

**Gleichgewichts- und Koordinationstraining
vs. Nordic Walking
Effekte zur Primärprävention und
Sturzprophylaxe bei Senioren**

***Dissertation zur Erlangung des Grades des
Doktors der Sportwissenschaft
am Fachbereich Sportwissenschaft
der Universität Hamburg***

***vorgelegt am 14.10.08 von
Bettina Wollesen***

geb. am 21.12.1972 in Bad Oldesloe

Datum der Disputation: 1.7.09

Gutachter:	Prof. K. Mattes
Gutachter:	Prof. J. Lange
Prüfungsvorsitz:	Prof. K.-M. Braumann

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Danksagung	9
Zusammenfassung	10
1 Einleitung	12
2 Stürze im Alter – Ursachen und Präventionsmaßnahmen	17
2.1 Sturzrisikofaktoren im Alter	17
2.2 Erklärungsansätze zur Entstehung von Sturzrisikofaktoren im Alter	20
2.2.1 Modelle zur Erklärung des Gesundheitszustandes im Alter	21
2.2.2 Theorie des Life-Span-Developments	24
2.3 Gleichgewicht und posturale Kontrolle	26
2.3.1 Modelle der posturalen Kontrolle	28
2.3.2 Teilprozesse der posturalen Reaktion	32
2.4 Posturale Kontrolle im Alter	39
2.4.1 Sehvermögen im Alter - Bedeutung für die posturale Kontrolle	39
2.4.2 Nervensystem im Alter und posturale Kontrolle	42
2.4.3 Herz-Kreislauf-System im Alter und posturale Kontrolle	43
2.4.4 Bewegungsapparat im Alter und posturale Kontrolle	45
2.4.5 Gleichgewichtsaufgaben und posturale Kontrolle im Alter	47
2.4.6 Dual-task Paradigma oder supra postural tasks?	50
2.5 Möglichkeiten der Einflussnahme von Bewegung auf Faktoren der posturalen Kontrolle zur Sturzprävention	52
2.5.1 Einflüsse körperlichen Trainings auf die Herz-Kreislauf-Leistung im Alter	53
2.5.2 Effekte des Nordic Walkings auf die posturale Kontrolle	55
2.5.3 Sensomotorisches Training im Alter	57
2.5.4 Effekte des GG+K auf Parameter der posturalen Kontrolle	59
2.5.5 Bisherige Trainingsinterventionen zur Sturzprävention	60
2.5.6 Konsequenzen zur Entwicklung eines multidimensionalen Bewegungskonzepts zur Sturzprävention	67
3 Forschungsfragen und Hypothesen	69
4 Methoden	71
4.1 Beschreibung der Stichprobe	71
4.2 Zeitablauf	75
4.3 Darstellung der eingesetzten Messverfahren und Untersuchungsinstrumente	76
4.3.1 Fragebögen	77
4.3.2 Körperfett- und Körpermassenbestimmung	79
4.3.3 Erfassung der Herz-Kreislauf-Funktionen	80
4.3.4 Erfassung der Haltungsstabilität (45-Sek-Einbeinstand)	82
4.3.5 Aufzeichnung der Trainingsherzfrequenzen	84
4.3.6 Übersicht aller Messparameter	85
4.4 Mathematisch-statistische Methoden	86
4.5 Beschreibung der Bewegungsprogramme	88
4.5.1 Inhalte des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings	89
4.5.2 Inhalte des Nordic Walking Programms	90
4.6 Methodenkritik	92
5 Ergebnisse	94
5.1 Veränderungen der Selbsteinschätzung des Sturzrisikos von t1 zu t2	94

5.2	Veränderungen der Summenscores des SF-12 von t1 zu t2	102
5.3	Veränderungen des Körperfetts und der Körpermasse von t1 zu t2	102
5.3.1	Veränderungen des Körperfettanteils	102
5.3.2	Veränderungen der Körpermasse	103
5.3.3	Veränderungen der Untergruppen	103
5.3.3.1	Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Geschlechter	103
5.3.3.2	Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“	104
5.4	Veränderungen erfasster Herz-Kreislauf-Funktionen von t1 zu t2	105
5.4.1	Veränderungen der Ruheherzfrequenz (RHF)	105
5.4.2	Veränderungen des systolischen Blutdrucks (sBD)	105
5.4.3	Veränderungen des diastolischen Blutdrucks (dBD)	106
5.4.4	Veränderungen der Herzfrequenzvariabilität (HRV)	106
5.4.5	Veränderungen der sympatho-vagalen Balance	107
5.4.6	Veränderungen in den Untergruppen	108
5.4.6.1	Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Geschlechter	108
5.4.6.2	Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“	109
5.5	Veränderungen der Haltungsstabilität im Einbeinstand von t1 zu t2	110
5.5.1	Veränderungen der quantitativen Bewältigung des Einbeinstands	110
5.5.2	Veränderungen der Netto-Balancierzeit (NBZ)	112
5.5.3	Veränderungen des RMS- Kopf	112
5.6	Gesamtübersicht der Veränderungen von t1 zu t2	114
6	Diskussion der Ergebnisse	115
6.1	Fragebögen	115
6.1.1	Erweiterter Fragebogen zur Selbsteinschätzung des Sturzrisikos	115
6.1.2	Fragebogen SF-12	117
6.2	Körperfett und Körpermasse	119
6.3	Herz-Kreislauf-Funktionen	120
6.3.1	Ruheherzfrequenz	120
6.3.2	Systolischer und diastolischer Blutdruck	121
6.3.3	Herzfrequenzvariabilität und sympatho-vagale Balance	124
6.4	Haltungsstabilität im Einbeinstand	127
6.4.1	Quantitative Bewältigung des Einbeinstands	127
6.4.2	Qualitative Bewältigung des Einbeinstands	128
6.5	Diskussion in Bezug auf die aufgestellten Hypothesen	133
7	Zusammenfassung / Fazit	138
8	Handlungsempfehlungen / Ausblick	143
9	Literatur	147
Anhang 1	Bewegungsprogramm GG+K	156
Anhang 2	Programm Nordic Walking	169
Anhang 3	Auswertung der Zufriedenheit der TeilnehmerInnen	175
Anhang 4	Fragebögen	181
Lebenslauf		184
Eigenständigkeitserklärung		189

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Ursache-Wirkungs-Modell von Stürzen nach Granacher (2003, 8)	20
Abb. 2 Hanckocks Mandala der Gesundheit nach BzgA (2003,.53).....	22
Abb. 3 Gesundheitsmodell nach Hurrelmann nach BzgA (2003, 54).....	23
Abb. 4 Interaktionen zur posturalen Kontrolle nach Horak et al. (1997)	31
Abb. 5 Strategien zur Erhaltung des Gleichgewichts nach Bader-Johansson (2000, 24)	35
Abb. 6 Anforderungs-Trias einer Handlungssituation (Schüle & Huber, 2000)	49
Abb. 7 Alltagssituation Gartenarbeit	64
Abb. 8 Trainingssituation nach Nagel (1997).....	65
Abb. 9 Studiendesign	76
Abb. 10 Darstellung des Messaufbaus AS200 PC-Screen	82
Abb. 11 Darstellung des Messaufbaus AS200 mit Probandin	83
Abb. 12 Auswertung des Fragebogens zur Selbsteinschätzung der Sturzrisikofaktoren zu t1	95
Abb. 13 Gruppenvergleich des Fragebogens zur Selbsteinschätzung des Sturzrisikos: Veränderungen des Bewegungsapparates	97
Abb. 14 Gruppenvergleich Selbsteinschätzung physiologischer Veränderungen.....	98
Abb. 15 Gruppenvergleich Selbsteinschätzung psychologischer Veränderungen....	98
Abb. 16 Gruppenvergleich Selbsteinschätzung habituellder Veränderungen	99
Abb. 17 Erfolgreicher Einbeistand der Untersuchungsgruppen	111
Abb. 18 Exemplarische Aufzeichnung der Herzfrequenzen eines Nordic Walking-Termins	122
Abb. 19 Exemplarische Aufzeichnung der Herzfrequenzen eines GG+K-Termins .	122

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Eignung verschiedener Sportarten für Hypertoniker (nach Kindermann 2003)	54
Tab. 2 Erläuterung notwendiger Muster zweier Alltagssituationen (Nagel 1997, S.58)	64
Tab. 3 Übersicht der Testmerkmale und Messparameter	85
Tab. 4 Auswertung des Fragebogens zur Selbsteinschätzung der Sturzrisikofaktoren zu t ₂	96
Tab. 5 Chi ² -Test zum Fragebogen nach Elliot (2004)	100
Tab. 6 Auswertung Fragebogen zur Sturzangst: Übersicht der Kontingenzkoeffizienten C	101
Tab. 7 Gruppenvergleich der Summenscores des SF-12	102
Tab. 8 Veränderungen des Körperanteils[%] in den Untersuchungsgruppen	102
Tab. 9 Veränderungen der Körpermasse in [kg] innerhalb der Untersuchungsgruppen	103
Tab. 10 Entwicklung des Körperfettanteils [%] innerhalb der Geschlechter	103
Tab. 11 Entwicklung der Körpermasse [kg] innerhalb der Geschlechter	104
Tab. 12 Entwicklung des Körperfettanteils innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“	104
Tab. 13 Veränderungen der Ruheherzfrequenz [Schläge/min.] in den Untersuchungsgruppen	105
Tab. 14 Veränderungen des systolischen Blutdrucks [mmHG] der Untersuchungsgruppen	105
Tab. 15 Veränderungen des diastolischen Blutdrucks [mmHG] der Untersuchungsgruppen	106
Tab. 16 Veränderungen der Herzfrequenzvariabilität [ms] der Untersuchungsgruppen	106
Tab. 17 Veränderungen der sympatho-vagalen Balance [LF/HF-Quotient] der Untersuchungsgruppen	107
Tab. 18 Entwicklung des systolischen Blutdrucks [mmHG] innerhalb der Geschlechter	108
Tab. 19 Entwicklung des diastolischen Blutdrucks [mmHG] innerhalb der Geschlechter	108
Tab. 20 Entwicklung der Ruheherzfrequenz [Schläge/min.] innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“	109
Tab. 21 Entwicklung der Herzfrequenzvariabilität [ms] innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“	109
Tab. 22 Überblick erfolgreicher 45-Sek-Einbeinstände der Untersuchungsgruppen	110
Tab. 23 Veränderungen der Netto-Balancierzeit NBZ [sek] der Untersuchungsgruppen	112
Tab. 24 Veränderungen der RMS-Werte des Kopfes rechts und links [mm] der Untersuchungsgruppen	112
Tab. 25 Gesamtüberblick aller Ergebnisse für die Veränderungen	114
Tab. 26 RMS-Werte des Kopfes in Abhängigkeit zur bewältigten Gleichgewichtsaufgabe	131

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ACSM	American College of Sports Medicine
Act.	Activity
AJP	American Journal of Psychiatry
AMD	Advanced Micro Devices
XP	Softwareentwicklungsmethode extreme Programming oder eXPerience, Namenszusatz für Produkte der Firma Microsoft
Amer.	American
Anm.	Anmerkung
ANOVA	analysis of variance (englisch), Varianzanalyse
Ant.	anterior
Appl.	Applied
Arch.	Archiv
AS200	Ein transportables Messsystem zur Vermessung und Kontrolle von 3D-Bewegungen
ATC	Anatomisch Therapeutisch Chemisches Klassifikationssystem
Aufl.	Auflage
BIA	bioelektrische Impedanzanalyse
BMC	BioMed Central
BMJ	British Medical Journal
bpm	beats per minutes
Bzga	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
bzw.	beziehungsweise
Cardiol.	Cardiology
CARLA	Cardiovascular Disease, Living and Aging in Halle
Circ.	Circulatory
Clin.	Clinical
CNS	Central Nervous System
com	commercial
d.h.	das heißt
dBD	Diastolischer Blutdruck
def.	Definition
DEGAM	Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin
DGGG	Deutsche Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie e.V.
Diff.	Differenz
DNQP	Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege
DSV	Deutscher Ski Verband
dvs	Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft
ebd.	an derselben Stelle
Eds.	Editors (englisch), Herausgeber
EKG	Elektrokardiogramm
EMG	Elektromyografie (Methode der Diagnostik, bei der die elektrische Muskelaktivität gemessen wird)
erw.	erweiterte
et al.	und andere
Eur.	European
EURORISC	European Review of Injury Surveillance and Control
Exerc.	Exercise
F	Faktor
Fa.	Firma

FB	Fachbereich
ff.	folgende Seiten
FFT	fast fourier Transform (englisch), schnelle Fourier Transformation
FICSIT	Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques
GEK	Gmünder Ersatzkasse
Geratr.	Geriatrie
Gerontol.	Gerontology
GG+K	Gleichgewichts- und Koordinationstraining
GHz	Gigahertz
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HF	High-Frequency
RHF	Ruheherzfrequenz
HK	Herzkreislauf
Hrsg.	Herausgeber
Hz	Hertz
IDB	Injury Data Base
J.	Journal
JAGS	Journal of American Geriatric Society
JAMA	Journal of American Medical Association
Jg.	Jahrgang
KA	keine Angabe
Kg	Kilogramm
KHK	koronare Herzkrankheit
kHz	Kilohertz
km/h	Kilometer pro Stunde
KG	Kontrollgruppe
lat	lateral
LF	Low-Frequency
li	links
LUKOtronik	Lutz-Kowaks-Electronics
m	Bewegungsabläufe in Echtzeit
max.	Maximum
med	medial
Med	Medikamente
MEDX5	Messgerätsbezeichnung/Technologie im Bereich der Medizin/Medizintechnik
min	Minimum
mmHG	Maßeinheit für den Blutdruck gemessen in Millimeter Quecksilbersäule
ms	Millisekunde
MW	Mittelwert
No	number
Normw.	Normwert
Nr.	Nummer
NW	Nordic Walking
o.a.	oben angeführt
o.g.	oben genannt
p	Faktor
PEPP	postmenopausal exercise prevention programme
pH	potentia hydrogenii (Messzahl für saure/alkalische Substanzen)
php	PHP Hypertext Preprocessor (englisch)

Phy	körperliches Wohlbefinden
Phys	physical
Physio.	physiology
pm	past midnight
post	posterior
ProFaNE	Prevention of Falls Network Europe
re	rechts
Rev	Review
RMS	root mean square
RR	Riva Rocci
RRI	Herzfrequenzvariabilität
S.	Seite
s.o.	siehe oben
sBD	systolischer Blutdruck
Sci.	Science
SD	Standarddeviation
s	Sekunde
SF12	Short Form Health Survey 12 Questions
SF36	Short Form Health Survey 36 Questions
Soc.	Society
SOK	Selektion, Optimierung, Kompensation
SP2	Software Package 2
StatSoft Inc.	Statistica Software Incorporation
Std.	Stunde
Suppl.	Supplement (englisch), Nachtrag, Zuschlag
t1	Testung Messzeitpunkt 1
t2	Testung Messzeitpunkt 2
t3	Testung Messzeitpunkt 3
Tab.	Tabelle
TF	Teppichfliese
TF-Monitor-Systems	TaskForce Monitor-Systems
TN	Teilnehmer
u.a.	unter anderem
u.ä.	und ähnliche
u.U.	unter Umständen
u.v.m.	und viele(s) mehr
überarb.	überarbeitete
ULF	Ultra Low Frequency, Teil des elektromagnetischen Frequenzspektrums
unveränd.	unveränderte
vgl.	vergleiche
VLF	very low frequency
Vol.	Volume
Vs.	Im Vergleich
Wo.	Wochen
www.	World Wide Web
z. B.	zum Beispiel
ZNS	zentrale Nervensystem
µA	Erwartungswert oder Mikro, ein Millionstel

Danksagung

Ich möchte zunächst meiner Familie danken, die geduldig immer hinter mir gestanden hat, sowie mir ermöglichte diese Studie durchzuführen und zu beschreiben.

Darüber hinaus danke ich Volker Nagel und der HIS e.V. für die Hilfe bei der Umsetzung der Rahmenbedingungen zur Studie und die Beratung bei der Durchführung und Auswertung.

Ein besonderer Dank gilt darüber hinaus Prof. Dr. Klaus Mattes für sein in mich gesetztes Vertrauen und seine Anleitungen bei der Anfertigung wissenschaftlicher Arbeiten. Dank Prof. Mattes hatte ich die Möglichkeit mich persönlich weiterzuentwickeln.

Ebenfalls besonders Danken möchte ich meiner Mentorin Fr. Prof. Dr. Hilger aus deren Beratungsgesprächen ich immer viel Kraft schöpfen konnte.

Auch Otti Wiedenroth-Rösler habe ich zu danken dafür, dass sie mir Selbstvertrauen zum Verfassen dieser Arbeit gegeben hat.

Weiterhin danke ich allen fleißigen Bienen (besonders Monika Saier), die an der Fehlerkorrektur beteiligt waren. Ohne Euch alle hätte ich das alles nie geschafft!

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen bewegungswissenschaftlichen Beitrag zur Primärprävention von Sturzereignissen im Alter zu leisten.

Dazu wurden die Bewegungsprogramme Gleichgewichts- und Koordinationstraining (GG+K) und Nordic Walking (NW) erstmalig in ihren Wirkungsweisen auf die intrinsischen Sturzrisikofaktoren Herz-Kreislauf-Leistung und Haltungsstabilität (im 45-Sek-Einbeinstand), sowie auf das gesundheitliche Wohlbefinden (physisch und psychisch) bei Senioren (n=91, Altersdurchschnitt 65 Jahre) miteinander verglichen und mittels einer Wartezeitkontrollgruppe (KG) überprüft. Die Probanden verteilten sich wie folgt auf die Gruppen: GG+K (n=31; w=17, m=14), NW (n=31; w=17, m=14) und KG (n=29; w=17, m=12).

Unerwartet verbesserte das GG+K kardiale Parameter in höherem Maße als das NW. Die positive Beeinflussung der Haltungsstabilität durch das GG+K ist hinreichend belegt und konnte auch hier bestätigt werden. Das NW verbesserte ebenfalls die Gleichgewichtsleistung im 45-Sek-Einbeinstand. Interessanterweise konnte festgestellt werden, dass die Teilnehmenden des NW für die rechte Seite ihre Gleichgewichtsleistung durch reduziertes posturales Schwanken im Einbeinstand verbesserten, während die GG+K-TeilnehmerInnen mit erhöhtem posturalen Schwanken einen Zuwachs ihrer Gleichgewichtsleistung im Einbeinstand zeigten. Durch die beiden Bewegungsprogramme bilden sich zwei unterschiedliche, aber erfolgreiche Strategien der posturalen Kontrolle im Einbeinstand heraus. Das GG+K führte dabei zu einem aktiven Schwanken, wohingegen Teilnehmende des NW mit einem reduzierten Schwanken erfolgreich waren. Beide Programme zeigten positive Effekte auf das gesundheitliche Wohlbefinden.

Da beide Bewegungsinterventionen zur Reduktion von Sturzrisikofaktoren beitragen können, sollten sie zu einem „Koordinations- und Nordic Walking“-Programm zusammengeführt werden. Das Konzept von Nagel (1997) liefert die didaktisch-methodische Grundlage für dieses kombinierte Bewegungsprogramm. Dabei steht die Bewusstwerdung eigener Ressourcen, Kompetenzen, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Senioren im Vordergrund. Die eigenen Fähigkeiten nach dem Prinzip des lebenslangen Lernens bis ins hohe Alter auszudifferenzieren, sollte als Grundsatz zur individuellen Sturzprävention gelten. Dabei sind die Auswirkungen der persönlichen Bewegungsbiografie auf motorische Kompetenzen im Alter bisher noch

nicht ausreichend berücksichtigt und diskutiert und sollten bei weiteren Forschungsvorhaben fokussiert werden.

Die Ergebnisse dieser Studie belegen weiterhin, dass die hier untersuchten Probanden in den Sommermonaten insgesamt aktiver sind. Diese Aktivität gilt es das ganze Jahr über zu konsolidieren.

Immer, sowohl körperlich als auch geistig, in Bewegung bleiben, bildet die Grundlage für ein erfolgreiches, selbstständiges sturzfrees Altern.

Ein kombiniertes „Koordinations- und Nordic Walking“- Programm kann hierfür einen motivierenden Bewegungsanlass darstellen.

1 Einleitung

Jeder Mensch stürzt im Laufe des Lebens mehrmals aus unterschiedlichen Gründen. Ein Kind stürzt zum Beispiel, weil es zu schnell gelaufen ist und die Geschwindigkeit nicht mehr kontrollieren kann. Jüngere Erwachsene stürzen, wenn sie beispielsweise beim Inline-Skaten ihr Gleichgewicht nicht mit der Geschwindigkeit des Fahrgeräts koordinieren können.

Das Resultat sind kleine bis mittelschwere Verletzungen, die meistens jedoch kaum Folgeerscheinungen nach sich ziehen.

Stürzt ein älterer Mensch sind die Folgen meist schwerwiegender. Etwa jeder zehnte Sturz im Alter geht mit einer Fraktur und den daraus entstehenden Folgen und Kosten einher. Zusätzlich werden durch die körperlichen Einschränkungen die Selbstständigkeit und Lebensqualität des Betroffenen stark beeinträchtigt. Viele ältere Menschen brauchen nach dem Sturz Hilfe zur Bewältigung von Alltagsaufgaben.

Die Erforschung von Sturzursachen hat in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren zunehmend Interesse gefunden (Gassmann, 2004; Jeschke & Zeilberger, 2004; Maki et al., 1991; Province et al., 1995; Skelton & Todd, 2005; Tennstedt et al., 1998; Tideiksaar, 2000). Nicht nur die Kostenentwicklung im Gesundheitswesen, sondern auch die demographische Entwicklung, die eine erhebliche Zunahme an Menschen im fortgeschrittenen Alter aufweist und erhöhte Pflegekosten prognostiziert, erfordern neue Maßnahmen der Prävention und Gesundheitsförderung. So kann ein gesundes, erfolgreiches¹, sturzfreies Altern mit einem hohen Maß an Selbstständigkeit und Lebensqualität ermöglicht werden.

Um Interventionsmaßnahmen zur Sturzprophylaxe zu entwickeln und sie einem möglichst großen Bevölkerungsanteil zugänglich zu machen, entstanden auf europäischer Ebene mehrere Projekte (z. B. ProFane Prevention of Falls Network Europe, EUNAAPA European Network for Action on Aging and Physical Activity, EURORISC European Review of Injury Surveillance and Control, IDB Injury Data Base).

Auch wächst das Interesse von Krankenkassen an Aufklärung und präventiven Maßnahmen für ihre Mitglieder.

¹ Der Begriff des „Erfolgreichen Alterns“ wird in dieser Arbeit nach der Definition von Werle et al. (2006) verwendet.

Es besteht Einigkeit darüber, dass etwa 30 % der älteren Menschen bereits ab 65 Jahren zum ersten Mal folgeschwerer stürzen. Die Handlungsempfehlungen zur Vermeidung von Stürzen und Reduzierung der Risikofaktoren beziehen sich jedoch meist auf Hochaltrige, über 80-jährige, Mehrfachstürzer und Pflegebedürftige sowie Osteoporosepatienten (Becker et al., 2006; DQNP, 2005; Runge, 1995; Tideiksaar, 2000). Dabei wird von den Autoren immer wieder auf die Tatsache verwiesen, dass das erste einschneidende Sturzereignis im Alter ab 65 Jahren besonders gefährlich sei, auch wenn keine schwerwiegenden Verletzungen daraus resultieren. Der Grund für die Besonderheit des ersten Sturzes liegt darin, dass die Betroffenen aus Angst erneut zu stürzen, sich in ihren Aktivitäten einschränken. Gerade diese reduzierte Mobilität und das übervorsichtige Agieren begünstigt weitere Stürze, deren Folgen zunehmend dramatischer werden können.

Ein Handlungs- und Interventionsbedarf besteht also schon viel früher. Die Prävention sollte schon vor dem 65-sten Lebensalter ansetzen.

Auch Bewegungsprogramme sind wichtige Bestandteile von Interventionsmaßnahmen. Durch Bewegung können körperliche Ressourcen² wie Kraft, Balance, Koordination und kardio-vaskuläre Fitness erhalten, ausdifferenziert und wieder gewonnen werden. Daher ist es aus bewegungswissenschaftlicher Sicht notwendig Interventionsmaßnahmen zu diskutieren, weiter zu entwickeln und zu evaluieren.

Zunächst war die Beschäftigung mit dem Thema „Sturz“ eher ein Problem- und Handlungsfeld für Ärzte und Geriater. Die komplexen Vorgänge eines Sturzes und dessen Folgen sowie die Planung und Durchführung von Interventionen zur Sturzprophylaxe erfordern jedoch eine multidisziplinäre Betrachtung. Es besteht die Notwendigkeit auch die psychologischen Ursachen und Folgen eines

² Auf Grund der bisherigen Tätigkeiten im Bereich der Altenpflege liegt dieser Arbeit eine pflegewissenschaftliche Definition von Ressourcen zu Grunde. Dabei werden nach Fiechter & Meyer (1993) sowie Völkel & Ehmann (2006) unter Ressourcen alle Fähigkeiten und Möglichkeiten zur Lösung oder Verhinderung von Pflegeproblemen verstanden. Diese Ressourcen lassen sich in innere Ressourcen (im Menschen selbst liegende) und äußere (im Umfeld des Menschen liegende) Ressourcen unterteilen (Völkel & Ehmann 2006,32). Zu den inneren Ressourcen zählen dann alle erhaltenen Fähigkeiten, um den Alltag zu bewältigen. Hierzu gehören sowohl der kognitive Zustand, als auch die seelische Befindlichkeit und körperliche Grundvoraussetzungen sowie sich aus der Biografie ergebende Erfahrungen und Kompetenzen. Der Ressourcenbegriff wird z. B. in der Bewegungswissenschaft bei der Organisation des Gleichgewichts anders verwendet (vgl. Lippens & Schröder, 2006). Dies wird bei den späteren Ausführungen zur posturalen Kontrolle berücksichtigt.

Sturzereignisses zu betrachten. Gleichzeitig sind Interventionsmaßnahmen auf Basis bewegungswissenschaftlicher und gerontologischer Erkenntnisse fundiert zu planen. Bisherige Interventionen berücksichtigen noch nicht umfangreich genug das wertvolle Hintergrundwissen der genannten Disziplinen. Ebenso wird eine interdisziplinäre Zusammenarbeit selten realisiert.

Das Stürzen ist als komplexes Phänomen zu betrachten, dessen Ursachen sich von Mensch zu Mensch unterscheiden und sowohl auf körperlicher, psychologischer als auch habitueller Ebene zu finden sind. Ausgehend von einem salutogenetischen Gesundheitsverständnis, ist jeder Mensch in der Lage durch Eigenaktivität positiv auf eigene (Sturz-) Risiken Einfluss zu nehmen. Die dazu erforderlichen Kompetenzen sollten den Senioren vermittelt und ins Bewusstsein gerufen werden. Hieraus folgt eine Handlungsorientierung, die sich an die Bedürfnisse und Alltagssituationen der Senioren anlehnt. Zur Bewältigung von Alltagsaufgaben werden motorische Fähigkeiten, insbesondere Kraft und Balance benötigt. Gleichzeitig müssen das Herz-Kreislauf- und das Nervensystem in der Lage sein sich ständig wechselnden Umweltbedingungen anzupassen und somit Bewegungsausführungen erst zu ermöglichen. Es ist daher sinnvoll diese Aspekte in einem Bewegungsprogramm zur Sturzprävention zu integrieren.

Im Verlauf der Arbeit werden die unterschiedlichen Forschungsergebnisse aus medizinisch- geriatrischen, psychologischen und bewegungswissenschaftlichen Untersuchungen zusammengetragen. Dabei liegt der Fokus auf den bewegungswissenschaftlichen Ergebnissen. Von besonderer Bedeutung ist hierbei das Konzept nach Nagel (1992, 1997), dessen alltagsbezogene Handlungsorientierung und sportartübergreifender Transfergedanke der Entwicklung des hier vorgestellten Präventionsprogramms zugrunde liegen.

Vor diesem Hintergrund erfolgt ein Vergleich der Bewegungsprogramme Gleichgewicht- und Koordinationstraining und Nordic Walking sowie die Einordnung der sich daraus ergebenden Studienergebnisse.

Zur Prävention von Stürzen sind in der Literatur Bewegungsprogramme, insbesondere Formen des Gleichgewichts-, Propriozeptions- sowie Koordinationstrainings als positiv herausgestellt worden (Hu & Woollacott, 1996; Heitkamp et al., 2001; Jeschke & Zeilberger, 2004; Lord et al., 1995; Pfeifer et al.,

2001). Ob auch ein Nordic Walking Programm im Bereich der Sturzprävention sinnvoll sein kann, wurde bisher nicht diskutiert und soll untersucht werden.

Die beiden Bewegungsangebote (1) das Gleichgewichts- und Koordinationstraining basierend auf dem Konzept nach Nagel (1997) und (2) das Ausdauerprogramm mittels Nordic Walking sind bereits im Bereich der Primärprävention seitens der Krankenkassen anerkannt. Bisher wurden sie jedoch nur gering evaluiert und auf ihre spezifischen Effekte auf Parameter der Herz-Kreislauf-Leistung sowie auf motorische Kompetenzen im Bereich des Gleichgewichts hin überprüft.

Ziel dieser Dissertation ist es, die physiologischen Veränderungen und ihre Einflussnahme auf Sturzrisikofaktoren der Bewegungsprogramme Gleichgewichts- und Koordinationstraining sowie Nordic Walking miteinander zu vergleichen.

Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Gleichgewichts- und Koordinationstraining hauptsächlich den Bereich der Koordination und Balance fördert, während das Nordic Walking Trainingsreize zur Verbesserung der Herz-Kreislauf-Leistung setzen kann.

In den nachstehenden Ausführungen des ersten theoretischen Teils dieser Arbeit, erfolgt eine Darstellung der wichtigen physiologischen Veränderungen des Alters und die daraus resultierenden Sturzrisikofaktoren, um die komplexen Vorgänge eines Sturzes im Alter zu verdeutlichen.

Insbesondere die Zusammenhänge der körperlichen Veränderungen im Alter und deren Einfluss auf die posturale Kontrolle und somit auf die Entstehung von Sturzrisiken werden diskutiert.

Zum Abschluss werden die Einflussmöglichkeiten von Bewegung auf die Reduzierung von (Sturz-) Risiken aufgezeigt. Hieraus ergibt sich die Grundlage der inhaltlichen Konzeption der Bewegungsprogramme Gleichgewichts- und Koordinationstraining (GG+K) und Nordic Walking (NW), die in dieser Studie auf ihre Wirksamkeit zur Reduzierung von Sturzrisikofaktoren im Bereich der Herz-Kreislauf-Funktionen und der Haltungstabilität überprüft und miteinander verglichen werden.

Den zweiten Teil dieser Arbeit bilden die Darlegung des Studiendesigns mit dem darin enthaltenen methodischen Vorgehen, die Ergebnispräsentation sowie die Diskussion der Ergebnisse.

In dieser Arbeit werden auch kardio-vaskuläre Parameter erfasst und verglichen, die in bisherigen Programmen zur Sturzprophylaxe nur wenig diskutiert wurden. Darüber hinaus werden geschlechtsspezifische und sportbiografische Einflüsse in die Interpretation der erfassten Daten integriert. Auch diese Punkte wurden in bisherigen Arbeiten noch nicht abschließend behandelt. Ergänzt wird die Datenerfassung mit Fragebögen zum physischen und psychischen Wohlbefinden, welche ebenfalls Einfluss auf die Entstehung von Sturzrisikofaktoren nehmen, wie im Verlauf der Arbeit dargelegt wird.

Zum Abschluss werden Handlungsempfehlungen aus den Studienergebnissen abgeleitet, die bei der Planung und Durchführung von Präventionskursen unterstützen können.

2 Stürze im Alter – Ursachen und Präventionsmaßnahmen

Ein Sturz ist ein komplexes Geschehen, welches sich aus dem Zusammenspiel verschiedener Faktoren ergibt. Es wird im Folgenden zunächst ein Überblick beschriebener Sturzrisikofaktoren erstellt. Im Anschluss daran erfolgt eine Diskussion von ausgewählten Modellen zur Entstehung von Sturzrisiken im Alter. Des Weiteren wird näher auf einzelne Teilsysteme der posturalen Kontrolle und deren Veränderungen im Alter eingegangen. Den Abschluss bilden eine Zusammenfassung bisheriger Maßnahmen zur Sturzprophylaxe und die daraus entstehenden Konsequenzen zur Entwicklung eines multidimensionalen Bewegungskonzepts zur Sturzprävention.

2.1 Sturzrisikofaktoren im Alter

Als bedeutende Sturzrisiken wiesen verschiedene Autoren endogene oder intrinsische Faktoren nach. Dazu gehören **physiologische Faktoren** wie:

- Muskelschwäche in den Beinen (Gassmann, 2004; Hu & Woollacott, 1996; Lord, 1995; Tideiksaar, 2000; Tinetti et al., 1988),
- Gleichgewichts- und Balancestörungen (Gassmann, 2004; Hu & Woollacott, 1996; Jeschke & Zeilberger, 2004; Lord et al., 1996, 1995; Maki et al., 1994; Pfeifer et al., 2001; Province et al., 1995; Tideiksaar, 2000; Tinetti et al., 1988; Vellas et al., 1997),
- verminderte Funktionsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems (Baum, 2002; Gassmann, 2004; Jeschke & Zeilberger, 2004; Marti & Martin, 2001; Tennstedt et al., 1998; Tideiksaar, 2000).

Hinzu kommen **psychische Faktoren**, wie z. B. Angst zu stürzen und bereits erfolgte Stürze (Alexander, 1994; Maki et al., 1997, 1991; Tennstedt et al., 1998; Tinetti et al., 1988), sowie als gesonderter intrinsischer Faktor die Einnahme bestimmter Medikamente mit z. B. sedierenden Effekten (Gassmann, 2004; Tideiksaar, 2000; Tinetti et al., 1988).

Die genannten Faktoren nehmen Einfluss auf die Haltungsstabilität im Stehen, Gehen und „sich Bewegen“, welche als posturale Kontrolle bezeichnet werden kann. Dabei hat jeder Mensch unterschiedliche Kompetenzen und Fähigkeiten zur Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle, die im weiteren Verlauf dieses Kapitels noch näher erläutert werden.

Zusätzlich wird in verschiedenen Untersuchungen (Alexander, 1994; Swan et al., 2004; Tinetti, 1988), insbesondere aber von der Forschungsgruppe um Baltes et al. (Krampe et al., 2003, Lindenberger et al., 2002) der **Einfluss kognitiver Leistungen** auf die zentrale Ressourcenverteilung bei der posturalen Kontrolle beschrieben. Sturzrisiken entstehen demnach, wenn mehrere Einflussfaktoren gleichzeitig bewältigt und koordiniert werden müssen und die Aufmerksamkeitskapazität zur Erfüllung dieser Multi-Task-Situation nicht ausreicht.

Ein Beispiel ist das Überqueren einer Straße: die Geschwindigkeit eines heranfahrenden Autos, die eigene Gehgeschwindigkeit, das Anheben des Fußes zum Erreichen eines Bürgersteigs, das Spiegelbild einer Pfütze und das Tragen des Einkaufs müssen hierbei gleichzeitig verarbeitet werden. Dies stellt für ältere Menschen eine komplexe Herausforderung dar.

Der Expertenstandard Sturzprophylaxe (DNQP, 2005, 36) gliedert die intrinsischen/ endogenen Faktoren wie folgt:

- Probleme mit der Körperbalance / dem Gleichgewicht
- Gangveränderungen / eingeschränkte Bewegungsfähigkeit
- Verschiedene Erkrankungen, die mit veränderter Mobilität, Motorik und Sensibilität einhergehen
- Sehbeeinträchtigungen
- Beeinträchtigung von Kognition und Stimmung
- Erkrankungen mit kurzzeitiger Ohnmacht
- Inkontinenz
- Angst vor eigenen Stürzen
- Sturzvorgeschichte

Ferner werden **exogene Faktoren** wie wechselnde Lichtverhältnisse, Bodenverhältnisse, wie z. B. Glatteis oder der Übergang von Teppichboden zu Fliesenbelag, Kleidung, z. B. Schuhwerk, Verwendung von Hilfsmitteln sowie Stolperfallen in Form von Kleinmöbeln, Kabeln und Teppichen diskutiert (DNQP, 2005; Gassmann, 2004; Tennstedt et al., 1998; Tideiksaar, 2000; Tinetti et al., 1988).

Alltagsbewegungen wie beispielsweise das Gehen erfordern eine gute interne Koordination und Organisation verschiedener Teilhandlungen (Informations-

verarbeitung der wahrgenommenen Umweltreize, Bewegungsinitiierung, Bewegungssteuerung uvm.) um ein Sturzereignis zu vermeiden. Dabei sind extrinsische Faktoren nur in 10-30% der Fälle ursächlich für ein Sturzereignis. Alle weiteren Stürze ergeben sich aus den intrinsischen Faktoren, welche das Ergebnis des individuellen Alterungsprozesses darstellen (Hu & Woollacott, 1996).

Ein Sturz ist somit ein multifaktorielles Geschehen, welches sich aus dem Zusammenspiel der verschiedenen genannten Faktoren ergibt (Runge, 1997; Runge & Schacht, 2005).

Zudem ist die jeweilige Handlungsintention von besonderer Bedeutung, welche das Motiv für eine sturzgefährdende Bewegung liefert. Will etwa eine ältere Dame von 85 Jahren auf eine Leiter steigen, um ihre Gardinen aufzuhängen und überschätzt dabei ihre derzeitigen Fähigkeiten, ist sie möglicherweise stark gefährdet von der Leiter zu stürzen.

Eine Vorhersage über das individuelle Sturzrisikopotenzial einer Person ist schwierig, da in der Regel nicht ersichtlicht ist, welche Sturzrisiken dabei die einzelne Person mitbringt. Ein Übersichtsartikel von Meyer & Ayalon (2006) zeigt auf, dass bisher über 130 Sturzrisikofaktoren identifiziert wurden. Laut Runge & Schacht (2005) kommen auf 100 Stürze 300 bis 400 Ursachen und jedes Sturzereignis resultiert aus der Kombination von verschiedenen Risikofaktoren. Dabei ist wichtig zu erwähnen, dass sich die Sturzrisiken gegenseitig potenzieren, d.h. ein Vorhandensein mehrerer Sturzrisikofaktoren erhöht die Sturzwahrscheinlichkeit (Runge & Schacht, 2005).

