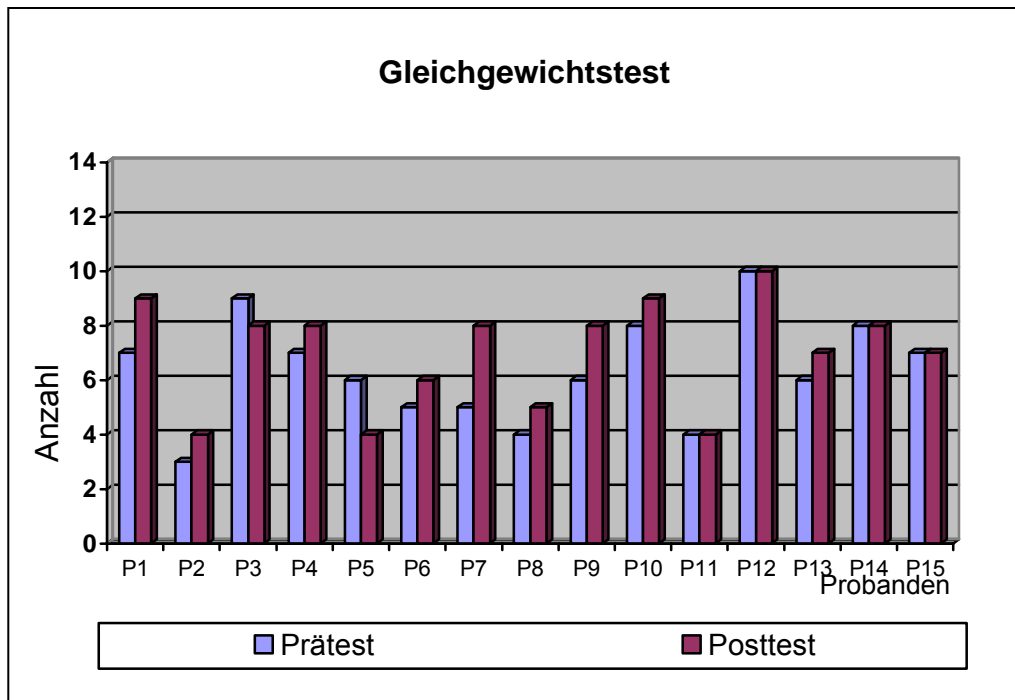


Abb. 39: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Frauen der Kontrollgruppe

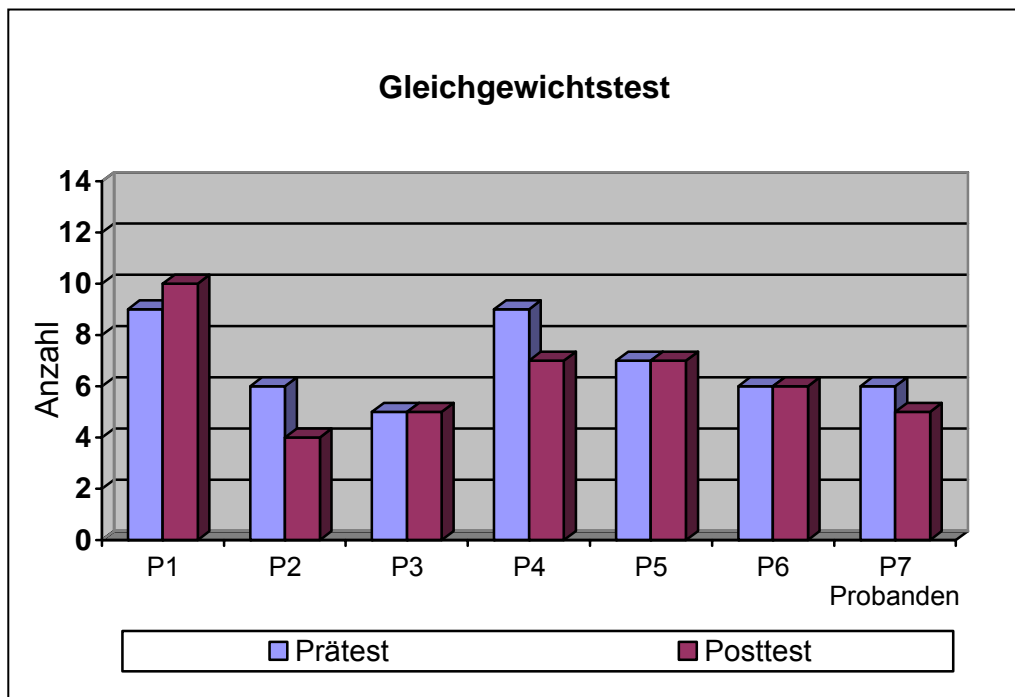


Abb. 40: Individuelle Testergebnisse beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra angegeben in der Anzahl der bewältigten Aufgaben; Gruppe: Männer der Kontrollgruppe

Anschließend werden die Mittelwerte der Trainings- und der Kontrollgruppe in beiden Tests im Vergleich tabellarisch dargestellt.

Tab. 16: Deskriptive Statistik der Trainingsgruppe

	Testzeitpunkt	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Dortmunder modifizierter Romberg-Test	T1	22	74,46	3,852	66,6	80
	T2	22	78,4	3,409	67,2	80
	T3	22	77,04	4,499	65,9	80
Gleichgewichtstest (GGT)	T1	22	6,36	2,083	2	10
	T2	22	11	1,718	8	13
	T3	22	9,55	1,711	6	13

Tab. 17: Deskriptive Statistik der Kontrollgruppe

	Testzeitpunkt	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Dortmunder modifizierter Romberg-Test	T1	22	74,34	4,956	64,5	80
	T3	22	75,37	4,750	63,5	80
Gleichgewichtstest (GGT)	T1	22	6,5	1,819	3	10
	T3	22	6,77	1,950	4	10

Im folgenden Abschnitt werden die Testergebnisse der beiden Gruppen statistisch ausgewertet, detailliert erläutert und graphisch dargestellt. Begonnen wird mit der Auswertung der Ergebnisse des Dortmunder modifizierten Romberg-Tests, es folgt die der Werte im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra. Danach werden die Hypothesen überprüft.

5.2 Ergebnisse des Dortmunder modifizierten Romberg-Test

Zu Beginn der Studie zeigen Trainings- und Kontrollgruppe ein sehr ähnliches Leistungsniveau. Bei der Trainingsgruppe liegt das Ausgangsniveau bei 74,46 ($\pm 3,852$) Sekunden, bei der Kontrollgruppe bei 74,34 ($\pm 4,956$) Sekunden. Zum Testzeitpunkt 1 unterscheiden sich die Testwerte der beiden Gruppen nicht signifikant. Nach dem Gleichgewichtstraining hat sich die Leistung der Trainingsgruppe bei dem zweiten Testzeitpunkt auf 78,4 ($\pm 3,409$) Sekunden gesteigert. Diese Leistungsverbesserung ist höchst signifikant, weil $p=0,000$ kleiner ist als 0,001. Beim dritten Testzeitpunkt der Trainingsgruppe, dem Stabilitätstest sechs Wochen nach Beendigung des Trainings, geht das Leistungsniveau auf 77,04 ($\pm 4,499$) Sekunden geringfügig zurück. Damit ist das Ergebnis dennoch signifikant höher als beim ersten Testzeitpunkt, da $p=0,005$ kleiner als $p=0,05$ ist. Das Ergebnis ist als sehr signifikant anzusehen, weil $p < 0,01$ gilt. Die Leistungsabnahme ist vermutlich auf die sechswöchige Trainingsabstinenz zurückzuführen.

Die Kontrollgruppe verbessert sich bei Testzeitpunkt T2 mit erreichten 75,37 ($\pm 4,75$) Sekunden nur geringfügig. Diese Verbesserung ist jedoch nicht signifikant, weil $p=0,312$ ist und somit größer als 0,05. Sie ist daher zu vernachlässigen. Die Graphik auf der nächsten Seite zeigt die Mittelwerte der beiden Gruppen zu den jeweiligen Testzeitpunkten.

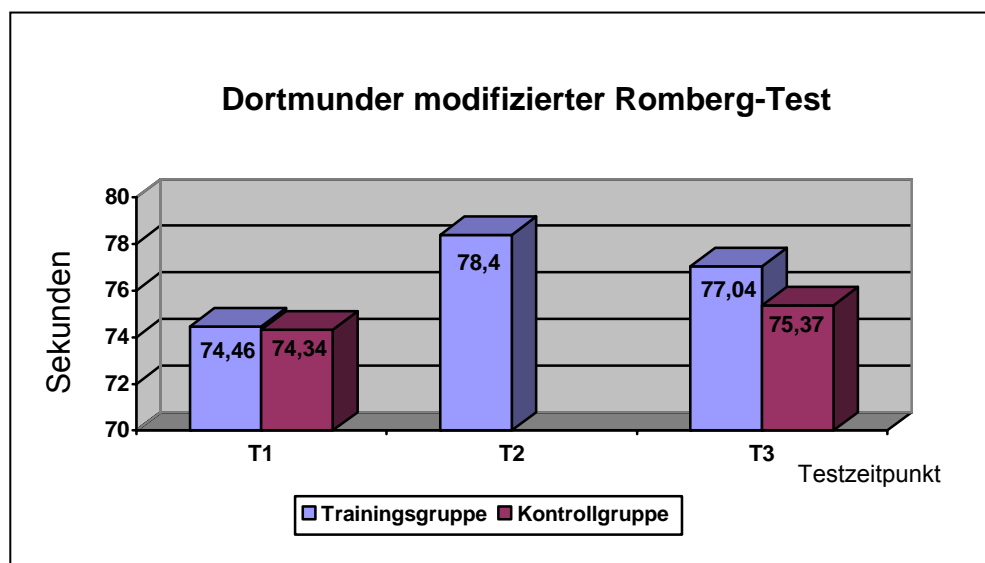


Abb. 41: Mittelwerte der erreichten Zeiten in Sekunden im Dortmunder modifizierten Romberg-Test der Trainings- und der Kontrollgruppe im Vergleich

5.3 Ergebnisse des Gleichgewichtstests nach Bös und Wydra (GGT)

Auch beim GGT weisen beim Testzeitpunkt T1 beide Gruppen ein ähnliches Ausgangsniveau auf. Die Teilnehmer der Trainingsgruppe bewältigten im Durchschnitt 6,36 ($\pm 2,083$) Aufgaben von 14, die Kontrollgruppenteilnehmer waren mit 6,5 ($\pm 1,819$) bewältigten Aufgaben unwesentlich besser.

Mit einem durchschnittlichen Ergebnis von 11 ($\pm 1,718$) bewältigten Aufgaben beim zweiten Testzeitpunkt steigert sich die Trainingsgruppe durch das Training erheblich. Dieses Ergebnis ist mit $p=0,000$ als höchst signifikant anzusehen, da $p<0,001$ ist. Sechs Wochen nach Trainingsende ist die Leistung auf 9,55 ($\pm 1,711$) leicht gesunken. Damit ist auch die Leistungssteigerung von T1 zu T3 höchst signifikant, weil $p=0,000$ ist, und somit $p<0,001$ ist. Die Kontrollgruppe zeigt von T1 zu T3 eine Steigerung von 6,5 ($\pm 1,819$) auf 6,77 ($\pm 1,95$) bewältigten Aufgaben. Diese Steigerung ist nicht signifikant, da $p=0,342$ vorliegt und damit $p>0,05$ gilt. Die folgende Graphik zeigt die Mittelwerte der beiden Gruppen beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra:

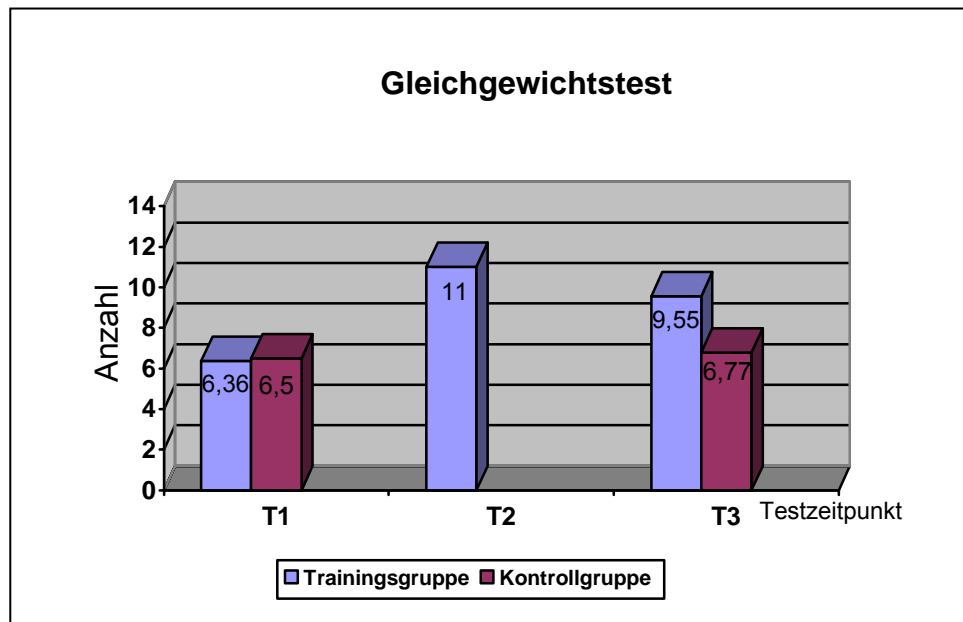


Abb. 42: Mittelwerte der bewältigten Aufgaben im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra der Trainings- und Kontrollgruppe im Vergleich

5.4 Auswertung des Fragebogens

Alle Probanden der Trainingsgruppe beantworteten im Vorfeld der Studie Fragen zur eigenen Bewegungsbiografie. Am Ende der Interventionsmaßnahme wurden die Teilnehmer außerdem aufgefordert, einen Fragebogen zu dem absolvierten zehnwöchigen Gleichgewichtstraining auszufüllen. Die Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt zusammenfassend dargestellt. Begonnen wird mit den Angaben zur Bewegungsbiographie.

5.4.1 Die Bewegungsbiographie

Hinsichtlich der Bewegungsbiographie wurde mit der Frage nach der sportlichen Aktivität in der Jugend begonnen. Dabei zeigt sich, dass alle Probanden in unterschiedlich großem Umfang in der Jugend sportlich aktiv waren. Die meistgenannten Sportarten waren dabei, Schwimmen, Radfahren, Leichtathletik, Fußball und Handball. Detaillierte Angaben zur Intensität des Sporttreibens in der Jugend gibt das folgende Diagramm:

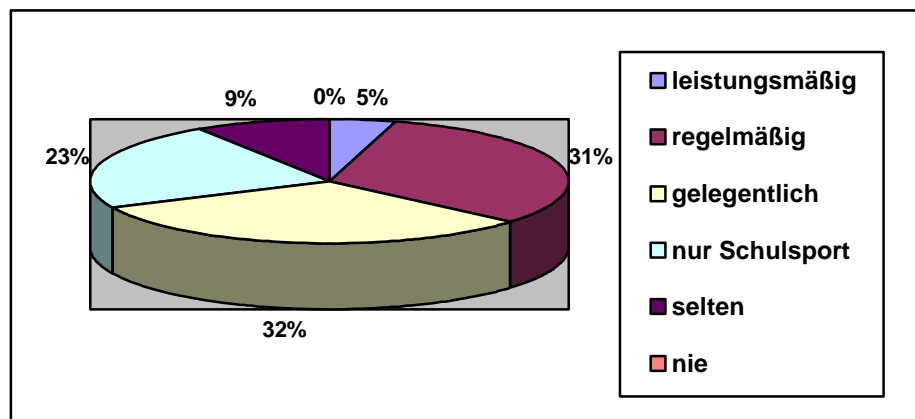


Abb. 43: Sportliche Aktivität der Probanden in ihrer Jugend

Außerdem wurde die sportliche Aktivität zum Zeitpunkt der Untersuchung erfasst. Wie im folgenden Diagramm deutlich wird, herrscht hier große Homogenität. Mit 77% gibt der Großteil der Probanden an, regelmäßig Breitensport zu betreiben, die restlichen 23% immerhin gelegentlich oder selten. Keiner der Befragten gibt an, nie Sport zu treiben. Die am meisten

betriebenen Sportarten sind Radfahren und Gymnastik, es folgen Nordic Walking und Schwimmen.

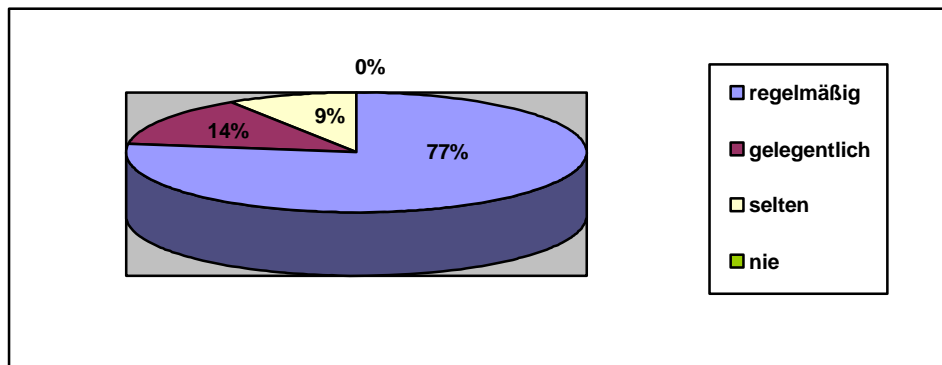


Abb. 44: Sportliche Aktivität der Probanden neben dem Gleichgewichtstraining

Insgesamt zehn Probanden (45%) gaben an, immer Sport betrieben zu haben. Die anderen zwölf (55%) haben nicht durchgehend, lebensbegleitend Sport betrieben. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Probanden in einer Zeit aufgewachsen sind, in der, bedingt durch den Zweiten Weltkrieg, Sporttreiben nicht immer möglich war. Außerdem besaß der Sport zu jener Zeit, besonders bei Frauen, einen geringeren Stellenwert als heute. Vor Beginn des Trainingsprogramms waren jedoch nur vier Personen längere Zeit nicht sportlich aktiv, die anderen achtzehn betätigten sich in verschiedenen Sportarten auf Breitensportlicher Ebene. Keiner der Probanden war nach der Schulzeit leistungsmäßig sportlich aktiv.

5.4.2 Beurteilung des Gleichgewichtstrainings

Im zweiten Teil des Fragebogens sollten die Probanden das absolvierte Gleichgewichtstraining beurteilen. Dabei gaben 17 Personen an, das Training nicht als körperlich anstrengend empfunden zu haben. Die Restlichen waren sich nicht sicher. Im Gespräch bestätigten jedoch alle, dass das Training eine hohe Konzentration erforderte und „man auch mal ins Schwitzen kam“. Muskelkater nach den Trainingseinheiten bekam keiner

der Teilnehmer. Leichte Ermüdung in der Beinmuskulatur nannten im Gespräch jedoch einige Probanden.

Einig waren sich alle Teilnehmer, dass der Schwierigkeitsgrad der ausgewählten Übungen im Training genau richtig war. Dabei empfanden die einzelnen Personen die Übungen zu Beginn als unterschiedlich schwierig. So ergab die Frage, ob die Probanden die Übungen zu Beginn des Trainingsprogramms als schwierig empfanden, folgende Werte:

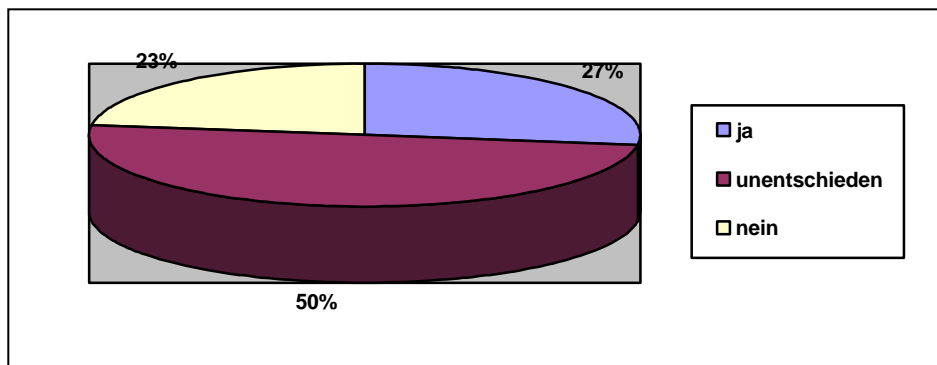


Abb. 45: Schwierigkeit der Übungen zu Beginn des Trainingsprogramms

Der Großteil der Teilnehmer stufte die Übungen als persönliche Herausforderung ein, wie in folgendem Diagramm zu erkennen ist.

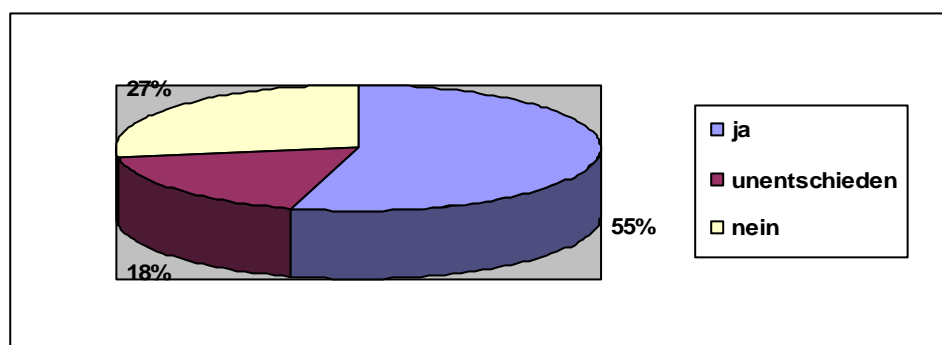


Abb. 46: Einstufung der Übungen als persönliche Herausforderung

Auf die Frage nach dem Üben und Wiederholen von Gleichgewichtsübungen zu Hause außerhalb des Trainings zeigte sich, dass relativ wenig Teilnehmer regelmäßig, trainingsbegleitend zu Hause geübt haben. Nur drei Personen gaben ein regelmäßiges Wiederholen der Übungen an.

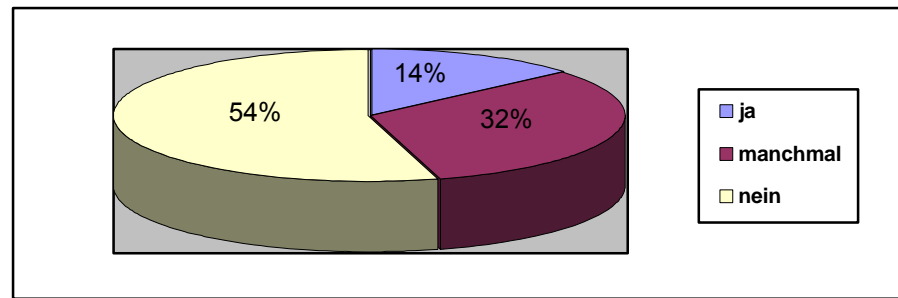


Abb. 47: Trainingsbegleitendes Üben zu Hause

Hinsichtlich der zeitlichen Gestaltung des Trainings herrschte weitgehend Einstimmigkeit unter den Probanden. Alle waren mit zwei Trainingseinheiten in der Woche einverstanden, vier Probanden hätten sich sogar für eine dritte Einheit in der Woche ausgesprochen.

Die Teilnehmer wurden außerdem gebeten, ihre persönlichen Fortschritte selbst einzuschätzen. 17 Teilnehmer gaben an, schon nach kurzer Zeit Trainingserfolge gespürt zu haben, die übrigen fünf waren sich nicht sicher. Die meisten Teilnehmer erkannten erste Fortschritte nach ca. vier bis fünf Übungseinheiten. Die Fortschritte äußerten sich in der verbesserten Ausführung der Übungen, mehr Sicherheit auch auf labilem Untergrund und einer abnehmenden Notwendigkeit von Hilfestellungen. 68% der Teilnehmer waren erstaunt über die schnellen Trainingserfolge. Jedoch nur 27,3 % gaben an, nicht so große Fortschritte erwartet zu haben. Die persönlichen Fortschritte durch das Training wurden weitgehend mit „mittel“ eingestuft.

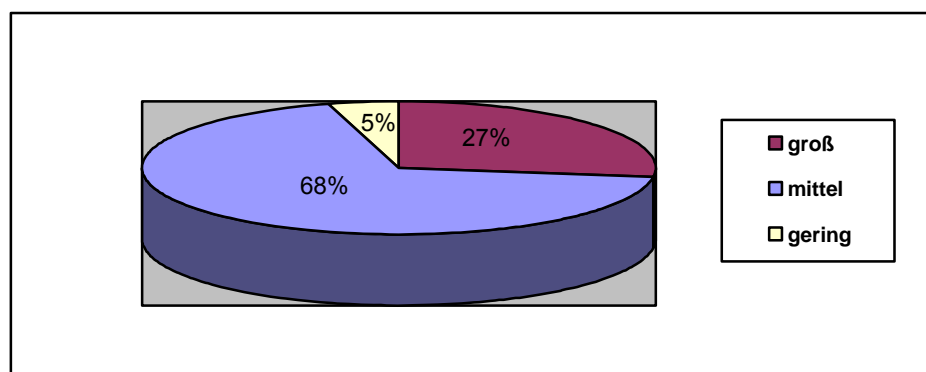


Abb. 48: Einschätzung der persönlichen Fortschritte

Die Teilnehmer wurden nach positiven Auswirkungen des Gleichgewichtstrainings im Alltag gefragt. Positive Auswirkungen auf Alltagsanforderungen stellten 59% der Befragten fest.

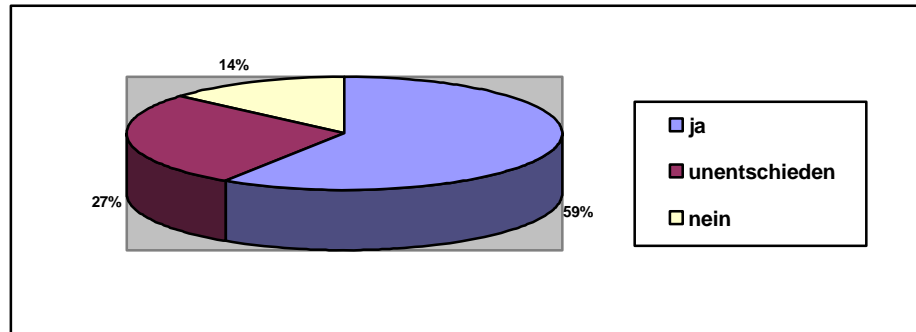


Abb. 49: Positive Auswirkungen des Trainings auf Alltagsanforderungen

Am effektivsten im Hinblick auf Alltagsanforderungen an das Gleichgewicht empfanden die Probanden Balancierübungen sowie Übungen auf den unterschiedlichen Therapiegeräten (Kreisel, Kissen, Kippbrettchen), die eine labile Unterlage darstellen. Hinsichtlich eines Trainings zur Sturzprophylaxe fanden die Teilnehmer ebenfalls die Übungen auf den beweglichen Übungsgeräten sehr effektiv, aber auch Übungen ohne visuelle Kontrolle.