Das individuelle Sturzrisiko sollte durch ein Sturzrisikoassessment erfasst werden (Lord, 1996; Tideiksaar, 2000; Tinetti, 1988; Vellas, 1997). Hierbei werden die individuellen Fähigkeiten mit den funktionellen Defiziten in Beziehung gesetzt und ausgewertet. Dies ermöglicht eine Einordnung des möglichen Sturzrisikos einer Person und kann Handlungsansätze zur Interventionsplanung aufzeigen (z. B. Berg-Balance Skale, Tinetti Test uvm.)

Im Expertenstandard Sturzprophylaxe sind verschiedene Screening-Instrumente zur Erfassung des Sturzrisikos und deren Evidenz aufgelistet (DNQP, 2005). Die dargestellten Instrumente sind bisher jedoch nur im klinischen Bereich und mit Senioren der Altersgruppe 70+ anwendbar.

2.2 Erklärungsansätze zur Entstehung von Sturzsrisikofaktoren im Alter

Die Entstehungsgeschichte eines Sturzes ist äußerst komplex. Die intrapersonellen Ressourcen³, Kompetenzen und möglichen funktionellen Defizite unterscheiden sich. Dies hängt damit zusammen, dass Altern kein einheitlicher Prozess ist und dem Einfluss vieler Faktoren unterliegt. Granacher (2003, 5) charakterisiert den körperlichen und geistigen Alterungsprozess wie folgt:

- Intraindividuelle Variabilität (nicht in allen Funktionen gleich)
- Interindividuelle Variabilität (große Unterschiede zwischen Personen)
- Dynamik (positive und negative Veränderungen)
- eigene Entwicklungspotentiale (Möglichkeiten der Verwirklichung)
- Kontextualität (Wechselwirkung mit sozialen und umweltlichen Merkmalen)
- Lebenslaufperspektive (Einfluss früherer Lebensabschnitte)

Die möglichen physiologischen und psychologischen Veränderungen des menschlichen Körpers im Alter und daraus resultierende Funktionseinbußen ziehen als Folge o.g. intrinsische Sturzsrisikofaktoren nach sich.

Granacher (2003) plädiert für folgendes Ursache-Wirkungs-Modell von Stürzen:

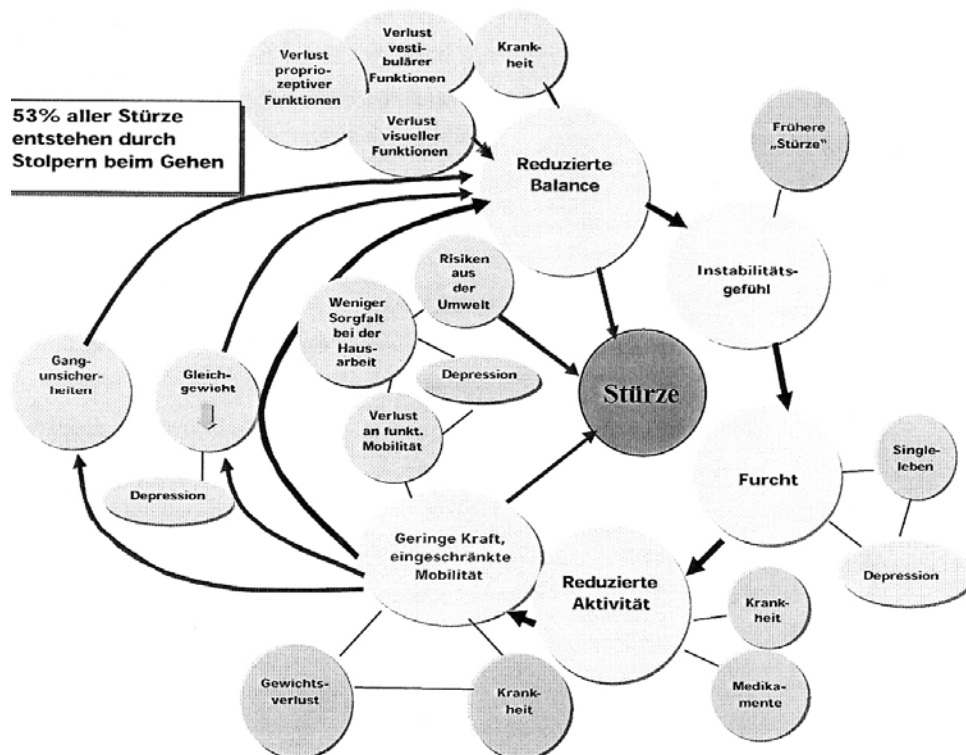


Abb. 1 Ursache-Wirkungs-Modell von Stürzen nach Granacher (2003, 8)

³ Unter Ressourcen sind die körperlichen Voraussetzungen und Kapazitäten zur Bewältigung einer Situation sowie bisherige Erfahrungen, Fähigkeiten und Fertigkeiten zu verstehen.

Das dargestellte Ursache-Wirkungs-Modell (Abbildung 1) zeigt, wie vielfältig die Zusammenhänge einzelner Sturzrisikofaktoren sein können. Die Interaktionen der Risikofaktoren verlaufen dabei nicht gleichmäßig, sondern es ergibt sich ein dynamisches Bedingungsgefüge.

Der Prozess zur Vermeidung eines Sturzes, der eine Haltungsstabilität beim Stehen, Gehen und anderen zielgerichteten Bewegungen ermöglicht, ergibt sich ebenfalls aus einem dynamischen System. Einzelne anatomische Strukturen des Bewegungsapparates und der Bewegungssteuerung organisieren sich in funktionellen Interaktionen. Diese Organisation ist nicht starr, sondern verändert sich unter dem Einfluss neuer äußerer und innerer Bedingungen (Schüle & Huber, 2000, 14). Eine ständige Reorganisation ist erforderlich, um sich allen, sich immer wieder verändernden, inneren und äußeren Bedingungen anzupassen (Schüle & Huber, 2000, 15).

2.2.1 Modelle zur Erklärung des Gesundheitszustandes im Alter

Der aktuelle persönliche Gesundheitszustand ist ausschlaggebend für das individuelle Wohlbefinden und die körperliche Leistungsfähigkeit. Im Folgenden soll anhand von zwei Erklärungsansätzen verdeutlicht werden, warum mit zunehmenden Alter die nach Granacher (2003) zitierten inter- und intraindividuellen Unterschieden von Fähigkeiten, Kompetenzen, Ressourcen und Wohlbefinden entstehen.

Das Mandalamodell der Gesundheit nach Hancock (zitiert nach BzgA, 2003, 53) zeigt, welche Faktoren im Laufe eines Lebens Einfluss auf den Menschen und dessen Gesundheit nehmen. Zu diesen Einflussgrößen gehören neben der rein körperlichen Konstitution auch psychische Aspekte, Umwelteinflüsse, Sozialkontakte und das persönliche Verhalten (Abbildung 2).

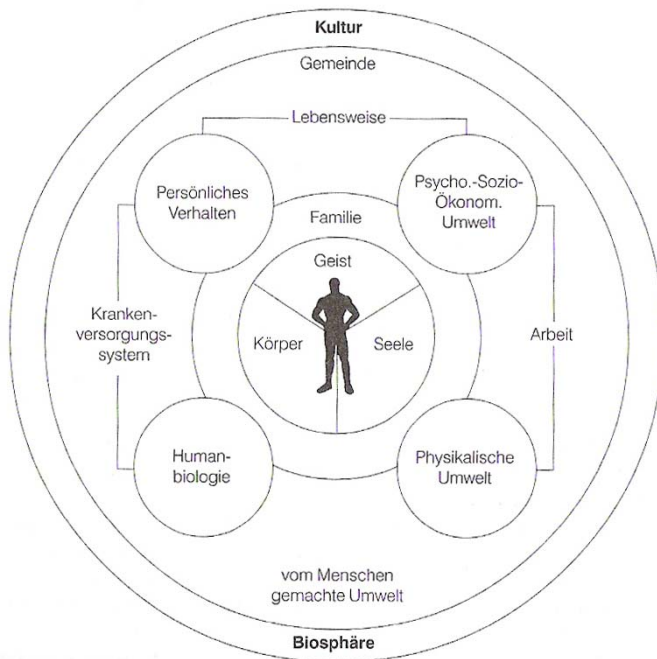


Abb. 2 Hancocks Mandala der Gesundheit nach BzgA (2003, 53)

Aus den im Modell dargestellten Einflussfaktoren ergeben sich persönliche, gesundheitliche und somit funktionelle Defizite, aber auch individuelle Kompetenzen und Ressourcen im Alltag.

Kompetenzen ergeben sich nach Hirtz et al. (2005) aus der Interaktion der Umweltanforderungen mit den vorhandenen Ressourcen der Person. Kompetenzen bedeuten in diesem Zusammenhang z. B. Bewegungsstrategien, die einen Gleichgewichtsverlust verhindern können. So kann eine Tennisspielerin möglicherweise ohne Gleichgewichtsverlust ihren Arm weiter vom Körper wegstrecken als jemand, der nicht Tennis spielt, weil sie aus ihrer Bewegungsbiografie derartige Bewegungen aus dem Tennisspiel heraus kann. Eine Turnerin hat z. B. durch Erfahrungen mit dem Sportgerät Schwebebalken auch auf kleiner Standfläche eine gute Balance.

Ein weiteres Modell wird von Hurrelmann (2000) vorgeschlagen (Abbildung 3).

Ausgehend vom Gesundheitsmodell nach Hurrelmann (2000) resultiert der Gesundheitszustand eines Individuums aus der gelungenen Bewältigung von inneren und äußeren Anforderungen.

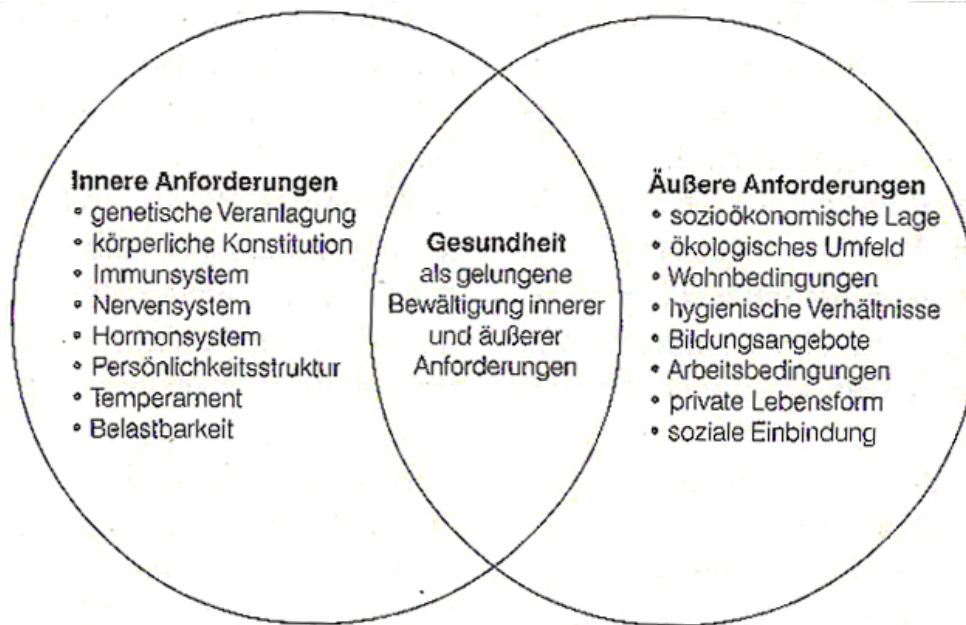


Abb. 3 Gesundheitsmodell nach Hurrelmann nach BzGA (2003, 54)

Im Vergleich der Modelle von Hurrelmann und Hancock ist zu erkennen, dass der Organismus mit zunehmender Lebensdauer zusätzliche Anforderungen bewältigen muss. Da im Laufe des Lebens eine Vielzahl von inneren und äußeren Anforderungen an den Menschen gestellt werden, wie z. B. Krankheit, körperliche Arbeit und soziale Veränderungen, muss sich die Persönlichkeit (als biopsychosoziales System) immer wieder der Bewältigung dieser Aufgaben widmen.

Dies zieht im Lebensverlauf Anpassungs- und Lernprozesse nach sich, so dass Altern als biologischer Prozess zu verstehen ist und nicht mit kalendarischen Lebensjahren allein ausgedrückt werden kann.

Die gelungene oder nicht gelungene Bewältigung der inneren und äußeren Anforderungen nimmt auch Einfluss auf den Alterungsprozess und bietet einen Erklärungsansatz, warum die Menschen körperlich und geistig unterschiedlich altern. Die Anwendung dieser Modelle auf die Sturzrisiken einzelner Personen bedeutet, dass die bisherige Biografie von Krankheiten, Umwelt- und Arbeitsbedingungen, persönlicher Lebensgestaltung, körperlicher Aktivität, Unfällen und Verletzungen uvm. einen aktuellen Ist-Zustand vorhandener Defizite, Kompetenzen und Ressourcen der Person hervorbringt. Die Sturzwahrscheinlichkeit erhöht sich, je mehr Defizite und je weniger Ressourcen und Kompetenzen vorhanden sind und führt unter ungünstigen Voraussetzungen zum Sturz.

2.2.2 Theorie des Life-Span-Developments

Eine weitere Theorie, welche zur Erklärung für ein Vorhanden- oder Nicht-Vorhandensein von Ressourcen und Kompetenzen zur Vermeidung von Sturzereignissen herangezogen werden kann, ergibt sich aus der von Baltes beschriebenen „Entwicklungspsychologie der Lebensspanne (Life-Span-Development)“ (Baltes, 1990, 1999; Voelker et al., 1999). Dabei verfolgt das Lifespan-Muster der relativen Ressourcenallokation nach Baltes (1999) drei Entwicklungsziele: (1) Wachstum, (2) Beibehaltung bzw. Aufrechterhaltung einschließlich Wiederherstellung von Funktionen und (3) die Regulation von Verlusten. Dies gilt auch für die motorische Entwicklung. Sie ist ein lebenslanger Prozess, bei dem Veränderungen sowohl in positiven als auch in negativen Erscheinungsformen auftreten können (Voelker et al., 1999). Altersbedingte, endogene und exogene Prozesse nehmen Einfluss auf die motorische Entwicklung. Dabei entwickeln sich die motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten multidirektional und sind durch eine hohe intraindividuelle Plastizität⁴ gekennzeichnet (Voelker et al., 1999). Dies schließt an die hier zitierten Ausführungen nach Granacher (2003) zum individuellen körperlichen und geistigen Alterungsprozess an.

Die Plastizität bezieht sich in diesem Kontext auf die Adaptionfähigkeit, Trainierbarkeit und Lernfähigkeit.

Nach Baltes (1999) sowie Freund & Baltes (2002) können kognitiv vorhandene Ressourcen ausgebaut und Fähigkeiten bis ins hohe Alter hinein ausdifferenziert werden. Sie führten hierzu das SOK-Modell ein. Dieses Modell setzt sich aus den Faktoren Selektion (S), Optimierung (O) und Kompensation (K) zusammen. Baltes (1999) definiert die Punkte folgendermaßen:

- Selektion beschreibt die *Richtung*, das Ziel oder das Ergebnis von Entwicklung.
- Optimierung charakterisiert die *Ressourcen*, die Mittel und Mechanismen, die das Erreichen von Entwicklungszielen oder Entwicklungsergebnissen ermöglichen.
- Kompensation bezeichnet die adaptive *Reaktion auf den Verlust von Mitteln* (Ressourcen), die dazu dient, durch Aktivierung alternativer Handlungsmittel oder die Einführung von Ersatzmitteln den Funktionsstand so gut es geht aufrechtzuerhalten.

⁴ Der Begriff der Plastizität wird häufig in der Hirnforschung verwendet, um Neuorganisationen von Nervenzellgeflechten z. B. nach einem Funktionsverlust zu beschreiben. Der von Voelcker et al. (1999) verwendete Begriff geht darüber hinaus.

Als Beispiel sei das Phänomen des Klaviervirtuosen Arthur Rubinstein zu nennen, der bis ins hohe Alter fähig war, Klavierkonzerte zu geben. Rubinstein wählte weniger Stücke aus (Selektion), übte häufiger (Optimierung) und konnte auf Grund seiner jahrelangen Klaviererfahrungen größere Kontraste in den Tempi setzen (Kompensation).

Um gezielt Maßnahmen zur Reduktion von Sturzrisiken zu planen, ist es notwendig, die systemischen und entwicklungspsychologischen Veränderungen der Lebensspanne und deren Zusammenhänge zu kennen. Vorhandene Ressourcen z. B. der Mobilität können dann integriert und ausgebaut werden (vgl. SOK-Theorie nach Baltes, 1999; Freund & Baltes, 2002).

Insgesamt sind sich die genannten Autoren einig, dass die Notwendigkeit besteht, einzelne Sturzrisiken trotz der komplexen Zusammenhänge anzugehen und schrittweise zu beheben, um Stürzen präventiv entgegenzuwirken. Als erfolgreicher werden allerdings multidimensionale Programme zur Sturzprävention angesehen (Skelton & Todd, 2005). Daher besteht Bedarf, die bisherigen Maßnahmen zur Sturzprävention zu überdenken und zu überarbeiten.

An dieser Stelle wird die Bedeutung der Trainingswissenschaft sichtbar, weil dort gezielte Interventionsprogramme, die einzelne intrinsische Faktoren (wie Herz-Kreislauf-Leistung, Muskelkraft, Koordination) ansprechen und Ressourcen ausbauen, entwickelt und evaluiert werden können.

Das folgende Kapitel stellt das Zusammenwirken der in diesem Studienzusammenhang wichtigen Sturzrisikofaktoren dar. Es wird dabei insbesondere auf die Sturzrisiken eingegangen, welche sich durch Bewegungsprogramme gezielt beeinflussen lassen.

Hierbei werden zunächst das posturale System und die posturale Kontrolle beschrieben. Von besonderer Bedeutung zur Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle sind aus bewegungswissenschaftlicher Sicht einerseits das Gleichgewicht sowie andererseits die Funktionsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems. Deren positive Beeinflussbarkeit durch Bewegung ist umfangreich belegt. Diese beiden

wichtigen körperlichen Funktionen werden in der weiteren Darstellung schwerpunktmäßig diskutiert.

2.3 Gleichgewicht und posturale Kontrolle

Physikalisch betrachtet ist nach Gehrtzen & Vogel (1993, 72) ein starrer Körper dann im Gleichgewicht, wenn er weder Translations- noch Rotationsbeschleunigungen erfährt und Kraft und Drehmoment verschwinden (d.h. die Summe aller einwirkenden Kräfte gleich Null ist).

Der Begriff des Gleichgewichts aus bewegungswissenschaftlicher Sicht bezeichnet nach Kent (1998,145) die *„Fähigkeit, eine spezifische Orientierung in ihrer Relation zum Raum aufrecht zu erhalten. Dies bezieht sich nicht nur auf stationäre Bedingungen (statisches Gleichgewicht) sondern auch auf den sich bewegendenden Menschen (dynamisches Gleichgewicht).“* Die Stabilität eines Menschen hängt davon ab, ob er sich im Zustand eines stabilen oder instabilen Gleichgewichts befindet (Kent, 1998).

Der Erhalt des Gleichgewichts im aufrechten Stand und bei Lokomotionen - auch unter ständig wechselnden inneren und äußeren Einflüssen - ist das Ergebnis eines funktionierenden posturalen Systems, der posturalen Reaktion und der posturalen Kontrolle.

Im weiteren Verlauf werden die Begriffe posturale Kontrolle, posturales System und posturale Reaktion nach den folgenden Definitionen verwendet:

Ein spezifischer Aspekt des Gleichgewichts, die **posturale Kontrolle** kann nach Alexander (1994) definiert werden als das Vermögen, den Körperschwerpunkt (KSP) über seiner Unterstützungsfläche innerhalb der Grenzen der (seiner) Stabilität beizubehalten. Diese Stabilitätsgrenzen beschreiben das Gebiet, in welchem die Position des KSP sicher verändert werden kann, ohne dass die Unterstützungsfläche verändert werden muss.

Die Stabilitätsgrenzen verändern sich nach Alexander (1994) in Abhängigkeit von:

- 1) den (biomechanischen) körperlichen Voraussetzungen z.B. Körperbeschaffenheit und -bau und dem Bewegungsausmaß der Gelenke

- 2) den Bedingungen und Anforderungen der jeweiligen Aufgabe und jeglicher körperlicher Unterstützung und
- 3) der Beschaffenheit der Unterstützungsfläche (des Bodens) eingeschlossen des (Neigungs-) Winkels, seiner Nachgiebigkeit und Reibung (Friktion).

Die Wahrnehmung dieser Grenzen kann sich von den tatsächlichen Stabilitätsgrenzen unterscheiden und somit zu unverhältnismäßigen Gleichgewichtsreaktionen führen, wie dies bei Personen mit Gleichgewichtsstörungen auftreten kann (Alexander, 1994).

Die posturale Kontrolle beinhaltet folglich den Prozess zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts. Als Vermögen (Fähigkeit) des menschlichen Körpers besteht eine inhaltliche Übereinstimmung mit dem in der Sportwissenschaft verwendeten Begriff der Gleichgewichtsfähigkeit. Hirtz (2005, 56) stellt als gängige Definition die Gleichgewichtsfähigkeit als *„relativ verfestigte und generalisierte Leistungsvoraussetzung für das Halten bzw. Wiederherstellen des Körpergleichgewichts bei wechselnden Umweltbedingungen, besonders zur zweckmäßigen und schnellen Lösung motorischer Aufgaben auf kleinen Unterstützungsflächen oder bei sehr labilen Gleichgewichtsverhältnissen“*.

Posturale Kontrolle erfolgt nach de Mares (2003) über die Verarbeitung der Reizaufnahme des zugrunde liegenden Sinnessystems und über unbewusst ablaufende Regelmechanismen, die die Stütz- und Zielmotorik anforderungsspezifisch regulieren. Sie ergibt sich aus dem komplexen Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten des posturalen Systems.

Das **posturale System** beschreibt die Gesamtheit aller Teilsysteme, welche die Aufgaben der Haltungsstabilität erfüllen. Es umfasst alle körperlichen, inneren Voraussetzungen, die eine aufrechte Haltung oder Bewegung ermöglichen. Zum posturalen System gehören aus klinisch-geriatrischer Sicht die Organsysteme zur Erfassung und Verarbeitung von Sinnesinformationen (Propriozeption, Hautsensibilität, Lage- und Bewegungssinn, auditive Wahrnehmung, vestibuläres System, visuelles System), das Herz-Kreislauf-System (Blutdruck (-regulation) und Herzfrequenz), der Bewegungsapparat und die Reaktionsschnelligkeit (Runge, 1995).

Verhalten und Reaktionen entstehen dabei selbstorganisiert aus der Interaktion der Teilsysteme (Schüle & Huber, 2000; Hossner, 1995). Das Ergebnis dieser Interaktionen ist als posturale Reaktion zu verstehen.

Die **posturale Reaktion** beschreibt die Antwort (alle sensomotorischen und muskuloskeletalen Aktivitäten) des posturalen Systems auf wechselnde innere und äußere Anforderungen, um das Gleichgewicht situationsabhängig (Sitzen, Stehen, Gehen, Laufen, Springen etc.) zu erhalten (Runge, 1995).

Hierzu müssen vielfältige sensorische Informationen, z. B. über die Körperstellung im Raum, integriert und verarbeitet werden, um Bewegung und Gleichgewicht zu ermöglichen. Dabei wirken reflektorische und übergeordnete zentralnervöse Prozesse zusammen, aus denen Muskelsynergien und Strategien zur Organisation des Gleichgewichts entstehen.

Da dieses Forschungsfeld aus verschiedenen Richtungen bearbeitet wird und die Analyse des Phänomens „Gleichgewicht (-sregulation) und posturale Kontrolle“ bisher nicht abgeschlossen ist, findet sich eine Vielfalt an Erklärungsansätzen in unterschiedlichen Disziplinen.

Im Folgenden werden die Forschungsergebnisse zur posturalen Kontrolle aus den verschiedenen Sichtweisen der Disziplinen klinische Geriatrie, Psychologie, Sportwissenschaft dargestellt und mit praxisorientierten Erkenntnissen der Physiotherapie zusammengeführt.

In den nächsten Abschnitten werden (1) Modelle zur posturalen Kontrolle und (2) die Teilprozesse der posturalen Reaktion vor dem aktuellen Forschungsstand beteiligter Disziplinen näher erläutert. Dies dient als Grundlage, um den Einfluss von physiologischen Altersveränderungen auf das posturale System und somit auf die posturale Kontrolle zu verstehen, die wiederum zu einem Verlust des Gleichgewichts und somit zu einem Sturz führen können.

2.3.1 Modelle der posturalen Kontrolle

In einer Übersichtsarbeit fassen Horak et al. (1997) Entwicklungen und Erkenntnisse zusammen, die über die Jahre die Gleichgewichtsforschung beeinflussten. Dabei ist wichtig zu betonen, dass sich ein Großteil der Forschungen, insbesondere im

klinischen Bereich, mit Störungen der posturalen Kontrolle beschäftigte und nach Lösungsansätzen zur Behebung dieser Störungen suchte.

Wichtigste Ergebnisse der Gleichgewichtsforschung sind nach Horak et al. (1997), dass die Gleichgewichtsregulation nicht, wie zunächst angenommen, nach einem hierarchischen Reflexmodell erfolgt, sondern von Handlungszielen geleitet ist, denen die Bewegungsausrichtung folgt. Das Zusammenwirken der verschiedenen Teilsysteme ist ein komplexer, dynamischer Vorgang. Posturale Kontrolle erfolgt proaktiv, die äußeren und inneren Voraussetzungen adaptierend, wird zentral organisiert, integriert Erfahrungen und wird durch die Handlungsziele geleitet (Horak et al., 1997). Daraus ergibt sich für Horak et al. (1997), dass Balance oder Gleichgewicht eine motorische Fähigkeit ist, welche gelernt und verbessert werden kann. Der Verlust der Balance und in der Folge ein Sturzereignis resultieren nach Meinung der Autoren aus einer inadäquaten Bewegungsantwort auf Störungen von außen. Um jedoch Stabilität im Stehen oder Gehen beizubehalten, sind schnelle Bewegungsantworten auf Störungen notwendig. Für eine gute posturale Kontrolle werden aus physiotherapeutischer Betrachtung von Bader-Johansson (2000, 23) folgende Voraussetzungen zitiert:

- Ausreichende Gelenkbeweglichkeit
- Normale spatio-visuelle Wahrnehmung⁵
- Normales somatosensorisches Feedback⁶
- Normales visuelles und vestibuläres Feedback
- Normales zentrales Programm
- Normaler Tonus
- Normale Koordination
- Normale Körperwahrnehmung
- Psychisches Gleichgewicht
- Ausreichende Muskelstärke und Ausdauer

Für eine posturale Kontrolle in jeder Bewegungssituation müssen die genannten Teilsysteme zusammenwirken.

⁵ Unter der Bezeichnung „normal“ wird hier davon ausgegangen, dass keine funktionalen Beeinträchtigungen vorliegen.

⁶ Def.: Somatosensorisches Feedback nach Bader-Johansson (2000, 23): Propriozeptives, kinästhetisches und taktils Feedback aus Gelenken, Ligamenten, Muskeln und Haut

Eine gute posturale Kontrolle im Stehen und Gehen setzt sich aus dem Zusammenspiel folgender sechs in der Praxis beobachteter Teilprozesse zusammen (Bader-Johansson, 2000):

1. Die vertikale Kopfkontrolle, durch welche der Kopf in Position gehalten und in alle Richtungen bewegt werden kann, ohne dass sich Rumpf (Oberkörper) und Arme mitbewegen müssen.
2. Das Balancieren des Beckens in vertikaler Stellung.
3. Reaktionen auf Störungen aus der Umwelt. Dazu gehört die Gewichtsverlagerung in alle Richtungen und in allen Segmenten im Verhältnis zueinander, z. B. eine Tasche in der einen Hand halten und das Gewicht automatisch mehr auf die entgegen gesetzte Seite zu verlagern ohne den Körper zu beugen; auf einem Bein stehen und die vertikale Linie des Körpers beibehalten.
4. Die Fähigkeit zur Kontrolle über die Schwerpunktverschiebungen in anterior-posteriorer Richtung, um die Gehbewegung in Gang zu setzen (Propulsion) und zu stoppen (Retropulsion). Hinzu kommt die diagonale Schwerpunktverschiebung wie beim Abrollen mit den Zehen, was bei genügender Kraftentwicklung nach oben eine Rotation in der Längsachse des Körpers bewirken soll. Weiterhin wichtig sind die Kontrolle des lateralen Schwankens von Fuß zu Fuß, sowie die Fähigkeit zur Wendung.
5. Die Fähigkeit zum Einleiten von Schutzreaktionen, Schutzschrittreaktionen zur Seite, sowie nach hinten und nach vorne. Des Weiteren das Ausführen von Fallschutzreaktionen mit einer Hand gegen eine nahe gelegene Wand oder einen Gegenstand.
6. Die „tilt reaction“, d.h. der Körper passt sich visuell und muskulär an Veränderungen der Körperposition im Raum an; Z. B. erzeugt das Stehen auf einer nach unten rechts geneigten Fläche eine Verlängerung der rechten Körperhälfte, um Stabilität zu bewahren.

Störungen dieser sechs Teilprozesse werden gerade bei älteren Menschen häufig beobachtet. In Ergänzung der Sichtweise von Bader-Johansson (2000), welche lediglich die Voraussetzungsebene zur posturalen Kontrolle darlegt und Runge (1995), der hauptsächlich beteiligte Organsysteme beschreibt, erfassen Horak et al.

(1989) auch eine Entwicklungsebene, in dem sie das motorische Lernen in ihr Modell integrieren.

Ausgehend von der gesicherten Erkenntnis, dass motorisches Lernen bis ans Lebensende möglich ist, bietet sich nach diesem Modell die Option, die posturale Kontrolle bis ins hohe Alter positiv zu beeinflussen. Über das motorische Lernen können bisherige Lernerfahrungen integriert werden, womit auch eine Bewegungsbiografie an Bedeutung für die posturale Kontrolle im Alter gewinnt. In einer weiteren Arbeit von Horak et al. (1997) wurde das Modell ausdifferenziert und die Interaktionsebene mit erfasst. Demzufolge ergibt sich die posturale Kontrolle (in diesem Fall als Postural Stability bezeichnet, Abb.4) aus dem Zusammenspiel der motorischen Koordination, der sensorischen Organisation und den biomechanischen Voraussetzungen.

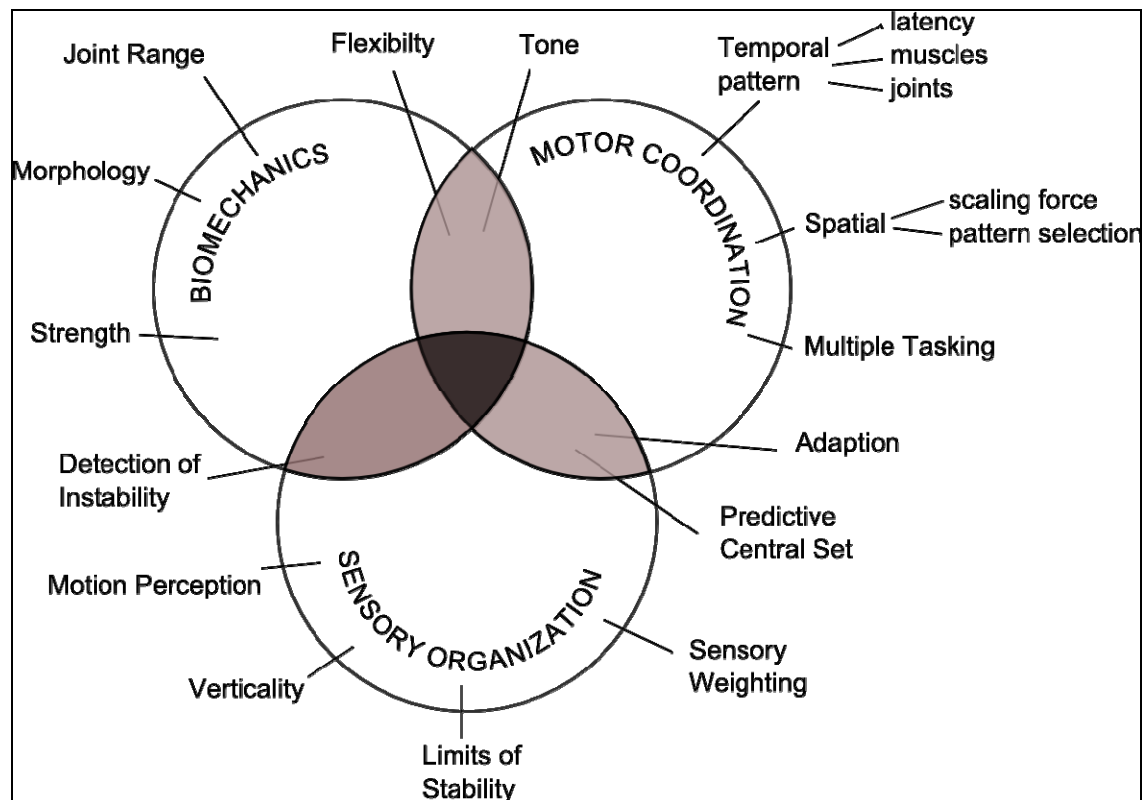


Abb. 4 Interaktionen zur posturalen Kontrolle nach Horak et al. (1997)

Die Darstellung (Abb.4) zeigt, dass zahlreiche Interaktionsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Bestandteilen der biomechanischen Voraussetzungen, der Koordination und der sensorischen Organisation, resultieren. Dieses Modell erklärt auch die Vielzahl an möglichen Störungen, die ein Sturzereignis begünstigen.

Ein ebenfalls interagierendes Modell der posturalen Kontrolle beschreiben Hu & Woollacott (1996). Sie stellen in ihrem Modell der Interaktion die Balance in den

Mittelpunkt zwischen motorische Koordination, sensorische Organisation, Einflüssen aus der Umwelt, muskuloskeletalen System, Adaption und Perzeption, die systemisch interagieren, um die Balance zu erhalten.

Es ist inzwischen hinreichend beschrieben, dass die Gleichgewichtsfähigkeit oder Balance keine in alle Handlungssituationen übertragbare, generelle Fähigkeit ist, sondern eine Leistungsvoraussetzung zur Bewältigung konkreter motorischer Aufgaben darstellt (Olivier & Rockmann, 2003). Zudem sind die Handlungsintentionen sowie die Adaptionen von Umweltbedingungen maßgeblich an der Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle beteiligt.

De Marées (2003, 151) spricht in diesem Zusammenhang vom Gleichgewichtssystem zur posturalen Kontrolle. Er versteht darunter:

- das Gleichgewichtsorgan auf der Sensorebene
- den Gleichgewichtsnerv (N. vestibularis) zur Informationsweiterleitung
- zentrale vestibuläre Kerne als Schaltstelle, in denen Informationen des visuellen Systems sowie der Oberflächen- und Tiefensensibilität integrativ verarbeitet werden.

Das dargestellte Gleichgewichtssystem beinhaltet die zentralnervösen Bestandteile und Verarbeitungsprozesse, welche zur posturalen Reaktion und Kontrolle benötigt werden. Diese Vorgänge werden im nächsten Abschnitt näher erläutert.

2.3.2 Teilprozesse der posturalen Reaktion

Im Folgenden werden die Vorgänge der posturalen Reaktion in die Bereiche der zentralen Informationsverarbeitung, des muskulären Zusammenspiels bzw. der beteiligten Strukturen des Bewegungsapparates sowie Vorgänge im Nerv-Muskelsystem unterteilt. Diese Unterteilung dient als Vorbereitung, um im späteren Verlauf die Literaturanalyse der Veränderungen der posturalen Kontrolle im Alter, welche zu den in der Praxis häufig beobachteten Störungen der sechs von Bader-Johansson (2000) beschriebenen Teilprozesse führen, zuordnen zu können.

Zentrale Informationsverarbeitung

In vereinfachter Darstellung geschieht bei der posturalen Reaktion Folgendes:

Über die Rezeptoren des visuellen, vestibulären und propriozeptiven Systems gelangen mittels der Nervenreizweiterleitung (sensibler Input) Informationen zur Verarbeitung zu den funktionalen Einheiten im ZNS, wo Wahrnehmung und

Bewegung integriert und verbunden werden. Die Reaktion erfolgt dann als Output über die zeitnahe Koordination des Nerv-Muskel-Systems. Es steuert und reguliert die Muskelaktivität des Rumpfes und der Extremitäten.

Die Verarbeitung im ZNS erfolgt über die *Formatio reticularis*. Hier kommen unspezifische Nervenreize aus der Peripherie zusammen und werden an den Thalamus weitergegeben. Der Thalamus gibt die Informationen an den Kortex als spezifische Nervenreize weiter. Über die *Formatio reticularis* gelangen aufsteigende (afferente) Nervenbahnen, die sensorische Funktionen ausüben, in höhere kortikale Strukturen. Efferente Nervenbahnen, die mit motorischen Funktionen in Verbindung stehen, werden ins Rückenmark geleitet. Das Gehirn nutzt laut Kandel et al. (1995) die Sensorik zur Aufrechterhaltung eines inneren Erregungszustands. Die *Formatio reticularis* kann als ein Bindeglied zwischen sensorischen und motorischen Strukturen des Kortex und der Peripherie über das Rückenmark verstanden werden. Sie ist morphologisch betrachtet ein Nervenzellengeflecht mit vielen Nervenkernen, das Reize aufnimmt und verarbeitet (Kandel et al., 1995). Die Art der Informationsverarbeitung und deren Weiterleitung an den Thalamus sind individuell unterschiedlich. Während der Verarbeitung werden Vorerfahrungen, Emotionen und aktuelle Innen- und Außenweltveränderungen mit einbezogen (Kandel et al. 1995, 610), wodurch auf gleiche extrinsische Informationen unterschiedliche Reaktionen zweier Personen folgen können.