Zum Zeitpunkt der Fragebogenerhebung planten zehn Personen weiterhin Gleichgewichtsübungen zu Hause durchzuführen, elf waren noch unentschieden und nur eine Person wollte definitiv nicht weiter üben. Bei späterem Nachfragen beim Stabilitätstest zeigte sich, dass nur vereinzelt und unregelmäßig Übungen zu Hause weiter durchgeführt wurden. Ohne Motivation durch die Gruppe und ohne Anleitung fiel das Üben zu Hause schwer. Jedoch gaben im Gespräch zu diesem Zeitpunkt alle Probanden zu, dass ein Weiterüben eigentlich notwendig sei, da man die positiven Effekte davon als wichtig empfand.

Abschließend gaben alle Probanden an, dass sie sich in den Gruppen wohl gefühlt haben, ihnen das Training Spaß gemacht hat und sie wieder an dem Trainingsprogramm teilnehmen würden. Dies wurde durch vermehrtes Nachfragen nach weiteren Übungsprogrammen bestätigt.

5.5 Die Gleichgewichtsfähigkeit von Männern und Frauen im Vergleich

Der Vergleich des Leistungsniveaus der Gleichgewichtsfähigkeit bei Männern und Frauen war kein primäres Ziel dieser Untersuchung. Dennoch soll überprüft werden, ob Männer über ein besseres Gleichgewichtsvermögen verfügen, wie vielfach beobachtet wurde (Teipel, 1995), oder ob sich die Leistungsfähigkeit der Geschlechter im Bereich der Gleichgewichtsfähigkeit im Alter annähert, wie ebenfalls häufig in der Literatur erwähnt (Tittelbach, 2002).

Zunächst werden die Ergebnisse der Männer und Frauen tabellarisch dargestellt, danach graphisch. Die ersten zwei Diagramme zeigen die Mittelwerte der Ergebnisse der Trainingsgruppe, danach folgen die der Kontrollgruppe.

Tab. 18: Mittelwerte der Testergebnisse in beiden Tests der Frauen und Männer der Trainings- und der Kontrollgruppe

Testzeitpunkt	Dort. Mod. Romberg-Test			Gleichgewichtstest		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Frauen (Trainingsgruppe)	74,49 (±3,69)	79,45 (±1,01)	78,73 (±2,17)	6,6 (±1,92)	11,13 (±1,73)	9,6 (±1,68)
Männer (Trainingsgruppe)	74,4 (±4,49)	76,14 (±5,44)	73,41 (±6,11)	5,86 (±2,48)	10,71 (±1,799)	9,43 (±1,90)
Frauen (Kontrollgruppe)	74,07 (±4,68)	-	74,97 (±4,73)	6,33 (±1,895)	-	7 (±1,897)
Männer (Kontrollgruppe)	74,9 (±5,12)	-	76,23 (±4,32)	6,86 (±1,46)	-	6,29 (±1,83)

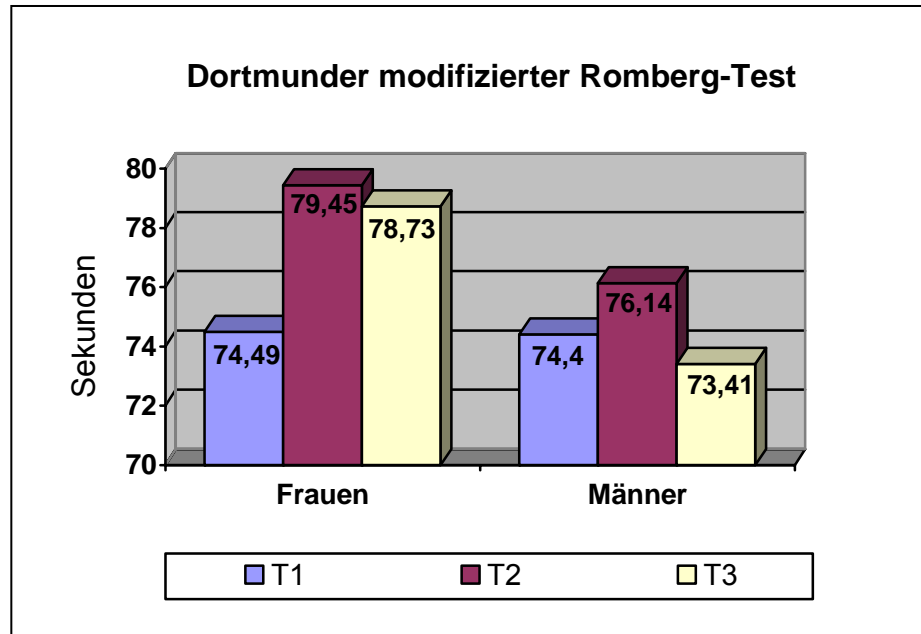


Abb. 50: Mittelwerte der Testergebnisse im Dortmunder modifizierten Romberg-Test von Frauen und Männern der Trainingsgruppe (in Sekunden)

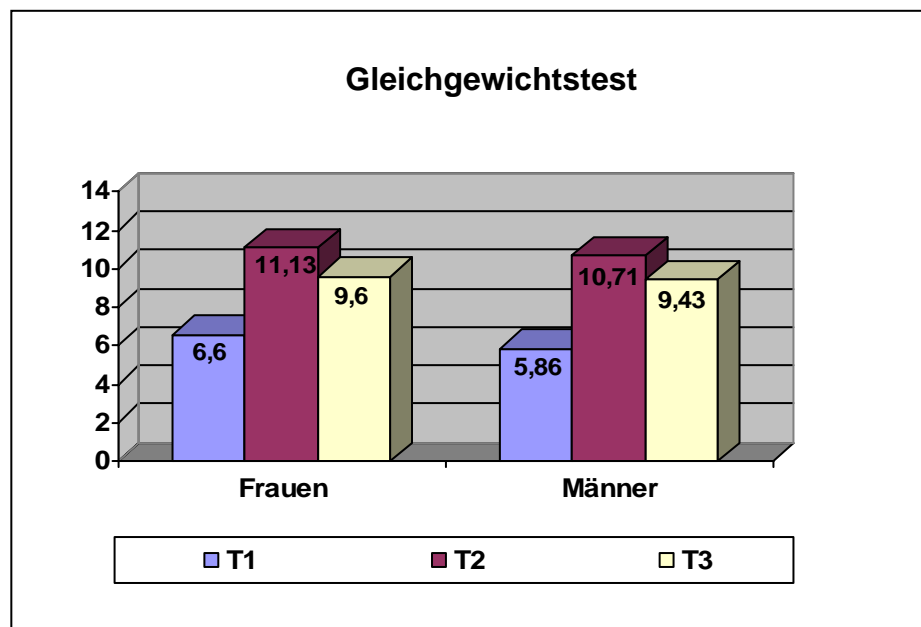


Abb. 51: Mittelwerte der Testergebnisse im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra von Frauen und Männern der Trainingsgruppe (nach der Anzahl der bewältigten Aufgaben)

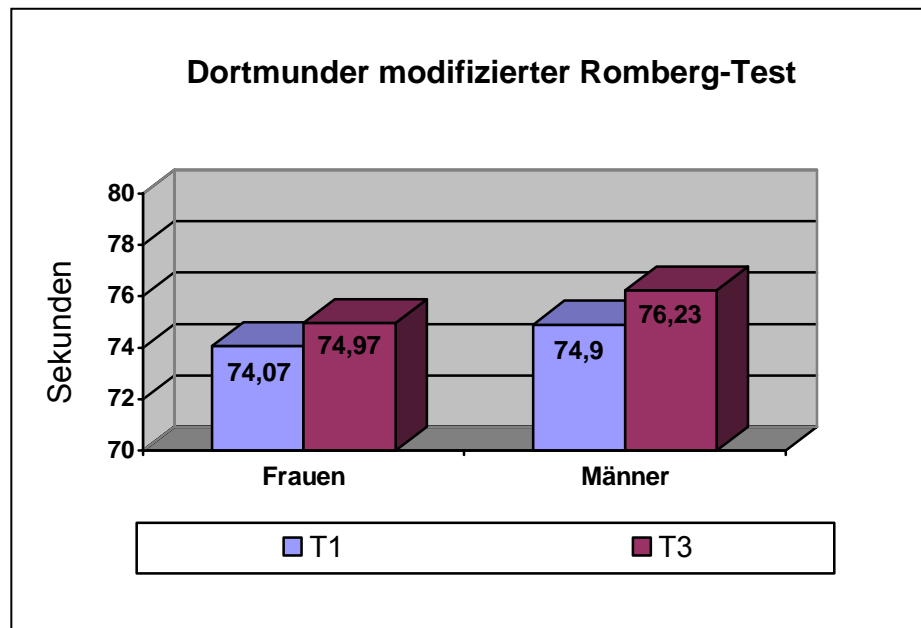


Abb. 52: Mittelwerte der Testergebnisse im Dortmunder modifizierten Romberg-Test von Frauen und Männern der Kontrollgruppe (in Sekunden)

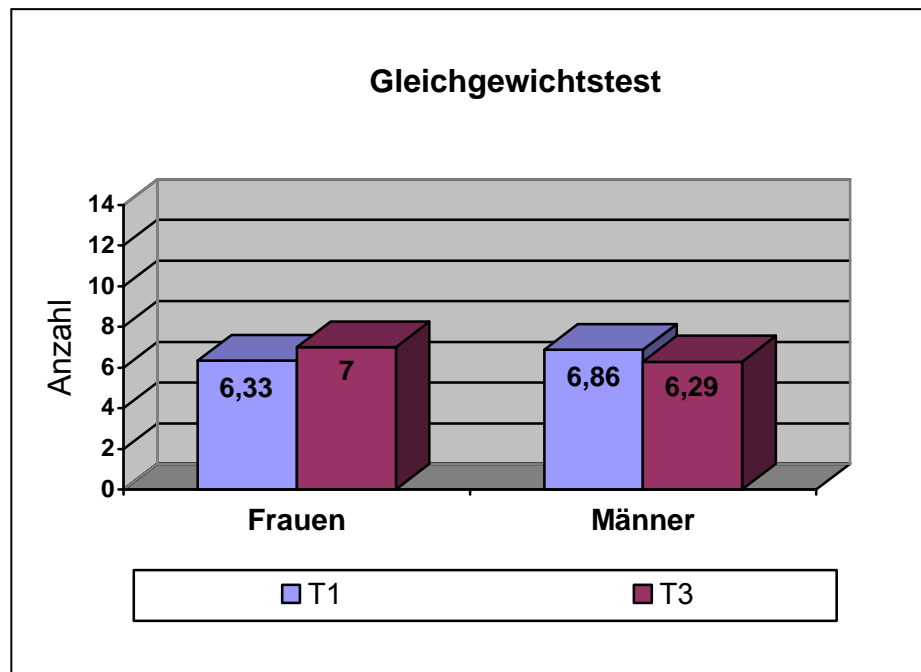


Abb. 53: Mittelwerte der Testergebnisse im Gleichgewichtstest nach Börs und Wydra von Frauen und Männern der Kontrollgruppen (nach Anzahl der bewältigten Aufgaben)

Da die Anzahl der Versuchspersonen in den Untergruppen (Frauen: n=15; Männer: n=7) zu gering ist, kann keine gültige statistische Aussage getroffen werden. Die Ergebnisse können lediglich auf eine Tendenz hinweisen. Für eine gültige Aussage müssten Untersuchungen mit einem größeren Probandenkollektiv durchgeführt werden.

Es wird jedoch deutlich, dass die Ergebnisse nicht eindeutig die These bestätigen, dass Männer über eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit als Frauen verfügen (Teipel, 1995)¹³. Bezüglich des Dortmunder modifizierten Romberg-Tests sind die Ausgangswerte der Frauen und Männer der Trainingsgruppe fast identisch (Frauen=74,49 ($\pm 3,69$) Sek.; Männer=74,4 ($\pm 4,49$) Sek.). Dies stützt die Vermutung einer allmählichen Annäherung des Leistungsniveaus der Geschlechter mit zunehmendem Alter. Bei den Messzeitpunkten T2 und T3 liegen die Ergebnisse der Frauen (T2=79,45 ($\pm 1,01$) Sek.; T3=78,73 ($\pm 2,17$) Sek.) jedoch deutlich über denen der Männer (T2=76,14 ($\pm 5,44$) Sek.; T3=73,41 ($\pm 6,11$) Sek.). Die Frauen haben sich durch das Trainingsprogramm wesentlich stärker gesteigert als die Männer, und ihre Leistungen bleiben nach Trainingsende bedeutend stabiler.

In der Trainingsgruppe zeigen die Frauen auch beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra bessere Gleichgewichtsleistungen zu allen drei Messzeitpunkten (T1=6,6 ($\pm 1,92$); T2=11,13 ($\pm 1,73$); T3=9,6 ($\pm 1,68$)). Jedoch liegen die erreichten Werte nicht wesentlich über denen der Männer (T1=5,86 ($\pm 2,48$); T2=10,71 ($\pm 1,799$); T3=9,43 ($\pm 1,90$)). Diese Ergebnisse lassen auch eher auf eine Leistungsnivellierung der Geschlechter mit zunehmendem Alter schließen.

Die Ergebnisse der Frauen und Männer der Kontrollgruppe unterscheiden sich sowohl im Dortmunder modifizierten Romberg-Test (Frauen: T1=74,07 ($\pm 4,68$) Sek.; T2=74,97 ($\pm 4,73$) Sek.; Männer: T1=74,9 ($\pm 5,12$) Sek.; T2=76,23 ($\pm 4,32$) Sek.) als auch im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra (Frauen: T1=6,33 ($\pm 1,885$); T2=7 ($\pm 1,897$); Männer: T1=6,86 ($\pm 1,46$); T2=6,29 ($\pm 1,83$)) kaum. Die Resultate der Männer liegen minimal über

¹³Vgl. Kapitel 3.2.1

denen der Frauen. Lediglich im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra zu Testzeitpunkt T2 schnitten die Männer etwas schlechter als die Frauen ab.

Die These, dass Männer generell über eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit als Frauen verfügen kann anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden. Die Frauen der Trainingsgruppe zeigten sogar, besonders im Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren, deutlich bessere Leistungen als die Männer ihrer Gruppe. Eine Leistungsnivellierung der Geschlechter hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit im Alter ist jedoch auch bei diesem Probandenkollektiv zu erkennen.

5.6 Überprüfung der Hypothesen

Für die Trainingsgruppe wird die Nullhypothese (H_0) abgelehnt und die Alternativhypothese (H_1) angenommen.

Dies gilt sowohl bezüglich der Ergebnisse im Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren als auch im Gleichgewichtstest nach Bös & Wydra. Es wurde zwischen den Testergebnissen zu Testzeitpunkt T1 und T2 bei der Trainingsgruppe im Dortmunder modifizierten Romberg-Test eine höchst signifikante Leistungssteigerung festgestellt. Zu den gleichen Testzeitpunkten (T1 und T2) erreichte die Trainingsgruppe im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra ebenfalls eine höchst signifikante Leistungssteigerung. Zwischen den Testzeitpunkten T1 und T3 stellte sich bei der Trainingsgruppe im Dortmunder modifizierten Romberg-Test eine sehr signifikante Leistungssteigerung ein, im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra sogar eine höchst signifikante Leistungssteigerung. So bestätigt sich die Alternativhypothese (H_1), die aussagt, dass die Trainingsgruppe sich zwischen den Testzeitpunkten T1 und T2 sowie zwischen T1 und T3 signifikant verbessert, für beide Tests.

Für die Kontrollgruppe wird die Nullhypothese (H_0) angenommen und die Alternativhypothese (H_1) abgelehnt.

Die Kontrollgruppe erreichte beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test zwar eine geringfügige Leistungssteigerung zwischen T1 und T3, diese ist jedoch nicht signifikant, da $p=0,312$ ist und somit größer als 0,05. Im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra zeigt die Kontrollgruppe ebenfalls eine minimale Leistungssteigerung, die jedoch auch nicht signifikant ist. Also hat sich die Kontrollgruppe entsprechend der Nullhypothese (H_0) in keinem der Testbestandteile signifikant gesteigert.

5.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Trainingsgruppe erzielte in beiden sportmotorischen Tests zur Gleichgewichtsfähigkeit signifikante Verbesserungen. Dabei handelt es sich bis auf das Ergebnis zwischen T1 und T3 im Dortmunder modifizierten Romberg-Test um höchst signifikante Leistungsverbesserungen.

Die Kontrollgruppe erreichte dagegen in keinem der beiden sportmotorischen Tests eine signifikante Leistungssteigerung. Im Dortmunder modifizierten Romberg-Test zeigte sich von T1 zu T3 zwar eine geringe Leistungssteigerung, die jedoch nicht signifikant ist. Diese minimale Steigerung könnte aufgrund ihrer Geringfügigkeit eventuell auch tagesabhängigen Leistungsschwankungen zugeschrieben werden. Die beiden folgenden Grafiken veranschaulichen die Leistungsentwicklung der Trainingsgruppe.

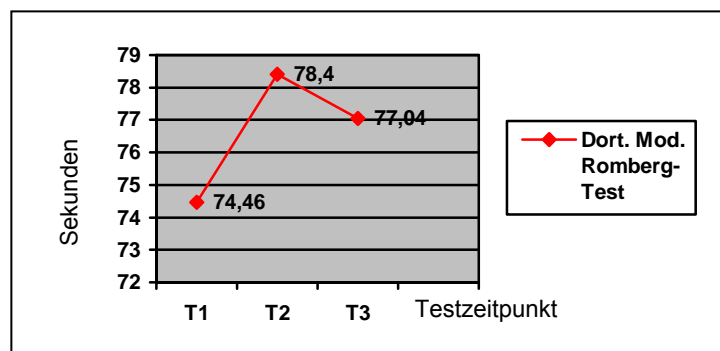


Abb. 54: Mittelwerte der Trainingsgruppe im Dortmunder modifizierten Romberg-Test in Sekunden zu den verschiedenen Testzeitpunkten (Standartabweichungen s. Tab. 16)

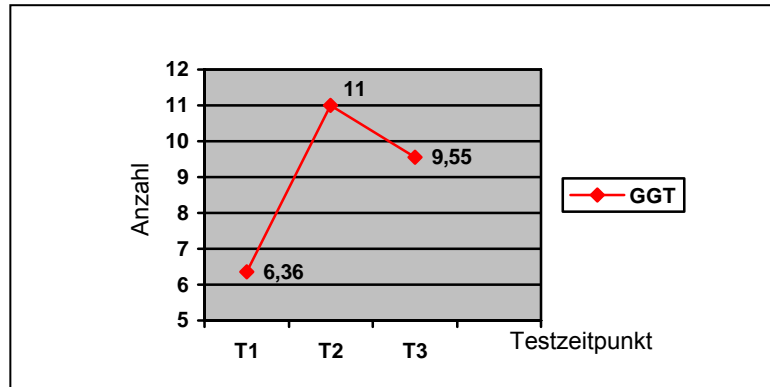


Abb. 55: Mittelwerte der Trainingsgruppe im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra nach Anzahl der bewältigten Aufgaben (Standartabweichungen s. Tab. 16)

Zusammenfassend sind in der nachfolgenden Tabelle die Signifikanzen in den durchgeführten Tests im Überblick dargestellt:

Tab. 19: Signifikanzen in den sportmotorischen Tests

Testzeitpunkt	Dortmunder modifizierter Romberg-Test		Gleichgewichtstest	
	T1-T2	T1-T3	T1-T2	T1-T3
Trainingsgruppe	***	**	***	***
Kontrollgruppe	T1-T3 = ns		T1-T3 = ns	

(*** = höchst signifikant; ** = sehr signifikant; ns = nicht signifikant)

Bei dem Vergleich der Ergebnisse in beiden durchgeführten Tests von Frauen und Männern innerhalb ihrer Gruppe konnten zwar keine statistisch gültigen Aussagen getroffen werden, da die Anzahl der Versuchspersonen in den Untergruppen zu gering war, dennoch ließen sich Tendenzen erkennen. Die Frauen und Männer der Trainingsgruppe weisen im Dortmunder modifizierten Romberg-Test beim ersten Testzeitpunkt eine fast gleiche Leistung der Gleichgewichtsfähigkeit auf. Jedoch erreichen die Frauen durch das Interventionsprogramm eine wesentlich größere Leistungssteigerung als die Männer ihrer Gruppe, und auch nach Trainingsende bleiben ihre Werte stabiler als bei den männlichen Probanden. Beim Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra (GGT) liegen die Ergebnisse der Frauen so gering über denen der Männer, dass fast von einem gleichen Leistungsniveau der Frauen und Männer der Gruppe ausgegangen werden kann. Bei den Teilnehmern der Kontrollgruppe unterscheiden sich die Ergebnisse der Frauen und Männer kaum. Bis auf einen Testzeitpunkt (GGT: T3) liegen die Ergebnisse der Männer leicht über denen der Frauen. Aufgrund der Ergebnisse kann also nicht eindeutig die These gestützt werden, dass Männer generell über eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit verfügen als Frauen. Es ist hier eher eine Leistungsnivellierung der Geschlechter im Alter zu erkennen, da die Leistungsunterschiede relativ gering ausfallen.

6 DISKUSSION

In dieser Studie konnte die Alternativhypothese (H_1), die besagt, dass die Trainingsgruppe durch das Interventionsprogramm zur Gleichgewichtsschulung signifikante Leistungssteigerungen bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit zwischen den Testzeitpunkten erreichen würde, bestätigt werden. Bei den Gleichgewichtstests direkt nach Beendigung des Trainingsprogramms konnten in beiden Tests bei der Trainingsgruppe sogar höchst signifikante Steigerungen der Gleichgewichtsfähigkeit registriert werden. Auch sechs Wochen nach Beendigung des Gruppentrainings war in beiden Tests noch eine signifikante Leistungssteigerung zu erkennen. Die Werte waren zwar etwas gesunken, lagen aber immer noch deutlich über dem Ausgangsniveau. Bei der Kontrollgruppe konnten dagegen keine signifikanten Leistungssteigerungen festgestellt werden. Hier bestätigte sich die Nullhypothese (H_0), dass sich die Kontrollgruppe in keinem der Testbestandteile signifikant verbessert. Die minimalen Leistungssteigerungen dieser Gruppe in beiden Tests sind wahrscheinlich in tagesbefindlichen Leistungsschwankungen begründet. Ursache kann aber auch ein minimaler Übungseffekt sein, da die Testübungen beim zweiten Testzeitpunkt bereits bekannt waren.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch ein gezieltes Koordinationstraining zur Gleichgewichtsfähigkeit gute Erfolge in diesem Bereich der Koordination erreicht werden können. Damit werden die Ergebnisse vieler vorangegangener Interventionsstudien (u. a. von Belurosova, 1965; Charabuga, 1967; Espenschade & Eckert, 1967; Rikli & Edwards, 1991; Wydra, 1993; Kirchner, 1992; Hu & Woollacott, 1994; Westphal, 1997) zu diesem Themenbereich bestätigt.

Die Stabilität der Leistungen, die beim dritten Messzeitpunkt festgestellt wurde, zeigt, dass ein gezieltes Gleichgewichtstraining durchaus eine länger anhaltende Wirkung haben kann. Das Leistungsniveau der Trainingsgruppe sank zwar zwischen Beendigung des Trainingsprogramms und dem dritten Testzeitpunkt sechs Wochen später etwas ab, lag jedoch immer noch über dem Ausgangsniveau. Der allmähliche Leistungsrückgang

nach Beendigung des angeleiteten Trainings zeigt jedoch auch, dass ein regelmäßiges Weiterüben nötig ist, um das erreichte Leistungsniveau zumindest zu erhalten oder sogar zu steigern. Diese Tendenz bestätigt auch der Stabilitätstest in der Studie von Belurosova (1965), bei dem ebenfalls ein Rückgang des Leistungsniveaus nach Einstellen des Trainings auftrat. Der Frage, wie viel und wie oft geübt werden muss, um eine Leistungsstabilität zu erreichen, wäre in einer weiteren Untersuchung nachzugehen. Nach Kirchner und Schaller (1996) reicht für das Erhalten früher erlernter koordinativer Fähigkeiten bereits eine Trainingseinheit pro Woche. Empfehlenswert ist im Bereich der Koordination jedoch eher ein häufigeres kurzes Üben mit hoher Konzentration als eine lange Trainingseinheit pro Woche. Zur Erhaltung des Leistungsniveaus würde eventuell schon ein regelmäßiges kurzes Übungsprogramm ausreichen, das auch zu Hause durchgeführt werden könnte. Stabilität scheint jedenfalls auf Dauer nicht ohne ausreichendes Üben möglich zu sein, wie die Ergebnisse des Stabilitätstest dieser Studie zeigen.

Da es sich bei dem Probandenkollektiv um Personen mit einem Altersdurchschnitt von 64,4 Jahren handelte, lassen sich aufgrund der erhobenen Daten Rückschlüsse auf die Trainierbarkeit der Gleichgewichtsfähigkeit im fortgeschrittenen Alter ziehen. In keinem Fall stützen die Ergebnisse die Theorie des lange angenommenen Defizitmodells, nach dem die organischen Abbauprozesse im Altersverlauf irreversibel und unkontrollierbar sind. Demzufolge wären keine Erfolge durch Interventionsprogramme möglich. Die signifikanten Leistungsverbesserungen in dieser Studie entsprechen der Theorie des gegenwärtig in der Gerontologie diskutierten Kompetenzmodells, das besagt, dass auch im Alter durch entsprechende Anforderungen Leistungsverbesserungen erreicht werden können.