Nach Birbaumer & Schmidt (1999) werden der *Formatio reticularis* folgende Aufgaben zugeschrieben:

- Steuerung der Bewusstseinslage durch Beeinflussung der Erregbarkeit kortikaler Neurone und Teilnahme am Schlaf-Wach-Rhythmus
- Vermittlung der affektiv-emotionalen Wirkungen sensorischer Reize durch Weiterleitung afferenter Informationen zum limbischen System
- Vegetativ-motorische Regulationsaufgaben lebenswichtiger Reflexe, bei denen viele afferente und efferente Systeme miteinander koordiniert werden müssen
- Mitwirkung an der Stütz- und Zielmotorik über die motorischen Zentren des Hirnstamms und des Kleinhirns.

Die hier beschriebenen Vorgänge in Verbindung zur *Formatio reticularis* bieten einen Erklärungsansatz für das systemische Zusammenwirken bei der posturalen

Kontrolle. Es werden Informationen verschiedener Sinneskanäle, z. B. über die Propriozeption und den visuellen Input gleichzeitig aufgenommen, weitergeleitet und eine motorische Antwort gefunden. Die Art der Informationsverarbeitung und Weiterleitung erfolgt personen- und situationsabhängig.

Quante & Hille (1999) beschreiben ebenfalls ein dynamisches Verhalten der beteiligten muskulären und neuronalen Strukturen an der Propriozeption, welche zu den Bestandteilen des posturalen Systems gezählt werden. Dabei ist propriozeptive Informationsverarbeitung nach Darstellung der Autoren überwiegend unbewusst.

Darüber hinaus ist der menschliche Organismus kein starrer Körper, sondern ein Bewegungssystem gegeneinander beweglicher Körperteile (Tholey, 1984) mit der Erfassung und Verarbeitung verschiedenster Wahrnehmungsprozesse. Die Wahrnehmungsprozesse dienen der Aufnahme und Verarbeitung von sensorischen Informationen. Während der Informationsverarbeitung wird das muskuläre Zusammenspiel, welches die aktuelle Situation gerade erfordert, ständig aktualisiert.

Muskuläres Zusammenspiel und Strategien zur Erhaltung des Gleichgewichts

Olivier (1997) beschreibt posturale **Synergien einzelner Muskelgruppen** zur Wiederherstellung des motorischen Gleichgewichts nach einer äußeren Störung. Diese Synergie bezeichnet hier das Zusammenwirken von Muskeln, die gemeinsam eine Aufgabe zur Haltungsstabilität erfüllen. Von Außen ist dies durch das posturale Schwanken beobachtbar. Corriveau et al. (2004) untersuchten hierzu als wichtige Muskelgruppen zur Haltungskontrolle die Hüftabduktoren, Kniestrecker, Plantar-, Dorsal-, und Hüftflexoren.

Um ein erhöhtes posturales Schwanken auszugleichen und die Balance zu halten, ist der Einsatz der hier beschriebenen Muskulatur erforderlich. Riemann et al. (2003) referieren Studienergebnisse, welche das Zusammenspiel von Fußgelenkssynergie, suspensorischer Synergie und Hüftsynergie bei der Gleichgewichtsregulation aufzeigen. Olivier (1997) weist darauf hin, dass diese Muskelaktivitäten zur posturalen Kontrolle nicht als mechanischer Kopplungsvorgang zu verstehen seien, sondern als eine neuronal programmierte Muskelsynergie. Störungen des motorischen Gleichgewichts werden demnach mit einer Mischsynergie ausgeglichen, wobei Muskelgruppen zusammenwirken, die das Fußgelenk, das Kniegelenk und den Hüftbereich stabilisieren. Zusätzlich werden einzelne Muskeln zur

Feinabstimmung herangezogen. Die Feinabstimmung unter allen beteiligten Muskelgruppen kann in Hinblick auf die äußeren Störungen, die das motorische Gleichgewicht beeinflussen, angepasst werden. Olivier (1997) schließt daraus, dass jede äußere Störung eine individuell bestimmte Antwort an Mischsynergien zur Wiederherstellung des Gleichgewichts erfordert.

Darüber hinaus beschreiben weitere Autoren **Strategien** (z. B. Horak et al., 1989) zur *Erhaltung des Gleichgewichts*.

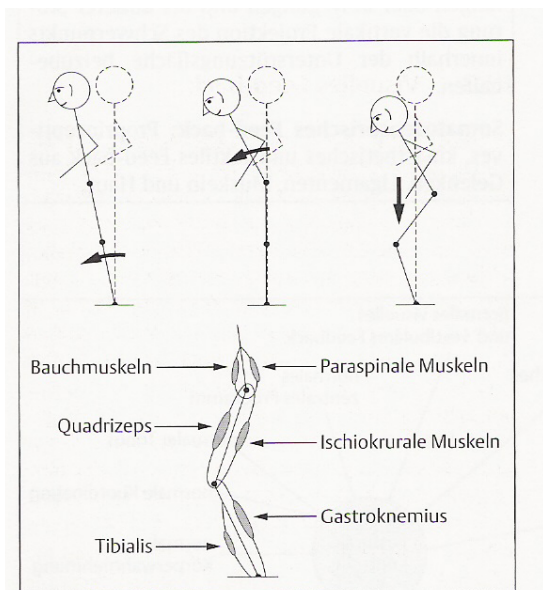


Abb. 5 Strategien zur Erhaltung des Gleichgewichts nach Bader-Johansson (2000, 24)

Die Abbildung 5 zeigt die verschiedenen Strategien, die zur Stabilisation der aufrechten Haltung genutzt werden können. Die erste Zeichnung erläutert grafisch die Fußgelenksstrategie, bei der posturales Schwanken mit Bewegungen um das Fußgelenk kompensiert wird. Die zweite Zeichnung zeigt die Hüftgelenksstrategie und das dritte Bild stellt das Zusammenwirken von Knie-, Hüft- und Fußgelenk dar.

Im aufrechten Stand auf beiden Beinen wirken laut Riemann et al. (2003) alle drei Strategien gemeinsam. Dabei resultiert nach Oullier et al. (2002) das posturale Schwanken hauptsächlich aus den Bewegungen um das Fußgelenk. Im Einbeinstand dominiert die Fußstrategie und eine Beugung im Kniegelenk zur Erhaltung des Gleichgewichts ist gering (Riemann et al., 2003).

Horak et al. (1989) verweisen zusätzlich auf die „stepping strategy“, welche durch kleine Schritte oder Hüpfen den Körper wieder ins Gleichgewicht bringen soll. Darüber hinaus geben Horak et al. (1989) eine Unterteilung an, in welchen

Situationen die einzelnen Strategien von Senioren vornehmlich eingesetzt werden. So wird die Fußstrategie bei geringen Störungen von Außen auf großer Unterstützungsfläche eingesetzt, die Hüft-Strategie bei größeren Störungen und kleineren Unterstützungsflächen und die *stepping strategy*, wenn die beiden anderen Strategien dysfunktional erscheinen. Die einzelnen Strategien und Synergien weisen darauf hin, dass eine Koordination über das Nerv-Muskelsystem erfolgen muss.

Sensorisch-perzeptiv-motorische Interaktionen

Ein gutes dynamisches Zusammenwirken des Nerv-Muskelsystems führt zur posturalen Kontrolle. Für Lazaro (2000) beinhaltet die posturale Reaktion im Sinne der Gleichgewichtserhaltung eine komplexe Dynamik sensorisch-perzeptiv-motorischer Interaktionen, die sich ereignen, entwickeln, aufeinander einwirken, sich organisieren und auf verschiedenen Ebenen wirksam werden.

Olivier (1997) führt ergänzend den Begriff der posturalen Antizipation an. Unter der posturalen Antizipation sind Vorbereitungs- und Kompensationsbewegungen, die eine Zielbewegung begleiten, zusammengefasst (z. B. Armbewegungen beim Laufen zur Gleichgewichtskompensation der Bein- und Rumpfbewegungen). Posturale Antizipation bedeutet zudem, dass, bevor eine Zielbewegung ausgeführt wird, Muskelaktivität zu finden ist, um dem Verlust des Gleichgewichts vorzubeugen.

Stoffregen et al. (2000) prägen darüber hinaus die Bezeichnung der *supra-postural tasks*, unter denen übergeordnete Funktionen, insbesondere das Sehen, verstanden werden, welche die Gleichgewichtsorganisation beeinflussen (Stoffregen et al., 2000; Oullier et al., 2002). Die Bewegung des visuellen Umfelds erfordert die Neuorganisation der Körperbewegung bzw. des posturalen Schwankens, um sich auf die neuen Bedingungen des visuellen Inputs einzustellen. Dies gilt sowohl im Stehen, als auch während des Gehens (Oullier et al., 2002).

Aber nicht nur die optischen Informationen sind von Bedeutung.

Gabel (1984) nennt als wesentlich wichtige sensorische Systeme die kinästhetischen, taktilen, statico-dynamischen, optischen und akustischen Analysatoren. Er ist der Ansicht, dass diese Analysatoren interagieren und belegt dies mit Experimenten von verschiedenen Autoren. Der Begriff Gleichgewichtssinn setzt sich für Gabel (1984) aus dem Zusammenspiel der einzelnen Sinneswahrnehmungen und Verarbeitungen zusammen. Er geht ferner davon aus,

dass sich ein Ausfall einzelner Sinnesempfindungen nur schwer von den anderen Analysatoren kompensieren lässt.

Woollacott & Jensen (1994) beschreiben drei sensorische Systeme, die zur Haltungssteuerung und posturalen Reaktion beitragen: das visuelle, vestibuläre und somatosensorische System. Sie sind wie Gabel der Meinung, dass durch Ausfälle zweier dieser Systeme, die Haltungssteuerung beeinträchtigt wird. Des Weiteren legen sie eine Hierarchie unter den drei Systemen fest, in der an oberster Stelle das vestibuläre System liegt, gefolgt vom somatosensorischen System und an letzter Stelle dem visuellen System.

Dieser Hierarchie widersprechen Hirtz et al. (2005). Die Autoren zeigen ebenfalls die Bedeutung der vestibulären, kinästhetischen, taktilen und visuellen Analysatoren auf, stellen aber keine Rangfolge auf und weisen ferner darauf hin, dass der Vestibulärapparat zu Unrecht Gleichgewichtssinn genannt wird, da die beschriebenen Analysatoren gemeinsam an der Gleichgewichtserhaltung beteiligt sind. Dabei informieren die kinästhetischen Analysatoren (Muskelspindeln, Sehnenspindeln und Gelenkrezeptoren) über Stellung und Bewegung der Extremitäten, wobei in Stellungs-, Bewegungs- und Kraftsinn unterschieden wird. Wichtig für die Gleichgewichtsregulation sind die propriozeptiven Meldungen aus der Halsregion und den Fußgelenken. Die Mechanorezeptoren des taktilen Analysators sind als Eindrucks-Tiefenfühler, Bewegungsfühler oder Beschleunigungs- bzw. Erschütterungsfühler spezialisiert und treten in besonders großer Dichte in Handflächen und Fußsohlen auf. Von großer Bedeutung für die Gleichgewichtsreaktion sind die Informationen der taktilen Rezeptoren der Füße, da sie Aufschluss über die Druckverteilung der Füße auf dem Untergrund und über die Beschaffenheit des Untergrundes geben. Der statico-dynamische Analysator informiert durch die Vestibulärapparate ständig über die Kopfstellung im Raum. Gleichzeitig erfolgt im Vestibulariskerngebiet ein Abgleich mit den Informationen des Stellungs- und Bewegungssinns (z. B. der Halsmuskulatur). Die visuellen Informationen dienen zur Gleichgewichtserhaltung, da durch ihre Verarbeitung z. B. antizipierende motorische Reaktionen ausgelöst werden (Hirtz et al., 2005).

Zusätzlich ruft nach Fouque et al. (1999) nicht nur die sensorische Orientierung eine Bewegung hervor, sondern auch die geplante Aktion kann ursächlich für die sensorische Orientierung sein.

Corriveau et al. (2004) fassen unter dem Begriff des sensorischen Systems die visuellen, somatosensorischen und vestibulären Funktionen zusammen. Das sensorische System dient zur Erfassung aller Informationen über die Stellung des Körpers im Raum. Zur Kontrolle der Körperposition im Raum wird nach Corriveau et al. (2004) ein großer Bewegungsradius (range of motion) benötigt, der über das muskuloskeletale System realisiert wird. Darüber hinaus erfordert die posturale Kontrolle eine gute Rückmeldung über Zeit und Qualität des Zusammenspiels.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass sich die posturale Kontrolle aus der posturalen Reaktion ergibt, welche die Koordination verschiedener Teilsysteme (posturales System) voraussetzt. Um Balance zu erreichen, wird über das systemische Zusammenwirken zur posturalen Kontrolle der Körperschwerpunkt im Verhältnis zur Standfläche organisiert. Zur Haltungsstabilität und Gleichgewichtsregulation in bewegten Situationen ist ein optimales Zusammenspiel zwischen beteiligter Muskulatur, zentralnervöser Steuerung und Integration von Sinneswahrnehmungen verschiedener Analysatoren erforderlich. Darüber hinaus beinhaltet die posturale Kontrolle das Einleiten von Korrektur- und Ausgleichsbewegungen im Zusammenspiel der eigenen biomechanischen Voraussetzungen und (Bewegungs-) Anforderungen aus der Umwelt (Horak et al., 1989). Zusätzlich werden supra-posturale Aufgaben im Sinne von Stoffregen et al. (2000) in ihrer Bedeutung zum Erlangen einer aufgabenspezifischen Gleichgewichtsleistung diskutiert.

Das gute Zusammenspiel der Teilsysteme zur posturalen Kontrolle im Stehen und Gehen ist auch im Alter erforderlich, um Sturzereignisse durch einen Verlust der posturalen Kontrolle und somit des Gleichgewichts zu vermeiden. Maßnahmen zur Prävention von Stürzen sollten dieses Zusammenspiel fördern und aus diesem Fokus betrachtet und diskutiert werden.

2.4 Posturale Kontrolle im Alter

Das Alter bringt eine Vielzahl an physiologischen Veränderungen mit sich. Alter ist nicht nur kalendarisch, sondern wie bereits in der Einführung erläutert, biologisch zu betrachten.

Nach Meyer & Ayalon (2006) ereignen sich viele Stürze beim Gehen. Das Gehen erfordert, so die Autoren, eine dynamische Stabilität zur Gleichgewichtserhaltung. Dabei ergibt sich das Gleichgewicht aus der ständigen Körperschwerpunkt-zentrierung über der Standfläche.

Im Folgenden sollen zur Entwicklung von Gesundheitsförderungsprogrammen und im Hinblick auf Sturzrisikofaktoren die körperlichen Veränderungen, die Einfluss auf die posturale Kontrolle nehmen, näher betrachtet werden.

Hierzu zählen nach Tideiksaar (2000, 34) im Alter vor allem Veränderungen

- des Sehvermögens
- des Nervensystems
- des Herz-Kreislaufsystems und
- der Regulation der an der aufrechten Haltung beteiligten Muskulatur und Strukturen des Bewegungsapparates.

Die altersbedingten Veränderungen dieser Systeme sowie die Veränderungen der Balancefähigkeit im Alter und ein Exkurs zu Forschungsergebnissen zum dual-task-Paradigma werden in den nächsten Kapiteln behandelt.

2.4.1 Sehvermögen im Alter - Bedeutung für die posturale Kontrolle

Das Sehvermögen ist wie bereits erläutert ein wesentlicher Bestandteil der posturalen Kontrolle. Ein intaktes Sehvermögen bildet eine wichtige Grundvoraussetzung zur Stabilisation des Gleichgewichts.

Das Alter führt zu einer Vielzahl an Veränderungen des visuellen Systems, die mit einer Verminderung der allgemeinen Sehstärke und der Wahrnehmung einhergeht. Bei vielen Senioren entsteht eine sogenannte Altersweitsichtigkeit. Ebenfalls kommt es häufig zu einer Kombination bereits bestehender Visusminderungen und Einschränkungen des Nahsehens, woraus die Notwendigkeit einer Gleitsichtbrille entsteht.

Darüber hinaus nimmt die Fähigkeit des Auges zur Anpassung an wechselnde Lichtverhältnisse, besonders von Hell zu Dunkel, ab. Dadurch werden

Beeinträchtigungen des Sehvermögens, z. B. in schlecht beleuchteten Räumen, begünstigt. Auch kann eine vorübergehende Blindheit entstehen, wenn ältere Menschen von einem stark beleuchteten in einen schwach beleuchteten Raum wechseln (Tideiksaar, 2000). Blendung durch Sonnenlicht und Reflektion von Licht durch Fußböden oder anderen Einrichtungsgegenständen führen ebenfalls zu starken Beeinträchtigungen des Sehvermögens. Ein auf diese Art reflektierender Fußboden könnte dann als Anlass genommen werden, das Gangbild zu verändern und den gegebenen Umständen anzupassen. Tideiksaar (2000) beschreibt diese Veränderung des Gangbildes als langsam, plattfüßig und eine breitere Standfläche benötigend, so dass es aussieht, als würde jemand über eine Eisfläche gehen. Diese Gangveränderung ergibt allerdings nicht immer mehr Sicherheit, sondern stellt möglicherweise ein Risiko für einen Sturz dar, wenn dabei z. B. der Muskeltonus erhöht und somit Ausgleichsbewegungen auf äußere Störungen nicht möglich sind. Alte Menschen haben häufig ein eingeschränktes Sichtfeld und können Gegenstände und Bodenverhältnisse u.U. nicht rechtzeitig oder nur ungenau wahrnehmen. Dies wird wiederum verstärkt zum Problem, wenn die Beleuchtung nicht ausreichend ist. Ein dritter Aspekt ergibt sich aus einer reduzierten Tiefenwahrnehmung und des verminderten Kontrastsehens (Boer et al., 2004). Dadurch können Fehlbeurteilungen von Situationen entstehen, d.h. Stolperfallen werden nicht erkannt, oder Muster, z. B. des Teppichbodens, werden fälschlicherweise für Stolperfallen gehalten.

Die visuelle Wahrnehmung ist weiterhin aktiv am Zusammenspiel zur Feststellung und Kontrolle des Gleichgewichts beteiligt. Wenn mit zunehmendem Alter Defizite des propriozeptiven Feedbacks auftreten, ist nach Tideiksaar (2000, 36) ein intaktes Sehvermögen in der Lage, hier kompensatorisch entgegenzuwirken (dies gilt ebenso für den umgekehrten Fall). Er bezeichnet ein intaktes Sehvermögen als einen Grundpfeiler der Balancefähigkeit, weil das Sehen u.a. Auskunft über Anordnungen von Gegenständen im Raum, deren Abstand zum Körper, die Art des Untergrundes und die Position des Körpers im Raum gibt. Die Augen können die Informationen liefern, um eine zielgerichtete Bewegung auszuführen. Wird die Anforderung schwieriger, weil sich die Geschwindigkeit oder die Präzision der Bewegung erhöhen, werden auch die Anforderungen an die visuelle Wahrnehmung größer.

Lord (2000) betont die Notwendigkeit der visuellen Informationen zur ständigen Anpassung des Nervensystems und der posturalen Kontrolle an veränderte

Bedingungen des eigenen Körpers in Beziehung zu den aktuellen Umweltbedingungen.

Ist der visuelle Input auf Grund altersbedingter Veränderungen eingeschränkt, kann es unter schwierigen äußeren Bedingungen zum Balanceverlust kommen. Als Beispiele für Veränderungen der Balance nennt Tideiksaar (2000, S.38) die Unsicherheiten der Balance älterer Menschen, wenn sie mit geschlossenen Augen oder in einem dunklen Raum stehen.

Lord (2000) beschreibt, dass eingeschränkte Sehfähigkeit zu vermehrtem posturalen Schwanken führt. Dies wiederum führt zu einem Verlust des Gleichgewichts. Boer et al. (2004) zeigten weiterhin, dass Menschen mit eingeschränkter Sehfähigkeit nicht nur ein erhöhtes Sturzrisiko tragen, sondern als Folge eines Sturzes ein zusätzlich erhöhtes Verletzungsrisiko haben.

Den besonderen Einfluss des visuellen Systems auf die Gleichgewichtsleistung beschreiben auch Stoffregen et al. (2000). Die übergeordnete Aufgabe des Buchstabenzählens und somit die Fixierung eines Textes während des Stehens veranlasste die Probanden dieser Untersuchung ruhiger zu stehen und Schwankungen des Körpers zu minimieren. Der Vorgang des Buchstabenzählens führt dazu, dass sich das System zur Haltungsregulation dahingehend anpassen muss, dass es möglich ist, das Poster mit den Buchstaben zu fixieren. Würde der Körper zu sehr hin und her schwanken, wäre es nicht möglich, die Buchstaben zu fixieren und zu zählen. Ähnliche Ergebnisse konnten auch Lippens & Nagel (2006) in einem Vergleich von Senioren (n=10) mit der gleichen Aufgabenstellung feststellen. Beim Zählen von Buchstaben reduzierte sich der RMS⁷, was als Reduzierung von posturaler Schwankung und somit als stabilerer Stand gedeutet wurde.

Zur Verbesserung der posturalen Kontrolle und Sturzprävention sollten demnach Übungen, die z .B. peripheres Sehen trainieren und andere Aufgaben zur visuellen Wahrnehmung in Bewegungsprogramme integriert werden.

⁷ root mean square, als quantitativer Ausdruck der Schwankungen in x,y und z-Richtung

2.4.2 Nervensystem im Alter und posturale Kontrolle

Das Nervensystem zeichnet sich durch Plastizität und Reorganisation in allen seinen Prozessen aus (Schüle & Huber, 2000; Freund & Baltes, 2002). Es arbeitet dabei dynamisch und verändert sich durch Adaption an sich verändernde innere und äußere Faktoren.

Auswirkungen des Alters auf diese Fähigkeiten des Nervensystems zeigen sich in einer:

- Reduktion der Nervenzellen und ihren synaptischen Verbindungen sowie der Geschwindigkeit der Impulsübertragung
- erhöhten Reaktionszeit (Latenzzeit)
- Reduktion der Gehirnmasse und Veränderung der morphologischen Struktur
- Reduktion dopaminerger Neurone
- eingeschränkten Sinneswahrnehmung und sensorischen Integration
- reduzierten kognitiven Leistungsfähigkeit
- erhöhten Ermüdbarkeit und verlängerten Erholungszeit

(Cao et al., 1997; Denk, 2003; Granacher & Gollhofer, 2005; Krampe et al., 2003; Meusel, 1996).

Die Folgen dieser eingeschränkten Leistungsfähigkeit zeigen sich in herabgesetzten Funktionen der Bewegungssteuerung wie Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und Koordinationsfähigkeit (Cao et al., 1997; Granacher & Gollhofer, 2005; Meusel, 1996, 37). Auf innere und äußere Anforderungen kann nicht adäquat reagiert werden. Die reduzierte Nervenleitungsgeschwindigkeit führt zu verlängerten Latenzzeiten der posturalen Reaktion auf externe Störreize (Granacher & Gollhofer, 2005; Granacher 2003). Darüber hinaus zeigten Untersuchungen, eine reduzierte Fähigkeit, sich auf Zuruf abrupt umzudrehen und dabei eine gute Haltungsstabilität beizubehalten. Dabei waren Frauen stärker beeinträchtigt als Männer (Cao et al., 1997). Zusätzlich wird die Realisierung der Körperbewegung und –position im Raum durch diese Leistungseinbußen beeinträchtigt (Lord, 2000). Dies begünstigt ein Sturzereignis und erhöht die Wahrscheinlichkeit einer hüftgelenksnahen Fraktur (Cao et al., 1997).

2.4.3 Herz-Kreislauf-System im Alter und posturale Kontrolle

Das Herz-Kreislauf-System ist ein komplexes, sensibles System zur Versorgung des menschlichen Körpers mit Sauerstoff, Nährstoffen, Hormonen u.a.

In diesem System müssen die Herzkraft, z. B. in Form des Schlagvolumens, die Herzfrequenz, die Durchblutung der Gefäße, der Blutdruck und die daran beteiligten Regulationsmechanismen sowie die Sauerstoffaufnahme und der Sauerstofftransport aus der Lunge gut aufeinander abgestimmt sein.

Durch altersbedingte Veränderungen kann das Herz-Kreislauf-System funktionelle Defizite aufweisen. Diese Defizite sind in der Literatur umfangreich beschrieben und belegt (Denk et al., 2003; Meusel, 1996; Werle et al., 2006).

Als wichtige kardio-vaskuläre Kenngrößen für einen guten Gesundheits- und Funktionszustand des Herz-Kreislauf-Systems gelten u.a. folgende Faktoren:

- Blutdruck (normal bei 120/80 mmHG⁸, Grenzwerte im Alter bei 140-160/90 mmHG)
- Herzfrequenz (Ruhe- und Belastungsherzfrequenz)
- Herzfrequenzvariabilität (Veränderung des Abstandes der RR-Zacken von Herzschlag zu Herzschlag als Maß für die Regulationsfähigkeit)

Neben Erkrankungen wie Arteriosklerose, die zu einer Verengung von Gefäßen führt und damit die Gefahr der Minderdurchblutung von Gehirn, Herz und Muskulatur birgt, reduziert sich die Herzkreislaufleistungsfähigkeit im Erwachsenenalter jährlich um etwa 1% (Völker, 2000). Ebenso verlieren die Gefäße an Elastizität, so dass dem Herzen in der Auswurfphase ein höherer Widerstand entgegen wirkt und sich der Blutdruck erhöht. Die Entstehung einer Hypertonie im Alter ist dadurch begünstigt. Eine Hypertonie bedeutet schon im Ruhezustand eine Mehrbelastung für Herz, Gefäße und innere Organe und ist häufig Ursache weiterer Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems (Meusel 1996, 30).

Daneben verringert sich im Alter die maximale Herzfrequenz. Gleichzeitig steigt die erforderliche Erholungszeit nach Belastungen wie Stress oder sportlicher Bewegung (Meusel 1996, 31). Ebenfalls zeigen sich Veränderungen der Steuerungs- und Regulationsmechanismen, der Adaptionfähigkeit an äußere Bedingungen sowie der Regenerationsfähigkeit (Jeschke & Zeilberger, 2004; Völker, 2000).

⁸ vgl. dazu Durstine et al., 1998

Verschiedene Untersuchungen wiesen nach, dass die Herzfrequenzvariabilität (HRV), welche als Maß für die Regulationsmechanismen und die Adaptionfähigkeit angesehen werden kann, sich ebenfalls im Alter reduziert (Greiser et al., 2005). Eine hohe HRV gilt als Zeichen für eine erhaltene Adaptionfähigkeit des autonomen Nervensystems (Birkhofer et al., 2005). Zudem wird eine reduzierte HRV, welche nach Birkhofer et al. (2005) *„in der Mehrzahl der vorliegenden Untersuchungen auf eine verminderte parasympathische Aktivität zurückgeführt wird“*, als Indikator kardialer Risiken, wie z. B. einer koronaren Herzkrankheit (KHK) und Folgestörungen nach Myokardinfarkt, diskutiert (Birkhofer et al., 2005; Buchheit & Gindre, 2006; Forte et al., 2003; Greiser et al., 2005; Klingenheben et al., 1998). Darüber hinaus dient die HRV als Methode zur Erfassung der autonomen Kontrolle des Herzens nach Lageveränderungen im Raum (Brunetto et al., 2005).

Diese Veränderungen und Defizite der Regulations- und Anpassungsfähigkeit können im Alter neben der Hypertonie auch zu starkem Blutdruckabfall, Herzrhythmusstörungen oder Bewusstseinsstörungen in Form von Synkopen führen (Runge, 1995; Gassmann, 2004).

Eine Folge der verminderten Anpassung des Herz-Kreislauf-Systems an veränderte äußere Bedingungen wäre möglicherweise ein Sturz, da eine gut funktionierende Herz-Kreislauf-Regulation auch ein wesentlicher Faktor des posturalen Systems ist. Veränderungen der Lage im Raum ziehen jeweils Anpassungen des Blutdrucks an die neue Körperposition nach sich (Esperer, 2003). Kann sich der Organismus nicht auf die neue Situation einstellen, entstehen z. B. Schwindel und Gleichgewichtsstörungen, die einen Sturz begünstigen. Zusätzlich ist bei einer Durchblutungsstörung der Organismus nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt, so dass Gehirn und Muskulatur nicht optimal arbeiten können. Die posturale Kontrolle ist dann stark beeinträchtigt.

2.4.4 Bewegungsapparat im Alter und posturale Kontrolle

Die Einflüsse des Alterungsprozesses auf den Bewegungsapparat sind vielfältig.

Dabei kann unterschieden werden zwischen Einflüssen auf

- (a) den passiven Bewegungsapparat und
- (b) den aktiven Bewegungsapparat.

(a) Einflüsse des Alterungsprozesses auf den passiven Bewegungsapparat

Durch verlangsamte Stoffwechselprozesse und reduzierte Bewegungsaktivität vermindern sich die Knochendichte sowie die Knochenfestigkeit und damit die Widerstandsfähigkeit des Knochenskeletts an sich (Meusel, 1996). Gerät der physiologische Prozess von Auf- und Abbau des Knochens in ein Ungleichgewicht hin zu einem vermehrten Knochenabbau, entsteht die Gefahr einer Osteoporose mit erhöhter Frakturneigung (u.a. als Folge eines Sturzes).

Auch die Bandscheiben der Wirbelsäule verändern sich. Der Alterungsprozess zieht einen Flüssigkeitsverlust nach sich, der für die Bandscheiben einen Verlust ihrer Beweglichkeit und druckverteilenden Funktion bedeutet. Die Bandscheibe kann ihre Hauptfunktionen der Kraftübertragung und -verteilung (Muskel- und Gewichtskräfte) zwischen den Wirbeln und der Sicherung der Beweglichkeit nicht ausreichend erfüllen. Hieraus resultieren häufig Haltungsveränderungen, die Schmerzen im Hals- und Lendenwirbelsäulenbereich nach sich ziehen (Meusel, 1996) und somit die Beweglichkeit weitergehend einschränken.

Hinzu kommen Verformungen der Wirbelsäule wie die sogenannte Alterskyphose. Die daraus resultierende Haltung mit rundem nach vorne gebeugten Rücken erschwert die sensorische Integration, weil z. B. der Kopf angehoben werden muss, um ein optimales Blickfeld zu erreichen.

Veränderungsprozesse vollziehen sich auch an den Gelenken. Mangelnde Flüssigkeit im Gelenkspalt oder Knorpelschäden in Folge von Übergewicht, Überlastungen, Verletzungen uvm. führen zur Degeneration und Verknöcherung des Gelenkknorpels mit der möglichen Folge einer Arthrose. Diese Prozesse schränken das Gelenk in seiner Funktionalität und Beweglichkeit ein.

Kommt es zu den hier genannten Veränderungen des Bewegungsapparates, geht dies häufig mit Schmerzen einher. Diese Schmerzen wiederum führen zu Inaktivität,

woraus sich ein Kreislauf aus schmerzbedingter Inaktivität, Muskelabbau, verminderter Haltungsstabilität, erneuten Haltungsveränderungen des Bewegungsapparats und daraus resultierend erneuten Schmerzen ergibt.

Funktionseinbußen der Gelenke und der die Gelenke umgebenden Strukturen führen zu einer geringeren Beweglichkeit. Senioren mit einer Sturzgeschichte weisen nach Robinson et al. (2004) eine geringere Gelenkbeweglichkeit auf, als Nicht-Stürzer.

(b) Einflüsse des Alterungsprozesses auf den aktiven Bewegungsapparat

Funktionseinbußen der Muskulatur des Bewegungsapparats erhöhen das Sturzrisiko eines älteren Menschen.

Die Aktivität und -kraft des M. quadrizeps femoris sind laut Lord (2000) ein wichtiger Bestandteil zur Kontrolle des posturalen Schwankens. Gemeinsam mit visuellen Funktionen beeinflusst die Muskelkraft des Quadriceps die Varianz des posturalen Schwankens. Horak et al. (1989) beschreiben zudem, dass ein hoher Anteil der in ihren Untersuchungen erfassten älteren Menschen eine Muskelschwäche im M. tibialis anterior aufwiesen, was sich negativ auf die Korrektur des posturalen Schwankens in anterior-posterior-Richtung auswirkt und einen Sturz nach hinten begünstigt.

Nach Granacher (2003) führen strukturelle Veränderungen des Nerv-Muskelsystems zu reduzierter Reflexmodulation und zu Verlust der Maximal- und Schnellkraft. Demzufolge können Bewegungsantworten auf Einflüsse von außen nur mit weniger Kraft ausgeführt und schlechter koordiniert werden. Weiterhin benötigt das posturale System im Alter längere Reaktionszeiten im Vergleich zu jüngeren Menschen, um durch Aktivierung der entsprechenden Muskulatur einen drohenden Balanceverlust auszugleichen (Mackey & Robinovitch, 2006).

Krafteinbußen entstehen auch in Folge von Reduktion der Muskelmasse (vgl. dazu Sarkopenie und Frailty-Konzept, Mühlberg & Sieber, 2004; Sieber, 2005) und Veränderungen des Rekrutierungsverhaltens motorischer Einheiten durch das Nerv-Muskelsystem (Granacher, 2003).

Granacher (2003) begründet das veränderte Rekrutierungsverhalten durch Funktionseinbußen des neuromuskulären Systems infolge von Alterungsprozessen. Insgesamt stellt er dar, dass eine reduzierte Maximalkraft im Alter durch eine numerische Atrophie von Typ-II-Fasern und reduzierte willkürliche Aktivierungen

entsteht. Für eine reduzierte Schnellkraft beschreibt Granacher (2003) neben dem veränderten Rekrutierungsverhalten und reduzierten Typ-II-Fasern die Koaktivierung agonistischer und antagonistischer Muskeln und eine verstärkt wirksame präsynaptische Hemmung.

Mackey & Robinovitch (2006) schlussfolgerten aus ihren Untersuchungsergebnissen, dass ältere Frauen mit Sturzgeschichte im Vergleich zu jüngeren Frauen eine reduzierte Fähigkeit zur Gleichgewichtserhaltung im Stand aufweisen. Das Untersuchungsdesign war derart gestaltet, dass die Probandinnen auf einer Kraftmessplatte entweder durch eine Stange nach vorne gedrückt wurden und das Gleichgewicht halten sollten, oder die Stange in einer nach vorne gelehnten Position plötzlich entfernt wurde, so dass die Probandinnen das Gleichgewicht wieder finden mussten. Die älteren Frauen konnten weniger Muskelkraft aufbringen bei gleichzeitig erhöhter Reaktionszeit. Diese beiden Funktionsverluste führen nach Mackey & Robinovitch (2006) zu Defiziten der posturalen Kontrolle. Positiven Einfluss auf das Gleichgewicht hingegen nimmt nach Karinkata et al. (2005) die Kraft der Unterschenkelmuskulatur. Je höher die Muskelkraft insbesondere der unteren Extremitäten, desto besser die Balance, so dass es gilt im Rahmen einer Sturzpräventionsmaßnahme diese Muskelkraft zu erhöhen und Reaktionszeiten zu reduzieren.

2.4.5 Gleichgewichtsaufgaben und posturale Kontrolle im Alter

Den bisherigen Ausführungen folgend ist das Lösen von Gleichgewichtsaufgaben ein komplexer, systemischer Vorgang.

Dabei müssen zur Planung einer Sturzpräventionsmaßnahme vorrangig zwei Punkte bezüglich ihrer Interaktionen und Entwicklungen im Alterungsprozess fokussiert werden.

- (1) Gleichgewichtsorganisation und koordinative Fähigkeiten
- (2) Bewegungsziele und Situationsanforderungen

Zu (1): Gleichgewichtsorganisation und koordinative Fähigkeiten

Gleichgewichtsstörungen im Alter ergeben sich nach Horak et al. (1989) aus den bereits dargestellten Defiziten in vestibulären, somatosensorischen und visuellen Funktionen, in zentralen Organisationsprozessen und Störungen im Nerv-Muskelsystem. Unterschiede der Gleichgewichtsleistung entstehen, so Horak et al.

(1989), durch altersbedingte physiologische Veränderungen, aber auch durch die Lebensführung und genetische Voraussetzungen.

Des Weiteren werden zum Transfer in konkrete Bewegungssituationen, die sich aus den Anforderungen der Umwelt ergeben, motorische Fertigkeiten und koordinative Fähigkeiten benötigt, um die Bewegung zielgerichtet auszuführen und, im Bezug zum Thema dieser Arbeit, *nicht zu stürzen!*.

Die Terminologie der koordinativen Fähigkeiten erfolgt im Kontext dieser Arbeit nach dem Modell von Zimmermann (1987).⁹ Hierbei werden sieben koordinative Fähigkeiten unterschieden (Differenzierungsfähigkeit, Kopplungsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Umstellungsfähigkeit, Rhythmisierungsfähigkeit).

Aus den koordinativen Fähigkeiten ergibt sich nach Nagel (1997) eine individuelle koordinative Leistung, welche sich durch Bewegungsharmonie, situative Schlagfertigkeit und Variabilität ausdrückt und zur Haltungsstabilität beiträgt. Sie benötigt dazu das Zusammenspiel der einzelnen koordinativen Fähigkeiten u.a. in Verbindung mit Motivation, psychischer Konstitution, kognitiven Fähigkeiten, konditioneller Verfassung und dem flexiblen Abruf der im Erfahrungsschatz gespeicherten Handlungsmuster.

Hieraus ergibt sich dann auch eine aufgabenspezifische Gleichgewichtsleistung, d.h. die **Gleichgewichtsleistung** ist eine Einheit von Vollzug und Ergebnis und zeigt sich in der konkreten Lösung einer Bewegungsaufgabe.

Wie sich Alterungsprozesse auf die koordinativen Fähigkeiten und damit auch auf die Gleichgewichtsleistung auswirken, wird nach den bisher dargestellten Modellen uneinheitlich beurteilt. Die koordinative Leistungsfähigkeit ist auch Resultat aus den Ressourcen und Kompetenzen sowie persönlichen funktionellen Defiziten des Einzelnen. Den Aussagen nach Krampe et al. (2003), sowie Hanckocks Mandala der Gesundheit (vgl. Abbildung 2) folgend, leben Menschen verschiedener Altersgruppen in unterschiedlichen Ökologien. Das jeweils spezifische, biologische und behaviorale Funktionsprofil erfordert dementsprechend unterschiedliche Anpassungsprozesse. Um die koordinative Leistung und die Gleichgewichtsleistung in alltäglichen

⁹ Die Diskussion einer koordinativen Fähigkeit vs. Fertigkeit (vgl. z. B. Olivier, 1997) ist bekannt. Auf Grund des derzeitigen deutschen Sprachgebrauchs und der Anlehnung an die Veröffentlichung von Nagel (1997) wird in dieser Arbeit weiterhin der Begriff der koordinativen Fähigkeiten bei der Erstellung des Interventionsprogramms benutzt.

Handlungssituationen zielgerichtet abzurufen, müssen diese Fähigkeiten auch handlungsorientiert trainiert werden.

Als Konsequenz für eine Reduzierung von Sturzrisiken folgt daraus, dass einzelne koordinative Fähigkeiten in ein Bewegungsprogramm integriert werden müssen, um eine Verbesserung der koordinativen Leistung und damit der posturalen Kontrolle, zu erreichen. Hierbei sollten die Individuen multiple sensomotorische und kognitive Anforderungen bewältigen, um so die eigenen motorischen Ressourcen und Kompetenzen zu trainieren und dadurch weiter zu entwickeln.

Zu (2) Bewegungsziele und Situationsanforderungen

Eine optimale Gleichgewichtsleistung für bewegte Situationen ergibt sich aus dem Zusammenspiel der beschriebenen Faktoren der posturalen Kontrolle. Zusätzlich bestimmen die Bewegungsziele und Situationsanforderungen die Art der zu erbringenden Gleichgewichtsleistung, wie bei der Betrachtung der Anforderungstrias einer Handlungssituation (Abbildung 7) zu erkennen ist. Das Bewegungsergebnis innerhalb einer Handlungssituation vollzieht sich in Interaktion zwischen der Aufgabe (dem Bewegungsziel) und ihren spezifischen Anforderungen, der Umwelt und ihren Gelegenheiten und der Person mit Zielen, Motiven und eigenen Fähigkeiten.

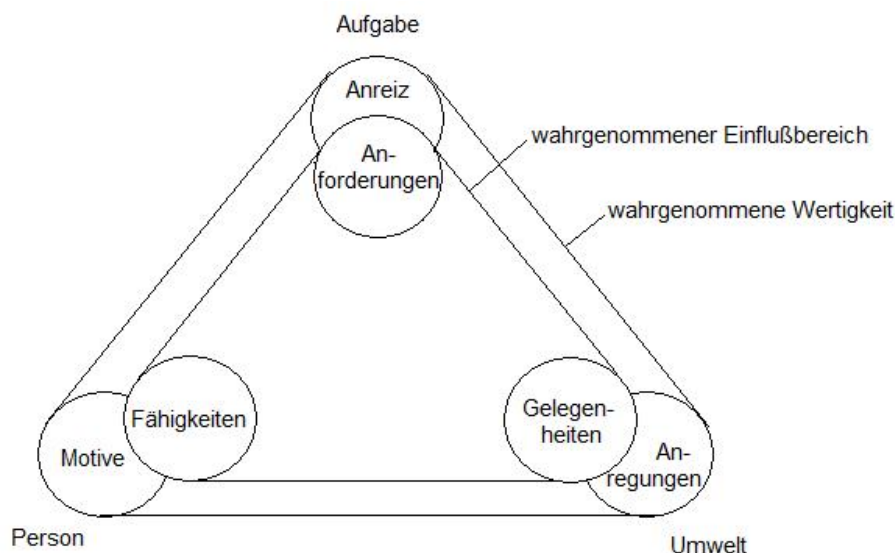


Abb. 6 Anforderungs-Trias einer Handlungssituation (Schüle & Huber, 2000)

Für den älteren Menschen entsteht daraus ein Bedingungsgefüge zwischen den zu bewältigenden Umweltaanforderungen um das Bewegungsziel zu erreichen, den vorhandenen körperlichen Ressourcen und den bisher erworbenen Kompetenzen und Erfahrungen in der Bewegungsausführung, welches auf Grund körperlicher Alterungsprozesse aus dem Gleichgewicht geraten kann, wenn möglicherweise zu

wenig Ressourcen und Kompetenzen verbleiben. Daraus folgt, dass das Bewegungsergebnis mit dem Bewegungsziel nicht übereinstimmen muss und Sturzereignisse begünstigt werden, da die mit dem Bewegungsziel verbundenen inneren und äußeren Anforderungen nicht bewältigt werden können.

2.4.6 Dual-task Paradigma oder supra postural tasks?

Von besonderer Bedeutung für posturale Kontrolle und das Gehen sind die Aufmerksamkeitsleistungen (Woollacott & Shumway-Cook, 2002; Krampe et al., 2003). Ältere Menschen benötigen mehr Aufmerksamkeitsressourcen zur Gleichgewichtserhaltung beim Stehen und Gehen (Lindenberger et al., 2002; Krampe et al., 2003). Untersuchungen nach dem Dual-Task Paradigma, bei denen Aufgaben der posturalen Kontrolle als erste Aufgabe mit einer zweiten Aufgabe in einer anderen Sinnesmodalität kombiniert werden, zeigen für ältere Versuchspersonen geringere Leistungen der zweiten Aufgabe im Vergleich zu jüngeren Versuchspersonen (Woollacott & Shumway-Cook, 2002; Lindenberger et al., 2002; Krampe et al., 2003; Swan et al., 2004). Ebenfalls zeigte die Analyse von Studien zum dual-task Paradigma nach Woollacott & Shumway-Cook (2002) einen Anstieg kognitiver Ressourcen zur Bewältigung der posturalen Kontrolle. Dies bedeutet, dass mehr Aufmerksamkeitskapazitäten in die Organisation des Gleichgewichts zur Haltungsstabilität fließen. Dieser Anstieg hängt auch mit dem Verlust an sensorischer Leistungsfähigkeit im Alter zusammen (Schäfer et al., 2006). Zusätzlich gibt es Unterschiede in der Ressourcenverteilung in Verbindung mit der Körperposition im Raum. Sitzen erfordert geringere kognitive Leistungen als Stehen, was aus einer schnelleren Reaktionszeit der Ausführung der zweiten Aufgabe (z. B. Sprichwörter vervollständigen oder rückwärts zählen) geschlossen wird (Lindenberger et al., 2002).

Des Weiteren wird aus den Untersuchungen gefolgert, dass die Haltungsstabilität im Alter anderen kognitiven Leistungen übergeordnet ist (Woollacott & Shumway-Cook, 2002). Es besteht darüber hinaus ein Zusammenhang zwischen Gangfunktionen und Aufmerksamkeitsleistungen. In Verbindung mit einer Zusatzaufgabe wird bei älteren Menschen der Gang instabiler, was möglicherweise einen Sturz begünstigt. Lindenberger et al. (2002) diskutieren dazu, dass bei Versuchspersonen, die unter dual-task Bedingungen (Gehen und Lösung einer kognitiven Aufgabe) beim Lösen

der Aufgabe stehen blieben, in der Folgezeit häufiger stürzten als Versuchspersonen, die nicht stehen blieben.

Die Schlussfolgerung dieser Untersuchungsergebnisse ist, dass eine Instabilität beim Gehen oder Stehen älterer Menschen nicht aus einer Anforderung allein entsteht, sondern durch die Allokation der Aufmerksamkeit unter multi-task Bedingungen (Woollacott & Shumway-Cook, 2002). Hinzu kommt nach Krampe et al. (2003), dass die Effektivität der Ressourcenallokation reduziert ist, woraus weitere Schwierigkeiten in der Bewältigung von Mehrfachanforderungen im Alltag entstehen können. Guardiera et al. (2003) folgern weiterhin, dass durch diese Leistungseinbußen im kognitiven und sensomotorischen Bereich, verschiedene Alltagsaktivitäten, die eine gute Ressourcenverteilung erfordern, eine Sturzgefährdung darstellen.

Anlass zur Diskussion geben in diesem Kontext die Untersuchungsergebnisse von Swan et al. (2004). Es konnte parallel zu anderen Untersuchungen festgestellt werden, dass die kognitive Leistung bei jüngeren Versuchspersonen höher als die der älteren TeilnehmerInnen ist. Ebenfalls zeigten die Studienergebnisse eine Zunahme an posturalem Schwanken im Alter. Ergänzend zu anderen Autoren, stellten Swan et al. (2004) unter den schwierigsten Bedingungen ihres Forschungsdesigns (geschlossene Augen und bewegter Untergrund) eine Reduzierung des posturalen Schwankens fest. Dieses Ergebnis führte zu der Annahme, dass ein Übermaß an Aufmerksamkeit auf motorische Abläufe mit der Bewegungsausführung interferiert.¹⁰ Analog zu den bereits im Kapitel zum Sehvermögen im Alter erwähnten Studienergebnissen um Stoffregen et al. (2000) ist demnach eine übergeordnete Aufgabe der Initiator der Ressourcenverteilung zur Gleichgewichtsorganisation. Dies wird als supra-postural-task beschrieben. Die supra-posturalen-tasks tragen weiterhin zur posturalen Stabilisation bei der Ausführung von Bewegungsaufgaben bei.

Nach Lippens & Nagel (2006) konnten zur posturalen Stabilisation folgende supra-postural-tasks identifiziert werden:

- „ of looking (Stoffregen et al., 1999)
- ...of touching (Riley et al., 1999)
-to facilitate visual performance (Stoffregen et al., 2000; Lippens, 2005)

¹⁰ An dieser Stelle weitergedacht, würde dann eine mögliche Sturzangst dazu führen, häufiger darüber nachzudenken, wie der optimale Bewegungsablauf sein müsste, um nicht zu stürzen und gerade dies einen Auslöser des Sturzes darstellen.

- *...of precision task (Balasubramaniam et al., 2000)*”.

Zusätzlich stellten Lippens et al. (2006) ein reduziertes posturales Schwanken bei Senioren (n=62) im Ein-Bein-Stand fest, wenn die Senioren zusätzlich zur Aufgabe des Ein-Bein-Stands eine Buchstabenzählaufgabe bewältigten.

Unter Einordnung der bisherigen Darstellungen ist es wichtig, Kenntnisse über die individuumspezifische Handlungs-Trias in einer Bewegungssituation mit einem Sturzrisiko zu erhalten, um eine Sturzwahrscheinlichkeit vorauszusagen. Um das Sturzrisiko durch Bewegungsinterventionen zu senken, wären Informationen hilfreich, die Auskunft darüber geben können, wie die Ressourcenallokation des Einzelnen erfolgt, damit die Intervention auf das individuelle Bedingungsgefüge abgestimmt werden kann. Darüber hinaus kann die Bewegungs- und Gesundheitsbiografie wichtige Anknüpfungspunkte über Kompetenzen und Ressourcen geben und sollte bei der Beurteilung des Sturzrisikos sowie in die Interventionsplanung einbezogen werden.

2.5 Möglichkeiten der Einflussnahme von Bewegung auf Faktoren der posturalen Kontrolle zur Sturzprävention

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich die Frage nach der positiven Beeinflussung der dargestellten Komponenten der posturalen Kontrolle durch gezielte Bewegungsprogramme und wie ein Beitrag zur Kompetenzerweiterung sowie Ressourcenerhaltung geleistet werden kann.

Frühere Untersuchungsergebnisse zeigen auf, dass sich die Adaptionsfähigkeit, Trainierbarkeit und Lernfähigkeit im Vergleich verschiedener Altersgruppen, zwischen Sportlern und Nicht-Sportlern sowie geschlechtsspezifisch unterscheiden (Lindenberger et al., 2002; Roth & Wollny, 1999; Voelcker et al., 1999; Wojcik et al., 1999).

Aus dem aktuellen Gesundheitszustand der Teilnehmenden ergeben sich individuelle Kompetenzen und Ressourcen, welche bei der Planung von Trainingsprogrammen zur Sturzprävention berücksichtigt werden sollten. Zusätzlich beeinflusst die Art des Bewegungsprogramms (HerzKreislauf-, Kraft- oder Koordinatonstraining) die

Anpassungen an physiologische Parameter, deren Defizite Sturzrisiken ausbilden, unterschiedlich.

Ein zielgerichtetes Trainingsprogramm zur Sturzprophylaxe müsste somit Übungsanteile beinhalten, die zur Haltungsstabilität, Verbesserung der Koordination und zur Verbesserung der Herz-Kreislauf-Funktionen beitragen und die individuellen Grundvoraussetzungen, Ziele und Bedürfnisse der Senioren berücksichtigen.

Um den Nutzen und die Auswahl der in dieser Studie miteinander verglichenen Bewegungsprogramme Gleichgewichts- und Koordinationstraining (GG+K) und Nordic Walking (NW) zu beschreiben, wird in diesem Kapitel zunächst auf die Effekte des körperlichen Trainings, auf die Herz-Kreislauf-Leistung und das sensomotorische Training im Alter eingegangen. Im Anschluss daran erfolgt eine kurze Zusammenstellung bisher nachgewiesener positiver Einflüsse des NW und sensomotorischer Trainingsprogramme, zu denen auch das hier durchgeführte GG+K zählt, auf die beschriebenen Faktoren der posturalen Kontrolle. Den Abschluss bildet eine Übersicht bisheriger bewegungswissenschaftlicher Interventionsmaßnahmen zur Sturzprävention.

2.5.1 Einflüsse körperlichen Trainings auf die Herz-Kreislauf-Leistung im Alter

Verschiedene Autoren haben positive Effekte körperlicher Bewegung auf die Herz-Kreislauf-Leistung im Alter beschrieben, sowie deren Bedeutung in der Primärprävention von Stürzen und Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems dargestellt (Denk et al., 2003; Löllgen, 2004; Jeschke, 2004; Kindermann, 2003; Samitz & Mensinck, 2002). Hierbei wird insbesondere dem regelmäßigen¹¹ Ausdauertraining eine positive Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System zugesprochen (Denk et al., 2003; Kindermann, 2003; Marti & Martin, 2001).

Weisser (in Denk et al., 2003, 120) fasst folgende positive Wirkungen des Ausdauersports auf das Herz-Kreislauf-System zusammen:

- Reduktion des Sympathikotonus
- Reduktion der Ruheherzfrequenz

¹¹ Regelmäßigkeit und Intensität der Bewegung werden in verschiedenen Veröffentlichungen unterschiedlich diskutiert. Die Empfehlungen schwanken zwischen 3-5 mal pro Woche, mit einer Zeit von 20-60 min pro Einheit bei einer Intensität von 50-80% HF max (Huonker, 2002; Hautala et al., 2003; Ketelhut, 2004; Marti & Martin, 2001; Weisser, 2003).

- Verbesserung der Gefäßelastizität und Gefäßreagibilität¹²
- Gewichtsabnahme (zur Entlastung des HK-Systems)
- Durchblutungssteigerung der Muskulatur
- Verbesserung der Insulinsensitivität
- Ökonomisierung der Herzarbeit
- Positive Effekte auf weitere kardio-vaskuläre Risikofaktoren

Nach Kindermann (2003) sind folgende Sportarten geeignet, um insbesondere bei Hypertonikern positive Wirkungen auf eine Reduzierung des Blutdrucks zu erzielen:

Tab. 1 Eignung verschiedener Sportarten für Hypertoniker (nach Kindermann 2003)

Geeignet	Bedingt geeignet	Ungeeignet
• Jogging • Walking • Skilanglauf • Radfahren • Rudern • Kraftausdauertraining • Schwimmen	• Ballspiele • Rückschlagspiele	• Sprinten • Gewichtheben/ Kraftsport mit max. Kraft • Wurfdisziplinen • Klettern • Ringen • Surfen • Tauchen

Dabei seien, so Kindermann (2003), „*dynamisch, ausdauerorientierte Sportarten und Belastungsformen für den Hypertoniker prinzipiell geeigneter als statische, kraftbetonte Belastungen*“.

Zusätzlich wird die Bedeutung des kardio-vaskulären Trainings auf kognitive Leistungen und Ressourcen diskutiert. Eine Übersichtsarbeit von Schäfer et al. (2006) fasst die positiven Effekte von aeroben Trainingsformen auf die kognitive Leistungsfähigkeit zusammen. Schäfer et al. (2006) beschreiben hierbei eine Studie von Moul et al., in der Verbesserungen der kognitiven Leistungen innerhalb einer Walking-Gruppe erzielt werden konnten, während sich im Vergleich dazu eine Krafttrainingsgruppe sowie eine Kontrollgruppe nicht verbesserten. Die kognitiven Verbesserungen wurden dabei insbesondere bei den aufmerksamkeitsbezogenen Testungen erzielt. Aerobes Training unterstützt nach Schäfer et al. (2006) die Stoffwechselprozesse im Gehirn und verbessert die sensomotorische Koordination.

¹² Diese beiden Faktoren haben ebenfalls positive Auswirkungen auf den Blutdruck und die periphere Blutzirkulation, da die Gefäße sich den Anforderungen des Körpers entsprechend zusammenziehen und weiten müssen.

2.5.2 Effekte des Nordic Walkings auf die posturale Kontrolle

Nordic Walking (NW) hat in den letzten Jahren insbesondere bei Älteren immer mehr Zuspruch gefunden. Der Reiz des Sports liegt dabei darin, das Gehen oder Wandern mit Stöcken zu verbinden und somit ein höheres Tempo zu erreichen. Der Stockeinsatz lehnt sich dabei den Bewegungsabläufen des klassischen Skilanglaufs an. Durch den Stockeinsatz wird eine größere Anzahl an Muskeln in die Bewegung einbezogen, was in Verbindung mit der Gehgeschwindigkeit zu vermehrter kardialer Leistung führt.

NW wurde bisher als gelenkschonende Alternative zum Joggen im Bereich des Ausdauersports empfohlen, da es im Vergleich zum Walking ohne Zusatzgeräte Vorteile in der Beeinflussung physiologischer Parameter aufweist. So konnten verschiedene Autoren eine Erhöhung der Herzfrequenz im Vergleich von Walking zu NW feststellen (u.a. Church et al., 2002; Porcari et al., 1997; Porcari, 1999). Diese Erhöhung der Herzfrequenz gilt nach Habermann (2006, 62), die in ihrer Diplomarbeit zum Thema „Nordic Walking in der Prävention“ 40 veröffentlichte Studien zum Nordic Walking hinsichtlich nachgewiesener Effekte der Gesundheitsförderung aufgearbeitet und diskutiert hat, nur für die Geschwindigkeitsbereiche zwischen 3-8km/h in der Ebene.

Zusätzlich ergab der Vergleich der beiden Walking-Formen einen erhöhten Kalorienumsatz zugunsten des NW (u.a. Church et al., 2002; Porcari, 1999). Auch ein Anstieg der Sauerstoffaufnahme konnte im Vergleich Walking / NW für das NW festgestellt werden (Butts et al., 1995; Porcari, 1999). Die Sichtung der hier einbezogenen Studien lässt vermuten, dass der vermehrte Kalorienumsatz in Verbindung mit gesteigerter Sauerstoffaufnahme positive Wirkungen hinsichtlich einer Körperfettreduzierung bewirken kann. Dies ist jedoch nicht gesichert.

Ripatti (2002) spricht dem NW insgesamt die Fähigkeit zur Verbesserung der Ausdauerleistung zu. Dabei ist die Belastungsempfindung geringer, als bei anderen Ausdauersportarten (Heinz, 2003). Heinz (2003) diskutiert zudem den Einsatz des NW in der Rehabilitation, da sich die Körpermasse durch den Stockeinsatz auf vier Punkte verteilt, was insgesamt eine körperliche Entlastung darstellen kann.

Eine Gelenkentlastung durch den Stockeinsatz, wie in einigen Veröffentlichungen zu lesen ist, kann allerdings beim NW im Vergleich zum Walking nicht erreicht werden (Hagen et al., 2006; Jöllenbek et al., 2006).

Karinkanta et al. (2005) konnten jedoch nachweisen, dass ältere finnische Frauen (durchschnittlich 72 J.), die Walking, NW, Skilanglauf, Schwimmen oder Wassergymnastik betrieben, eine deutlich bessere Muskelkraft und Balance aufwiesen (dabei wurde die dynamische Balance in einem Gehtest, bei dem 2 Runden in Form einer acht absolviert wurden und die statische Balance mittels einer beweglichen Plattform (Biodex Stability System) ermittelt), als inaktive Frauen. Dabei werden beim NW im Vergleich zum normalen Walking auch Muskelgruppen des Oberkörpers aktiviert, was der nachlassenden Kraft des Oberkörpers insbesondere bei Frauen, entgegenwirkt. So konnten Völker et al. (2005) zeigen, dass sich unter dem Einfluss eines achtwöchigen NW-Programms bei untrainierten Personen die Kraft der Armmuskulatur sowie die Rumpfstabilität erhöhte. Dieses Ergebnis bestätigen auch Sprod et al. (2005), die für Teilnehmende eines NW Programms im Vergleich zu einem Walking-Programm eine verbesserte Kraftausdauer der Oberkörpermuskulatur feststellten. Nach Laukkanen (2005) zeigte sich durch ein NW-Training über 12 Wochen (zwei Mal 60 min pro Woche) bei Senioren zudem eine verbesserte Funktionsfähigkeit im Alltag, d.h. Alltagsanforderungen wie Einkaufen, Treppen steigen etc. konnten besser bewältigt werden.

Durch das Abrollen der Füße beim NW wird zusätzlich die Muskelvenenpumpe aktiviert, die den venösen Rückstrom des Blutes sichert.

Hinzu kommt die Koordination des Stockeinsatzes beim Gehen, welche sich an der natürlichen Funktion des Kreuzgangs oder Diagonalgangs orientiert. Das diagonale Mitschwingen der Arme sichert die Haltungsstabilität beim Gehen. Einer möglichen Veränderung des Gangbilds zum Passgang, welche bei älteren Menschen beobachtet werden kann, bei dem die Balancefunktion des Armschwingens verloren geht, könnte durch ein NW-Training vorgebeugt werden.

Ein letzter positiv zu vermerkender Punkt des NW ist die Bewegung im Freien. Die Sinneseindrücke in der freien Natur haben eine andere Intensität im Vergleich zum Bewegen in Sporthallen und können die Psyche positiv beeinflussen. Heinz (2003) berichtet z. B. vom vermehrten Spaß an der Bewegung, den TeilnehmerInnen einer Nordic Walking Interventionsstudie in der Rehabilitation äußerten. Dabei ist NW nicht wetter- und jahreszeitenabhängig, sondern kann jederzeit durchgeführt werden.¹³

¹³ wobei auf ein Training unter Glatteisbedingungen zu verzichten wäre

NW kann demnach durch die Einflussnahme auf das kardio-respiratorische System, durch den vermehrten Einsatz von Muskulatur, sowie die Einflussnahme auf psychische Faktoren, positive Auswirkungen auf die hier diskutierten Bestandteile der posturalen Kontrolle zeigen.

Dementsprechend sind insbesondere positive Effekte auf Funktionen des Herz-Kreislauf-Systems bei Senioren durch ein NW-Programm zu erwarten.

Wichtig ist dabei jedoch die Technikausführung. Eine mangelnde Stockkoordination führt u.U. dazu, dass die benötigte individuelle Gehgeschwindigkeit nicht erreicht wird. Hinzu kommt, dass ein dysfunktionaler Stockeinsatz möglicherweise zu Schulterbeschwerden führen kann.

2.5.3 Sensomotorisches Training im Alter

Die Bezeichnung von Trainingsprogrammen zur Verbesserung des Gleichgewichts und der Standstabilität ist uneinheitlich. Begriffe wie propriozeptives Training, Balancetraining, Gleichgewichtstraining und sensomotorisches Training werden synonym verwendet. Dabei bleibt unklar, ob die Inhalte der Programme identisch sind (Granacher, 2003, 83). Es gibt zudem keine Vorgaben zur Intensität und Dauer der Programme, die mit den Empfehlungen zum Herz-Kreislauf-Training vergleichbar wären.

Trainingsempfehlungen für den Seniorensport, wie sie z. B. bei Denk et al. (2003) zu finden sind, zielen vor allem darauf ab, bisherige Ressourcen und Kompetenzen im Bereich der Motorik durch Übungsvariationen der Bewegungsausführung und Übungsbedingungen zu erhalten. Dabei sollten, so Denk et al. (2003) die koordinativen Fähigkeiten einbezogen werden.

Die Zielsetzung der Bewegungsprogramme liegt vornehmlich darin, das Gleichgewicht, das Reaktionsvermögen, die Adaptionfähigkeit, die Körperwahrnehmung, die propriozeptive Leistung, das neuro-muskuläre Zusammenspiel (Bewegungsregulation im Bewegungsvollzug) und die aufgabenspezifische Kraftausdauer zu verbessern und zu erhalten (vgl. z. B. Denk, 2003; Granacher, 2003; Meusel, 1996). Diese Teilkomponenten sind notwendig, um Alltagsbewegungen zu koordinieren und zielorientiert auszuführen. Hierzu zählt auch die Fähigkeit, Ausgleichsbewegungen zur Balancekontrolle auszuführen (Bader-Johansson, 2000).

Kommt ein älterer Mensch aus dem Gleichgewicht, sind wie beschrieben die Möglichkeiten zur Stabilisierung z. B. durch einen Schritt nach vorne oder zur Seite reduziert (Thelen et al., 1997). Die Schulung koordinativer Elemente zielt in diesem Zusammenhang nicht auf eine höhere Bewegungsharmonie ab, sondern kann dazu beitragen, eine neue Bewegungsantwort zur Haltungsstabilisation zu finden.

Hierzu kann sowohl (a) die klassische Methode zur Schulung der koordinativen Fähigkeiten (z.B. nach Harre, 1979 in Weineck 2007, 805) als auch (b) der nach Neumaier & Mechling (1999) erweiterte Ansatz der „koordinativen Anforderungsprofile“ an die Trainingsinterventionen integriert werden.

Das für diese Studie erstellte Trainingsprogramm wird als Gleichgewichts- und Koordinationstraining (GG+K) bezeichnet. Die Gestaltung des Programms umfasst komplexe Handlungssituationen, in denen die Gleichgewichtsleistung koordiniert werden muss. Darüber hinaus werden zur Bewältigung der Bewegungsanforderungen alle bereits benannten koordinativen Fähigkeiten benötigt. Jede Handlungssituation umfasst mehrere koordinative Fähigkeiten mit unterschiedlich hoher Gewichtung. Es geht hierbei aber nicht allein um die personen-internen Leistungsvoraussetzungen, sondern vielmehr um die sich aus der Bewegungsaufgabe ergebenden Anforderungen aus der Umwelt (Neumaier, 1999, 154). Dabei müssen nach Neumaier (1999, 157) das Profil der Informationsanforderungen einer Situation an die beteiligten Analysatoren sowie die Druckbedingungen der zu bewältigenden Aufgabe (Präzisionsdruck, Zeitdruck, Komplexitätsdruck, Situationsdruck und Belastungsdruck) koordiniert werden. Neumaier (1999, 157) spricht hierbei von einem „Koordinations-Anforderungs-Regler (KAR)“. Ein reines Balance-Training, wie es zum Teil in klinischen Studien eingesetzt wird, wäre auf Grund der benötigten dynamischen Koordination der Teilsysteme der posturalen Kontrolle nicht geeignet, das Sturzrisiko zu reduzieren. Vielmehr sollten als Hauptprinzipien in Anlehnung an Neumaier (1999) gelten:

1. Bewegungsaufgaben werden bezüglich ihrer koordinativen Anforderungen analysiert und hinsichtlich möglicher trainingsmethodischer Variationen überprüft.
2. Wahrnehmungstraining wird integriert und als Situations- und Entscheidungstraining mit praxisorientierten Bewegungsaufgaben verbunden.

3. Gleichgewichtsanforderungen werden mit den Bewegungsaufgaben verknüpft.
4. Variationsprinzipien hinsichtlich des zu erreichenden Bewegungsziels, der Bewegungsmerkmale, der Bewegungsstruktur der Umweltbedingungen uvm. stehen im Vordergrund.
5. Verschiebungen des KAR hinsichtlich der Informations- und Druckbedingungen werden systematisch integriert.

Anhand dieser Prinzipien können die individuellen Bewegungskompetenzen und –erfahrungen ausgebaut werden, so dass das Handlungsspektrum in sturzbegünstigenden Situationen erweitert werden kann.

2.5.4 Effekte des GG+K auf Parameter der posturalen Kontrolle

Allgemein dienen sensomotorische Trainingsprogramme auch für Ältere der Verbesserung der Standstabilität und des Gleichgewichts (Granacher 2003, 83). Integriert man in das Training die Schulung koordinativer Fähigkeiten, können zudem Schwindelerscheinungen reduziert werden (Denk et al., 2003).

Die Ziele des sensomotorischen Trainings liegen nach Granacher (2003, 84) in der verbesserten Aufnahme, Weiterleitung, Verarbeitung und Umsetzung sensorischer Informationen im ZNS.

Das sensomotorische Training umfasst eine Vielzahl eingesetzter Geräte, welche durch veränderte instabile Standflächen zur Verbesserung des Gleichgewichts im Stand (z. B. Postereomed, Therapiekreisel, Airex-Matten, Kippel- und Wackelbretter) beitragen sollen. Hinzu kommen Bewegungsformen wie Yoga oder Tai Chi, denen Erfolge in Bezug auf die Gleichgewichtsleistung und die posturale Kontrolle zugeschrieben werden (Gillespie et al., 2005). Ferner werden die Übungen im sensomotorischen Training dahingehend variiert, dass zusätzliche Reizsetzungen durch Entziehung der optischen Kontrolle oder Wechsel vom bipedalen in den monopeden Stand integriert und kombiniert werden (Granacher, 2003, 85).

Granacher (2003) zitiert Ergebnisse von Gruber (2003), nach denen sich durch ein vierwöchiges sensomotorisches Trainingsprogramm, die Standstabilität der Probanden durch eine verbesserte intramuskuläre Koordination der unteren Extremität erhöht hat. Zusätzlich konnte eine positive Wirkung auf die Schnellkraftfähigkeit festgestellt werden.

Untersuchungen mit älteren Menschen zeigten darüber hinaus eine Erhöhung der Gehgeschwindigkeit und Verbesserungen des statischen und dynamischen Gleichgewichts (Forth & Dall, 2000). Denk et al. (2003) weisen darauf hin, dass sich die koordinativen Fähigkeiten auch im Alter trainieren und ausdifferenzieren lassen.

In Anlehnung an Nagel (1997) führt ein Training koordinativer Fähigkeiten zu verbesserter Haltungsregulation, Vermeidung von Fehlbewegungen, die ein Sturzrisiko beinhalten, Gelenkentlastung durch Bewegungsökonomie, verbesserter Ausführung von Alltagsbewegungen (z. B. Anziehen, auf einen Hocker steigen uvm.), verbesserter Bewältigung von Überraschungssituationen (z. B. Ausrutschen, Stolpern) und besserem Gelingen von Mehrfachhandlungen.

Somit ist davon auszugehen, dass sich Trainingsprogramme mit sensomotorischen und koordinativen Inhalten positiv auf Teilsysteme der posturalen Kontrolle, wie Reaktionsfähigkeit, Propriozeption, Wahrnehmung und Bewältigung von Mehrfachanforderungen auswirken.

2.5.5 Bisherige Trainingsinterventionen zur Sturzprävention

Ein Programm zur Sturzprävention sollte die in dieser Arbeit aufgezeigten Sturzrisikofaktoren reduzierten. Hierzu werden multidimensionale, interdisziplinäre Interventionsprogramme benötigt (Skelton & Todd, 2005).

Analog zu der in der Einleitung beschriebenen Entwicklung in der Ursachenforschung von Sturzereignissen, wurden sowohl international, als auch national Interventionsprogramme zur Sturzprävention entwickelt und evaluiert.

Bisher sind noch keine allgemeingültigen Richtlinien erstellt, so dass die Interventionsprogramme unterschiedliche Ansätze zeigen.

Lord et al. (2005) modifizieren Sturzpräventionsprogramme in den single-risk-factor – Ansatz und in den multifaktoriellen Ansatz. Beim single-risk-factor-Ansatz werden einzelne Sturzrisiken, wie z. B. fehlende Muskelkraft und Gleichgewicht, eingeschränkte Sehfunktionen, unsicheres Umfeld und sturzassoziierte Medikation zielgerichtet reduziert. Dies bedeutet, dass jeweils einer der Sturzrisikofaktoren durch Maßnahmen minimiert werden soll.

Der multifaktorielle Ansatz umfasst die Komplexität und Interaktion der physischen, psychischen und umweltbezogenen Faktoren, die zu einem Sturzrisiko führen können und schließt deren Identifizierung mit ein.

Skelton & Todd (2005) unterscheiden zwei andere Ansätze in der Sturzprävention:

1. Ein selektiver Ansatz, bei dem Personen mit einem hohen Sturzrisikopotential identifiziert und Interventionsmaßnahmen individuell angepasst werden.
2. Ein für die allgemeine Bevölkerung angelegter Ansatz (nicht selektiv), der sichere Umweltbedingungen, Aufklärung über Sturzrisikofaktoren und körperliche Bewegung zur Sturzprävention miteinander verbindet, aber nicht individuelle Sturzrisikofaktoren berücksichtigt.

Eine Übersichtsarbeit von Gillespie et al. (2005) für die Cochrane Collaboration konnte bis 2003 zweiundsechzig Untersuchungen über Interventionsprogramme zur Sturzprävention zusammenstellen. Hierbei wurden bei etwa der Hälfte der Interventionen Bewegungsprogramme absolviert. Die Trainingsinterventionen umfassten Krafttraining, Balancetraining, das Überwinden von Hindernissen, sowie Tai Chi. In den aufgenommenen Studien des Cochrane review (Gillespie et al., 2005) werden die Inhalte der Bewegungsprogramme größtenteils nicht beschrieben und dargelegt, so dass Aussagen über besonders effektive Trainingsformen oder Programme nur unzureichend getroffen werden können. Als Erfolg versprechende Interventionsmaßnahme sehen Gillespie et al. (2005) ein Kombinationsprogramm aus Muskelkräftigung und Balancetraining sowie das Tai Chi an. Die Übersichtsarbeiten von Hu & Woollacott (1996), sowie von Sherrington et al. (2004) treffen ebenfalls diese Aussage.

Hu & Woollacott (1996) empfehlen für Balance-Trainingsprogramme Inhalte, welche den persönlichen Umgang mit funktionellen Defiziten in Anpassung an die Umweltbedingungen trainieren können. Dabei sollen die Teilnehmenden die optimalen Bewegungsantworten auf wechselnde äußere Bedingungen, wie z. B. mit manipuliertem sensorischen Feedback (geschlossenen Augen), finden. Ebenfalls unterstreichen Hu & Woollacott (1996) die Bedeutung des Krafttrainings, welches mit erhöhter Ganggeschwindigkeit, verbesserter Fähigkeit zum Aufstehen aus sitzender Position einhergeht, sowie positiven Einfluss auf das Gleichgewicht zeigt.

Darüber hinaus sollte die sensorische Integration und Interaktion, auch in Verbindung mit Kopfbewegungen zum Training der vestibulären Funktionen, durch Übung verbessert werden (Hu & Woollacott, 1996).

Weitere verhältnispräventive Programme und Maßnahmen finden sich in den FICSIT¹⁴-Studien. Die praktischen Interventionen richteten sich an Personen aus der Allgemeinbevölkerung und an Bewohner von Altenpflegeeinrichtungen. In den Übungseinheiten wurden das Gleichgewicht, die Flexibilität, Ausdauer, Muskelkraft und das Ernährungsverhalten geschult (Province et al., 1995). Ebenfalls wurden Interventionen zur Reduzierung von Sturzangst (Werle & Zimmer, 1999; Province et al., 1995) durchgeführt. Mit den Programmen konnten Sturzrisikofaktoren reduziert werden, jedoch waren die einzelnen Interventionsmaßnahmen und –gruppen zu heterogen, um allgemeingültige Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Empfehlungen von Irwin et al. (2004) differenzieren die Trainingsprogramme zur Sturzprävention zusätzlich nach dem Alter der Teilnehmenden. Demnach erwies sich ein mit Kraft- und Balance-Training angereichertes Tai Chi-Programm in der Altersgruppe über 65 Jahre als wirksam, zeigte aber bei über 70-jährigen weniger Erfolge. Als Konsequenz daraus sollte also bei der Planung von Interventionen das Alter der Teilnehmenden berücksichtigt werden.

Chang et al. (2004) identifizierten Bewegungsprogramme zur Sturzprävention, die Übungen zur allgemeinen körperlichen Fitness beinhalten und zählen hierzu Walking, Fahrrad fahren und Aerobic, sowie weitere Ausdauersportarten, welche in diesem Review nicht näher erläutert werden. Zusätzlich kategorisieren die Autoren als Interventionsmaßnahmen spezifische körperliche Aktivitäten, zu denen sie zielgerichtetes Balance-, Geh- und Krafttraining zählen. In einer Meta-Analyse konnten keine Unterschiede in der Effektivität zur Reduzierung von Stürzen dieser Bewegungsprogramme gefunden werden (Chang et al., 2004).

Für Sherrington et al. (2004) gilt nach ihrer Untersuchung als erwiesen, dass ein gemeinsam mit einem Physiotherapeuten aufgestellter Walking-Plan in Verbindung mit Kraft- und Balance-Training ebenfalls Sturzereignissen vorbeugt.

Werle & Zimmer (1999) publizieren weiterhin ein Programm zur Bewegungssicherheit im Alter, als Sturzprophylaxe für Osteoporosepatienten. Hierbei werden über zehn Übungseinheiten mit Themenschwerpunkten wie Körperbild, Stolperfallen, Angst, Balance u.a. gesetzt.