Innerhalb des Trainingsprogramms wurden die Teilnehmer regelmäßig mit völlig neuen Bewegungsabläufen konfrontiert, wie z. B. Balancieren auf einem Therapiekreisel bei gleichzeitigem Ball Hochwerfen und Fangen. Das erfolgreiche Bewältigen dieser Aufgaben bestätigt, dass Ältere durchaus

noch neue motorische Aufgaben erlernen können, wie bereits Schaller (1996) in einer Interventionsstudie feststellte.

Hinsichtlich der Testanforderungen ist der Dortmunder modifizierte Romberg-Test für Senioren etwas geeigneter als der Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra (GGT), weil die Aufgaben durch die beidbeinige Ausführung weniger kraftabhängig sind als die vielen Übungen im Einbeinstand beim GGT. Im Dortmunder modifizierten Romberg-Test waren vermutlich aus diesem Grund durchweg gute Ergebnisse festzustellen. Daneben waren die Anforderungen an die Gesamtkoordination allerdings bei den statischen Übungen des Dortmunder modifizierten Romberg-Tests auch etwas geringer als im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra.

Der Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra (GGT) war durch die Anzahl von vierzehn Aufgaben relativ umfangreich. Zudem steigerte sich die Schwierigkeit der Aufgaben im Verlauf des Tests. Deshalb war es wichtig zwischen den einzelnen Aufgaben ausreichend lange Pause einzuhalten, um Fehler durch Ermüdungserscheinungen auszuschließen. Die erhobenen Ergebnisse zeigen keine Anzeichen von einer deutlich abfallenden Leistung im Testverlauf. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass der Test in der Länge und dem Anspruch dem Alter des Probandenkollektivs entsprach. Die im Posttest erzielten Ergebnisse sind nach der Normtabelle, übertragen für diese Altersgruppe, als durchweg sehr gut zu bewerten, und auch die Mittelwerte bei Prätest und Stabilitätstest als mittel bis gut.

Bezüglich der Gleichgewichtsanforderungen ließ sich in den Tests und auch im Training beobachten, dass Aufgaben zum dynamischen Gleichgewicht von den Teilnehmern durchweg besser bewältigt wurden als statische Gleichgewichtsübungen im Einbeinstand. Eine mögliche Erklärung dafür ist die Tatsache, dass auftretende Gleichgewichtsschwankungen bei dynamischen Aufgaben besser innerhalb der Bewegung ausgleichbar und kompensierbar sind. Außerdem sind statische Gleichgewichtsübungen im Einbeinstand kraftabhängiger und durch die abnehmende Kraft im Alter dadurch etwas schwieriger in der Ausführung. Zudem hatten dynamische

Gleichgewichtsübungen im Trainingsprogramm einen relativ hohen Anteil (58,9%)¹⁴. Dies liegt darin begründet, dass dynamische Gleichgewichtsübungen weniger kraftabhängiger sind und daher länger durchführbar waren als statische. Da das dynamische Gleichgewicht hauptsächlich auf der Verarbeitung vestibulärer Informationen beruht, das statische Gleichgewicht dagegen im Wesentlichen auf der Verarbeitung von Informationen der kinästhetischen und taktilen Analysatoren, lassen sich die Leistungen in den Gleichgewichtsarten eventuell auch durch die unterschiedliche altersbedingte Abnahme der Leistungsfähigkeit der einzelnen Analysatorenbereiche erklären.

Lediglich bei dynamischen Übungen, bei denen rückwärts balanciert werden musste, traten im dynamischen Bereich vermehrt Probleme auf. Dies ist neben der Tatsache, dass Rückwärtslaufen im Alltag selten gefordert ist, möglicherweise auf eine auftretende Unsicherheit zurückzuführen, wenn der Proband nicht sehen kann, wohin er geht. Diese Schwierigkeiten erhöhten sich, sobald Übungen mit geschlossenen Augen durchgeführt werden sollten. In diesem Bereich war die Fehlerquote der beiden Gruppen am größten. Am deutlichsten wurde dies bei Übungen im Einbeinstand mit geschlossenen Augen. Auch durch das Training ergaben sich in diesem Bereich nur geringe Verbesserungen. Beim Balancieren auf dem Balken mit geschlossenen Augen verbesserten sich die Teilnehmer etwas mehr. Dies zeigte wieder, dass den Probanden die dynamischen Gleichgewichtsübungen leichter fielen. Auch im Dortmunder modifizierten Romberg-Test traten die meisten Schwierigkeiten bei Ausschalten der optischen Kontrolle auf. Die Versuchspersonen bestätigten im Gespräch nach den Tests alle, dass sie bei dem Ausschalten der optischen Kontrolle sofort eine starke Unsicherheit verspüren würden. Das Gefühl der Unsicherheit führten sie auf die ungewohnte Situation zurück. Schon Woollacott und Jensen (1994) stellten fest, dass Ältere bei der Einschränkung der sensorischen Informationen, wie auch bei einem Schließen der Augen, weniger leistungsfähig als Jüngere sind. Auch nach Bernstein (1987) wird der optische Analysator mit zunehmendem Alter immer wichtiger. Meusel

¹⁴ Vgl. Kapitel 4.5.4 Gewichtung der einzelnen Trainingsformen

(1996) berichtet bei Ausschalten der visuellen Kontrolle von deutlich schlechteren Gleichgewichtsleistungen bei Älteren und weist in diesem Zusammenhang auf ein erhöhtes Sturzrisiko bei schlechten Lichtverhältnissen oder Dunkelheit hin. Generell dominiert beim Lernen von Bewegungen beim Menschen das visuelle System, da der Mensch Bewegungsabläufe in erster Linie optisch kontrolliert (Häfelinger & Schuba, 2002). Dies erklärt die deutlichen Schwierigkeiten bei Übungen mit geschlossenen Augen.

Abschließend soll auf das Trainingsprogramm der Untersuchung und das Koordinationstraining allgemein als geeignete Trainingsform für Ältere eingegangen werden. Aus der Beurteilung des Trainings in den Fragebögen wird deutlich, dass Aufbau, Form und Häufigkeit des Trainingsprogramms den Erwartungen der Teilnehmer entsprachen. Durch den spielerischen Charakter und den Abwechslungsreichtum von Übungen zur Koordination war für eine aufgelockerte Trainingsatmosphäre gesorgt, wodurch alle Versuchspersonen stets eine große Motivation aufwiesen. Diese wurde auch dadurch unterstützt, dass sich im koordinativen Training schnell deutliche Leistungssteigerungen einstellen. Im Vergleich zu den anderen motorischen Beanspruchungsformen ist die Koordination am schnellsten trainierbar (Weineck, 1996). Auch die Antworten der Teilnehmer in den Fragebögen bestätigen, dass sie relativ schnell, ca. nach 2 Wochen, erste Leistungssteigerungen ihrer Gleichgewichtsfähigkeit bemerkten. Dabei ist zu beachten, dass deutliche Trainingserfolge zu Trainingsbeginn der Normalfall sind. Danach verläuft die Leistungssteigerung meist langsamer. Aus diesem Grund sollten Interventionsprogramme nicht über einen zu kurzen Zeitraum durchgeführt werden, um Verfälschungen der Ergebnisse zu vermeiden.

Dadurch dass die Ausgangsvoraussetzungen für ein Koordinationstraining zur Gleichgewichtsschulung recht gering sind, konnten auch problemlos schwächere Teilnehmer in die Gruppe integriert werden. Die Personen, die zu Beginn des Trainings ein sehr geringes Leistungsniveau besaßen, konnten durch das Training einen besonders großen Leistungszuwachs erzielen. Besonders im Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra (GGT)

steigerten sich die Probanden mit den niedrigsten Ausgangswerten am meisten. Diese Entwicklung entspricht dem Ausgangswertgesetz zu entsprechend hohen Leistungsgewinnen (Wilder, 1931). Nach der WILDERSchen Regel korreliert ein niedriges Ausgangsniveau mit einem höheren Lernniveau.

Vorteil des Koordinationstrainings als Trainingsform ist, dass leicht der Bezug zu Alltagsanforderungen hergestellt werden kann. Aufgrund dieser Tatsache, stellt ein gezieltes Koordinationstraining zu Gleichgewichtsfähigkeit ein effizientes Mittel zur Sturzprophylaxe im Alltag dar. Nachweislich reduziert eine gute Gleichgewichtsfähigkeit die Sturzhäufigkeit und Unfallrisiken älterer Menschen (Kirchner & Schaller, 1996) und ist außerdem eine wichtige Grundvoraussetzung für die Koordination aller Bewegungsabläufe (Häfelinger & Schuba, 2002). Im Training wurde versucht, regelmäßig alltagsähnliche Bewegungsaufgaben zu stellen, wie z. B. das Schnüren der Sportschuhe im einbeinigen Stehen oder das Gehen auf unebenem Untergrund. Merkbare positive Auswirkungen auf Alltagsbelastungen, die Gleichgewichtsanforderungen beinhalten, stellten 59% der Trainingsgruppenteilnehmer fest.

Ein weiterer Vorteil eines Koordinationstrainings liegt besonders für ältere Personen darin, dass es sich um eine Trainingsform handelt, die körperlich wenig anstrengend ist. Die Belastungen gehen nicht über die alltäglichen hinaus. Trotzdem können durch ein Koordinationstraining signifikante Leistungssteigerungen erreicht werden. Aus diesem Grund sollte dem gezielten Koordinationstraining im Sport mit Älteren mehr Aufmerksamkeit zuteil werden. Eine gute Koordinationsfähigkeit entlastet durch die Bewegungsökonomie alle Organsysteme, vermindert das Sturzrisiko und fördert durch eine verbesserte Bewegungssicherheit Selbständigkeit und Wohlbefinden im Alter.

7 FAZIT UND AUSBLICK

In dieser Untersuchung konnten bei Probanden fortgeschritteneren Alters signifikante Leistungssteigerungen der Gleichgewichtsfähigkeit durch ein Interventionsprogramm zur Gleichgewichtsschulung erreicht werden. Diese Ergebnisse zeigen, dass durch ein gezieltes Training auch in fortgeschrittenem Alter durchaus noch gute Erfolge erzielt werden können. Die Leistung kann dadurch nicht nur erhalten, sondern auch noch gesteigert werden. Durch die Schulung der Gleichgewichtsfähigkeit wird eine verbesserte Bewegungssicherheit erreicht, die die Selbständigkeit Älterer erhält und gleichzeitig eine effektive Sturzprophylaxe im Alter darstellt. Dadurch können Verletzungen durch Unfälle reduziert werden.

Durch gezielte Programme zur Sturzprophylaxe könnten wiederum langfristig die Gesundheitskosten gesenkt werden, wodurch das Thema aufgrund der stetig steigenden Kosten im Gesundheitssystem zunehmend an Aktualität gewinnt. Besonders für Osteoporosepatienten wäre ein gezieltes Training zur Sturzprophylaxe sinnvoll, um Frakturen durch Stürze zu vermeiden.

Hinsichtlich der Praxis bedeutet dies, dass es wichtig ist, das Koordinationstraining gezielter einzusetzen. Es sollte von der weit verbreiteten Meinung, dass die Koordination sowieso bei allen sportlichen Bewegungen mittrainiert wird und deshalb kein gesondertes Koordinationstraining notwendig ist, abgewichen werden. Das Koordinationstraining wird in seiner Wirkung und Wichtigkeit noch häufig unterschätzt und zu oft vernachlässigt. Besonders im Sport mit Älteren sollte das gezielte Training der Koordination unter Einbezug von Übungen zur Gleichgewichtsfähigkeit ein fester Bestandteil des Trainings sein. Das Koordinationstraining ist durch seinen Variationsreichtum abwechslungsreich, meist recht beliebt und leicht in Sportprogramme zu integrieren. Da es körperlich wenig erschöpfend ist, ist es auf allen Leistungsniveaus problemlos durchführbar. Um das Training der Koordination im Sport mit Älteren zu etablieren, bedarf es allerdings auch einer gezielten Ausbildung der Übungsleiter, in der auf die Wichtigkeit der Koordination und besonders der Gleichgewichtsfähigkeit

für Ältere hingewiesen wird und in der Trainingsmethoden erarbeitet werden.

Daneben ist es von Bedeutung, auch die Teilnehmer von Seniorensportprogrammen dafür zu sensibilisieren, welche Bedeutung die Koordination im Alter im Hinblick auf die Erhaltung der Selbständigkeit und die Sturzprophylaxe hat. In organisierten Sportangeboten sollten immer auch Anregungen für ein Üben zu Hause gegeben werden.

Durch das Gleichgewichtstraining wurden bereits gute Erfolge erzielt, die sich positiv auf die Bewegungssicherheit auswirkten und die als Sturzprophylaxe dienen können. Um eine optimale Sturzprophylaxe zu gewährleisten, sollte das Gleichgewichtstraining jedoch durch Koordinationsübungen zur Reaktionsfähigkeit und Differenzierungsfähigkeit ergänzt und mit einem leichten Krafttraining, besonders der unteren Extremitäten, und einem gezielten Falltraining unter Anleitung kombiniert werden.

Da die Thematik „Sport und Alter“ aufgrund der allmählichen Alterung der Gesamtbevölkerung und der steigenden Gesundheitskosten aus gesellschaftspolitischer Sicht immer aktueller wird, ist auf jeden Fall in diesem Bereich weitere Forschung notwendig. Bezüglich dieser Studie wäre es interessant, die Langzeiteffekte des Gleichgewichtstrainings ein halbes Jahr nach der Intervention zu erfassen. Um statistisch gültige Aussagen über den Unterschied der Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit von Männern und Frauen treffen zu können, sollten weitere Studien mit einem größeren Probandenkollektiv durchgeführt werden.