Weerdesteyn et al. (2006) konnten mit dem „Nijmegen Falls Prevention Programm“ die Anzahl von Stürzen bei gesunden Senioren (durchschnittlich 73,5 J.) reduzieren. Dieses Programm umfasst zehn Trainingseinheiten innerhalb von 5 Wochen.

¹⁴ FICSIT= Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques (Province et al., 1995)

Inhaltlich wurden bei dieser Intervention Alltagssituationen mit hohem Sturzrisiko imitiert und die dazu benötigten Gleichgewichts-, Koordinations- und Ganganforderungen trainiert. Als Beispiel für diese Alltagssituationen nennen die Autoren das Gehen über Türschwellen, Bodenunebenheiten und verschiedene Bodenbeläge. Darüber hinaus wurden alltägliche Anforderungen wie Aufstehen aus einem Stuhl, Tragen von Geschirr, Bewegen in unübersichtlicher Umgebung mit vielen Geschwindigkeits- und Richtungswechseln, in das Programm integriert. Zusätzlich wurden Sturztechniken in Anlehnung an Kampfsportarten in Vorwärts-, Rückwärts- und Seitwärtsrichtung aus verschiedenen Höhen trainiert.

Das Programm von Weerdesteyn et al. (2006) ähnelt dem Konzept von Nagel (1997). Auch nach Nagel werden die Alltagsanforderungen an den älteren Menschen analysiert und die zur Bewältigung verschiedener Alltagssituationen benötigten Fähigkeiten und Fertigkeiten trainiert. Dabei sucht Nagel nach den Ähnlichkeiten von Handlungsmustern z. B. im Sportspiel im Vergleich zu Alltagsbewegungen. Aus der Interaktion der eigenen körperlichen Fähigkeiten und Ressourcen in Verbindung mit dem Ziel der (Alltags)-Situation ergeben sich verschiedene Handlungsmuster, die zur Bewältigung der Aufgabe benötigt werden.

Es entstehen funktionelle Anforderungen aus den zu bewältigenden Alltagssituationen, die über die Handlungsmuster erfüllt werden sollen.

Tab. 2 Erläuterung notwendiger Muster zweier Alltagssituationen (Nagel 1997, S.58)

SITUATIONEN	FUNKTIONELLE ANFORDERUNGEN	MUSTER
Haushalt: Überwinden von Hindernissen – Teppiche – Stufen – Schwellen – etc.	– Gehen (vorwärts/rückwärts, schnell/langsam) – Überblick behalten – Ausweichen, Richtungsändern – Stoppen (Negativ-Impuls) – Starten (Positiv-Impuls) – Steigen	Bewegungsmuster: – Knie, Fuß heben – Gewichtsverlagerung (KSP) – Aufrichtung des Oberkörpers – leichte Bereitschaftshaltung – Vorspannung der Muskulatur – Hüftbeugung Wahrnehmungsmuster: – Blickstrategie → peripheres und zentriertes Sehen – kinästhetische Strategien → Einsatz der Muskulatur – Gleichgewichtsstrategien – selektives Hören Interaktionsmuster: – sich mit anderen verständigen Denkmuster: – Wissen um Verhältnisse im Haushalt – Wissen um Gesetze im Straßenverkehr Gefühlsmuster: – Angst in unübersichtlichen Situationen – Unsicherheit durch vorangegangenen Sturz
Straßenverkehr: Straße überqueren – Autos – Radfahrer – Fußgänger – Ampelanlage – Kantstein – etc.	– Gehen (vorwärts/rückwärts, schnell/langsam) – Überblick behalten – Entfernung, Abstand, Geschwindigkeit einschätzen – Starten – Stoppen – Ausweichen, Richtungsändern – Sich entscheiden	

Das Konzept von Nagel (1997) soll an folgendem Beispiel „Gartenarbeit“ näher erläutert werden:



Abb. 7 Alltagssituation Gartenarbeit

Gartenarbeit erfordert Kraft und eine gute Beweglichkeit. Eine Vielzahl von Tätigkeiten wird dabei in gebückter Haltung ausgeführt. Häufig entstehen dadurch Rückenschmerzen oder der so genannte „Hexenschuss“. Hier kann durch gezielte

Trainingselemente in Bewegungskursen die Beweglichkeit gefördert und erhalten bleiben.

In der nach Nagel (1997) daraus folgernden Trainingssituation wird ein Ball geworfen, der von der Übungspartnerin mit einem Hütchen aufgefangen werden soll.



Abb. 8 Trainingssituation nach Nagel (1997)

Dabei ist es notwendig, mit dem Hütchen in die Knie zu gehen, da sonst der Ball aus dem Hütchen herausfällt. Somit können Alltagsbewegungen, die eine geschickte gebückte Haltung erfordern, nachgestellt und trainiert werden.

Die daraus resultierenden Bewegungsübungen zur Sturzprävention erfüllen den multifaktoriellen Ansatz und sprechen die Zielgruppe der über 50-jährigen an, was bedeutet, dass bereits dem ersten Sturzereignis vorgebeugt werden soll.

Methodisch sind die Übungen zunächst subjektorientiert, d.h. sie richten sich nach den vorhandenen Ressourcen und lassen sich mit der Bewegungsbiografie verknüpfen. Aus den zu bewältigenden Alltagssituationen ergibt sich eine Handlungsorientierung, die darin fußt, dass die Senioren den Alltagssituationen nachempfundene Bewegungsaufgaben gestellt bekommen (z. B. das Überqueren einer stark befahrenen Straße siehe Tabelle 2).

Dieses Nachempfinden oder Nachstellen von bewegten Alltagssituationen folgt transfertheoretischen Ansätzen (Nagel & Wulkop, 1992; Nagel, 1997, 59-61; Nagel & Spreckels, 2003, 33-41). Aus der Transferorientierung resultiert eine Vielzahl von Möglichkeiten, Übungen zu variieren, woraus sich eine „*sportartüberschreitende Vielseitigkeit*“ (Nagel, 1997) ergibt, die es den älteren Menschen zusätzlich ermöglicht, sich wechselnden Umweltbedingungen und Alltagserfordernissen situativ anzupassen (Interaktionsorientierung, die bei der Problemlösefähigkeiten benötigt wird). Darüber hinaus werden die Wahrnehmung und die Selbstreflexion bei den

Bewegungen (Innensichtorientierung) in den Trainingseinheiten geschult. Dies geschieht durch wechselnde sensorische Anforderungen, wie z. B. Blindaufgaben oder Selbstbeobachtung im Spiegel. Die durch die Lösung der Bewegungsaufgaben entstandenen (sensomotorischen) Erfahrungen werden nach dem Prinzip von Nagel (1997) kognitiv und perzeptiv nachempfindend ausgewertet. Ferner zielt ein Bewegungsprogramm, welches auf den Grundsätzen von Nagel basiert, darauf ab, Handlungsmuster in Variabilität und Stabilität herauszubilden. Dies bedeutet, dass die Untermuster (Grundmuster einer Bewegung) in der Bewegungsrepräsentation, welche das Handlungsmuster ergeben, variabel und situationsadäquat eingesetzt werden können. Je stabiler dabei die Untermuster ausgebildet sind, umso besser können sie in bewegten Situationen auch unbewusst eingesetzt werden.

Einen weiteren Baustein des Konzepts bildet die konditionell-koordinative Verschränkung, die sich aus der Übungsgestaltung ebenfalls ergeben kann, wenn Kraft- und Ausdauer-elemente in die Bewegungsaufgaben eingeflochten werden.

Als letzten Punkt beinhaltet das Seniorensportprogramm nach Nagel (1997) die Entspannungsfähigkeit, die es ermöglicht, Unterschiede zwischen Spannung und Entspannung, Stress, Hektik oder Ruhe wahrzunehmen und auszudifferenzieren. Gerät ein älterer Mensch in der Situation des Überquerens einer stark befahrenen Straße in Hektik oder Panik, gehen möglicherweise Aufmerksamkeitsressourcen, die zur posturalen Kontrolle benötigt werden, verloren. Durch die ständig wechselnden Belastungen und Anforderungen eines Kursprogramms, insbesondere mit provozierten, unübersichtlichen, hektischen Situationen werden der Umgang mit Stress und die Gelassenheit in diesen Situationen trainiert (vgl. Nagel, 1997, 63-82). Ein Interventionsprogramm auf den Grundlagen von Nagel (1997) erfüllt somit einen ganzheitlichen und alltagsorientierten Ansatz.

2.5.6 Konsequenzen zur Entwicklung eines multidimensionalen Bewegungskonzepts zur Sturzprävention

Wie bereits diskutiert, sollte ein Programm zur Sturzprävention im Bereich der Primärprävention angesiedelt werden, um bereits dem ersten Sturzereignis vorzubeugen.

Die Zielgruppe für ein derartiges Programm umfasst somit die Altersgruppe der Senioren ab 60 Jahren und jünger¹⁵.

In dem Interventionsprogramm sollten die verschiedenen beschriebenen Teilsysteme, die Haltungsstabilität bzw. posturale Kontrolle ermöglichen, in verschiedenen Handlungssituationen integriert sein. Hierbei wird den Teilfaktoren Herz-Kreislauf-Regulierung, Kraft, Balance sowie Reaktionsvermögen und Koordination besondere Bedeutung zugeschrieben. Die Ausrichtung des Programms ist dabei multifaktoriell, was bedeutet, dass in den Bewegungsstunden alle diskutierten physischen und psychischen Faktoren der Haltungsstabilität Raum finden müssen.

Da sich die Stürze meist unvorhergesehen im Alltag ereignen und die Betroffenen häufig die genaue Ursache nicht benennen können¹⁶, erscheint es notwendig, komplexe Handlungssituationen des Alltags in ein Bewegungsprogramm zu integrieren. So müssen Bewegungssituationen erstellt werden, die benötigte Alltagsfähig- und Fertigkeiten schulen und verbessern. Hierbei zeichnen sich die Programme von Nagel (1997) und Weerdesteyn (2006) als besonders alltagsnah und an den Bedürfnissen von Senioren orientiert aus. Darüber hinaus beinhalten sie zu den benötigten Bewegungsfertigkeiten auch psychosoziale Komponenten.

Den Empfehlungen von Cress et al. (2006) und Oster et al. (2005) folgend, sollte ein Seniorensportprogramm neben dem Training der Balance, Muskelkraft, der Muskeldehnung und Flexibilität auch einen ausdauerorientierten Anteil beinhalten.

Das in dieser Studie aufgestellte Bewegungsprogramm des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings orientiert sich an den von Nagel (1997) postulierten und hier

¹⁵ Ab welchem Zeitpunkt ein solches Programm beginnen sollte, ist bisher unklar. Sinnvoll erscheint es zur Primärprävention bereits die Zielgruppe 50+ und jünger eher anzusprechen.

¹⁶ In einem Vortrag beim DGGG 2006 zeigten Gassmann & Rupprecht 2004 erhobene Daten zu subjektiv von gestürzten Personen berichteten Gründen. Dabei wurden folgende fünf Ursachen am Häufigsten genannt: Unaufmerksamkeit 40,8%, Hindernisse 27,9%, Schwindel 21,4 %, „ich weiß nicht“ 10,2 % und Zufall 8,2%.

dargestellten Trainingsinhalten, die zur Verbesserung der motorischen Handlungskompetenz in bewegten Situationen führen sollen.

Das NW-Programm wird in Anlehnung an Trainingsempfehlungen des Deutschen Ski-Verbands und der hier diskutierten Literatur durchgeführt. Hierbei gibt es bisher keine Erkenntnisse, ob ein derartiges Programm dem multifaktoriellen Ansatz folgt. Es ist auf Grund der positiven Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System sinnvoll, diese Bewegungsform zur Sturzprävention zu diskutieren. Auch können vermutlich Gangfunktionen durch das NW positiv beeinflusst werden. Zusätzlich stellt der Stockeinsatz einen koordinativen Trainingsreiz dar und das Bewegen in der freien Natur kann Einfluss auf das psychische Wohlbefinden nehmen.

Somit erfüllen beide hier miteinander verglichenen Programme jeweils Anteile dieser „Best Practice“-Empfehlung.

3 Forschungsfragen und Hypothesen

Der Hauptfokus der Untersuchung liegt in der Frage inwieweit zwei Bewegungsprogramme die Sturzrisikofaktoren Balance/Haltungsstabilität und Funktionsdefizite des Herz-Kreislauf-Systems beeinflussen können.

Um dem multifaktoriellen Ansatz Rechnung zu tragen, wurde ein Programm (GG+K) zur Sturzprophylaxe erstellt, welches auf mehreren Ebenen des dargestellten Ursachen-Zusammenhangs von Sturzrisikofaktoren wirksam wird. Dieses Programm soll mit einem NW-Programm hinsichtlich positiver Effekte zur Reduktion von Sturzrisikofaktoren verglichen werden. Weiterhin soll geprüft werden, ob sich geschlechtsspezifische Unterschiede ergeben. Ferner wird davon ausgegangen, dass die hier dargestellten positiven Einflüsse von Bewegung auf die Sturzrisikofaktoren dazu führen, dass bisher inaktive Senioren von den Programmen profitieren.

Fragestellungen:

1. Welchen Einfluss nehmen GG+K und NW auf das körperliche und psychische Wohlbefinden der Probanden?
2. Welchen Einfluss nehmen GG+K und NW-Programm auf die kardiale Leistung?
3. Kann ein NW-Programm die Gleichgewichtsleistung verbessern und somit zur Haltungsstabilität beitragen?
4. Welche unterschiedlichen Effekte zeigen die Bewegungsprogramme nach zwölf Wochen auf vordefinierte Parameter der posturalen Kontrolle und auf die Reduktion von Sturzrisikopotentialen?
5. Welche unterschiedlichen Einflüsse zeigen die Bewegungsprogramme auf die Faktoren:
 - (1) Geschlecht
 - (2) sportlich aktiv „ja“ oder „nein“?

Die hier vorgestellte Untersuchung erfasst und vergleicht Wirkungen auf Sturzrisikofaktoren zweier Bewegungsprogramme, (1) Gleichgewichts- und

Koordinationstraining (GG+K) sowie (2) Nordic Walking (NW), nach einer zwölfwöchigen Interventionsmaßnahme¹⁷ im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (KG).

Handlungsleitend wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

Hypothesen

- 1 Beide Bewegungsprogramme verändern das körperliche und psychische Wohlbefinden der TeilnehmerInnen.
- 2 Nordic Walking unterscheidet sich vom Gleichgewichts- und Koordinationstraining in der Wirkung auf die Herz-Kreislauf-Funktionen, den Körperfettgehalt und die Gleichgewichtsleistung des Einbeinstands.
- 3 Die Wirkung beider Programme auf die untersuchten physiologischen Parameter auf Männer und Frauen unterscheiden sich nicht.
- 4 Probanden ohne bisherige sportliche Aktivität zeigen höhere Anpassungen an die beiden Bewegungsprogramme.
- 5 Beide Bewegungsprogramme nehmen positiven Einfluss auf die Sturzrisikofaktoren Balance/Haltungsstabilität und Funktionsdefizite des Herz-Kreislauf-Systems.

¹⁷ Die genaue Beschreibung der Bewegungsprogramme und des Studiendesigns befinden sich in Kapitel 5.

4 Methoden

Das methodische Vorgehen zur Überprüfung der Hypothesen gliedert sich in Probandenrekrutierung und Drop-out (Stichprobe), Zeitablauf der Untersuchung, Vorstellung der Fragebögen und Messinstrumente, mathematisch-statistische Bearbeitung, Beschreibung der Trainingsprogramme GG+K und NW sowie eine umfassende Methodenkritik.

4.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Teilnehmer der Studie wurden aus einem Pool GEK-Versicherter anhand folgender Einschluss- und Ausschlusskriterien ausgewählt:

Einschlusskriterien

Da ab dem 65. Lebensjahr ein erhöhtes Sturzrisiko besteht und sich die Studie mit Gesundheitswirksamkeit im Sinne der Primärprävention beschäftigt, sollte vor dem ersten Sturz mit dem Training begonnen werden. Daher wurde als Filterkriterium eine Altersgruppe von 60-70 Jahren festgelegt.

Die Probanden sollten aus dem Großraum Hamburg rekrutiert werden, da sich die Trainingsorte am FB Bewegungswissenschaft der Universität Hamburg im Zentrum Hamburgs befinden und eine gute Erreichbarkeit gewährleistet werden sollte.

Ausschlusskriterien

Verschiedene gesundheitliche Defizite hätten unter Umständen Einflüsse auf die Compliance der Teilnehmer im Verlauf der Studie, auf die individuellen Möglichkeiten der Umsetzung der Trainingsinhalte durch die Probanden und würden u.U. in einer Gesundheitsgefährdung durch das Bewegungsprogramm resultieren. Daher wurden chronische Krankheiten und pathologische Vitalwerte ausgeschlossen.

Es wurden folgende Ausschlusskriterien festgelegt:

- Ruheherzfrequenz unter 40 Schläge/min und über 135 Schläge/min
- Blutdruckwerte: dauerhafter systolischer Wert über 200 mmHG und diastolischer Wert über 110 mmHG
- Vordiagnostizierte KHK, Herzinfarkt, Angina pectoris - Anfälle
- Akut bestehende Hüftprobleme
- Atemnot / Dyspnoe
- Dementielle Erkrankungen

- Diabetes Mellitus
- Multiple Sklerose
- Morbus Parkinson.

Diese Kriterien wurden in Absprache mit der GEK mit einer Medikamenten-Negativ-Liste¹⁸ in den Probandenfilter eingebaut.

Als weitere Vorbedingung galt, dass die Teilnehmer bis zum Studienbeginn keine Nordic Walking und Gleichgewichts- und Koordinationsprogramme absolviert hatten. Der angelegte Probandenfilter ergab ca. 6000 Versicherte der GEK. Von diesen 6000 Versicherten wurden zunächst 2500, in einem zweiten Durchgang noch einmal 500 in einem randomisierten Verfahren angeschrieben und zu einem Informationsabend der Studie eingeladen.

Am Informationsabend wurden von den Interessenten Anamnese-Bögen ausgefüllt, um Menschen mit Ausschlusskriterien erneut herauszufiltern. Die verbliebenen etwa 160 Personen wurden auf die Termine der Voruntersuchungen verteilt.

Nach den Voruntersuchungen wurden 90 Teilnehmer vier Untersuchungsgruppen zugelost, so dass zwei Nordic Walking-Gruppen mit insgesamt 45 ProbandInnen und zwei Gleichgewichts- und Koordinationstrainingsgruppen mit ebenfalls 45 ProbandInnen gebildet wurden. Zusätzlich gab es eine Wartezeitkontrollgruppe mit 42 TeilnehmerInnen. Die restlichen 28 Personen wurden entweder ausgeschlossen, da durch den Untersuchungstermin im Anamnesebogen nicht angegebene Ausschlusskriterien erfasst wurden, oder die Teilnehmer erschienen aus nicht bekannten Gründen nicht zum ersten Untersuchungstermin.

Drop-out

Insgesamt 24 Personen (7 innerhalb der GG+K-Gruppe, 9 in der NW-Gruppe und 8 in der KG-Gruppe) erschienen nicht zum zweiten Messzeitpunkt, oder wurden nachträglich aus dem Untersuchungspool entfernt. Ursächlich dafür waren folgende Gründe:

¹⁸ Auf Grund der Datenschutzbestimmungen, die den Krankenkassen auferlegt sind, haben Mitarbeiter der GEK keinen Zugang zu Krankenblättern etc., aus denen die Ausschlusskriterien klar hervorgehen. Es wurde daraufhin der Weg gegangen, die Medikamentengruppen, die bei o.g. chronischen Krankheiten verabreicht werden, auszuschließen. Die Medikamentengruppen liegen als ATC-Codes vor und konnten dann den Krankheiten zugeordnet werden. Jede auszuschließende Dauermedikation z. B. mit Spasmolytika oder Psychopharmaka wurde der GEK gemeldet.

Urlaub:

Sieben Personen waren zum Messzeitpunkt t2 im Urlaub, nahmen aber sonst regelmäßig an der Studie teil.

Krankheit:

Ebenfalls sieben Personen konnten aus gesundheitlichen Gründen nicht am zweiten Untersuchungstermin teilnehmen. Davon hatten zwei ProbandInnen eine Operation (Prostata und Knie), bei einer Teilnehmerin wurde eine Thrombose diagnostiziert, zwei Teilnehmer wurden wegen eines offensichtlichen Alkoholproblems durch die Versuchsleitung nachträglich ausgeschlossen und die beiden weiteren Krankheitsgründe sind unbekannt.

Mangelnde Kursteilnahme:

Zwei ProbandInnen wurden aus der Untersuchungsgruppe ausgeschlossen, da sie nicht ausreichend am Kursprogramm teilnahmen (weniger als 10 Termine).

Unbekannt:

Acht Personen haben die Studie aus unbekannten Gründen verlassen. Dabei verließen vier TeilnehmerInnen das Nordic Walking-Programm und vier TeilnehmerInnen der Kontrollgruppe die Studie.

Gruppenbildung

Die dargestellten Drop-outs sind in den Vergleichen und Gruppenzuordnungen der Messzeitpunkte t1 zu t2 in dem Probandenkollektiv nicht mehr enthalten.

Um die Bewegungsprogramme in ihrer Wirkung auf die Sturzrisikofaktoren und die motorischen Kompetenzen zu vergleichen, wurden die TeilnehmerInnen anhand ihrer Eingangsdaten für die erfolgreiche Bewältigung des Einbeinstands parallelisiert.

Es wurden drei Gruppen mit vergleichbaren Fallzahlen und Geschlecht gebildet:

- (1) GG+K (Gleichgewichts- und Koordinationstraining (n=31; w=17; m=14)),
- (2) NW (Nordic Walking (n=31; w=17; m=14)) und
- (3) KG (Kontrollgruppe (n=29; w=17; m=12)).

Über den angestrebten Vergleich der Bewegungsprogramme untereinander und mit der Kontrollgruppe hinaus, wurden folgende Untergruppen zusammengestellt:

1. Geschlecht
2. Sportlich aktiv „ja/nein“

Zu 2.

Als „sportlich aktiv“ wurden alle TeilnehmerInnen eingeteilt, die angaben derzeit mindestens einmal pro Woche bei mittlerer Intensität sportlich tätig zu sein (z. B. ein Mal pro Woche 1,5 Std. Schwimmen oder Fitnesstraining bzw. Ausdauer гимнаstik) oder zwei und mehr Termine pro Woche mit geringer Intensität (z. B. 2-3 mal pro Woche Walking oder Spazieren gehen oder Fahrrad fahren, sowie Yoga u.ä.). Alle anderen TeilnehmerInnen wurden in die Kategorie „sportlich inaktiv“ eingestuft.

4.2 Zeitablauf

Die Untersuchung gliederte sich in drei Abschnitte:

- (1) t1: Eingangstest
- (2) t2: Ausgangstest
- (3) Überprüfung mittels einer Kontrollgruppe

Zu (1) Die Eingangsuntersuchungen starteten am 01.04.05, die Trainingsprogramme am 06.04.05. Im Anschluss an die Eingangsuntersuchungen wurden die TeilnehmerInnen randomisiert auf die Untersuchungsgruppen GG+K (A+B) und NW (C+D) verteilt.

Zu (2) Nach 12 Wochen Trainingsintervention erfolgten die Ausgangsmessungen vom 29.06.05 bis 02.07.05. Anschließend wechselte für die Trainingsgruppen das Programm, so dass bisherige Nordic WalkerInnen nun am Gleichgewichts- und Koordinationstraining teilnahmen und umgekehrt. Dieses Vorgehen war notwendig, um die zufällige Zuordnung der Probanden in die Bewegungsprogramme zu gewährleisten. Allen Probanden wurde im Vorwege die Teilnahme an beiden Programmen zugesagt, um sie randomisiert in die Kurse verteilen zu können.

Zu (3) Um die erfassten Daten der Messungen t1 und t2 der ersten Studiengruppen zu überprüfen, startete im März 2006 eine Wartezeitkontrollgruppe ohne Bewegungsintervention, die ihren bisherigen Alltag wie üblich gestalten sollte. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe dienten zur Überprüfung der Ergebnisse innerhalb der Bewegungsgruppen. Die Rekrutierung und Einführung erfolgte analog zur Studiengruppe. Nach dem Informationstermin erfolgten die Eingangsuntersuchungen vom 31.03.06 bis zum 2.4.06. Danach warteten die Probanden und erhielten kein Bewegungsangebot. Die Ausgangsuntersuchungen erfolgten vom 23.06.06 bis zum 25.06.06. Das Trainingsprogramm¹⁹ startete am 28.06.06 und die Ausgangsuntersuchungen fanden in der Zeit vom 15.09.06 bis 17.09.06 statt.²⁰

¹⁹ Da dieses Trainingsprogramm als Belohnung für die Wartezeit der Kontrollgruppe angeboten wurde und für die Darstellungen innerhalb dieser Arbeit nicht von Bedeutung ist, wird es an dieser Stelle nicht näher erläutert.

²⁰ Die Auswertungen dieses Bewegungsprogramms sind nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Somit ergab sich folgendes Cross-Over Studiendesign:

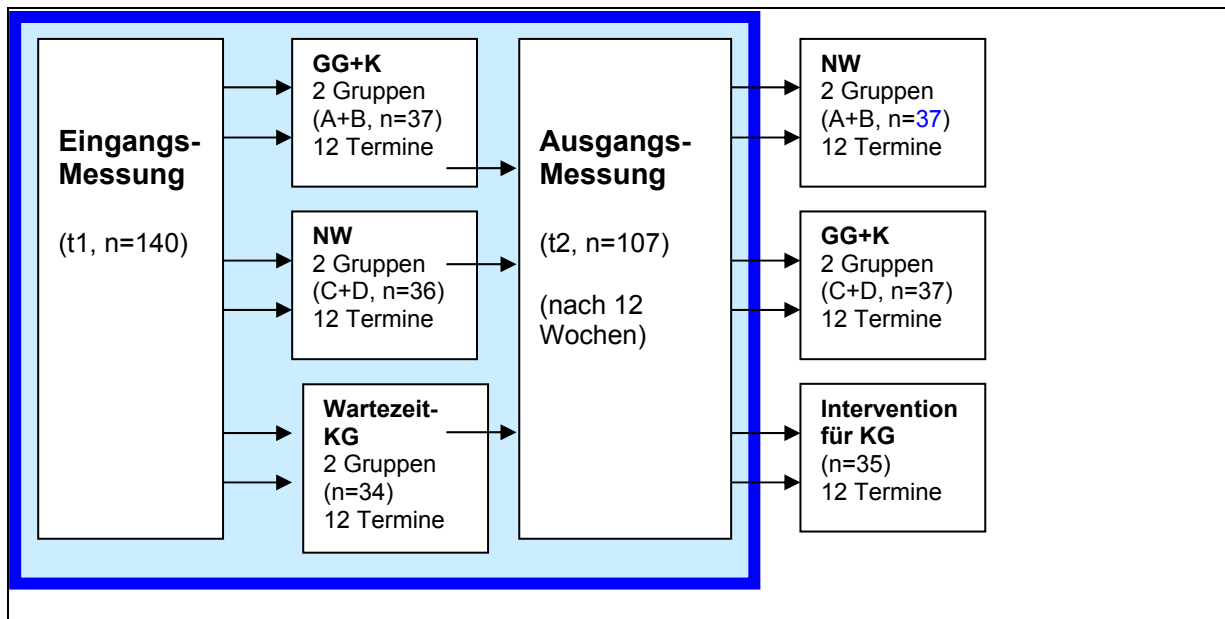


Abb. 9 Studiendesign

Alle Ergebnisdarstellungen dieser Arbeit beziehen sich auf den blau umrahmten Teil des Studiendesigns. Um die TeilnehmerInnen randomisieren zu können, wurde allen TeilnehmerInnen versprochen, ein GG+K und ein NW-Programm zu erhalten. Die Interventionen nach der Ausgangsmessung dienten demnach als Belohnung für die Studienteilnahme. Die unterschiedlichen n-Zahlen ergeben sich aus den Erläuterungen in den Unterpunkten „Gruppenbildung und drop-out“.

4.3 Darstellung der eingesetzten Messverfahren und Untersuchungsinstrumente

Nachstehend werden die Inhalte der Untersuchungstermine beschrieben und ihre Einsetzbarkeit in diesem Studienzusammenhang bzw. die Validität der eingesetzten Instrumente diskutiert.

Die Untersuchungen beinhalteten²¹:

1. Fragebögen

- Anamnesebogen
- Fragebogen zur Sturzrisikoerfassung (Selbsteinschätzung) und Erweiterung
- Fragebogen SF 12

²¹ Alle Fragebögen sind im Anhang zu finden.

2. **Körperfett- und Körpermassenbestimmung**
3. **Erfassung der Herz-Kreislauf-Funktionen**
 - Ruheherzfrequenz
 - Blutdruck systolisch und diastolisch
 - Herzfrequenzvariabilität
 - Sympatho-vagale Balance
4. **Erfassung der Haltungsstabilität**
 - Bewegungen im Einbeinstand mit Kamerasystem AS200
 - Videoaufzeichnung
 - Messprotokoll
5. **Aufzeichnung der Trainingsherzfrequenzen**

Für alle Auswertungen und Beschreibungen wurde ein Notebook Marke Fujitsu Siemens mobile AMD Athlon XP 3000+, 1,45 GHz mit Betriebssystem Windows XP (2002) SP2 und den Programmen Microsoft Word 2000 und Microsoft Excel 2000 benutzt.

4.3.1 Fragebögen

Es folgt die Darstellung der eingesetzten Fragebögen.

Anamnesebogen

Der Anamnesebogen ist ein standardisiertes Instrument zur Erfassung der Stammdaten. Hierbei wurden die Geburtsdaten, das Geschlecht, die Vorerkrankungen, die Medikamente und die sportliche Biografie bzw. derzeitige sportliche Aktivität erfragt. Der Anamnesebogen wurde von den Teilnehmern selbständig ausgefüllt und anschließend in einer Datenbank erfasst.

Fragebogen zur Sturzrisikoerfassung

Als standardisiertes Instrument zur Sturzrisikoerfassung der Probanden wurde der Selbsteinschätzungsfragebogen nach Elliot et al. (2004) eingesetzt, der aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt wurde. Der Fragebogen kann einen Überblick über mögliche Sturzgefährdungen der Probanden geben.

Hierbei handelt es sich um subjektive Meinungen über die eigene Person. Es werden 20 Fragen mit „ja“ oder „nein“ beantwortet.

Nach Elliot et al. (2004) wird dem Test eine gute Test-Retest-Reliabilität zugeschrieben ($r=0,91$). Die Items des Fragebogens korrelierten mit Folge-Stürzen, erreichten laut Elliot et al. (2004) aber keine Signifikanz.

Mit dem Fragebogen wird keine Vorhersage über zukünftige Stürze getroffen, sondern der subjektive Ist-Zustand erfasst.

Zur Erfassung der Veränderungen zwischen den Messzeitpunkten wurde der Bogen zur Zwischen- und Abschlussuntersuchung innerhalb dieser Untersuchung um 40 Fragen erweitert.

Mit der Auswertung der Fragebögen wurde zunächst zum Messzeitpunkt t1 ein Ist-Zustand aller Probanden erhoben, der bei der Ergebnisdarstellung in den Eingangsdaten der Probanden beschrieben wird. Die Auswertung des erweiterten Fragebogens zum Messzeitpunkt t2 wird im Vergleich der Gruppen Gleichgewichts- und Koordinationstraining (GG+K), Nordic Walking (NW) und der Kontrollgruppe (KG) dargestellt. Hierbei werden bei der Auswertung zusammengehörige Fragenkomplexe gebildet.

Fragenkomplex (1)

Der Fragenkomplex ergab sich aus Fragen, die Veränderungen des Bewegungsapparates erfassen und beinhaltet die Items 2, 4, 6, 8, 20, 38.

Fragenkomplex (2)

Der Fragenkomplex umfasst mit den Fragen 14, 22, 24 und 28 weitere Items, die physiologische Parameter betreffen.

Fragenkomplex (3)

Eine weitere Bündelung von Items ergab sich aus den Fragen 10, 18, 30, 32, 34 und 40, welche Veränderungen psychologischer Parameter erfassen.

Fragenkomplex (4)

Der letzte Komplex umfasst veränderte Gewohnheiten, die sich aus Frage 16, 24 und 36 ergaben.

Die Frage 40 wird an dieser Stelle den psychologischen Faktoren und nicht den Veränderungen der Gewohnheiten zugeordnet, da mit einem sozialen Rückzug Immobilität und Depressionen assoziiert werden.

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte im Gruppenvergleich GG+K, NW und KG.

Fragebogen SF-12

Der Fragebogen SF-12 ist die Kurzform des SF-36 Fragebogens zum gesundheitlichen Wohlbefinden (Bullinger & Kirchberger, 1998). Dieser Fragebogen ist standardisiert, evaluiert und erfasst die gesundheitsbezogene Lebensqualität der TeilnehmerInnen.

Hierbei wurden körperliches und psychisches Wohlbefinden mit einem Summenscore erfasst. Je höher der gebildete Summenscore ist, umso positiver ist das Ergebnis.

Die Validität und Reliabilität wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen (Bullinger & Kirchberger, 1998).

Mit diesem Fragebogen kann einerseits ein Vergleich der StudienteilnehmerInnen zu der normierten Altersgruppe 60-70 Jahre gezogen und interpretiert werden und andererseits eine Verlaufsänderung über die Studiendauer abgebildet werden.

Das für diese Studie ausgewählte Zeitfenster des Fragebogens beträgt 4 Wochen.

Die Auswertung erfolgte nach dem im Manual angegebenen standardisierten Berechnungsverfahren (Bullinger & Kirchberger, 1998).

4.3.2 Körperfett- und Körpermassenbestimmung

Der Körperfettgehalt (KF) der TeilnehmerInnen wurde mittels einer Körperfettwaage Marke Tanita Modell TBF-305 (Tanita GmbH Europe, Sindelfingen) erfasst. Dies ist eine vom Hersteller geeichte Präzisionswaage. Hierbei stiegen die Probanden barfuß in Unterbekleidung auf die Waage.

Das Verfahren verwendet eine bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) mit vier Elektroden. Der Impedanzbereich liegt zwischen 150-900 Ω . Die Messung erfolgte mit einem niedrigen Strom von 50 kHz, 800 μ A.

Das Verfahren macht sich zu Nutze, dass Muskelgewebe viel Wasser enthält und Strom gut leitet, wohingegen Körperfett keinen elektrischen Strom leitet. Durch die unterschiedliche Leitfähigkeit lassen sich über eine elektrische Widerstandsmessung der Fettanteil und der Wasseranteil bewerten.

Bei der Messung muss ein Ess-Messabstand von drei Stunden eingehalten werden, da durch übermäßiges Essen, Saunabesuch und überhöhten Alkoholgenuß Messfehler auftreten können.

In die Auswertung der Daten fließen die Körpermasse und der Körperfettgehalt ein.

4.3.3 Erfassung der Herz-Kreislauf-Funktionen

Die Daten des Herzkreislaufsystems sind mittels eines TASK FORCE® (TF)-Monitor-Systems (MEDX5, der Fa. CNS-Systems) ermittelt worden. Das TF-Monitor System ermittelt kardiale Faktoren wie oszillierenden und beat-to-beat Blutdruck, Ruhepuls, Barorezeptorenaktivität, Herzfrequenzvariabilität (HRV) sowie die sympatho-vagale Balance.

Die kardialen Parameter der Teilnehmer wurden in einer 8-minütigen Ruhe-Messung erfasst. Die Teilnehmer wurden im liegenden Zustand gemessen. Zur Aufzeichnung des EKG wurden vier EKG-Elektroden (nach CNS-Standard-Einweisung) auf die Unterarme geklebt. Hierbei wurde jeweils der Punkt über dem Handgelenk und unter der Armbeuge gewählt, an denen der Puls palpatorisch abgeleitet werden kann. Zur Erfassung des oszillierenden Blutdrucks wurde eine Blutdruckmanschette angelegt. Der kontinuierliche beat-to-beat Blutdruck wurde mittels einer Fingermanschette über Zeigefinger und Mittelfinger der rechten Hand erhoben²². Die Probanden wurden in der Eingangs- und Ausgangsmessung zur gleichen Tageszeit gemessen (± 1 Std.), um Effekte des Biorhythmus auf die Messung zu minimieren. Dabei wurde ein Zeitfenster von 9.00 Uhr morgens bis 18.00 Uhr abends genutzt.

Während des Messvorgangs wurde mit den Teilnehmern nicht kommuniziert.

Die Ergebnispräsentation kardialer Messdaten bezieht sich auf folgende Parameter:

²² Das Gerät nutzt dabei wahlweise nur einen Finger, der zweite Finger kann manuell angesteuert werden, falls es auf Grund von Durchblutungsstörungen des Fingers zu keiner Erfassung des Blutdrucks kommen kann. Dies war nur bei einem Probanden der Fall.

- **Ruhe-Herzfrequenz (RHF) in Schlägen/min**

Die Veränderungen der Mittelwerte für die Ruhe-Herzfrequenz (RHF) innerhalb der Gruppen und der gebildeten Untergruppen wurden für die Eingangs- und Zwischenuntersuchung miteinander verglichen.

- **Blutdruck (systolisch und diastolisch) in mmHG**

Die Veränderungen der Mittelwerte für den systolischen (sBD) und diastolischen Blutdruck (dBD) wurden innerhalb der Gruppen und den gebildeten Untergruppen für die Eingangs- und Ausgangsuntersuchung miteinander verglichen.

- **Herzfrequenzvariabilität (HRV) dargestellt durch die Veränderungen der RRI in ms von t1 zu t2.**

Die HRV beschreibt die Fähigkeit des Herzens, den zeitlichen Abstand von Herzschlag zu Herzschlag (belastungsabhängig) zu verändern, um sich so an wechselnde innere und äußere Anforderungen anzupassen. Die HRV errechnet sich aus den in Millisekunden gemessenen R-Zacken(RR)-Abständen im EKG.

- **Sympatho-Vagale Balance durch Darstellung der Veränderungen des LF/HF-Quotienten (ohne Dimension).**

Hierzu wurden die Mittelwerte des Quotienten des LF (Low-Frequency-Bereich, wird überwiegend sympathischer Aktivität zugeschrieben) und HF (High-Frequency-Bereich, wird der parasympathischen Aktivität zugeschrieben) aller Teilnehmer miteinander verglichen und eine Veränderung zwischen der Eingangs- und Ausgangsmessung überprüft.