Die Studie könnte im Hinblick auf die Sturzprophylaxe auch durch den Einbezug von Übungen und sportmotorischen Tests zur Differenzierungs- und Reaktionsfähigkeit erweitert werden, um weitere an der Sturzprophylaxe maßgeblich beteiligten koordinativen Fähigkeiten zu untersuchen. Auch der Einfluss eines leichten Krafttrainings der unteren Extremitäten und/oder eines Falltrainings auf die Gleichgewichtsfähigkeit wären in diesem Kontext zu untersuchen. Es könnten im Anschluss die

Auswirkungen auf die Sturzanfälligkeit bzw. -häufigkeit im darauf folgenden Jahr beobachtet werden. Von Interesse wäre es außerdem, festzustellen, welche Erfolge mit einem zu Hause durchgeführten Minimal-Trainingsprogramm zur Gleichgewichtsfähigkeit im Vergleich zu einem organisierten Sportangebot zur Koordination in der Gruppe zu erreichen sind.

Fest steht, dass die Möglichkeit der Entwicklung und Stabilität der Gleichgewichtsfähigkeit auch im fortgeschrittenen Alter noch vorhanden zu sein scheint. Diese Tatsache ermöglicht die Sturzprävention im Alter durch gezielte Programme zur Koordination. Derartige Prävention durch Bewegung stellt die kostengünstigste und effektivste Form der Gesundheitsvorsorge dar. Da dies von großer gesellschaftspolitischer und ökonomischer Bedeutung ist, kommt der weiteren Forschung im Bereich des Sports mit Älteren zukünftig große Bedeutung zu.

ZUSAMMENFASSUNG

Die demographische Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland mit der Tendenz der zunehmenden Alterung der Gesellschaft zwingt zu Überlegungen zum erfolgreichen Altern. Hierbei hat auch der Sport einen großen Anteil, indem durch gezielte Sportprogramme die Gesundheit erhalten und gefördert werden kann. Dies ist hinsichtlich der stetig steigenden Gesundheitskosten ein immer aktuelleres Thema. Eine gezielte Sturzprophylaxe im Alter kann entscheidend zur Senkung der Gesundheitskosten beitragen und gleichzeitig die Selbständigkeit und damit auch die Lebensqualität im Alter erhöhen. In dieser Studie zur Koordination im Alter sollte überprüft werden, wie effektiv ein gezieltes Gleichgewichtstraining im Alter ist, mit dem Ziel, Möglichkeiten für eine Sturzprophylaxe zu finden und vorbeugende Maßnahmen zu optimieren.

Zu diesem Zweck wurden zu Beginn der Untersuchung eine Trainingsgruppe und eine Kontrollgruppe mit jeweils 22 Personen mit einem Altersdurchschnitt von 64,4 Jahren gebildet. Die Versuchspersonen waren durchschnittlich bis wenig trainiert. Die Trainingsgruppe nahm an einem zehnwöchigen Interventionsprogramm zur Gleichgewichtsschulung unter Anleitung der Autorin teil. Das Training fand zweimal wöchentlich für 45 Minuten statt. Zur Ermittlung ihres individuellen Niveaus der Gleichgewichtsfähigkeit wurden als sportmotorische Tests der Dortmunder modifizierte Romberg-Test für Senioren und der Gleichgewichtstest nach Bös und Wydra eingesetzt. Die Trainingsgruppe durchlief diese Tests vor Beginn der Intervention als Prätest, direkt danach als Posttest und sechs Wochen nach Beendigung des Interventionsprogramms als Stabilitätstest. Die Kontrollgruppe absolvierte die Tests nur zu Beginn der Untersuchung und beim dritten Testzeitpunkt. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte unter dem Aspekt der Leistungssteigerung der Gleichgewichtsfähigkeit durch das Interventionsprogramm. Es wurde dabei kein direkter Gruppenvergleich angestrebt.

Die Trainingsgruppe verbesserte ihre Gleichgewichtsfähigkeit im Laufe der Studie signifikant. Auch die Testergebnisse des Stabilitätstests lagen noch

über den Anfangswerten und wiesen eine signifikante Leistungsverbesserung gegenüber den Ausgangswerten auf. Bei der Kontrollgruppe dagegen wurde keine signifikante Leistungssteigerung beobachtet.

Bei dem Vergleich des Niveaus der Gleichgewichtsfähigkeit von Frauen und Männern konnten aufgrund der geringen Anzahl der Versuchspersonen in den Untergruppen keine statistisch gültigen Aussagen getroffen werden. Die Ausgangswerte der Frauen und Männer waren in der Trainingsgruppe fast gleich. Die Frauen der Trainingsgruppe steigerten sich jedoch durch die Gleichgewichtsschulung wesentlich stärker und zeigten auch im Stabilitätstest bessere Leistungen. In der Kontrollgruppe lagen die Ergebnisse der Männer minimal über denen der Frauen. Insgesamt lässt sich bezüglich der Gleichgewichtsfähigkeit im Alter, im Gegensatz zu früheren Lebensabschnitten, eine gewisse Leistungsnivellierung der Geschlechter beobachten. Von der Jugend bis zum Erwachsenenalter weisen dagegen Jungen meist eine deutlich bessere Gleichgewichtsfähigkeit auf als Mädchen, wie auch Fetz (1990)¹⁵ in seinen Tests zum Schwebestehen und Schwebegehen mit weiblichen und männlichen Probanden im Alter von 6 bis 79 Jahren belegte.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gleichgewichtsfähigkeit durch ein gezieltes zehnwöchiges Trainingsprogramm signifikant gesteigert werden konnte. Dieser Trainingseffekt war auch sechs Wochen nach Beendigung des Trainingsprogramms noch nachweisbar. Durch gezielte Trainingsprogramme können also auch im fortgeschrittenen Alter noch gute und auch relativ stabile Leistungssteigerungen erreicht werden.

Unumstritten ist, dass im fortgeschrittenen Alter die Unsicherheiten im Bereich des Gleichgewichts zunehmen und damit auch die Sturzgefahr steigt. Bei der abschließenden schriftlichen Befragung gaben über die Hälfte der Teilnehmer der Trainingsgruppe an, dass sie positive Auswirkungen der Gleichgewichtsübungen auf Alltagsanforderungen festgestellt haben. Aufgrund der in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse ist anzunehmen, dass gezielte Trainingsprogramme eine gute Möglichkeit für

¹⁵ Vgl. Kapitel 2.2.1 Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit

die Sturzprophylaxe und die Erhaltung der Selbständigkeit im Alter darstellen. Deshalb sollten Koordinationsübungen, besonders auch zur Gleichgewichtsfähigkeit, ein fester Bestandteil von Sportprogrammen für Ältere sein.

LITERATURVERZEICHNIS

- Avlund, K., Schroll, M., Davidsen, M., Lovborg, B. & Rantanen, T. (1994). Maximal Isometric Muscle Strength and Functional Ability in Daily Activities Among 75-Year-Old Men and Women. *Scand. J Med. Sci. Sports*, (1), 32-40.
- Belurosova, A. (1965). Veränderung von Gewandtheit, Gleichgewicht und Schnelligkeit bei Personen mittleren und fortgeschrittenen Alters im Zusammenhang mit gymnastischer Befähigung. *Teor. Prakt. Fiz. Kult.*, 48, 278-281. Zitiert nach G. Kirchner & H.-J. Schaller (1996), *Motorisches Lernen im Alter: Grundlagen und Anwendungsperspektiven*. (S. 65). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Bernstein, N. A. (1987). *Bewegungsphysiologie*. Leipzig: J. A. Barth.
- Binder, E. F., Brown, M., Craft, S., Schechtman, K. B. & Birge, S. (1994). Effects of a Group Exercise Program on Risk Factors for Falls in Frail Older Subjects. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2 (1), 25-37.
- Birren, J. E. (1974). *Altern als psychologischer Prozess*. Freiburg: Lambertus.
- Blume, D. D. (1978). Zu einigen wesentlichen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 27 (Beiheft 1), 29-36.
- Blume, D.-D. (1979). Grundlagen und Methoden der Ausbildung koordinativer Fähigkeiten. In D. Harre (1986), *Trainingslehre*. (S. 187-194). Berlin (Ost): Sportverlag.
- Bös, K. (1994). Differentielle Aspekte der Entwicklung motorischer Fähigkeiten. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch*. (S. 238-254). Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K. (2001). *Handbuch Motorische Tests*. Göttingen: Hogrefe-Verlag.

- Bös, K. & Wydra, G. (1992). Gleichgewichtstest. In K. Bös (Hrsg.) (2001), *Handbuch Motorische Tests*. (S. 283-286). Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Bretz, K. & Lee, C. P. (1995). Static Balance and Motor Coordination in Elderly. In K. Häkkinen, K. L. Leskinen, P. V. Komi & A. Mero (Hrsg.), *Book of Abstracts. 15th Congress of the International Society of Biomechanics*. (S. 128-129). Jyväskylä.
- Buchner, D. M., Cress, M. E., Lateur, B. J. de, 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. *Journal of Gerontology*, 52A (4), M218-M224.
- Charabuga, I. V. (1967). Schulung des Gleichgewichts bei Personen fortgeschrittenen Alters. *Teor. Prakt. Fiz. Kult.*, 50, 50-51. Zitiert nach G. Kirchner & H.-J. Schaller (1996), *Motorisches Lernen im Alter: Grundlagen und Anwendungsperspektiven*. (S. 65). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Conzelmann, A. (1993). *Wettkampfsport in der zweiten Lebenshälfte am Beispiel der Seniorenleichtathletik*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Conzelmann, A. (1997). *Entwicklung konditioneller Fähigkeiten im Erwachsenenalter*. Schorndorf: Hofmann.
- Deetjen, P. & Speckmann, E.-J. (1992). *Physiologie*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Denk, H. (1996). *Alterssport: Aktuelle Forschungsergebnisse*. Schorndorf: Hofmann.
- Denk, H. & Pache, D. (1992). Bewegung und Sportaktivitäten aus Sicht der Ältern und Tendenzen einer Einstellungserhebung. In G. Kirchner & H.-J. Schaller (1996), *Motorisches Lernen im Alter: Grundlagen und Anwendungsperspektiven*. (S. 66). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

- Denk, H. & Pache, D. (1999). Die Bonner Alterssport-Studie: Eine Untersuchung der Motivation und Einstellung Älterer zu Sport- und Bewegungsaktivitäten. *Sportwissenschaft*, 29 (3), Sonderheft: Alterssport, 324-342.
- Ehrsam, R. & Zahner, L. (1996). Kraft und Krafttraining im Alter. In H. Denk (Hrsg.), *Alterssport. Aktuelle Forschungsergebnisse*. (S. 191-205). Schorndorf: Hofmann.
- Espenschade, A. S. & Eckert, H. M. (1967). *Motor Development*. Columbus: Merrill.
- Fernie, G. R., Gryfe, C. I., Holliday, P. J. & Llewellyn, A. (1982). The Relationship of Postural Sway in Standing to the Incidence of Fall on Geriatric Subjects. *Age and Aging*, 11, 11-16.
- Fetz, F. (1989). *Bewegungslehre der Leibesübungen*. Wien: Österreichischer Bundesverlag.
- Fetz, F. (1987; 1990). *Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport*. Wien: Österreichischer Bundesverlag.
- Fleishman, E. A. (1964). *Structure and Measurement of Physical Fitness*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs Inc.
- Fleishman, E. A. (1972). Structure and Measurement of Psychomotor Abilities. In R. N. Singer (Hrsg.), *The Psychomotor Domain: Movement Behavior*. (S.78-106). Philadelphia: Academic Press.
- Freiberger, E. (1998). Motorisches Kompetenztraining unter Berücksichtigung einer Sturzprophylaxe. In H. Mechling (Hrsg.), *Training im Alterssport*. (S. 89). Schorndorf: Hofmann.
- Frey, G. (1977). Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fähigkeiten. *Leistungssport*, (7), 339-362.
- Gabel, H. (1984). Der Beitrag der wichtigsten sensorischen Analysatoren zur Gleichgewichtserhaltung. *Motorik*, 7 (3), 129-137.

- Geiger, L. (1999). *Gesundheitstraining: Biologische und medizinische Zusammenhänge; gezielte Bewegungsprogramme zur Prävention*. München/Wien/Zürich: BLV Verlagsgesellschaft mbH.
- Häfelinger, U. & Schuba, V. (2002). *Koordinationstraining: Propriozeptives Training*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Harre, D. (Red.) (1979). *Trainingslehre*. Berlin: Sportverlag.
- Hasenberg, R. (1997). Motorisches Gleichgewicht – eine allgemeine Fähigkeit? In W. Brehm, P. Kuhn, K. Lutter & W. Wabel (Red.), *Leistung im Sport. Fitness im Leben*. (S. 92). Hamburg: Czwalina.
- Hirtz, P. (1964). Zur Bewegungseigenschaft Gewandtheit. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 23 (Beiheft 1), 83-90.
- Hirtz, P. (1979; 1985). *Schwerpunkte der koordinativ-motorischen Vervollkommnung von Kindern und Jugendlichen*. Habilitationsschrift, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- Hirtz, P. (1981). Koordinative Fähigkeiten – Kennzeichnung, Altersgang und Beeinflussungsmöglichkeiten. *Medizin und Sport*, 21(11), 348-351.
- Hirtz, P. (Hrsg./Red.) (1985;1988). *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport*. Berlin: Volk und Wissen.
- Hirtz, P. (1994a). Motorische Handlungskompetenz als Funktion motorischer Fähigkeiten. In P. Hirtz, G. Kirchner & R. Pöhlmann, *Sportmotorik: Grundlagen, Anwendungen und Grenzbereiche*. (S. 117-147). Kassel: Gesamthochschulbibliothek.
- Hirtz, P. (1994b). Koordinative Fähigkeiten. Koordinationstraining. In G. Schnabel, D. Harre & A. Borde (Hrsg.), *Trainingswissenschaft*. (S.137-145; 309-315). Berlin: Sport und Gesundheit Verlag.
- Hirtz, P., Rübesamen, H. & Wagner, H. (1972). Gewandtheit als Problem der sensomotorischen Entwicklung. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 21, 742-749.