4.3.4 Erfassung der Haltungsstabilität (45-Sek-Einbeinstand)

Die Teilnehmer erhielten die Anweisung mit hinter dem Rücken verschränkten Armen sowohl rechts als auch links 45 sek. im Einbeinstand zu verweilen.

Zur Erfassung der Gleichgewichtsleistung diente das Kamerasystem AS200 der Fa. LUKOtronik (Lutz-Kowaks-Elektronics) Motion Measurement, Videoaufzeichnungen sowie ein Messprotokoll.

Grundlagen des Messverfahrens

Das AS200 ist ein transportables Messsystem zur Erfassung und Kontrolle von 3D-Bewegungsabläufen in Echtzeit.

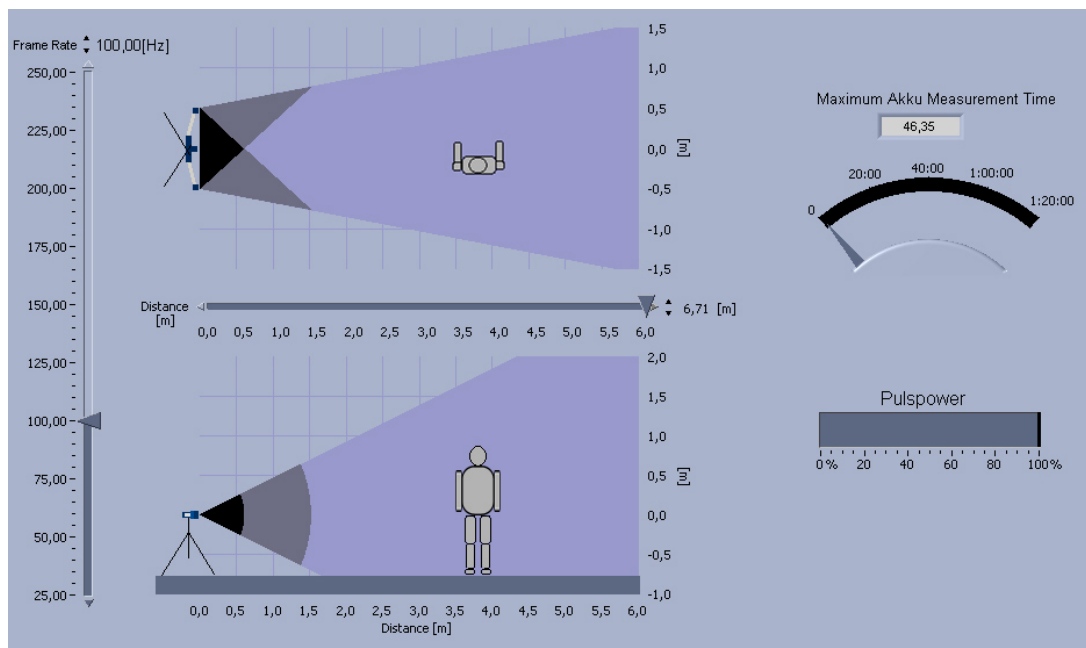


Abb. 10 Darstellung des Messaufbaus AS200 PC-Screen

Die Teilnehmer wurden mit fünf Sendern (Marker) des Kamerasystems beklebt. Die Marker wurden jeweils am Kopf (Schläfe), Schultergelenk (Ebene des Humeruskopfes), an der Hüfte (Trochanter major), am Kniegelenkspalt und am Sprunggelenk (Knöchel) in Kamerarichtung befestigt.

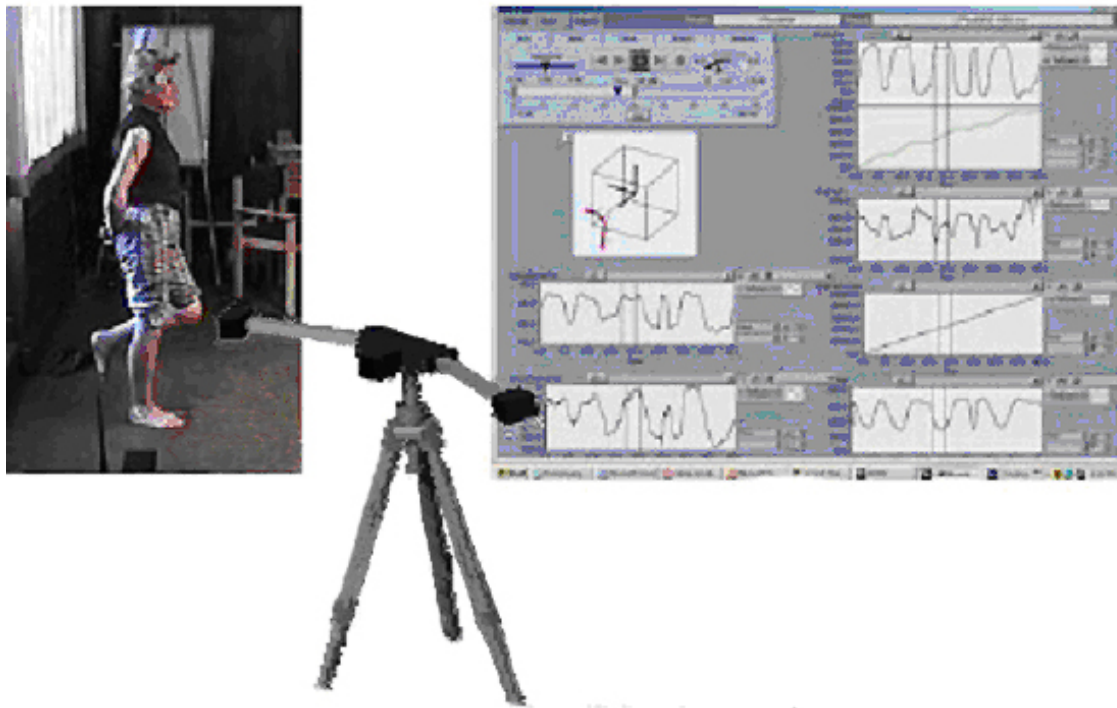


Abb. 11 Darstellung des Messaufbaus AS200 mit Probandin

Hierbei wurden Winkelveränderungen im Raum (x,y,z-Richtung) von Fuß-, Knie- und Hüftgelenk sowie Lageveränderungen von Kopf und Schulter über Marker an eine Infrarot-Kamera gesendet und mit der zugehörigen Software AS200 aufgezeichnet.

Die Probanden standen seitlich zum Messsystem (siehe Abbildung 10).²³

Mit den Probanden wurde während der Messdatenaufzeichnung nicht kommuniziert.

Die mit dem Kamerasystem erfassten Daten (in mm, Messgenauigkeit $\pm 8-10$ mm) wurden als Rohdaten in Excel exportiert und dort in folgende Werte umgerechnet²⁴:

- **Mittelwert (arithmetisches Mittel)**
- **SD (standarddeviation)** der Bewegungsrichtungen x,y,z im Raum für Kopf, Hüfte, Knie und Fuß.
- **RMS (root mean square)** des Kopfes als Parameter für die Streuung der Bewegung im Raum. Dabei wurde folgende Rechnung genutzt: Die Streuung in den Relativkoordinaten ist definiert als die Wurzel aus der Summe der Abweichungsquadrate aller relativen Koordinaten dividiert durch n.

Zusätzlich wurden die Messungen mit einer Videokamera aufgezeichnet und in einem Messprotokoll festgehalten, wann (bei welcher Sekunde) die Probanden den

²³ Das Manual zur Durchführung der Messung befindet sich im Anhang.

²⁴ Hierbei wird nach einem fest definierten Auswertestandard vorgegangen (siehe Literaturverzeichnis)

freien Fuß abgesetzt haben und wie lange sich der zweite Fuß in diesem Fall auf dem Boden befand.

Zur Auswertung der Gleichgewichtsdaten werden jeweils die Daten der rechten und linken Seite der Probanden berechnet und in der Ergebnisdarstellung berücksichtigt.

Um eine erste Orientierung der Gleichgewichtsleistung zu erhalten, wurden die Versuchspersonen durch eine quantitative funktionale Analyse in folgende Kategorien eingeteilt:

- (1) Gute Balancierer, wenn sie 45 sek. auf einem Bein stehen konnten, ohne das freie Bein abzusetzen (rechts und links).
- (2) Balancierer, die in der Lage sind 45 sek. auf dem rechten Bein zu balancieren, die andere Seite aber nicht 45 sek. ohne Absetzen bewältigten.
- (3) Balancierer, die in der Lage sind 45 sek. auf dem linken Bein zu balancieren, die andere Seite aber nicht 45 sek. ohne Absetzen bewältigten.
- (4) Schlechte Balancierer, wenn sie auf keinem Fuß 45 sek. ohne Absetzen stehen konnten.

Zusätzlich wurde anhand der Videoaufzeichnungen und der Messprotokolle die **Nettobalancierzeit** ermittelt. Diese wird im Gruppenvergleich dargestellt.

Die Ergebnispräsentation der Gleichgewichtsdaten bezieht sich auf die Unterschiede der Trainingsprogramme.

4.3.5 Aufzeichnung der Trainingsherzfrequenzen

Die Trainingssteuerung erfolgte mittels der Kontrolle durch Polar-Puls-Messgeräte (Polar Accurex Plus). Die Teilnehmer waren angehalten, sich in den Ausdauerphasen im Pulsbereich von 128-135 Schlägen pro Minute (80% HF-max sollte nicht überschritten werden) zu bewegen. Es erfolgten regelmäßige Kontrollen und Rückmeldungen durch die Kursleitung.

4.3.6 Übersicht aller Messparameter

Tab. 3 Übersicht der Testmerkmale und Messparameter

Testmerkmal/ Parameter	Abkürzung	Maß- einheit	Messinstrument	Messgenauigkeit
Körperliches Wohlbefinden	Phy	Summen- score	Fragebogen SF 12 (nach Bullinger & Kirchberger 1998)	Interne Konsistenz liegt mehrheitlich über dem $\alpha=0,70$ Kriterium
Psychisches Wohlbefinden	Men	Summen- Score		
Sturzrisikofaktoren	Ohne Abkürzung		Fragebogen zum Sturzrisiko nach Elliot (2004)	
Physiologische Parameter				
Körperfett	KF	%	Körperfettwaage Marke Tanita Modell TBF-305	$\pm 1 \%$
Körpermasse	KM	kg		$\pm 0,01 \text{ kg}$
Ruheherzfrequenz	RHF	Schläge/ Min.	TASK FORCE® (TF)- Monitor-Systems (MEDX5)	$\pm 3 \%$
Systolischer Blutdruck	sBD	mmHG		$\pm 5 \text{ mmHG}$
Diastolischer Blutdruck	dBD	mmHG		$\pm 5 \text{ mmHG}$
Herzfrequenz- variabilität	RRI	ms		Messfehler RRI+ LF/HF/Quotient ergab sich aus Umrechnungen zw. HR- und BD-Werten
Sympatho-Vagale Balance	LF/HF- Quotient			
Herzfrequenz während der Trainingstermine	Ohne Abkürzung	Schläge/ Min.	Polar Accurex Plus	$\pm 1 \%$
Haltungsstabilität				
45-Sek-Einbeinstand	Ohne Abkürzung	s	Messprotokoll, Videokamera	$\pm 0,1 \text{ s}$
Netto-Balancier-Zeit	NBZ	s		
Kopfbewegung x-y-z	RMS Kopf	mm	Kamerasystem AS200	Messgenauigkeit $\pm 8\text{-}10 \text{ mm}$

4.4 Mathematisch-statistische Methoden

Die Antworten der Fragebögen wurden ausgezählt und in Prozent bezogen auf die Gesamtgruppe tabellarisch dargestellt.

Vergleich der Interventionsgruppen und Überprüfung der Normalverteilung

Die Überprüfung der Normalverteilung erfolgte mittels eines Kolmogorov-Smirnov-Tests.

Auswertung des Fragebogens zur Sturzrisikoerfassung

Zur Auswertung des Fragebogens zur Sturzrisikoerfassung nach Elliot et al. (2004) wurde ein χ^2 -Test und die Berechnung des Kontingenzkoeffizienten C zur Bestimmung der Aufklärungswahrscheinlichkeit durchgeführt.

Zur Überprüfung der Hypothese 1

„Beide Bewegungsprogramme verändern das körperliche und psychische Wohlbefinden der TeilnehmerInnen.“

Hierzu wurde der Fragebogen SF-12 eingesetzt. Die Auswertung des Fragebogens SF-12 erfolgte nach dem im Manual beschriebenen Auswerteverfahren.

Anschließend wurden die ermittelten Summenscores mit Hilfe einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit den Gruppenfaktoren „GG+K“, „NW“ und „KG“ und dem Messwiederholungsfaktor (Test t1-t2) in Hinblick auf Haupteffekte und Interaktionseffekte untersucht.

Zur Überprüfung der Hypothese 2

Die dargestellten Parameter wurden mit Hilfe einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit den Gruppenfaktoren „GG+K“, „NW“ und „KG“ und dem Messwiederholungsfaktor (Test t1-t2) in Hinblick auf Haupteffekte und Interaktionseffekte untersucht.

Zur Überprüfung der Hypothesen 3+4

Die Veränderungen der dargestellten körperlichen Parameter wurden mit Hilfe einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit den Gruppenfaktoren „GG+K“, „NW“ und „KG“; dem jeweiligen Faktor „Geschlecht“, „Sport ja/nein“ und dem

Messwiederholungsfaktor (Test t_1 - t_2) in Hinblick auf Haupteffekte und Interaktionseffekte untersucht.

Zur Überprüfung der Hypothese 5

Es erfolgt eine Zusammenfassung der Veränderungen aller erhobenen Parameter von t_1 - t_2 im Vergleich der Interventionsgruppen zur Kontrollgruppe.

Zur Berechnung des Kolmogorov Smirnov Tests sowie der Varianzanalysen wurde das Programm Statistica for Windows, Version 5.1, StatSoft Inc., Tulsa, USA sowie das Programm SPSS 15.0 für Windows, SPSS Inc. Headquarters, Chicago, Illinois 60606, verwendet.

In den Ergebnisteil der Arbeit fließen auf Grund der vorhandenen Datenmenge die signifikanten Ergebnisse ein.

4.5 Beschreibung der Bewegungsprogramme

Die Termine der Bewegungsprogramme verteilten sich über 12 Wochen. Dabei gab es für die vier Gruppen jeweils einmal pro Woche einen Termin mit einer Dauer von 90 min. Die Termine fanden zu folgenden Zeiten statt:

- Montags: 18.00-19.30 Uhr (GG+K)
- Mittwochs: 11.00-12.30 Uhr (NW), 18.00- 19.30 Uhr (NW) und 19.30-21.00 Uhr (GG+K).

Für alle Trainingsgruppen gestaltete sich der Ablauf gleichermaßen:

Beim Treffen zur vereinbarten Uhrzeit trugen sich die TeilnehmerInnen in die Anwesenheitsliste ein. Im Anschluss daran wurden die Polaruhren zur Trainingssteuerung und Herzfrequenzmessung über die Trainingszeit bei ausgewählten Teilnehmerinnen angelegt.

Das Programm startete jeweils mit (1) einer 10 minütigen Aufwärmphase. Danach erfolgte (2) die festgelegte 45 minütige Trainingsintervention. Nach der Intervention wurden die Aufzeichnungen der Polaruhren beendet. Es folgte (3) ein 5 minütiges Stretching- und Dehnungsprogramm und die Verabschiedung.

Die restliche halbe Stunde diente studienbezogenen organisatorischen Dingen (z. B. Festlegen der nächsten Untersuchungstermine, Austeilung und Erklärung der ausgewerteten Ergebnisse der Polardaten uvm.).

Für die Trainingsinterventionen wurde als maximale obere Grenze ein Herzfrequenzbereich von 128-135 Schlägen pro Minute festgelegt. Nach Vorgaben von de Marées (2003, 318), der eine Belastungsherzfrequenz für ältere, untrainierte Personen von 180 minus Lebensalter vorschlägt, wurden die Teilnehmerinnen angeleitet, sich im Hauptteil der Trainingsintervention in einem Bereich bis zu 120 Schlägen pro Minute zu bewegen. Dies wurde kontinuierlich von der Kursleitung mittels Polaruhren kontrolliert.

4.5.1 Inhalte des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings

Die Gestaltung des Bewegungsprogramms erfolgte auf Basis nachstehender Ausgangsbedingungen:

- Jeweils zwei Gruppen, mit jeweils identischen, festgelegten Inhalten der Kurstermine
- Gruppengröße ca. 20-25
- Anfänger
- Alter 60-70 Jahre
- Turnhalle oder Gymnastikhalle (in letztgenannter Halle möglichst wenig oder keine Spiele mit harten Bällen auf Grund eines Spiegels)
- Dauer: 60 min. Programm, 30 min. für Organisatorisches.

Das Programm verfolgte nachstehende Ziele:

- Verbesserung der Koordination, insbesondere des Gleichgewichts und der Reaktionsfähigkeit in bewegten Situationen mit multi-task-Anforderungen
- Verbesserung der Kondition.

Aus den Zielen ergaben sich methodische Grundüberlegungen:

In Anlehnung an die dargelegten Forschungsergebnisse und hier vordefinierten Ziele, sollte das Programm möglichst viele Übungen enthalten, welche Kondition und Koordination kombinieren. Die methodisch-didaktische Aufbereitung der Kursinhalte pro Termin wird abgestimmt auf die Bedingungsanalyse, welche auch Räumlichkeiten und die Gruppengröße umfasst. Hierbei ist z. B. wichtig, dass die Inhalte der Bewegungsstunden wenig Umbauten erfordern, um ausreichend Zeit für die geplanten Inhalte zu erhalten. Unter Berücksichtigung der Anfänger im Bereich des Trainings koordinativer Fähigkeiten werden Übungen wiederholt oder variiert. Die Übungen bauen in den Stunden, als auch fortlaufend aufeinander auf und werden weiterentwickelt.

Die Übungsgestaltung wird im konditionellen und koordinativen Bereich so gewählt, dass eine Binnendifferenzierung möglich und praktikabel ist (z. B. durch Anpassung des Tempos der Übungsausführung an die persönlichen Herzfrequenzbereiche und Vorstellung einer reduzierten Alternativaufgabe mit gleichem Übungsinhalt).

Die Anforderungen im koordinativen und konditionellen Bereich erhöhen sich im Verlauf des Kursprogramms dadurch, dass die Übungen komplexer und das Tempo erhöht wurden.

Zur Vergleichbarkeit der Trainingsherzfrequenzen des Gleichgewichts- und Koordinationstrainingsprogramms mit denen des Nordic Walkings werden Möglichkeiten zum Erreichen und Halten einer konditionsfördernden Herz-Kreislaufleistung benötigt. Für das Gleichgewichts- und Koordinationstraining lässt sich dies durch mehrere Maßnahmen erreichen:

- Armbewegungen auf Schulter und Überkopfhöhe
- Schnelle Übungsabfolge / wenig Pausen
- Einsatz von Musik mit 100-120 bpm
- Bewegung / Einbezug möglichst vieler Muskelgruppen
- Einbezug der Muskelvenenpumpe
- Bewegungsaufgaben, die eine schnelle Abfolge von Bewegungen erfordern, z. B. Ballspiele
- Mehrere Aufgabenstellungen gleichzeitig bewältigen
- Tempo der Übungen (z.B. durch Vormachen des Kursleiters) vorgeben, damit die TeilnehmerInnen mehr in Bewegung kommen bzw. in Bewegung bleiben.

Die Kurstermine waren so gestaltet, dass die TeilnehmerInnen mehrere Phasen durchlaufen:

- 1 Aufwärmphase ca. 10 min.
- 2 Koordination + Kondition (multi-task-Aufgaben mit Laufanteilen) ca. 20 min.
- 3 Koordination + insbesondere Gleichgewicht ca. 15 min.
- 4 Koordination + Kondition (spielerisch) ca. 15 min.

Der komplette Übungskatalog über alle zwölf Termine findet sich im Anhang.

4.5.2 Inhalte des Nordic Walking Programms

Es ergaben sich zur Gestaltung des Bewegungsprogramms identische Ausgangsbedingungen zum GG+K hinsichtlich Gruppengröße, Alter und Trainingsumfängen.

Das Programm verfolgte nachstehende Ziele:

- Erlernen eines gesundheitsorientierten Nordic Walkings

- Erlernen der NW-Technik
- Verbesserung der aeroben Grundlagenausdauer.

Für den Vergleich mit dem GG+K ergaben sich folgende methodische Vorüberlegungen:

Das NW muss technik- und ausdauerorientiert sein und keine zusätzlichen koordinativen, über das Techniktraining hinausgehende Elemente beinhalten, da sonst die Unterschiede zum GG+K nicht herausgearbeitet werden können.

Die methodisch-didaktische Aufbereitung der Kurstermine wird abgestimmt auf die Bedingungen, hierbei insbesondere auf die Gruppengröße. Unter Berücksichtigung der Anfänger im Bereich NW werden die Einstiegs-Übungen wiederholt oder variiert.

Das Technik-Training baut sowohl in den Stunden, als auch fortlaufend aufeinander auf und wird weiterentwickelt. Hierbei wird die Gesamtbewegung in Teilelemente gegliedert. Dazu wird zunächst der Stockeinsatz hinter dem Körper fokussiert. Hier wird auf die Funktion des Stockes, die Handhaltung, die Stockführung uvm. eingegangen. Später kommen die Abrollbewegungen der Füße, das Erzeugen eines Vortriebs durch den gekoppelten Einsatz von Stock und der Abrollbewegung hinzu.

Die Anforderungen des konditionellen Bereichs erhöhen sich im Verlauf des Kursprogramms. Dies wird erreicht durch ein erhöhtes Tempo und die individuelle Steuerung und Beobachtung der Zielherzfrequenzbereiche. Zusätzlich werden die Möglichkeiten des gesundheitsorientierten Nordic Walkings erläutert.

Möglichkeiten zum Erreichen und Einhalten der Trainingsherzfrequenz in diesem Zusammenhang:

- Armbewegungen auf Schulter und Überkopfhöhe
- Einbezug der Muskelvenenpumpe
- Tempo der Übungen vorgeben, damit die TN mehr in Bewegung kommen bzw. in Bewegung bleiben
- Methode der Herzfrequenzsteuerung in Verbindung mit Pulsuhren erklären und einsetzen
- Längere Phase am Ende in individuellen Ausdauerbereichen (60-80% HF max.).

Die Kurstermine waren so gestaltet, dass die TN mehrere Phasen durchlaufen:

1. Aufwärmphase ca.10 min.

2. Techniktraining ca. 15 min.
3. Technikanwendung und Ausdauerphase ca. 25 min.
4. Cooldown ca. 10 min.

Der komplette Übungskatalog über alle zwölf Termine findet sich im Anhang.

4.6 Methodenkritik

Zur Stichprobe

Auf Grund der Studienausschreibung über die Krankenkasse wurde die Stichprobe bereits beim Informationstreffen randomisiert und auf die Gruppen zugeteilt.

Hierdurch ergaben sich zwar einheitliche Gruppengrößen, jedoch heterogene Gruppenzusammensetzungen. Auf Grund von Urlaubsplanungen konnten zum zweiten Messzeitpunkt nicht alle TeilnehmerInnen an der Untersuchung teilnehmen, was zu einer Reduzierung der Probanden führte. Generell ist es jedoch schwer auf Grund der hohen Inter- und Intraindividualität des Alters homogene Gruppen zu erhalten. Möglicherweise hätte eine Stichprobenkalkulation vor Studienbeginn dieses Problem reduziert, dies war jedoch auf Grund der Krankenkassenförderung nicht möglich. Hier wurde die Probandenzahl vorgegeben.

Um die Vergleichbarkeit herzustellen wurden die Untersuchungsgruppen daher nachträglich parallelisiert.

Zum Einsatz der Fragebögen

Der Fragebogen SF-12 wird als Standard-Fragebogen seitens des ProFane-Netzwerkes zur Erfassung des subjektiven gesundheitlichen Wohlbefindens empfohlen. Er ist ein reliables und valides Evaluationsinstrument (die interne Konsistenz liegt mehrheitlich über dem $\alpha=0,70$ Kriterium).

Für den Original-Fragebogen nach Elliot et al. (2004) wurde eine hohe Test-Retest-Reliabilität ($r=0,91$) angegeben. Da dieser Fragebogen vom Englischen ins Deutsche übersetzt und erweitert wurde, kommt er nur zur Erfassung subjektiver Zustandsbeschreibungen zum Einsatz, um Sturzrisiken explorativ zu erfassen und mit den Ergebnissen des SF-12 in Beziehung zu setzen.

Erfassung des Körperfettanteil und der Körpermasse

Körperfettmessungen unterliegen tageszeitlichen und individuellen Schwankungen, hervorgerufen durch Biorhythmen, Flüssigkeitsaufnahme uvm. Um diesem Problem zu begegnen wurden zumindest zur gleichen Tageszeit mit max. ± 1 Std. zu t1 und t2 die Daten erhoben. Die Waage war als Präzisionswaage geeicht und die Messgenauigkeit lag bei $\pm 0,01$ kg.

Erfassung der Parameter für die Herz-Kreislauf-Funktion

Die hier erfassten kardialen Parameter stellen die allgemein anerkannten Kenngrößen der kardialen Leistungsfähigkeit dar. Die Messgenauigkeit der RHF liegt bei $\pm 3\%$, die der Blutdruckwerte bei ± 5 mmHG. Um Messfehler so gering wie möglich zu halten, wurden eingangs beschriebene Kriterien wie Messzeitpunkt, Messdauer etc. genauestens eingehalten und Probanden, bei denen dies nicht möglich war, aus der Studie ausgeschlossen. Die Beurteilung der Ergebnisse ist jedoch vor dem Hintergrund unterschiedlicher körperlicher Konstitution und Lebensstil, Vorerkrankungen etc. innerhalb der Gruppen vorzunehmen.

Erfassung der Daten zur Haltungsstabilität

Der Gleichgewichtstest in Form des 45-Sek-Einbeinstandes ist eine gängige Möglichkeit, um Ergebnisse zur Gleichgewichtsfähigkeit zu generieren. Da sich beim Gehen immer wieder Phasen auf einem Bein ergeben ist der Test ein praktisches Instrument zur Erfassung des aufgabenbezogenen Gleichgewichts.

Die Datenaufnahme mit dem sensiblen Kamera-Messsystem AS200 ermöglicht die Erfassung der Veränderungen der Körperposition in x-y- und z-Richtung. Es ist dabei auf entsprechende Lichtverhältnisse zu achten, um Messausfälle zu vermeiden. Probanden mit groben Messausfällen wurden bei der Auswertung entfernt. Die Messgenauigkeit liegt bei $\pm 8-10$ mm. Anhand der Messdaten können Gelenk- und Körperbewegungen im Einbeinstand in der Ebene berechnet werden (vgl. Kejonen & Kauranen, 2002; Lippens & Nagel, 2005).

5 Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung beginnt mit der Auswertung der eingesetzten Fragebögen. Die weiteren Darstellungen der erfassten Parameter erfolgen in der im Methodenteil dargestellten Reihenfolge. Das Kapitel 5 endet mit einer Gesamtübersicht signifikanter Ergebnisse aller erfassten Parameter.

5.1 Veränderungen der Selbsteinschätzung des Sturzrisikos von t1 zu t2

Zur Auswertung der Veränderungen von t1 zu t2 wurden zunächst die Eingangswerte von t1 ermittelt. Die fünf häufigsten Nennungen der Probanden fielen auf:

- Sich beeilen müssen, um die Toilette zu erreichen (47,3%)
- Gedächtnisprobleme (45,1%)
- Augenprobleme (36,3%)
- Probleme mit den Füßen (33 %)
- Schnell außer Atem sein (30,8 %)

Weiterhin nannten die Probanden:

- Häufig länger als 5 Std. nicht essen (Esspausen; 29,7 %)
- Schwindelgefühle (25,3%)
- Hörschwierigkeiten (24,2 %)
- Gleichgewichtsschwierigkeiten (22 %)
- Schmerzen (17,6 %)
- Weniger als 3x pro Woche in Gesellschaft (17,6 %)
- Ängstlich und nervös sein (16,5 %)
- Gelenke fühlen sich steif an (14,3 %)
- Angst zu stürzen (13,2 %)
- Unzufrieden mit dem Leben sein (9,9 %)
- Probleme beim Gehen (8,8 %)
- Reduzierte Muskelkraft (7,7 %)
- Häufiger Genuss von Alkohol (7,7 %)
- Mehrere Medikamente gleichzeitig (6,6 %).

Keiner der Teilnehmer gab an, Gehilfen zu benutzen.

Die Auswertung der Nennungen des Fragebogens zur Selbsteinschätzung des Sturzrisikos zu t1 ergab folgende Gruppenübersicht:

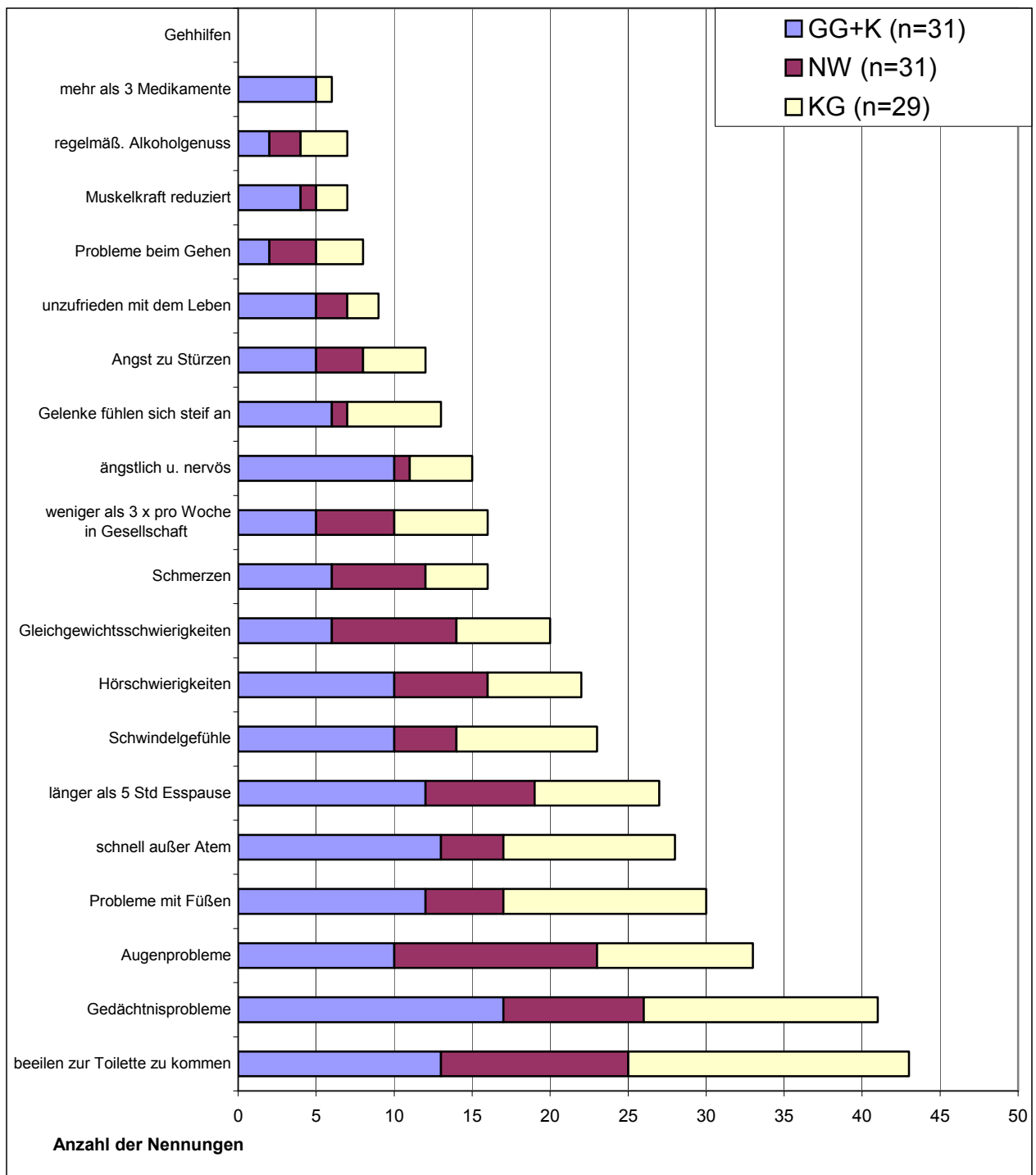


Abb. 12 Auswertung des Fragebogens zur Selbsteinschätzung der Sturzrisikofaktoren zu t1

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Items, die Anzahl der Nennungen und den daraus resultierenden prozentualen Wert im Gruppenvergleich GG+K, NW und Kontrollgruppe. Sie bildet die Veränderungen zum Messzeitpunkt t2 ab.

Tab. 4 Auswertung des Fragebogens zur Selbsteinschätzung der Sturzrisikofaktoren zu t2

Frage	GG+K (n=31)		NW (n=31)		Kontrollgruppe (n=29)	
	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Anzahl	Anteil in %
2. Haben sich Ihre Gleichgewichtsschwierigkeiten in den letzten 12 Wochen verbessert?	17	54,8	12	38,7	1	3,4
4. Sind Sie weniger schnell außer Atem als vor 12 Wochen?	9	29,3	7	22,6	3	10,3
6. Hat Ihre Muskelkraft in den letzten 12 Wochen zugenommen?	13	41,9	14	45,1	7	24,1
8. Fühlen sich Ihre Gelenke weniger steif an als vor 12 Wochen?	8	25,8	10	32,3	4	13,8
10. Haben Sie weniger häufig Schmerzen als vor 12 Wochen?	4	12,9	4	12,9	4	13,8
12. Benutzen Sie weniger häufig Gehhilfen als vor 12 Wochen?	0	0	0	0	0	0
14. Haben Sie weniger häufig Schwindelgefühle als vor 12 Wochen?	6	19,4	2	6,5	1	3,4
16. Nehmen Sie weniger Medikamente als vor 12 Wochen?	0	0	0	0	1	3,4
18. Haben Sie weniger Angst zu stürzen als vor 12 Wochen?	4	12,9	4	12,9	1	3,4
20. Haben Sie weniger Probleme mit den Füßen, als vor 12 Wochen?	4	12,9	2	6,5	2	6,8
22. Müssen Sie sich weniger oft beeilen zur Toilette zu kommen als vor 12 Wochen?	7	22,6	2	6,5	4	13,8
24. Haben Sie weniger Probleme mit den Augen als vor 12 Wochen?	1	3,2	2	6,5	0	0
26. Trinken Sie weniger Alkohol als vor 12 Wochen?	4	12,9	1	3,2	4	13,8
28. Haben Sie weniger Hörschwierigkeiten als vor 12 Wochen?	0	0	0	0	1	3,4
30. Sind Sie zufriedener mit Ihrem Leben als vor 12 Wochen?	6	19,4	10	32,2	5	17,2
32. Haben Sie weniger Probleme mit Ihrem Gedächtnis als vor 12 Wochen?	4	12,9	2	6,5	1	3,4
34. Sind Sie weniger ängstlich und nervös als vor 12 Wochen?	4	12,9	1	3,2	2	6,8
36. Essen Sie regelmäßiger als vor 12 Wochen?	5	16,1	5	16,1	3	10,3
38. Haben Sie weniger Probleme mit dem Gehen als vor 12 Wochen?	3	9,7	2	6,5	2	6,8
40. Gehen Sie häufiger aus dem Haus, um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen als vor 12 Wochen?	5	16,1	5	16,1	5	17,2

Die aus Tabelle 4 zu entnehmenden Veränderungen werden noch einmal graphisch veranschaulicht. In der Darstellung werden zusammengehörige Fragenkomplexe gemeinsam abgebildet.

In der folgenden Abbildung sind zunächst die subjektiven körperlichen Veränderungen des Bewegungsapparates und der Atmung im Gruppenvergleich dargestellt:

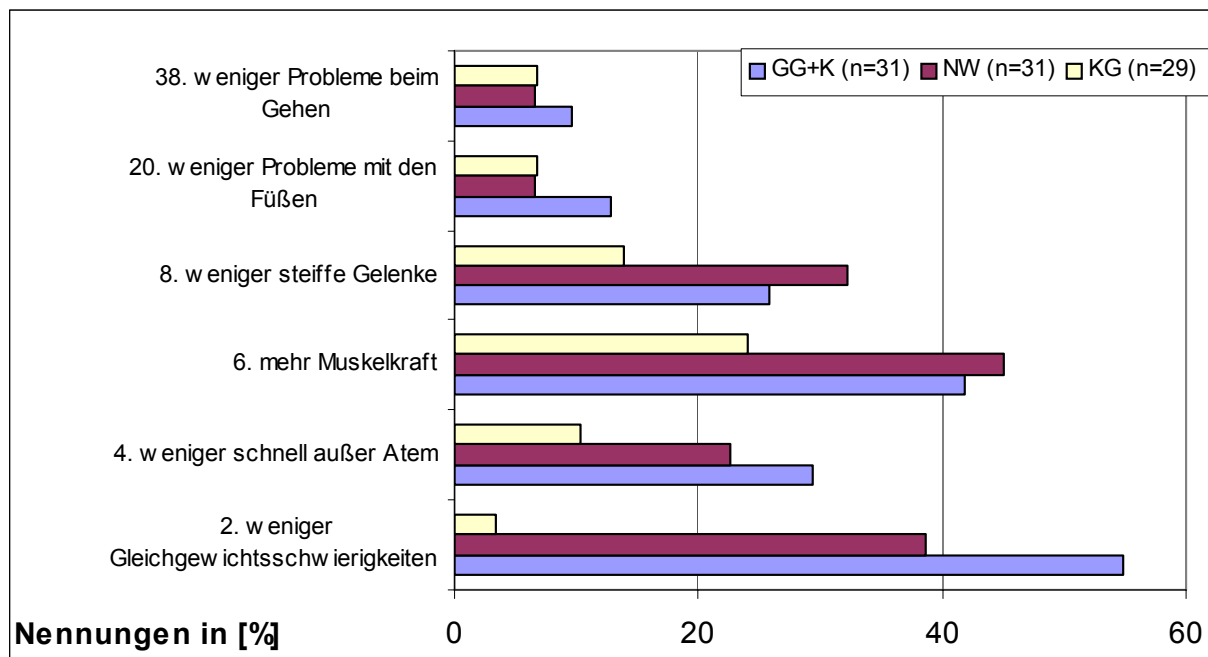


Abb. 13 Gruppenvergleich des Fragebogens zur Selbsteinschätzung des Sturzrisikos: Veränderungen des Bewegungsapparates

Im Vergleich zur Kontrollgruppe ergab sich subjektiv bei den Untersuchungspersonen eine Reduzierung der Gleichgewichtsschwierigkeiten für das GG+K und das NW. Dabei wies das GG+K zusätzlich höhere Nennungen auf als das NW.

Ebenfalls nannten die Probanden des GG+K und NW im Vergleich zur Kontrollgruppe vermehrt, dass sie weniger schnell außer Atem seien, sich ihre Muskelkraft verbessert habe und die Gelenke sich weniger steif anfühlen. Bei der Frage, ob die Muskelkraft über den Messzeitraum zugenommen habe, war beim NW der höchste Anstieg zu verzeichnen. Das GG+K zeigte dabei immer noch deutlich höhere Werte als die Kontrollgruppe.

Geringe Veränderungen ergaben sich für die Items „weniger Probleme mit den Füßen“ sowie „weniger Probleme beim Gehen“ als vor zwölf Wochen. Hierbei lagen alle drei Gruppen dicht beieinander.

Die nächste Abbildung zeigt die weiteren körperlichen Veränderungen:

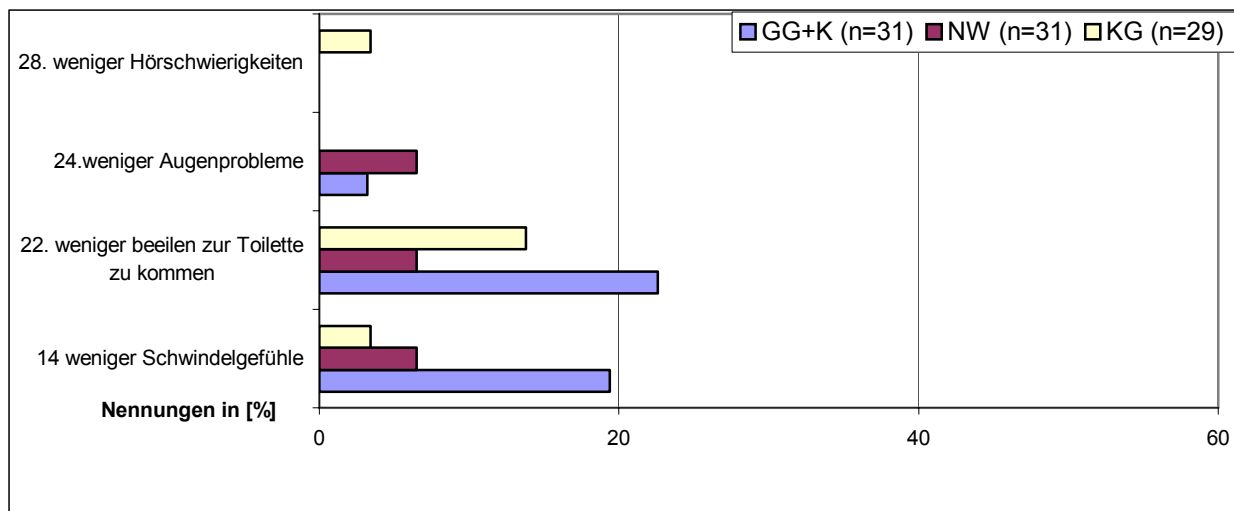


Abb. 14 Gruppenvergleich Selbsteinschätzung physiologischer Veränderungen

Die TeilnehmerInnen des GG+K sagten im Vergleich zum NW und zur Kontrollgruppe häufiger aus, dass sich ihre Schwindelgefühle reduzierten. Bei dieser Frage erhielt auch das NW gegenüber der Kontrollgruppe mehr Nennungen. Ebenfalls waren es häufiger die TeilnehmerInnen des GG+K, die angaben, sich weniger beeilen zu müssen, um auf die Toilette zu kommen. An dieser Stelle zeigte die Kontrollgruppe mehr Nennungen als das NW. Im Bereich der Seh- und Hörschwierigkeiten ergaben sich über den Zeitraum von zwölf Wochen nur geringfügige Veränderungen.

Die in der nächsten Abbildung präsentierten Auswertungen beziehen sich auf den Fragenkomplex, der die Veränderungen psychischer Empfindungen darstellt:

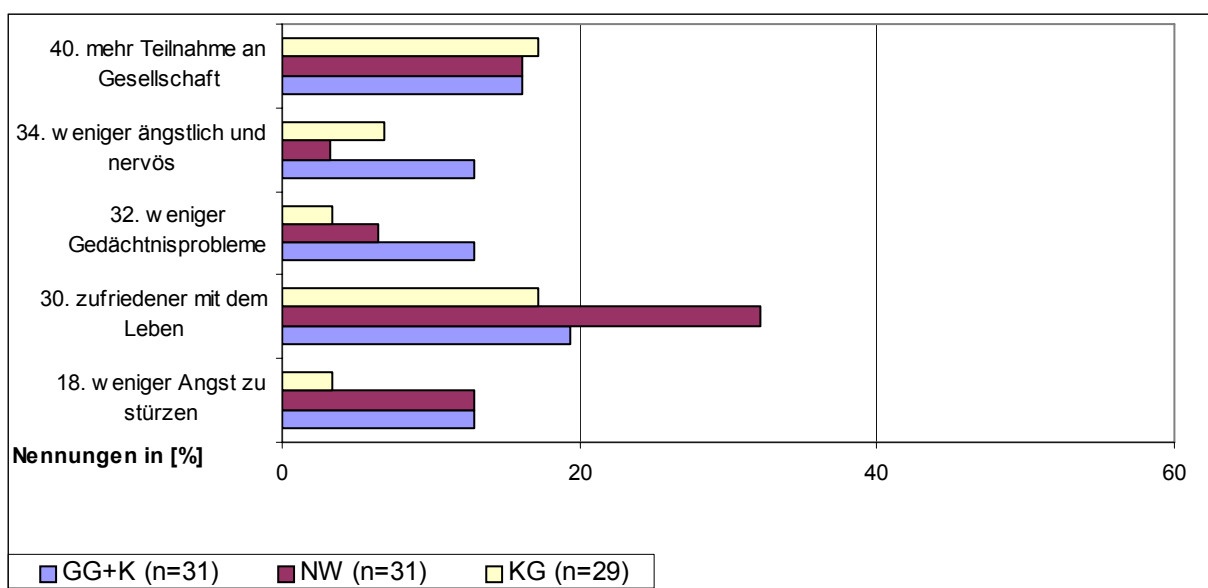


Abb. 15 Gruppenvergleich Selbsteinschätzung psychologischer Veränderungen

Im Bereich der Sturzangst (Frage 18) und der Gedächtnisprobleme (Frage 32) ergaben sich geringfügige Veränderungen, wobei innerhalb der Trainingsgruppen mehr Nennungen als innerhalb der Kontrollgruppe zu verzeichnen sind.

Die GruppenteilnehmerInnen des NW gaben im Vergleich zum GG+K und zur Kontrollgruppe häufiger an, dass sie zufriedener mit ihrem Leben seien, als zu Studienbeginn.

Die GruppenteilnehmerInnen des GG+K gaben im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen häufiger an, dass sie weniger ängstlich und nervös seien, als vor Studienbeginn.

Geringe Unterschiede ergaben sich bei der Frage 40. Hier verzeichneten alle Gruppen eine ähnlich große Zunahme an gesellschaftlicher Aktivität innerhalb der zwölf Wochen des Interventionsprogramms.

Der letzte Fragenkomplex erfasste die habituellen Veränderungen. Hierbei ergab die Auswertung folgendes Bild:

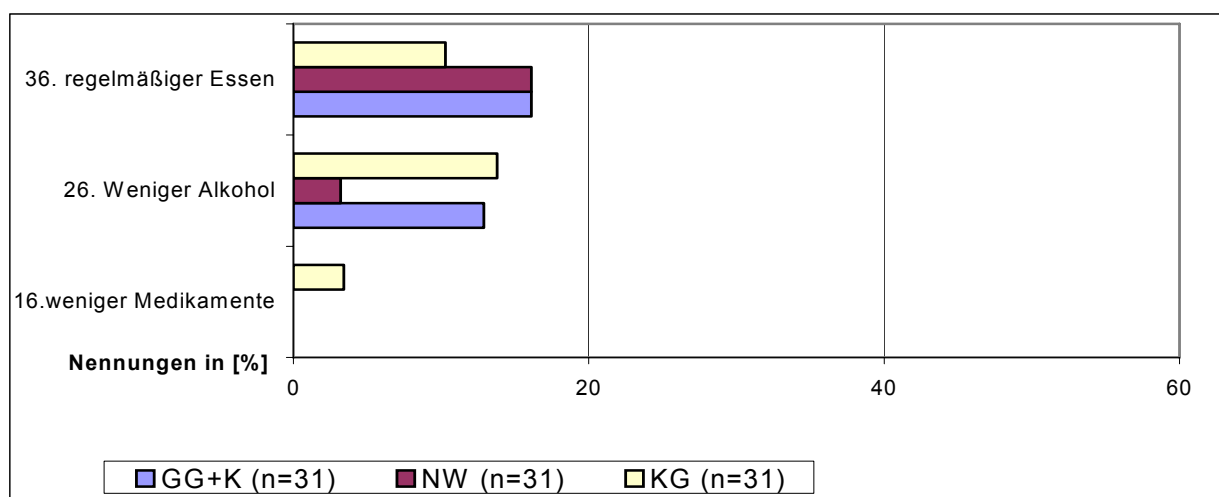


Abb. 16 Gruppenvergleich Selbsteinschätzung habitueeller Veränderungen

Eine Teilnehmerin der Kontrollgruppe reduzierte die Anzahl ihrer Medikamente im Studienverlauf. Eine höhere Anzahl von TeilnehmerInnen des GG+K und der Kontrollgruppe reduzierte ihren Alkoholkonsum im Vergleich zur Gruppe des NW.

Mehr TeilnehmerInnen des NW gaben im Vergleich zum GG+K und zur Kontrollgruppe an, regelmäßiger zu essen als vor Studienbeginn. Die ProbandInnen des GG+K tätigten für diese Frage ebenfalls mehr Nennungen, als die Kontrollgruppe.

Die abschließende statistische Überprüfung der Veränderungen von t1 zu t2 mittels eines chi²-Tests ergab nachstehende Übersicht:

Tab. 5 Chi²-Test zum Fragebogen nach Elliot (2004)

Frage	Anzahl der Nennungen						Chi ² -Test		
	GG+K ja	GG+K nein	NW ja	NW nein	KG ja	KG nein	p- Werte	Chi- Wert	Df
1	6	25	8	23	6	23	0,812	0,417	2
2	17	14	12	19	1	26	0,000	18,608	2
3	13	18	4	27	11	18	0,028	7,158	2
4	9	22	7	24	3	26	0,197	3,25	2
5	4	27	1	30	2	27	0,353	2,082	2
6	0	31	0	31	1	28	0,339	2,162	2
7	6	25	1	30	6	25	0,107	4,471	2
8	8	23	10	21	4	27	0,24	2,845	2
9	6	25	6	25	4	25	0,81	0,42	2
10	4	27	4	27	4	25	0,992	0,014	2
11	0	31	0	31	0	29	NV ²⁵	NV	
12	0	31	0	31	0	29	NV	NV	
13	10	21	4	27	9	22	0,148	3,822	2
14	6	25	2	29	1	28	0,087	4,878	
15	5	26	0	31	1	28	NV	NV	2
16	0	37	0	35	1	34	NV	NV	
17	5	26	3	28	4	25	0,749	0,557	2
18	4	27	4	27	1	28	NV	NV	2
19	12	19	5	26	13	16	0,043	6,286	2
20	4	27	2	29	2	27	NV	NV	
21	13	18	12	19	18	11	0,149	3,814	2
22	7	24	2	29	4	25	NV	NV	
23	10	21	13	18	10	21	0,709	0,686	2
24	1	30	2	29	0	29	NV	NV	
25	2	29	2	29	3	26	NV	NV	
26	4	27	1	30	4	25	NV	NV	
27	10	21	6	25	6	23	0,43	1,69	2
28	0	31	0	31	1	28	NV	NV	
29	5	26	2	29	2	27	NV	NV	
30	6	25	10	21	5	24	0,321	2,27	2
31	17	14	9	22	15	14	0,085	0,935	2
32	4	27	2	29	1	28	NV	NV	
33	4	27	2	29	1	28	NV	NV	
34	10	21	1	30	4	27	NV	NV	
35	4	27	1	30	2	27	NV	NV	
36	2	29	3	28	3	26	NV	NV	
37	5	26	5	26	3	26	NV	NV	
38	2	29	3	28	3	28	NV	NV	
39	3	28	2	29	2	27	0,868	0,284	2
40	5	26	5	26	6	23	0,991	0,018	2

²⁵ NV= der Test kann nicht verwertet werden, da sich weniger als 5 Nennungen in einer Zelle befinden und somit die Grundvoraussetzung für den Chi²-Test nicht erfüllt ist.

Es ergaben sich signifikante Unterschiede für die Fragen:

- 2. Haben sich Ihre Gleichgewichtsschwierigkeiten in den letzten 12 Wochen verbessert? ($p=0,000$; $\chi^2=18,608$)
- 3. Sind sie schnell außer Atem? ($p=0,028$; $\chi^2=5,178$)
- 19. Haben Sie irgendwelche Probleme mit den Füßen? ($p=0,043$; $\chi^2=6,286$)

Die Frage 2. bezog sich auf Veränderungen von t1 zu t2. Hierbei zeigten sich für die Interventionsgruppen deutlich häufigere Nennungen als innerhalb der Kontrollgruppe. Demnach ergab sich eine signifikant positive Verbesserung für dieses Item innerhalb der Interventionsgruppen.

Die Fragen 3. und 19. bezogen sich auf den Messzeitpunkt t1. Hier wiesen GG+K und KG häufigere Nennungen auf, als die NW-Gruppe. Demnach unterscheidet sich die NW-Gruppe von den beiden anderen Gruppen für diese Fragen. Es waren weniger TeilnehmerInnen aus der NW-Gruppe schnell außer Atem, als innerhalb der anderen Gruppen. Ebenfalls gaben weniger TeilnehmerInnen an, Probleme mit den Füßen zu haben.

Für die signifikanten χ^2 -Werte der Fragen 2. und 3. wurde der Kontingenzkoeffizient C errechnet:

Tab. 6 Auswertung Fragebogen zur Sturzangst: Übersicht der Kontingenzkoeffizienten C

Frage	p- Werte	Chi-Werte	Kontingenzkoeffizient C
2.	0,000	18,608	0,91
3.	0,028	5,178	0,89

Für die Frage 2. ergab sich mit $C=0,91$ ein hoher Kontingenzkoeffizient. Es besteht eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit eines Zusammenhangs zwischen dem Gruppentreatment und der subjektiv geäußerten empfundenen Verbesserung des Gleichgewichts der InterventionsteilnehmerInnen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Der Aufklärungszusammenhang lag bei 82,8 %.

Für die Frage 3. ergaben sich ebenfalls ein hoher Kontingenzkoeffizient und ein Aufklärungszusammenhang von 79,2%.

5.2 Veränderungen der Summenscores des SF-12 von t1 zu t2

Der Fragebogen SF-12 gliedert sich, wie beschrieben, in die Summenscores zum körperlichen und zum psychischen Wohlbefinden auf.

Für die Gruppenunterschiede der Summenscores von t1 zu t2 ergaben sich folgende Werte:

Tab. 7 Gruppenvergleich der Summenscores des SF-12

Gruppe	Physischer Summenscore (Phy)			Psychischer Summenscore (Men)		
	Phy t1	Phy t2	Δ t1-t2	Men t1	Men t2	Δ t1-t2
GG+K (n=26)	50,2 $\pm$ 8,8	50,7 $\pm$ 7,1	+ 0,5	50,8 $\pm$ 9,7	52,1 $\pm$ 10	+ 1,3
NW (n=27)	53,5 $\pm$ 5,1	55,1 $\pm$ 2,9	+ 1,6	56,1 $\pm$ 4,3	57,2 $\pm$ 2,5	+ 1,1
KG (n=27)	50,3 $\pm$ 6,7	53,4 $\pm$ 6,5	+ 2,1	52,4 $\pm$ 8,2	53,1 $\pm$ 6,7	+ 0,7

Aus der Tabelle 7 ist zu entnehmen, dass sich die Summenscores des körperlichen Wertes (Phy) innerhalb der Gruppen unterscheiden ($p=0,04$; $F=3,31$). Die Veränderung des physischen Summenscores von t1 zu t2 war signifikant ($p=0,03$; $F=5,09$). Dabei war insgesamt ein Anstieg der Werte zu verzeichnen. Es zeigten sich jedoch keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

Für den Summenscore des psychischen Wohlbefindens galt, dass sich die Gruppen signifikant voneinander unterscheiden ($p=0,02$; $F=4,31$). Durch den post-hoc Test wurde ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte des GG+K und des NW ermittelt ($p=0,02$). Die dargestellten Veränderungen von t1 zu t2 sind nicht signifikant.

5.3 Veränderungen des Körperfetts und der Körpermasse von t1 zu t2

Es werden im Folgenden die Ergebnisse der Auswertung der Körperfettbestimmung und der Körpermasse von t1 und t2 dargestellt.

5.3.1 Veränderungen des Körperfettanteils

Die Veränderungen des Körperfettgehalts innerhalb der Vergleichsgruppen stellen sich wie folgt dar:

Tab.8 Veränderungen des Körperanteils[%] in den Untersuchungsgruppen

Gruppe	Körperfettanteil [%]		
	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=30 ²⁶)	29,97 $\pm$ 7,6	29,42 $\pm$ 7,6	- 0,55
NW (n=31)	28,98 $\pm$ 7,6	28,16 $\pm$ 7,2	-0,82
KG (n=29)	31,94 $\pm$ 9,2	31,6 $\pm$ 9,2	- 0,34

²⁶ Ein Teilnehmer konnte auf Grund eines Herzschrittmachers die Waage nicht betreten.

Aus der Tabelle 8 ist zu entnehmen, dass sich für die TeilnehmerInnen des NW die höchste Reduzierung des Körperfettgehalts ergab.

Die Veränderungen von t1 zu t2 waren hochsignifikant ($p=0,000$; $F=7,89$). Es waren jedoch keine Gruppenunterschiede in der Entwicklung von t1 zu t2 nachweisbar.

5.3.2 Veränderungen der Körpermasse

Folgende Veränderungen der Körpermasse ergaben sich von t1 zu t2 innerhalb der Untersuchungsgruppen:

Tab. 9 Veränderungen der Körpermasse in [kg] innerhalb der Untersuchungsgruppen

Gruppe	Körpermasse [kg]		
	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=30)	74,6 $\pm$ 12,7	74,9 $\pm$ 11,4	+ 0,3
NW (n=31)	72,9 $\pm$ 9,7	71,5 $\pm$ 8,7	-1,4
KG (n=29)	76,9 $\pm$ 13,6	75,8 $\pm$ 13,3	- 1,1

Die Werte für die Messzeitpunkte t1 und t2 unterschieden sich unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit signifikant voneinander ($p=0,046$; $F=4,1$). Die dargestellten Entwicklungen zwischen den Messzeitpunkten waren nicht signifikant.

5.3.3 Veränderungen der Untergruppen

Im Folgenden werden die Entwicklungen der Untergruppen: „Geschlecht“ und „Sportlich aktiv ja/nein“ für den Körperfettanteil von t1 zu t2 dargestellt.

5.3.3.1 Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Geschlechter

Tab. 10 Entwicklung des Körperfettanteils [%] innerhalb der Geschlechter

Gruppe	Körperfettanteil Frauen [%]			Körperfettanteil Männer [%]		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (w=17;m=13)	32,37 $\pm$ 7,7	31,75 $\pm$ 7,4	-0,62	26,83 $\pm$ 6,4	26,39 $\pm$ 6,9	- 0,44
NW (w=17;m=14)	35,05 $\pm$ 3,5	33,75 $\pm$ 3,6	- 1,3	21,62 $\pm$ 3,4	21,38 $\pm$ 3,8	-0,24
KG (w=18;m=11)	37,58 $\pm$ 5,8	36,69 $\pm$ 5,9	-0,89	22,72 $\pm$ 5,28	23,28 $\pm$ 7,4	+ 0,56

Die in Tabelle 10 zu erkennenden Unterschiede der Geschlechter waren signifikant ($p= 0,000$; $F=78,17$). Die Veränderungen von t1 zu t2 waren ebenfalls signifikant ($p= 0,017$; $F=5,91$). Die Geschlechter innerhalb der Untersuchungsgruppen verhielten sich unterschiedlich ($p=0,009$; $F=4,91$). Dabei zeigte der post-hoc Test einen signifikanten Unterschied für die Werte der Frauen innerhalb der NW-Gruppe.

Tab. 11 Entwicklung der Körpermasse [kg] innerhalb der Geschlechter

Gruppe	Körpermasse Frauen [kg]			Körpermasse Männer [kg]		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (w=17;m=13)	68,4 ± 11,1	70,5 ± 11,4	+ 2,1	82,4 ± 10,4	80,1 ± 9,3	- 1,3
NW (w=17;m=14)	67,6 ± 6,3	67,1 ± 6,3	- 0,5	79,3 ± 9,5	77,3 ± 8,3	-2
KG (w=18;m=11)	72,3 ± 11,6	71,5 ± 11,9	-0,8	84,4 ± 13,7	83,3 ± 12,7	- 1,1

Die Geschlechter unterscheiden sich signifikant voneinander ($p=0,000$; $F=23,07$). Dabei wiesen die Frauen die geringere Körpermasse auf. Die Entwicklung zwischen den Messzeitpunkten war signifikant ($p=0,042$; $F=4,29$). Es konnten jedoch keine Gruppenunterschiede festgestellt werden.

5.3.3.2 Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“

Für diese Untergruppe konnten nur Veränderungen des Körperfettanteils ermittelt werden:

Tab. 12 Entwicklung des Körperfettanteils innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“

Gruppe	Körperfettanteil [%] Sportlich aktiv ja			Körperfettanteil [%] Sportlich aktiv nein		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (ja=13; nein=17)	30,04 ± 8,2	28,78 ± 8,3	-1,26	29,92 ± 7,4	29,92 ± 7,2	± 0
NW (ja=18; nein=13)	28,16 ± 7,9	27,16 ± 7,5	-1	30,13 ± 7,3	29,55 ± 6,9	- 0,58
KG (ja=19; nein=10)	31,76 ± 8,4	32,01 ± 8,1	+ 0,25	32,3 ± 11	30,84 ± 11,4	- 1,46

Die Messzeitpunkte unterschieden sich signifikant voneinander ($p= 0,001$; $F=11,29$). Darüber hinaus ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen den sportlich Aktiven und Inaktiven innerhalb der Gruppen von t1 zu t2 ($p=0,012$; $F=4,65$), d.h. die Entwicklungen von t1 zu t2 der sportlich Aktiven und Inaktiven unterschieden sich in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit. Dabei reduzierten die sportlich Aktiven innerhalb der Versuchsgruppen GG+K und NW ihren Körperfettanteil, während sich innerhalb der TeilnehmerInnen der Kontrollgruppe eine Erhöhung des Körperfettanteils ergab. Bei den sportlich inaktiven TeilnehmerInnen reduzierten die Gruppenmitglieder des NW und der KG ihren Körperfettanteil, während sich innerhalb der GG+K-Gruppe keine Unterschiede ergaben (vgl. Tabelle 12).

5.4 Veränderungen erfasster Herz-Kreislauf-Funktionen von t1 zu t2

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in der vordefinierten Reihenfolge:

- Ruheherzfrequenz (RHF)
- Systolischer und diastolischer Blutdruck (sBD und dBD)
- Herzfrequenzvariabilität (RRI)
- sympatho-vagale Balance (LF/HF-Quotient).

5.4.1 Veränderungen der Ruheherzfrequenz (RHF)

Die Veränderungen der Ruheherzfrequenz von t1 zu t2 stellen sich wie folgt dar:

Tab. 13 Veränderungen der Ruheherzfrequenz [Schläge/min.] in den Untersuchungsgruppen

Gruppe	Ruheherzfrequenz [Schläge/min]		
	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=31)	67,6 $\pm$ 9,6	67,5 $\pm$ 10,2	- 0,1
NW (n=31)	66,4 $\pm$ 6,4	66,1 $\pm$ 7,7	- 0,5
KG (n=25)	68,7 $\pm$ 11,7	68,3 $\pm$ 10,2	- 0,4

Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede innerhalb der in Tabelle 13 dargestellten Werte.

5.4.2 Veränderungen des systolischen Blutdrucks (sBD)

Die Veränderungen des systolischen Blutdrucks stellen sich wie folgt dar:

Tab. 14 Veränderungen des systolischen Blutdrucks [mmHG] der Untersuchungsgruppen

Gruppe	Systolischer Blutdruck sBD [mmHG]		
	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=31)	123,3 $\pm$ 15,8	114,9 $\pm$ 12	- 8,4
NW (n=31)	123,5 $\pm$ 16	121,2 $\pm$ 9,9	- 2,3
KG (n=25)	114,1 $\pm$ 10,4	115,1 $\pm$ 9,3	+ 1

Wie in Tabelle 14 zu erkennen ist, unterschieden sich die Gruppen signifikant ($p=0,046$; $F=3,2$). Dabei wiesen die Interventionsgruppen höhere Blutdruckwerte auf, als die Kontrollgruppe. Die Veränderungen von t1 zu 2 waren ebenfalls signifikant ($p=0,007$; $F=7,8$), dabei reduzierte sich innerhalb der Untersuchungsgruppen der systolische Blutdruck, während er sich innerhalb der KG erhöhte. Diese unterschiedlichen Entwicklungen innerhalb der Gruppen waren ebenfalls signifikant ($p=0,005$; $F=5,6$). Der post-hoc-Test ergab, dass sich hierbei die Werte des systolischen Blutdrucks der GG+K-Teilnehmer reduzierten ($p=0,004$).

5.4.3 Veränderungen des diastolischen Blutdrucks (dBD)

Die Veränderungen des diastolischen Blutdrucks stellten sich wie folgt dar:

Tab. 15 Veränderungen des diastolischen Blutdrucks [mmHG] der Untersuchungsgruppen

Gruppe	Diastolischer Blutdruck dBD [mmHG]		
	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=31)	80,6 $\pm$ 10,1	75,8 $\pm$ 8,8	- 4,8
NW (n=31)	81,9 $\pm$ 12,3	81,7 $\pm$ 7,3	- 0,2
KG (n=25)	73,9 $\pm$ 8	75,4 $\pm$ 9,7	+ 1,4

Die in Tabelle 15 dargestellten Unterschiede der Werte des diastolischen Blutdrucks innerhalb der Gruppen waren signifikant ($p=0,001$; $F=4,91$). Dabei wiesen die Untersuchungsgruppen höhere Werte auf als die Kontrollgruppe.

Die Unterschiede in der Entwicklung von t1 zu t2 innerhalb der Vergleichsgruppen waren ebenfalls signifikant ($p=0,027$; $F=3,77$). Das Ergebnis des post-hoc Tests zeigte, dass die TeilnehmerInnen des GG+K im Vergleich zum Nordic Walking ihre diastolischen Blutdruckwerte von t1 zu t2 reduzierten ($p=0,02$).

5.4.4 Veränderungen der Herzfrequenzvariabilität (HRV)

Die Veränderungen der Herzfrequenzvariabilität stellten sich wie folgt dar:

Tab. 16 Veränderungen der Herzfrequenzvariabilität [ms] der Untersuchungsgruppen

Gruppe	Herzfrequenzvariabilität HRV (RRI mean) [ms]		
	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=31)	909,2 $\pm$ 117,5	917,9 $\pm$ 134,1	+8,7
NW (n=31)	916 $\pm$ 89,1	923,5 $\pm$ 108,2	+ 7,5
KG (n=25)	896,8 $\pm$ 140,9	901,2 $\pm$ 138,6	+ 4,4

Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede für die Veränderungen, sowie die Gruppenunterschiede der in Tabelle 16 dargestellten Werte der Herzfrequenzvariabilität.

5.4.5 Veränderungen der sympatho-vagalen Balance

Die Veränderungen der sympatho-vagalen Balance, dargestellt durch den LF/HF-Quotienten zwischen den Messzeitpunkten, stellen sich für die Untersuchungsgruppen wie folgt dar:

Tab. 17 Veränderungen der sympatho-vagalen Balance [LF/HF-Quotient] der Untersuchungsgruppen

Gruppe	Sympatho-vagale Balance [LF/HF-Quotient]		
	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=31)	1,1 $\pm$ 0,7	0,8 $\pm$ 0,5	- 0,3
NW (n=31)	1,3 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,4	- 0,4
KG (n=25)	0,9 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,3	- 0,1

Die in Tabelle 17 dargestellten Reduzierungen der LF-HF-Quotienten von t1 zu t2 waren signifikant ($p=0,005$; $F=8,5$). Es konnten keine Gruppenunterschiede festgestellt werden.

5.4.6 Veränderungen in den Untergruppen

5.4.6.1 Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Geschlechter

Innerhalb der Geschlechter konnten Unterschiede für die Werte des systolischen und diastolischen Blutdrucks festgestellt werden.

Tab. 18 Entwicklung des systolischen Blutdrucks [mmHG] innerhalb der Geschlechter

Gruppe	sBD [mmHG] Frauen			sBD [mmHG] Männer		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (w=17;m=14)	119,2 $\pm$ 17,9	114 $\pm$ 14,1	- 5,2	128,3 $\pm$ 11,5	115,9 $\pm$ 9,5	- 12, 4
NW (w=17;m=14)	120,7 $\pm$ 5,8	117,8 $\pm$ 8,1	- 3,1	127 $\pm$ 20,8	126,6 $\pm$ 10,3	- 0,4
KG (w=14;m=11)	112,2 $\pm$ 10,6	110,8 $\pm$ 8,5	-1,4	116,4 $\pm$ 10	120,4 $\pm$ 7,6	+ 4

Die in Tabelle 18 dargestellten Unterschiede der Geschlechter waren signifikant ($p=0,009$; $F=7,1$). Es ergaben sich jedoch keine Unterschiede der Geschlechter in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit. Die Veränderungen von t1 zu t2 waren signifikant ($p=0,009$; $F=6,5$). Dabei war wie in Tab. 18 aufgezeigt, die Reduzierung des systolischen Blutdrucks von t1 zu t2 innerhalb der GG+K-Gruppe am Höchsten.

Tab. 19 Entwicklung des diastolischen Blutdrucks [mmHG] innerhalb der Geschlechter

Gruppe	dBD [mmHG] Frauen			dBD [mmHG] Männer		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (w=17;m=14)	77,5 $\pm$ 11,1	74,8 $\pm$ 9,9	- 2,7	84,3 $\pm$ 7,6	77,1 $\pm$ 7,5	- 7,2
NW (w=17;m=14)	80,2 $\pm$ 10,4	78,8 $\pm$ 6,1	- 1,4	84 $\pm$ 14,4	85,1 $\pm$ 7,4	+ 1,1
KG (w=14;m=11)	70,8 $\pm$ 6,7	71,1 $\pm$ 7,7	+ 0,3	78 $\pm$ 7,9	80,1 $\pm$ 9,4	+ 2,1

Der diastolische Blutdruck unterschied sich zwischen den Geschlechtern hochsignifikant ($p=0,001$; $F=11,97$). Dabei wiesen die Frauen die niedrigeren Werte auf. Die Geschlechter innerhalb der Untersuchungsgruppen reagierten jedoch nicht unterschiedlich.

5.4.6.2 Unterschiede der Veränderungen innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“

Zwischen den sportlich aktiven und inaktiven TeilnehmerInnen wurden Unterschiede in der Entwicklung der Ruheherzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität festgestellt.

Tab. 20 Entwicklung der Ruheherzfrequenz [Schläge/min.] innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“

Gruppe	RHF [Schläge/min] Sportlich aktiv ja			RHF [Schläge/min] Sportlich aktiv nein		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	T2	Δ t1-t2
GG+K (ja=13; nein=18)	70,1 $\pm$ 12,6	66,4 $\pm$ 12,4	-3,7	65,8 $\pm$ 6,6	68,2 $\pm$ 8,5	+2,4
NW (ja=18; nein=13)	67 $\pm$ 7,2	64,8 $\pm$ 7	-2,2	65,6 $\pm$ 5,5	67,9 $\pm$ 8,6	+ 2,3
KG (ja=16; nein=9)	69,8 $\pm$ 12,7	69,2 $\pm$ 10,7	- 0,6	67 $\pm$ 10,2	66,6 $\pm$ 9,9	- 0,4

Die in Tabelle 20 dargestellten Unterschiede der Entwicklung der sportlich Aktiven und Inaktiven innerhalb der Interventionsgruppen von t1 zu t2 waren signifikant ($p=0,043$; $F=4,23$). Dabei reduzierten sich die Werte der Aktiven innerhalb der Interventionsgruppen, während sich die Werte der Inaktiven erhöhten.

Tab. 21 Entwicklung der Herzfrequenzvariabilität [ms] innerhalb der Gruppen „Sportlich aktiv ja/nein“

Gruppe	RRI [ms] Sportlich aktiv ja			RRI [ms] Sportlich aktiv nein		
	T1	t2	Δ t1-t2	t1	T2	Δ t1-t2
GG+K (ja=13; nein=18)	882,4 $\pm$ 142,4	935 $\pm$ 169,8	+ 52,6	928,6 $\pm$ 95,4	905,6 $\pm$ 104,8	- 23
NW (ja=18; nein=13)	910,4 $\pm$ 100,4	939,8 $\pm$ 100,3	+ 29,4	923,8 $\pm$ 73,9	900,9 $\pm$ 118,6	- 22,9
KG (ja=16; nein=9)	883,1 $\pm$ 122,3	889,3 $\pm$ 138,6	+ 5,9	921,1 $\pm$ 174,5	922,4 $\pm$ 144,3	+ 1,3

Die sportlich aktiven und inaktiven TeilnehmerInnen der Untersuchungsgruppen verhielten sich unterschiedlich von t1 zu t2 ($p=0,042$; $F=4,25$). Dabei erhöhten die sportlich Aktiven des GG+K und des NW die Herzfrequenzvariabilität, während bei den Inaktiven der Interventionsgruppen eine Reduzierung der Herzfrequenzvariabilität zu verzeichnen war (vgl. Tab. 21). Innerhalb der KG ergab sich eine geringe Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität für beide Untergruppen.

5.5 Veränderungen der Haltungsstabilität im Einbeinstand von t1 zu t2

Da sich keine Unterschiede in der Entwicklung der Untergruppen „Geschlecht“ und „Sportlich aktiv ja/nein“ zeigten, bezieht sich die Ergebnisdarstellung auf drei Bereiche im Vergleich der Untersuchungsgruppen:

1. Deskription der quantitativen Bewältigung des 45-Sek-Einbeinstandes
2. Beschreibung der Videoanalyse der Gleichgewichtsleistung während des 45-Sek-Einbeinstandes, Auswertung der Netto-Balancierzeit in Verbindung mit den Messprotokollen
3. Die Analyse der mit dem Kamerasystem aufgezeichneten Gleichgewichtsdaten während des 45-Sek-Einbeinstands (RMS-Werte des Kopfes).

5.5.1 Veränderungen der quantitativen Bewältigung des Einbeinstands

Bei der Auswertung der quantitativen Bewältigung des 45-Sek-Einbeinstands wurde bei der Bewältigung des Einbeinstand zwischen der rechten und linken Seite unterschieden, als auch die Balance beider Beine. Die nachstehende Tabelle zeigt die Anzahl und den prozentualen Anteil der jeweiligen erfolgreichen Bewältigungen rechts, links und beider Beine zu t1 und zu t2:

Tab. 22 Überblick erfolgreicher 45-Sek-Einbeinstände der Untersuchungsgruppen

Gruppe	GG t1 beide Seiten re+li	GG t1 nur rechts	GG t1 nur links	GG t1 keine Seite	GG t2 beide Seiten re + li	GG t2 nur rechts	GG t2 nur links	GG t2 keine Seite
GG+K (n=31)	11	8	3	9	23	3	0	5
NW (n=31)	10	5	5	11	23	3	1	4
KG (n= 29)	5	8	3	13	4	8	3	14
Ges (n=91)	26	21	11	33	50	14	4	23

Grafisch stellt sich der Vergleich wie folgt dar:

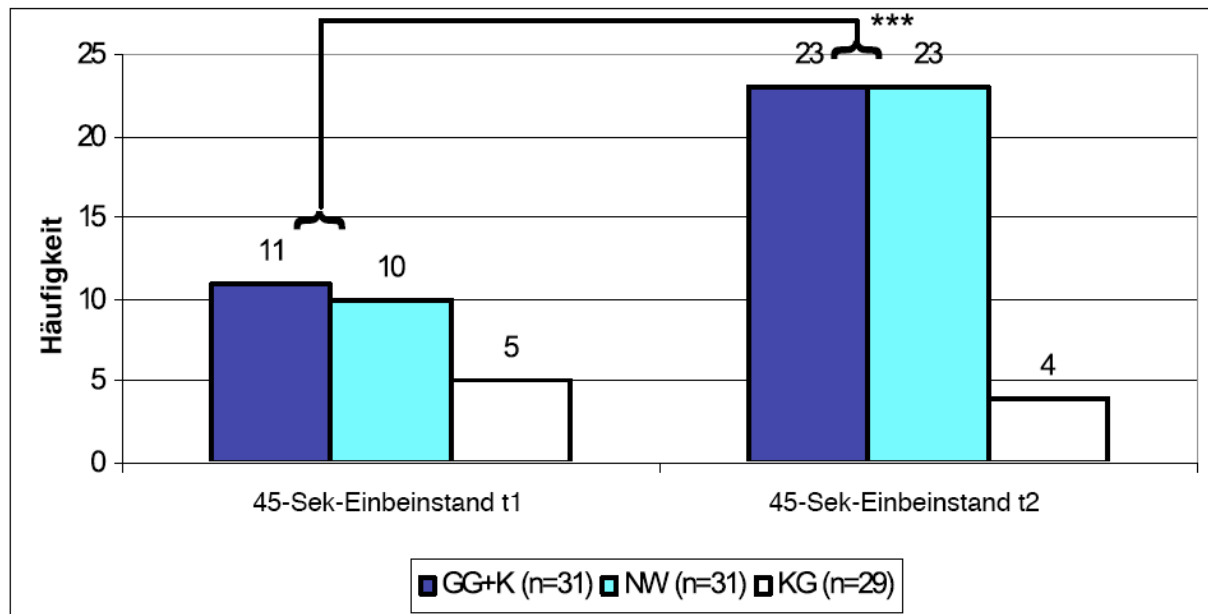


Abb. 17 Erfolgreicher Einbeinstand der Untersuchungsgruppen

Anhand der Tabelle 22 und Abbildung 17 ist zu erkennen, dass sich die Anzahl der Kursteilnehmer aus der Gruppe des GG+K und des NW, welche die Gleichgewichtsaufgabe erfüllen konnten, im Gegensatz zur Kontrollgruppe von t1 zu t2 erhöhte. Gleichzeitig reduzierte sich in den Interventionsgruppen die Anzahl der TeilnehmerInnen welche auf keinem Bein den 45-sek-Einbeinstand durchführen konnten (siehe GG t2 keine Seite). Dieser Interaktionseffekt war hochsignifikant ($p=0,002$; $F=6,88$).