- Hirtz, P. & Staroschka, W. (1990). Der sportmotorische Test in der Diagnostik der koordinativen Fähigkeiten. In W. Staroschka (Red.), *Bewegungskoordination im Sport*. (S. 11-27). Warschau: Gorzów Wielkopolski.
- Hirtz, P., Hotz, A. & Ludwig, G. (2000). *Gleichgewicht*. Schorndorf: Hofmann.
- Hollmann, W. (1975). Die biologische Bedeutung für Training und Sport für den älteren Menschen. *Praxis der Leibesübungen*, 16, (3), Beilage: Der Übungsleiter, 9-10.
- Hollmann, W. & Liesen, H. (1985). Altern und körperliches Training. *Medizinische Klinik*, 80, (4), 82-90.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (1990). *Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: Schattauer.
- Hu, M.-H. & Woolacott, M. H. (1994). Multisensory Training standing Balance in Older Adults: I. Postural Stability and One-Leg Stance-Balance. *Journal of Gerontology*, 49 (2), M52-M61.
- Israel, S. (1994). Bewegungskoordination – Baustein der Gesundheit. *Sport und Medizin*, 6 (5), 337-343.
- Iverson, B. D., Grossman, M. R., Shaddeau, S. A. & Turner, M. E. (1990). Balance Performance, Force Production, and Activity Levels in Noninstitutionalised Men 60 to 90 Years of Age. *Physical Therapy*, 70 (6), 348-355.
- Jokl, E. (1954). *Alter und Leistung*. Berlin: Springer.
- Kapustin, P. (Red.) (1980). *Senioren und Sport*. Bad Homburg: Limpert.
- Kiphard, E. J. (1983). Veränderungen der Psychomotorik im Alter. *Motorik*, 6 (3), 95-103.

- Kirchner, G. (1992). Entwicklung von Gleichgewichtsleistungen im späten Erwachsenenalter. In G. Kirchner & H.-J. Schaller (1996). *Motorisches Lernen im Alter*. (S. 67-81). Aachen: Meyer & Meyer.
- Kirchner, G. & Schaller, H.-J. (1996). *Motorisches Lernen im Alter: Grundlagen und Anwendungsperspektiven*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Kolb, M. (1999). *Bewegtes Altern: Grundlagen und Perspektiven einer Sportgeragogik*. Schorndorf: Hofmann.
- Kolb, M. & Heckmann, B. (2001). *Mehr Spiele für den Herz- und Alterssport: Perspektive und Praxis einer spielorientierten Bewegungsbildung*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Krempel, O. (1990). *Fitness über Fünfzig*. München: BLV Verlag.
- Kruse, A. (1992). Das Rehabilitationspotential älterer Menschen. *Zeitschrift der Gerontologie*, 25, 231-37
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M. & Rozzi, S. L. (1998). Proprioception of the Ankle and Knee. *Sports Medicine* 25, 149-155.
- Ljach, V. I. (1983). Die Begriffe koordinative Fähigkeiten und Gewandtheit. *Teorija i praktika fizičeskoj kul'tury*, Moskva, 46 (8), 44-46. Zitiert nach K. Meinel & G. Schnabel (2004), *Bewegungslehre – Sportmotorik*. (S. 210). Berlin: Sportverlag.
- Ljach, V. I. (1984). Analyse der Eigenschaften, die das Wesen des Begriffs „koordinative Fähigkeiten“ enthüllen. *Teorija i praktika fizičeskoj kul'tury*, Moskva, 47 (1), 48-50. Zitiert nach K. Meinel & G. Schnabel (2004), *Bewegungslehre – Sportmotorik*. (S. 210). Berlin: Sportverlag.
- Ljach, V. I. (1997). N. A. Bernstein und die Forschungen zur Bewegungskoordination in Russland. In P. Hirtz & F. Nüske (Hrsg.). *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet*. (S. 33-41). Hamburg: Cwzalina. Zitiert nach K. Meinel & G. Schnabel (2004), *Bewegungslehre – Sportmotorik*. (S. 210). Berlin: Sportverlag.

- Loosch, E. (1999). *Allgemeine Bewegungslehre*. Wiebelsheim: Limpert-Verlag.
- Lord, S. R., Caplan, G. A. & Ward, J. A. (1993). Balance, Reaction Time, and Muscle Strength in Exercising and Nonexercising Older Women: A Pilot Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74 (8), 837-839.
- Macrae, P. G., Feltner, M. E. & Reinsch, S. (1994). A 1-year Exercise Program for Older Women: Effect on Falls, Injuries, and Physical Performance. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2 (2), 127-142.
- Mägerlein, H. & Hollmann, W. (1975). *Aktiv über 40*. Frankfurt: Limpert.
- Mateef, D. (1966). Bekämpfung der Alterserscheinungen – Wege und Perspektiven. In W. Ries (Hrsg.), *Sport und Körperkultur des älteren Menschen. Bericht der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin in der DDR 1964*. (S. 97-110). Leipzig: Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin in der DDR.
- Mechling, H. (1999). Training im Alterssport. *Sportwissenschaft*, 29 (3, Sonderheft: Alterssport), 288-297.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (Red.) (1987; 1998). *Bewegungslehre – Sportmotorik*. Berlin: Sportverlag.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (2004). *Bewegungslehre – Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. München: Südwest Verlag.
- Meusel, H. (1980). *Dokumentationsstudie: Sport im Alter*. Schorndorf: Hofmann.
- Meusel, H. (1992). *Sport ab 40*. Reinbek: Rowohlt.
- Meusel, H. (1996). *Bewegung, Sport und Gesundheit im Alter*. Wiesbaden: Quelle und Meyer.

- Meusel, H. (1999). *Sport für Ältere: Bewegung – Sportarten – Training; Handbuch für Ärzte, Therapeuten, Sportlehrer und Sportler*. Stuttgart, New York: Schattauer.
- Nagel, V. (1997). *Fit und geschickt durch Seniorensport*. Hamburg: Czwalina
- Neumaier, A. (1999; 2003). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Grundlagen – Analyse – Methoden*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Neumaier, A. & Mechling, H. (1995). Allgemeines oder sportart-spezifisches Koordinationstraining. *Leistungssport*, 25 (5), 14-18.
- Olivier, N. (1998). Soll das motorische Gleichgewicht fähigkeits- oder fertigkeitsspezifisch trainiert werden? In P. Hirtz & F. Nüske (Hrsg.), *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet*. (S. 187-191). Hamburg: Czwalina.
- Pöhlmann, R. & Kirchner G. (1979). Die Entwicklung der Wahrnehmungs- und Beobachtungsfähigkeit nicht dem Zufall überlassen. *Körpererziehung*, 29 (8/9), 401-408.
- Puggaard, L., Pedersen, H. P., Sandager, E. & Klitgaard, H. (1994). Physical Conditioning in Elderly People. *Scand. J. Med Sci Sports*, (4), 47-56.
- Puni, A. C. (1961). *Abriss einer Sportpsychologie*. Berlin: Sportverlag.
- Rieder, H. (1987). Koordinative Fähigkeiten. Zum Stand der Diskussion und den Lücken in der Forschung. In E. Kornexl (Hrsg.), *Spektrum der Sportwissenschaften. Festschrift zum 60. Geburtstag von Friedrich Fetz*, 75-101.
- Ries, R. (1972). *Physiologie. Ein Handbuch der Pathologie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

- 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.
- Röthig, P. (1992). *Sportwissenschaftliches Lexikon*. Schorndorf: Hofmann.
- Röthig, P., Nicol, K. & Böhmer, D. (1978). Untersuchung zum motorischen Profil älterer Menschen. In V. Böhlau (Hrsg.), *Alter, Sport und Leistung*. (S. 72-90). Stuttgart: Schattauer.
- Rooks, D. S., Kiel, D. P., Parsons, C. & Hayes, W. C. (1997). Self-Paced Resistance Training and Walking Exercise in Community-Dwelling Adults: Effects on Neuromotor Performance. *J. Gerontol. Med. Sci.*, 52A (3), M161-M168.
- Roth, K. (1982). *Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten. Empirische Überprüfung koordinations-theoretischer Konzepte*. Bad Homburg: Limpert Verlag.
- Roth, K. & Rieder, H. (Hrsg.) (1982). *Beiträge zur Bewegungsforschung im Sport. Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten*. Bad Homburg: Limpert Verlag.
- Roth, K. & Willimczik, K. (1983). *Bewegungslehre*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Roth, K. & Willimczik, K. (1999). *Bewegungswissenschaft*. Reinbek: Rowohlt.
- Roth, K. & Winter, R. (1994): Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten. In J. Baur, K. Bös & R. Singer, *Motorische Entwicklung: Ein Handbuch*. (S. 191-216). Schorndorf: Hofmann.

- Sander, B. (1982). Verhütung häuslicher Unfälle im Alter. In der Broschüre: Älter werden – aktiv bleiben. Welt-Gesundheitstag 1982. (S. 41-45). Bonn: Bundesvereinigung für Gesundheitserziehung e. V. Zitiert nach H. Meinel (1996), *Bewegung, Sport und Gesundheit im Alter*. (S. 179). Wiesbaden: Quelle & Meyer Verlag.
- Schaller, H.-J. (Hrsg.) & Wernz, P. (2000). *Bewegungskoordination: Erhaltung und Förderung in der Lebensmitte*. Aachen: Meyer und Meyer.
- Schielke, E. (1989). *Zur koordinativ-motorischen Vervollkommnung Studierender im Sportunterricht*. Unveröffentlichte Dissertation, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- Schielke, E. & Vilkner, H.-J. (1994). Koordinative Fähigkeiten im Seniorenalter – Gedanken zu einem Forschungsvorhaben. In P. Hirtz & F. Nüske (Hrsg.), *Motorische Entwicklung in der Diskussion*. (S. 169-176). Sankt Augustin: Academia.
- Schnabel, G. (Hrsg.), Harre, D., Krug, J. & Borde, A. (2003). *Trainingswissenschaft: Leistung – Training – Wettkampf*. Berlin: Sportverlag.
- Schwegler, J. S. (1998). *Der Mensch – Anatomie und Physiologie: Schritt für Schritt Zusammenhänge erstehen*. Stuttgart, New York: Thieme.
- Singer, R. N. (1968). Balance Skill as Related to Athletics, Sex, Height and Weight. In G. S. Kenyon & T. M. Grogg (Hrsg.), *Contemporary Psychology of Sports*. (S. 645-656). Chicago: Athletic Institute.
- Singer, R. N. (1985). *Motorisches Lernen und menschliche Leistung*. Bad Homburg: Limpert Verlag.
- Skinner, J. S. (1987). Physical Fitness Research with the Elderly. In H. Ruskin & A. Simkin (Hrsg.), *Physical Fitness and the Ages of Man*. (S. 289-300). Jerusalem: Academon Print.

- Starischka, S. (1991). Dortmunder modifizierter Romberg-Test für Senioren. In P. Hirtz, A. Hotz & G. Ludwig (Hrsg.), *Gleichgewicht*. (S. 169-170). Schorndorf: Hofmann.
- Starischka, S., Dörning, H., Hagedorn, M., Sieber, E. & Schmidt, R. (1991). Zur Diagnostik koordinativ-informationeller Fähigkeiten älterer Menschen – Verfahren und Orientierungswerte. In S. Starischka & W. Hellwing, *Anwendungaspekte sportwissenschaftlicher Forschung*. (S. 156-170). Erlensee: SFT-Verlag..
- Statistisches Bundesamt (2006). *Bevölkerungsentwicklung*. Abgerufen am 01.03.2006 von http://www.destatis.de/basis/d/bevoe/ber_svg_var.php.
- Teipel, D. (1988a). *Diagnostik koordinativer Fähigkeiten. Eine Studie zur Struktur und querschnittlich betrachteten Entwicklung fein- und grobmotorischer Leistungen*. München: Profil.
- Teipel, D. (1988b). Altersbezogene Veränderungen koordinativer Fähigkeiten. In H. Baumann (Hrsg.), *Älter werden – fit bleiben*. (S. 11-123). Ahrensburg: Czwalina.
- Teipel, D. (1995). *Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit*. Schorndorf: Hofmann.
- Tinetti et al. (1994). A Multifactorial Intervention to Reduce the Incidence of Falling Among Elderly People Living in the Community. *N Engl J Med*, 331, 821-827.
- Tinetti, M. (2003). *Preventing Falls in Elderly Persons*. *N Engl J Med* 348, 42-49. Zusammengefasst in: Wie lassen sich Stürze verhindern? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (4), 125.
- Tittel, K. (2000). *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. München: Urban und Fischer.

- Tittelbach, S. (2002). *Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Eine prospektive Längsschnittstudie mit Personen im mittleren und späteren Erwachsenenalter*. Schorndorf: Hofmann.
- Tropp, H., Askeling, C. & Gillquist, J. (1985). Prevention of Ankle Sprains. *Am J Sports Med*, 13, 259-262.
- Weineck, J. (1996). *Optimales Training*. Balingen: PERIMED-spitta.
- Weineck, J. (2000). *Sportbiologie*. Balingen: Spitta-Verlag.
- Westphal, R. (1997). *Möglichkeiten der Vervollkommnung koordinativer Fähigkeiten im Seniorenalter*. Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- Wilder, I. (1931). Das Ausgangswertgesetz – ein unbeachtetes Naturgesetz. *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie*, 37, 317-319. Zitiert nach G. Kirchner & H.-J. Schaller (1996). *Motorisches Lernen im Alter*. (S. 60; 132). Aachen: Meyer & Meyer.
- Willimczik, K. (1999). *Statistik im Sport: Grundlagen – Verfahren – Anwendungen*. Hamburg: Czwalina.
- Winter, R. (1976). Die motorische Entwicklung des Menschen von Geburt bis ins hohe Alter (Überblick). In K. Meinel & G. Schnabel (Red.) (2004), *Bewegungslehre*. (S. 237-349). Berlin: Sportverlag.
- Winter, R. & Baur, J. (1994). Motorische Entwicklung im Erwachsenenalter. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.), *Motorische Entwicklung*. (S. 309-332). Schorndorf: Hofmann.
- Wintescheva, S. (1966). Die Körperkultur als ein Mittel der Wiederherstellung und Entwicklung körperlicher Arbeitsfähigkeit bei älteren Personen. In W. Ries. (Hrsg.), *Sport und Körperkultur des älteren Menschen*. (S. 111-117). Leipzig: Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin in der DDR.

- Woollacott, M. H. & Jensen, J. L. (1994). Haltung und Fortbewegung. In H. Heuer & S. W. Keele (Hrsg.), *Psychomotorik. Enzyklopädie der Psychologie, Bd. 3*. (S. 413-508). Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Wydra, G. (1993). Bedeutung, Diagnose und Therapie von Gleichgewichtsstörungen. *Motorik*, 16 (3), 100-107.
- Ziganek-Soehlke, F. (1997). Ältere im Gleichgewicht – Sturzprophylaxe. *Sportpraxis*, 38 (6), 24-28.
- Zimmer, H. (1984). *Zur Struktur der koordinativen Leistungsfähigkeit jüngerer trainierender Erwachsener und Möglichkeiten ihrer Erfassung. Ein Betrag zur Theorie koordinativer Fähigkeiten*. Dissertation, Leipzig.
- Zimmermann, K. (1987). Koordinative Fähigkeiten und Beweglichkeit. In K. Meinel & G. Schnabel, *Bewegungslehre – Sportmotorik*. (S. 242-274). Berlin: Sportverlag.

ANHANG

Anhang 1:

Ergebnisse Dortmunder modifizierter Romberg-Test für Senioren:

Proband (Alter):

Datum:

Uhrzeit:

Aufgabe		Ergebnis in Sek.		
		T1	T2	T3
1	Grundstellung Füße zusammen, Arme in Vorhalte, Handflächen oben, Augen geöffnet, 10 Sek.			
2	Übung 1 mit geschlossenen Augen			
3	Füße hintereinander auf einer Linie, Arme in Vorhalte, Augen geöffnet, 10 Sek.			
4	Übung 3 mit geschlossenen Augen			
Gesamtergebnis				

Ergebnisse GGT:

	Aufgabe	T1	T2	T3
1	Einbeinstand über mindestens 15 Sek.			
2	Einbeinschwingen vor und zurück, min. 15 Sek.			
3	Ganze Drehung, dann Einbeinstand, min. 15 Sek.			
4	Achterkreisen um zwei Keulen (Abstand eine Keule), erst offene, dann geschlossene Augen			
5	5 Hampelmann-Bewegungen auf Linie, erst offene, dann geschlossene Augen			
6	Einbeinstand mit geschlossenen Augen, min. 15 Sek.			
7	Ganze Drehung, dann Einbeinstand mit geschlossenen Augen, min. 15 Sek.			
8	Einbeinschwingen vor und zurück mit geschlossenen Augen, min. 15 Sek.			
9	Balancieren vorwärts auf dem Balken (4m)			
10	Balancieren auf dem Balken vorwärts bis zur Mitte, halbe Drehung, vorwärts zurück			
11	Balancieren rückwärts bis zur Mitte, halbe Drehung, vorwärts weiter			
12	Balancieren rückwärts bis zur Mitte, ganze Drehung, weiter rückwärts			
13	Balancieren vorwärts, dabei Volleyball prellen			
14	Balancieren vorwärts mit geschlossenen Augen			
Anzahl der bewältigten Aufgaben				

Anhang 2:**Fragebogen zum Koordinationstraining:****Angaben zur Sportbiographie:**

1. Waren Sie in Ihrer Jugend sportlich aktiv?

- leistungsmäßig
- regelmäßig
- gelegentlich
- nur im Schulsport
- selten
- nie

2. Welche Sportarten haben Sie in der Jugend hauptsächlich ausgeübt?

3. Sind Sie neben diesem Training sportlich aktiv?

- regelmäßig
- gelegentlich
- selten
- nie

4. Welche Sportarten betreiben Sie regelmäßig?

5. Haben Sie immer regelmäßig Sport betrieben?

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| Ja | nein |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

6. Waren Sie vor Beginn dieses Trainingsprogramms längere Zeit nicht sportlich aktiv?

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| Ja | nein |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Fragen zum Training:

7. Ich empfand das Training als körperlich anstrengend.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Ich hatte nach dem Training häufig Muskelkater.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Die Übungen im Training empfand ich als

- Überforderung.
- Unterforderung.
- genau richtig im Schwierigkeitsgrad.

10. Zu Beginn des Trainingsprogramms empfand ich die Übungen als schwierig.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Die Übungen waren eine Herausforderung für mich.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Ich habe die Übungen zu Hause wiederholt.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Das Training war zu häufig.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Das Training hätte häufiger sein können.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Der Trainingszeitraum war zu lang.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. Ich habe schon nach kurzer Zeit Trainingserfolge festgestellt.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ca. nach Trainingseinheiten.

17. Meine persönlichen Fortschritte durch das Trainingsprogramm empfinde ich als

- groß
- mittel
- gering

18. Ich bin erstaunt über die schnellen Fortschritte.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Ich hätte nicht so große Fortschritte erwartet.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Ich habe auch im Alltag positive Auswirkungen der Gleichgewichtsübungen festgestellt.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Ich werde weiterhin Gleichgewichtsübungen durchführen.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Welche Übungen haben Ihnen am Besten gefallen?

23. Welche Übungen empfinden Sie als am effektivsten für die Sturzprophylaxe im Alltag?

24. Ich habe mich in der Gruppe wohl gefühlt.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Mir hat das Training Spaß gemacht.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

26. Ich würde wieder an dem Trainingsprogramm teilnehmen.

Ja	unentschieden	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit und Ihr Durchhaltevermögen beim Training.

Anhang 3:

Tab. 20: Rahmenvariablen der Frauen der Trainingsgruppe

Probandin	Alter in Jahren	Gewicht	Größe	BMI
I	66	58 kg	1,65 m	21,30
II	64	56 kg	1,62 m	21,34
III	63	52 kg	1,56 m	21,37
IV	57	72 kg	1,70 m	24,91
V	64	72 kg	1,75 m	23,51
VI	64	59 kg	1,60 m	23,05
VII	59	70 kg	1,72 m	23,66
VIII	67	85 kg	1,85 m	24,84
IX	58	65 kg	1,72 m	21,97
X	63	65 kg	1,69 m	22,76
XI	65	52 kg	1,50 m	23,11
XII	62	82 kg	1,58 m	32,85
XIII	64	75 kg	1,68 m	26,57
XIV	63	90 kg	1,78 m	28,41
XV	65	60 kg	1,70 m	20,76
Mittelwert	62,93	67,53 kg	1,67 m	24,03

Tab. 21: Rahmenvariablen der Männer der Trainingsgruppe

Proband	Alter in Jahren	Gewicht	Größe	BMI
I	61	88 kg	1,78 m	27,77
II	65	96 kg	1,80 m	29,63
III	73	73 kg	1,76 m	23,57
IV	70	76 kg	1,79 m	23,72
V	76	74 kg	1,85 m	21,62
VI	66	78 kg	1,70 m	26,99
VII	66	67 kg	1,70 m	23,18
Mittelwert	68,14	78,86 kg	1,77 m	25,21

Tab. 22: Rahmenvariablen der Frauen der Kontrollgruppe

Probandin	Alter in Jahren	Gewicht	Größe	BMI
I	62	64 kg	1,57 m	25,96
II	60	72 kg	1,76 m	23,24
III	64	80 kg	1,58 m	32,05
IV	61	65 kg	1,75 m	21,22
V	65	60 kg	1,68 m	21,26
VI	62	72 kg	1,70 m	24,91
VII	66	80 kg	1,69 m	28,01
VIII	69	58 kg	1,70 m	20,07
IX	57	56 kg	1,68 m	19,84
X	54	63 kg	1,70 m	21,81
XI	65	60 kg	1,72 m	20,28
XII	62	52 kg	1,60 m	20,31
XIII	65	65 kg	1,71 m	22,23
XIV	62	58 kg	1,62 m	22,10
XV	67	85 kg	1,72 m	28,73
Mittelwert	62,73	66 kg	1,68 m	23,47

Tab. 23: Rahmenvariablen der Männer der Kontrollgruppe

Männer	Alter in Jahren	Gewicht	Größe	BMI
I	64	68 kg	1,72 m	22,98
II	65	74 kg	1,80 m	22,84
III	68	86 kg	1,81 m	26,25
IV	72	70 kg	1,70 m	24,22
V	72	91 kg	1,83 m	27,17
VI	65	92 kg	1,78 m	29,04
VII	67	66 kg	1,74 m	21,79
Mittelwert	67,57	78,14 kg	1,77 m	24,9

DANKSAGUNG

Besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. H. Rieckert für die Ermöglichung und Betreuung dieser Arbeit bedanken. Ebenfalls danke ich meinem Zweitkorrektor Herrn Prof. Dr. B. Weisser.

Weiterer Dank gilt Herrn R. Berndt, der mir die Räumlichkeiten und Trainingsgeräte im Fitnesszentrum der Universität zu Kiel für die Testdurchführung und das Training zur Verfügung stellte.

Abschließend bedanke ich mich bei allen meinen Probanden, mit deren Hilfe ich diese Studie durchführen konnte. Insbesondere den Teilnehmern der Trainingsgruppe danke ich für ihre gute Mitarbeit und ihr Durchhaltevermögen. Den Teilnehmern auf den Fotos danke ich außerdem für ihre Geduld bei den Fotoaufnahmen.

Kiel, im März 2006

Katrin Heidemann

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name: Katrin Heidemann
 Geburtsdatum: 05. Mai 1969
 Geburtsort: Kiel
 Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung

1975-1979 Grundschule Eichendorffschule Kronshagen
 1979-1989 Gymnasium Kronshagen, Abitur im Juni 1989

Tätigkeiten nach Schulabschluss

6/1989-10/1989 Praktikum in einer Düsseldorfer Werbeagentur im Graphikbereich
 11/1989-6/1990 Aufenthalt als Au-pair in New Jersey/USA

Studium

Seit WS 90/91 Studium der Anglistik als Hauptfach, der Kunstgeschichte und der Neuen Deutschen Literaturwissenschaften als Nebenfächer an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit dem Ziel des Magisterabschlusses

Seit WS 93/94 Studium des Faches Sport und Sportwissenschaften als Hauptfach, Kunstgeschichte und Anglistik als Nebenfächer an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Im Mai 2003 Magisterabschluss mit der Note 1,4 in den Fächern Sport und Sportwissenschaft als Hauptfach und Kunstgeschichte und Anglistik als Nebenfächer

Seit WS 2003 Dissertation zu dem Thema „Koordination und Alter“

Tätigkeiten nach Abschluss des Studiums

12/2003-12/2004
 Tätigkeit im Bereich Eventmanagement bei der Antigua-Reederei Hamburg

8/2005-11/2005
 Tätigkeit im Bereich Eventmanagement für die niederländische Firma Swan fan Makkum

Seit 2/2005
 Durchführung von Sportprogrammen für Ältere im Bereich Krafftraining und Koordination im Fitnesszentrum der Universität Kiel

Fortbildungen und Tätigkeiten im Sportbereich

- o 1997 Lizenz „Freizeitsportleiter“ am Institut für Sport und Sportwissenschaften
- o 1997 Lizenz „Sportlehrer für Prävention und Rehabilitation“
- o 3/97 Praktikum in der Abteilung Sporttherapie in der Ostseeklinik Damp
- o 9/97 Praktikum in der Physio- und Sporttherapie der Fachklinik Aukrug
- o 1998 Vereinsmanager- Lizenz C des DSB
- o 4/1998-9/1998 Werkvertrag am Sportzentrum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- o 1/1999-9/2000 Hilfswissenschaftlerin im Sportzentrum der Universität Kiel
- o 2001 Schwimmtrainer-Lizenz C