Darüber hinaus zeigten sich Unterschiede für die rechte und linke Seite. Sowohl zu t1 als auch zu t2 konnten mehr Personen die Gleichgewichtsaufgabe mit dem rechten Bein lösen.

5.5.2 Veränderungen der Netto-Balancierzeit (NBZ)

Die folgende Tabelle 23 zeigt die Entwicklung der Netto-Balancierzeit der Untersuchungsgruppen zwischen den Messzeitpunkten.

Tab. 23 Veränderungen der Netto-Balancierzeit NBZ [sek] der Untersuchungsgruppen

Gruppe	Netto-Balancierzeit [sek]					
	Links			Rechts		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=31)	43,2 $\pm$ 3,3	44,4 $\pm$ 1,1	+ 1,2	43,6 $\pm$ 2,2	44,4 $\pm$ 1,1	+ 0,8
NW (n=31)	43,2 $\pm$ 2,3	43,9 $\pm$ 2,2	+ 0,7	43 $\pm$ 3,3	44,6 $\pm$ 1,1	+1,6
KG (n= 29)	41,5 $\pm$ 3,5	40,8 $\pm$ 4,9	- 0,7	42,7 $\pm$ 3,2	42,1 $\pm$ 5,8	- 0,6

Die in Tabelle 23 dargestellten Entwicklungen von t1 zu t2 innerhalb der Untersuchungsgruppen unterscheiden sich für beide Seiten signifikant (links: $p=0,002$; $F=6,5$; rechts: $p=0,043$; $F=3,25$). Hierbei erhöhten sich die Balancierzeiten innerhalb der Interventionsgruppen, während sich die Balancierzeit innerhalb der Kontrollgruppe reduzierte.

5.5.3 Veränderungen des RMS- Kopf

Es erfolgt die Darstellung der Ergebnisse der Kopfbewegungen unter Berücksichtigung der rechten und linken Seite.

Tab. 24 Veränderungen der RMS-Werte des Kopfes rechts und links [mm] der Untersuchungsgruppen

Gruppe	RMS Kopf [mm]					
	Links			Rechts		
	t1	t2	Δ t1-t2	t1	t2	Δ t1-t2
GG+K (n=31)	25,2 $\pm$ 10,7	24,2 $\pm$ 12,7	- 1	21,7 $\pm$ 14,2	27,2 $\pm$ 18,7	+ 5,5
NW (n=31)	24,2 $\pm$ 12,9	24,6 $\pm$ 19,4	+ 0,4	21,6 $\pm$ 13,7	19,3 $\pm$ 9,4	- 9,4
KG (n= 29)	41,9 $\pm$ 27,3	42,2 $\pm$ 21,8	+0,3	30,5 $\pm$ 17,3	32,2 $\pm$ 20,7	+ 1,7

Die in Tabelle 24 dargestellten Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen und der Kontrollgruppe waren für beide Seiten signifikant (rechts: $p=0,013$; $F=4,58$; links: $p=0,000$; $F=4,58$). Dabei wies die KG die höheren Werte auf. Darüber hinaus waren die Entwicklungen der GG+K-Gruppe und der NW-Gruppe für die rechte Seite von t1 zu t2 signifikant ($p=0,042$; $F=4,29$). Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied für

die RMS-Werte der rechten und linken Seite für die Interventionsgruppen zum Messzeitpunkt t1 ($p=0,032$; $F=4,83$). Dieser Unterschied zeigte sich nicht für den Messzeitpunkt t2 ($p=0,73$; $F=0,12$).

5.6 Gesamtübersicht der Veränderungen von t1 zu t2

Tab. 25 Gesamtüberblick aller Ergebnisse für die Veränderungen

	Veränderungen von t1 zu t2					
Parameter	GG+K		NW		KG	
Fragebögen						
SF-12 körperlicher Summenscore	↑		↑		↑	
SF-12 psychischer Summenscore	↑		↑		↑	
Fragebogen zum Sturzrisiko	GG ↑		GG ↑		–	
Physiologische Parameter						
Körperfett [%]	↓		↓		↓	
Körpermasse [kg]	↓		↓		↓	
RHF [Schläge/min]	↓		↓		↓	
sBD [mmHG]	↓		↓		↑	
dBD [mmHG]	↓		↓		↑	
RRI [ms]	↑		↑		↑	
LF/HF	↓		↓		↓	
Gleichgewicht						
45-Sek-Einbeinstand	↑		↑		↓	
NBZ [sek]	↑		↑		↓	
RMS Kopf [mm]	re ↑	li ↓	re ↓	li ↑	re ↑	li ↑

Veränderungen t1 zu t2 sind signifikant (p=0,03); jedoch keine Gruppenunterschiede

Ns

p=0,000; C=0,91

p=0,006; jedoch keine Gruppenunterschiede

p=0,046; jedoch keine Gruppenunterschiede

Ns

t1-t2: p=0,007 ;Gruppen entwickeln sich unterschiedlich (p=0,005)

t1-t2: p=0,01; Gruppen entwickeln sich unterschiedlich (p=0,027)

Ns

t1-t2: p=0,005; keine Gruppenunterschiede festgestellt

p=0,002

links: p=0,002; rechts: p=0,43

Die Unterschiede zw. GG+K und NW für die rechte Seite sind signifikant (p=0,042). Die Unterschiede zw. rechts u. links zu t1 sind signifikant (p=0,032).

6 Diskussion der Ergebnisse

Es werden zunächst die Auswertungen der eingesetzten Fragebögen interpretiert.

Im Anschluss daran erfolgen die Diskussionen der Ergebnisse im Bereich des Körperfettgehalts und der Körpermasse sowie die Interpretation erfasster kardialer Parameter. Im weiteren Verlauf werden die Interpretation und Diskussion der Gleichgewichtsdaten präsentiert.

Den Abschluss des Kapitels bildet die Diskussion der aufgestellten Hypothesen.

6.1 Fragebögen

Die Diskussion der Ergebnisse der Fragebögen beginnt mit dem Selbsteinschätzungsfragebogen zum Sturzrisiko nach Elliot et al. (2004). Im Anschluss daran werden die Ergebnisse des SF-12 interpretiert und in Relation zu den Ergebnissen des Fragebogens zur Selbsteinschätzung gesetzt.

6.1.1 Erweiterter Fragebogen zur Selbsteinschätzung des Sturzrisikos

Ergebnisse physiologischer Parameter

Anhand des Selbsteinschätzungsfragebogens konnte aufgezeigt werden, dass die TeilnehmerInnen nach der Intervention „weniger Gleichgewichtsschwierigkeiten“, „mehr Muskelkraft“ und „weniger steife Gelenke“ angaben. Dabei kommt es durch das GG+K vermehrt zur Reduktion von Gleichgewichtsschwierigkeiten und zur Erhöhung der Gelenkbeweglichkeit. Das NW hingegen führt zu einer verbesserten Muskelkraft. Im Vergleich zur Kontrollgruppe wurden dabei in beiden Treatmentgruppen ein verbessertes Gleichgewicht und eine erhöhte Muskelkraft signifikant häufiger benannt.

Alle drei Faktoren (Gleichgewichtsschwierigkeiten, fehlende Muskelkraft und mangelnde Gelenkbeweglichkeit) korrelieren eng mit einem Sturzrisiko.

Demnach tragen beide Bewegungsprogramme dazu bei, Hauptsturzrisikofaktoren wie reduzierte Muskelkraft und mangelndes Gleichgewicht positiv zu verbessern.

Ebenfalls sind die TeilnehmerInnen beider Bewegungsprogramme der Meinung, weniger schnell außer Atem zu sein, was auf eine verbesserte kardio-pulmonale Leistungsfähigkeit schließen lässt. Hierbei unterscheiden sich die Interventionsprogramme in ihrer Wirkung vernachlässigbar gering voneinander.

Interessanterweise geben TeilnehmerInnen des GG+K und der Kontrollgruppe an, sie müssten sich weniger beeilen, um die Toilette zu erreichen. Eine Interpretation dieses Ergebnisses ist schwierig, da die physiologischen Prozesse, welche zu vermehrtem Harndrang, Blasenschwäche und Inkontinenz führen, nicht minder komplex sind als ein Sturzereignis. Wenn jedoch Bewegungsprogramme wie GG+K oder NW zur Verbesserung der aufrechten Haltung beitragen, wie bei den hier untersuchten Probanden beobachtet, können sich zusätzlich positive Effekte auf den Beckenboden und die Schließmuskelfunktionen ergeben. Durch die Aufrichtung des Oberkörpers wird weniger Druck und Stress auf den Bauchraum ausgeübt und somit eine Entlastung der Beckenbodenmuskulatur erreicht. Dieses trägt zu einer Verminderung des Harndrangs bei. Da auch Inkontinenz einen Sturzrisikofaktor (DNQP, 2005) darstellt, kann über die Integration von Beckenbodentraining in Bewegungsprogramme mit multifaktoriellem Ansatz nachgedacht werden.

Ergebnisse psychologischer Parameter

Die TeilnehmerInnen sind innerhalb des Interventionszeitraums aktiver geworden und nehmen vermehrt am gesellschaftlichen Leben teil. Hinzu kommt eine höhere Lebenszufriedenheit, insbesondere bei den TeilnehmerInnen des NW. Diese Ergebnisse lassen sich durch gesteigerte Aktivität und vermehrtes Wohlbefinden innerhalb der Frühlings- und Sommermonate erklären.

Dennoch wird ein Teil der positiven Antworten auch den Bewegungsprogrammen zuzuschreiben sein. Gerade beim Nordic Walking kamen häufig TeilnehmerInnen und berichteten von Stimmungsverbesserungen, die auf das Programm in der freien Natur zurückzuführen seien. Eine Teilnehmerin äußerte, dass sich während des Nordic Walking Programms ihre Schmerzen einer Gesichtsrose reduzierten und am Ende gänzlich verschwunden seien. Die TeilnehmerInnen des GG+K sagten aus, dass sie sich insgesamt kompetenter in ihrem Bewegungsverhalten fühlten und merkten, dass sich insbesondere ihr Gleichgewicht verbesserte.

Allen TeilnehmerInnen brachten beide Bewegungsprogramme sichtlich Spaß, was sich in den positiven Äußerungen, der niedrigen Abbrecherquote und der regelmäßigen Teilnahme widerspiegelt. Es wurden viele Kontakte geknüpft und auch ein Jahr nach Beendigung der Studie finden regelmäßige Gruppentreffen statt. All

diese Aspekte werden in die Beantwortung der eher psychologischen Fragen eingeflossen sein.²⁷

Mit der Auswertung des erweiterten Fragebogens zur Selbsteinschätzung des Sturzrisikos konnte gezeigt werden, dass sich subjektiv empfunden, positive Veränderungen auf einzelne Sturzrisikofaktoren ergaben. Hierzu zählten im Bereich des Bewegungsapparates und Herz-Kreislaufsystems vor allem die Verbesserung des Gleichgewichts, eine verbesserte Muskelkraft, das Gefühl weniger schnell außer Atem zu sein und die Reduzierung der Schwindelgefühle.

Psychische Veränderungen stellten sich hauptsächlich durch vermehrte Zufriedenheit mit dem Leben, weniger Angst und Nervosität sowie reduzierter Sturzangst dar. Darüber hinaus geben die TeilnehmerInnen habituelle Veränderungen insbesondere bei der Ernährung und der Reduzierung des Alkoholkonsums an.

6.1.2 Fragebogen SF-12

Körperliches Wohlbefinden

Für alle Untersuchungsgruppen wurde ein signifikanter Anstieg des körperlichen Summenscores festgestellt. Da der Anstieg des körperlichen Wohlbefindens für alle untersuchten Gruppen gilt, ist dieser Anstieg nicht allein auf das Trainingsprogramm zurückzuführen. Eine Vermutung für diesen generellen Anstieg ist, dass sich der Studienzeitraum von April bis Juli erstreckte. Innerhalb dieser Frühlings- und Sommermonate werden viele Menschen aktiver, sind mehr an der frischen Luft und betätigen sich z. B. im Garten. Das Wetter wird wärmer, was dazu beiträgt, dass körperliche Beschwerden, die sich z. B. aus einer Arthrose oder rheumatischen Erkrankungen ergeben und einer Wetterfühligkeit unterliegen, weniger bewegungseinschränkend empfunden werden.

Zu bemerken ist an dieser Stelle, dass die gesundheitsbezogene Lebensqualität, zu der neben dem körperlichen Wohlbefinden auch mentale, kognitive, soziale und verhaltensbezogene Faktoren gehören, welche die subjektive Einschätzung des eigenen Gesundheitszustands beeinflussen (Gunzelmann et al., 2006). Eine positive Einschätzung der eigenen Gesundheit hängt demnach auch eng mit der Funktionalität des eigenen Körpers zusammen.

²⁷ Im Anhang findet sich darüber hinaus die Auswertung eines Fragebogens zur Zufriedenheit und Qualität der Kurse.

Die konkreten Gründe für den Anstieg des subjektiven körperlichen Wohlbefindens lassen sich allein durch den SF-12 nicht beantworten. Hier können jedoch unter Hinzunahme der Darstellungen des erweiterten Selbsteinschätzungsfragebogens nach Elliot et al. (2004) differenziertere Aussagen getroffen werden: Die Ergebnisse zeigten, wie bereits diskutiert, subjektive Verbesserungen in Bezug auf das Gleichgewicht, die Muskelkraft und Beweglichkeit der Gelenke sowie das Gefühl weniger schnell außer Atem zu sein.

Hierbei waren die Bewegungsprogramme gegenüber der Kontrollgruppe im Vorteil, was sich in den Ergebnissen des SF-12 nicht differenziert ausdrückt.

Darüber hinaus berichteten einige ProbandInnen der Kontrollgruppe, dass sie froh wären, endlich etwas für sich zu tun. Dieser Aspekt erklärt möglicherweise die positiven Veränderungen der Kontrollgruppe. Die Motivation für die Studienteilnahme lag unter anderem darin, nach Ablauf der Wartezeit ein Bewegungsprogramm zu erhalten. Dieser Umstand führte auch dazu, dass einige TeilnehmerInnen sich abweichend zu den besprochenen Vorgaben gesundheitsbewusster im Alltag verhielten und z. B. ihr Ess- und Trinkverhalten umstellten. Durch diese unaufgeforderte Verhaltensänderung kam es zu einer veränderten Datenlage. Die Ergebnisse zwischen den Interventionsgruppen und der Kontrollgruppe hätten sich eindeutiger voneinander unterschieden, wenn die Teilnehmenden der Kontrollgruppe wie vorgegeben keine Veränderungen ihres Lebensstils vorgenommen hätten. Es liegt die Vermutung nahe, dass durch dieses Verhalten eine deutlichere Gewichtung der erwarteten Effekte zugunsten der Interventionsgruppen ausgeblieben ist. Dieses wäre in einer weiteren Untersuchung zu belegen.

Psychisches Wohlbefinden

Für den psychischen Summenscore des SF-12 konnten trotz der Erhöhung in allen Untersuchungsgruppen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Was der Summenscore des psychischen Wohlbefindens wiederum nicht ausdrückt, sind die diskutierten Vorteile des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings und Nordic Walkings in Bezug auf die vermehrte Lebenszufriedenheit sowie eine reduzierte Sturzangst.

Insgesamt wäre es für die StudienteilnehmerInnen und bei der Planung von Gesundheitsförderungsprogrammen für Senioren wichtig, die in dieser Studie

zusammengetragenen positiven Aspekte auf die Gesundheit über die Sommermonate hinaus auch in den Winter hinein zu konservieren und erworbene Kompetenzen sowie vorhandene Ressourcen nachhaltig beizubehalten.

6.2 Körperfett und Körpermasse

Die hier erfassten Werte des Körperfettgehalts und der Körpermasse der TeilnehmerInnen unterscheiden sich naturgemäß zwischen Männern und Frauen. Dabei liegen die Werte der Frauen insgesamt deutlich über dem für die hier untersuchte Altersgruppe angegebenen Normalbereich des Körperfettgehalts von 22-31 %, während die Körperfettwerte der Männer im Idealbereich (17-21%) lagen.

Positiv ist, dass die Frauen im Vergleich zu den Männern ihren Körperfettgehalt reduzieren konnten und somit einen Beitrag zur persönlichen Gesundheitsförderung leisteten. Da sich die Körpermasse der Frauen dabei im Verhältnis nur gering reduzierte, ist davon auszugehen, dass sich innerhalb der Körperzusammensetzung Veränderungen ergaben. Dieses Ergebnis geht konform mit den bisher festgestellten Unterschieden zwischen Männern und Frauen, bei denen Frauen einen höheren Fettumsatz durch Bewegungsinterventionen aufweisen (Jeukendrup, 2005).

Zur Reduzierung des Körperfettgehalts ist nach den Ergebnissen dieser Studie das NW dem GG+K überlegen. Dies deckt sich ebenfalls mit Aussagen von Jeukendrup (2005), die besagen, dass Gehen oder Laufen unter individuell körperlich günstigen Bedingungen gut geeignet sind, um Stoffwechselprozesse und die Fettverbrennung anzuregen. Die ebenfalls positiven Ergebnisse der Kontrollgruppe werden auf den Interventionseffekt zurückzuführen sein. Allein die Idee, welche mit der Teilnahme an dieser Studie verbunden war, nämlich etwas für sich und seine Gesundheit zu tun, führte dazu, dass viele TeilnehmerInnen von sich aus starteten ihre Gewohnheiten zu verändern. Die Ergebnisse des erweiterten Selbsteinschätzungsbogens unterstreichen diese Aussage.

6.3 Herz-Kreislauf-Funktionen

Die hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse der gemessenen kardialen Parameter werden in der Reihenfolge der Ergebnispräsentation diskutiert.

6.3.1 Ruheherzfrequenz

Die Ergebnisdarstellung zeigte für alle TeilnehmerInnen der Untersuchungsgruppen eine Reduzierung der Ruheherzfrequenz. Die Absenkung der Herzfrequenz aller StudienteilnehmerInnen bestätigt für das GG+K und das NW die in der Literatur dargestellte Wirkung eines regelmäßigen Ausdauertrainings auf die Ruheherzfrequenz.

Dies war nach der bisherigen Studienlage für das Nordic Walking in dieser Form zu vermuten. Überraschend war jedoch, dass das Gleichgewichts- und Koordinationstraining ebenfalls diese Wirkung zeigte.

Unsere Vermutung zu Studienbeginn war, dass bereits ein geringer Trainingsreiz auf Grund des schlechten körperlichen Trainingszustands vieler TeilnehmerInnen zu Verbesserungen ihrer kardio-vaskulären Leistung führen würde. Diese Vermutung erwies sich für unsere Trainingsgruppe als falsch, so dass die Frage aufkommt, worin die Ursachen des hier beschriebenen Effekts liegen.

Eine Hypothese dazu ist, dass der hier gesetzte Trainingsreiz von einer einstündigen Trainingseinheit pro Woche nicht ausreichend war, um bessere Ergebnisse auch für die sportlich inaktiven Teilnehmer dieser Untersuchung zu erzielen. Wie bereits dargestellt, liegt die Trainingsempfehlung bei regelmäßig 3-5 Mal pro Woche. Trainingsumfänge dieser Art erzeugen Anpassungsleistungen und positive Effekte auf die hier untersuchten kardialen Parameter (Hautala et al., 2003; Swain & Franklin, 2006). Die sportlich aktiven Teilnehmer erhielten durch die Studienteilnahme einen zusätzlichen Trainingsreiz, so dass die Summe der wöchentlichen Trainingseinheiten zu dem hier beschriebenen positiven Ergebnis führte.

Zusätzlich stellt sich die Frage, ob für die untrainierten Studienteilnehmer die Studiendauer von 12 Wochen zu kurz war, um im Rahmen dieser Studie signifikante Verbesserungen der kardialen Leistungsfähigkeit nachzuweisen. Die beschriebenen altersbedingten Veränderungen des Herz-Kreislauf-Systems benötigen möglicherweise eine längere Trainingsperiode, um sich den Veränderungen anzupassen, insbesondere, wenn die körperlichen Funktionen krankheitsbedingt

durch Medikamente reguliert werden müssen (dies gilt insbesondere für Beta-Blocker, die in das Vegetativum eingreifen (Kindermann, 2003)).

Aussagen von Sygusch et al. (2005) zufolge lassen sich auch durch ein niederschwelliges Gesundheitssportprogramm mit nur einem Termin pro Woche bei regelmäßiger Teilnahme nachhaltige Gesundheitswirkungen erzielen. Dies konnte innerhalb dieser Studie über 12 Wochen nicht bestätigt werden.

Aubert et al. (2003) stellten in ihrer Übersichtsarbeit zudem heraus, dass im Alter ein Kraftzuwachs eher zu erreichen sei, als eine verbesserte Ausdauerfähigkeit. Demnach würde erst eine längere Phase der Trainingsintervention, als die hier angebotenen 12 Wochen, zu einer verbesserten kardialen Leistungsfähigkeit führen. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Studie von Woo et al. (2006) unterstützt die hier aufgestellten Thesen der Ergebnisinterpretation. In dieser Studie wurden sportlich nicht aktive ältere Menschen (zwischen 65 und 79 Jahren) sechs Monate lang, drei Mal pro Woche jeweils 90 min. mit einem Kombinationsprogramm aus Walking, Jogging und Fahrrad fahren inkl. Stretching betreut. Der Trainingszielbereich lag wie in der hier vorliegenden Studie bei 80-85% HF max. Es zeigte sich in den Ergebnissen der Studie eine hochsignifikante Verbesserung der Trainingsleistung der älteren Teilnehmer, die trotz der altersbedingten vermeintlich schlechteren körperlichen Ausgangslage im Vergleich zu den jüngeren Teilnehmern sogar noch größere Verbesserungen erreichten. Somit sind in der Summe des optimalen Umfangs und der angepassten Intensität eines Trainingsprogramms auch im Alter Trainingserfolge auf die kardiale Leistungsfähigkeit zu erzielen.

Insgesamt profitieren die TeilnehmerInnen der hier dargestellten Studie jedoch von beiden Interventionsmaßnahmen.

6.3.2 Systolischer und diastolischer Blutdruck

Der systolische und diastolische Blutdruck sinkt für beide Interventionsgruppen vom Messzeitpunkt t1 zu t2, während er innerhalb der Kontrollgruppe steigt. Hierbei zeigte das GG+K eine größere Absenkung im Vergleich zum Nordic Walking. Dieser Unterschied zwischen den beiden Programmen war in dieser Form nicht zu erwarten. Ein Erklärungsansatz für den Unterschied der beiden Programme sind die jeweils eingesetzten Trainingsmethoden in den Kursen. Während das Nordic Walking nach

der kontinuierlichen Dauermethode²⁸ organisiert war, folgte das Gleichgewichts- und Koordinationstraining einer variablen Dauermethode und hatte z.T. auch fahrtenspielähnlichen Charakter. Hieraus ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an das Herz-Kreislauf-System. Die folgenden Abbildungen verdeutlichen den Unterschied der Herzfrequenzen und den sich daraus ergebenden Anpassungsleistungen des Blutdrucks:

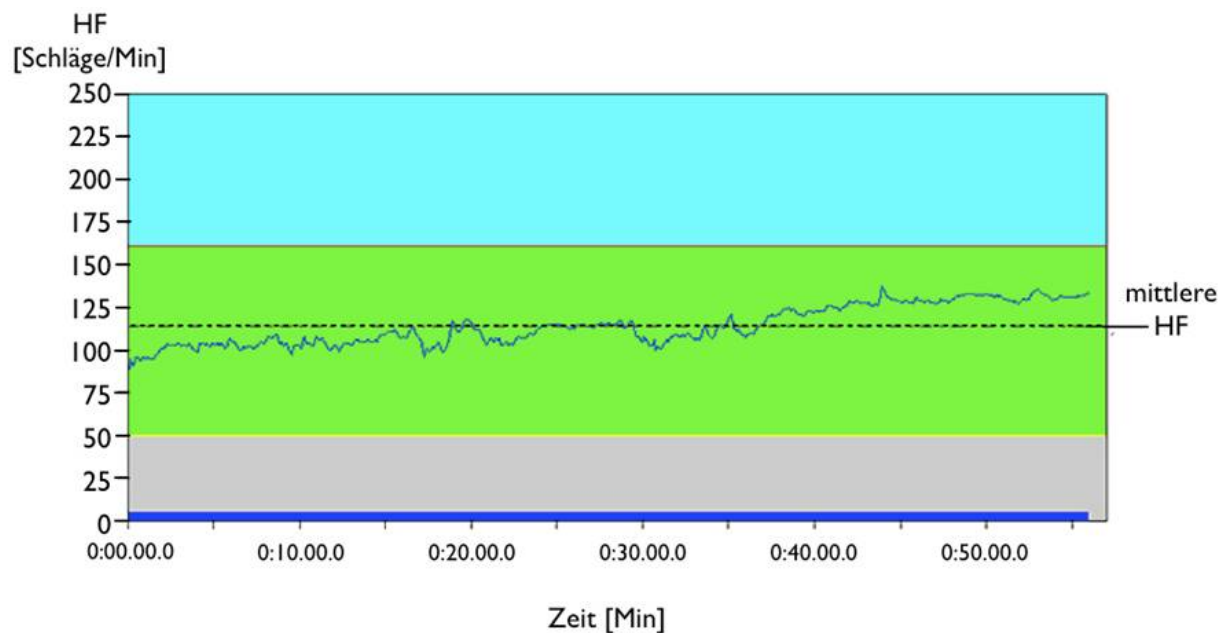


Abb. 18 Exemplarische Aufzeichnung der Herzfrequenzen eines Nordic Walking-Termins

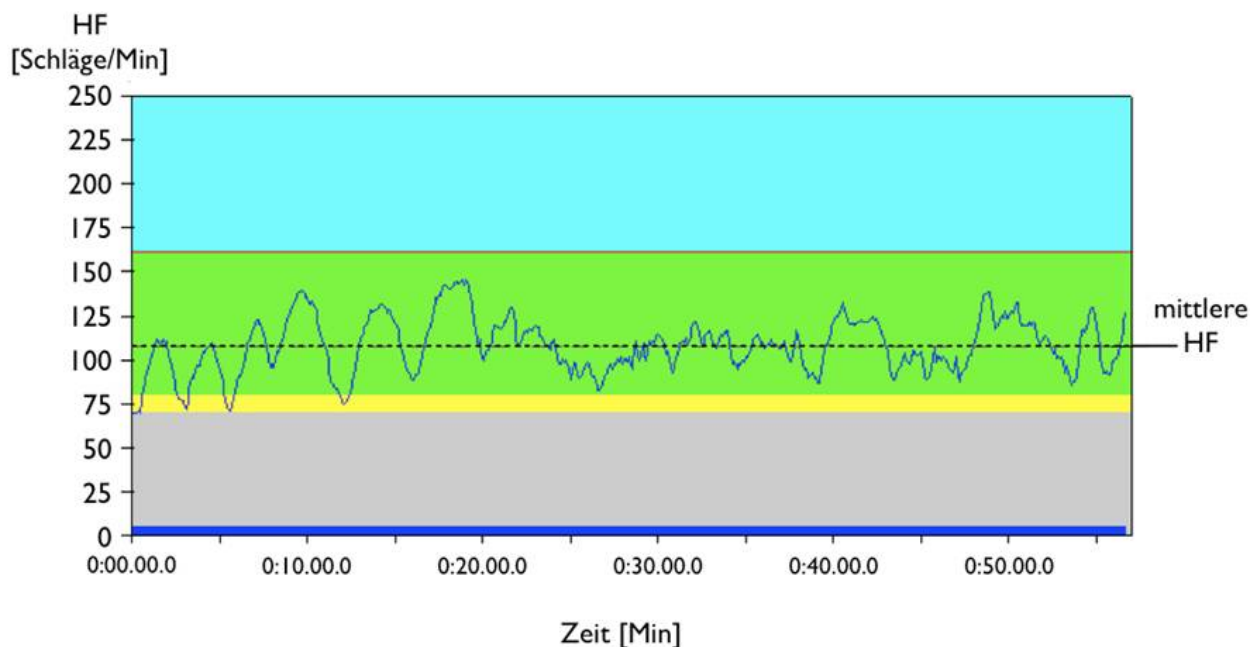


Abb. 19 Exemplarische Aufzeichnung der Herzfrequenzen eines GG+K-Termins

²⁸ Die Einteilung der Dauermethode folgt der Darstellung von Bös & Brehm (2006, 247).

In den Abbildungen 18 und 19 sind jeweils die Herzfrequenzbereiche auf der y-Achse und die Dauer des Trainingsprogramms auf der x-Achse zu sehen.

Hierbei sind jeweils unterschiedliche Schwankungsamplituden der Herzfrequenzen der TeilnehmerInnen der beiden Trainingsprogramme zu erkennen. Durch die gezeigten Schwankungsamplituden ergaben sich, für die TeilnehmerInnen der Programme unterschiedliche Anforderungen und Belastungen für das Herz-Kreislauf-System. Die jeweilige Veränderung der Herzfrequenz geht mit der Anpassung und Veränderung der Blutdruckwerte einher. Wie Abbildung 18 zeigt, ist die Schwankungsamplitude der Herzfrequenz beim NW viel geringer als beim GG+K. Das GG+K stellte somit höhere Anforderungen an die Blutdruckregulation, zumal dieses Trainingsprogramm zusätzlich noch höhere Anpassungsleistungen an das orthostatische Gleichgewicht erforderte, welche ebenfalls Veränderungen des Blutdrucks nach sich ziehen.

Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ausführungen von Kindermann (2003, 36), der dynamisch ausdauerorientierte Belastungsformen zur Blutdrucksenkung für positiv erachtet. Seiner Meinung nach sind schnelle Ballspiele kreislaueffektiver. Kindermann (2003, 38) merkt zusätzlich an, dass langjährige Erfahrung in Sportspielen mentalen Stress vermindern kann. Da Stress Auswirkungen auf die sympathische Aktivität und somit auf die Höhe des Blutdrucks hat (Birbaumer & Schmidt 2006, 150), würde nach dieser These das GG+K-Trainingsprogramm nach der Intervention mit einer Reduzierung der sympathischen Aktivität bzw. Erhöhung der parasympathischen Aktivität einhergehen und auf Grund dessen den Blutdruck senken.

Ein Vergleich der Ergebnisse unserer Studie zur Übersichtsarbeit von Swain & Franklin (2006) stützt diese These. Die Ausführungen von Swain & Franklin (2006) belegen, dass eine höhere Übungsintensität einen größeren Effekt auf Blutdrucksenkung zeigt, als moderate Ausdauertrainingsformen. Die hierbei von den Autoren verglichenen epidemiologischen Studien wurden mit Probanden im Alter von 20-88 Jahren durchgeführt, so dass davon auszugehen ist, dass die Ergebnisse auch mit denen unserer Teilnehmer verglichen werden können. Swain & Barry (2006, 145) wiesen in ihrer Übersichtsarbeit noch einmal auf die Bedeutung des autonomen Nervensystems zur Blutdruckregulierung hin und interpretieren die Studienlage dahingehend, dass intensivere Ausdauertrainingsprogramme, im Vergleich zu

moderaten Trainingsprogrammen, höhere Anpassungsleistungen erfordern und somit effektiver sind.

Die Reduzierung des diastolischen Blutdrucks in Verbindung mit der reduzierten Herzfrequenz bedeutet auch eine verbesserte Leistungsfähigkeit des Herzmuskels. Birbaumer & Schmidt (2006, 199) schreiben dazu, dass durch eine Abnahme der Herzfrequenz die Diastole relativ zur Systole immer länger wird, was die Durchblutung des Herzmuskels entscheidend verbessert, weil nur während der Diastole Blut durch die Kapillaren zwischen den Herzmuskelfasern fließen kann.

Dieser Mechanismus ist noch effektiver, wenn das Herz dabei nicht zusätzlich gegen einen erhöhten Druck anarbeiten muss.

Dass aber auch moderate Ausdauertrainingsformen nachhaltig den systolischen und diastolischen Blutdruck senken, weist Skinner (2001) in seiner Übersichtsarbeit nach. Dort wird eine Analyse von Hagberg, Park & Brown zitiert, in der 74 Studien hinsichtlich der blutdrucksenkenden Effekte begutachtet wurden. Das Ergebnis zeigt, dass auch bei moderater Intensität mit weniger als 70% des maximalen Atemminutenvolumens eine Blutdrucksenkung beider Werte erzielt werden kann.

Nach Bowman et al. (2006) ist davon auszugehen, dass eine Blutdruckreduzierung das Risiko eines Herzinfarktes bei Männern senken kann.

Da in beiden Interventionsgruppen der Blutdruck gesenkt wurde, kann angenommen werden, dass mit beiden Bewegungsprogrammen ein positiver Effekt zur Prävention kardialer Risiken geleistet wird. Zur weiteren Interpretation müssten in Folgeuntersuchungen Daten über Körpermasse, Vorerkrankungen, Stressbelastung uvm. hinzugezogen werden.

6.3.3 Herzfrequenzvariabilität und sympatho-vagale Balance

Die kardiale Anpassungsfähigkeit ist ein Bestandteil der posturalen Kontrolle. Eine hohe Herzfrequenzvariabilität ist Ausdruck einer guten kardialen Anpassung an sich verändernde innere und äußere Bedingungen. Zur Vermeidung von Schwindelerscheinungen und daraus folgenden Sturzereignissen ist diese Anpassung erforderlich.

Eine generelle Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität konnte in dieser Untersuchung nicht signifikant festgestellt werden. Dieses Ergebnis ist analog zur Studie von Uusitalo et al. (2004), die auch über den langen Zeitraum von 5 Jahren bei finnischen Männern keine Veränderungen der Herzfrequenz- und Blutdruckvariabilität

feststellen konnten. Nach Sandercock et al. (2005) zeigen ältere Menschen im Gegensatz zu jüngeren geringere Steigerungen der Herzfrequenzvariabilität. Dies gilt auch für die Probanden dieser Studie. Es konnten zwar Veränderungen beobachtet werden, diese waren jedoch nur für die sportlich aktiven TeilnehmerInnen der Interventionsgruppen signifikant. Dieses Ergebnis lässt einen engen Zusammenhang mit den Ergebnissen der Ruheherzfrequenz, der Blutdruckabsenkung und den damit verbundenen Anpassungen vermuten. Sportliche Aktivität im individuell richtigen Umfang führt bei den hier untersuchten TeilnehmerInnen zu einer reduzierten Ruheherzfrequenz und erhöhten Herzfrequenzvariabilität. Eine Studie von Hottenrott et al. (2004), über ein achtwöchiges Walkingtraining mit Senioren über 60 Jahren, kam zu ähnlichen Ergebnissen mit einer signifikanten Reduzierung der Ruheherzfrequenz und Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität.

Die positiven Effekte des „lebenslangen“ Sporttreibens auf die Herzfrequenzvariabilität im Alter weisen auch Galetta et al. (2005) in ihrer Untersuchung nach, in der Ausdauersportler mit nicht sporttreibenden Personen verglichen wurden. Die Ergebnisse zeigten eine signifikant höhere Herzfrequenzvariabilität bei den sportlich aktiven Senioren. Buchheit & Gindre (2004) sowie Aubert et al. (2003) stellten in ihren Übersichtsarbeiten diesen Vorteil der sportlich aktiven Senioren ebenfalls heraus. Zusätzlich wiesen sie Unterschiede zwischen einem 6-monatigen Trainingsprogramm im Vergleich zu einer 8-wöchigen Intervention nach, bei der das 6-monatige Programm eine Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität zeigte, während beim 8-wöchigen Programm keine Veränderungen zu finden waren (vgl. dazu auch Perini et al., 2002).

Ebenfalls deckt sich dieses Ergebnis mit den Studienergebnissen von Reland et al. (2003), die bei einem Vergleich von körperlich aktiven und inaktiven Frauen eine höhere Herzfrequenzvariabilität bei körperlich aktiven Frauen feststellen konnten (dies galt sowohl für Frauen mit moderaten Trainingsumfängen als auch für Frauen mit sehr hohen Trainingsumfängen). Einen Bedingungszusammenhang zwischen Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität in Verbindung mit dem körperlichen Trainingszustand konnten sie jedoch nicht feststellen. Die Studienergebnisse deuteten lediglich auf eine erhöhte Sensibilität des autonomen Nervensystems während des Trainings bei Frauen mit hohen Trainingsumfängen hin, so dass sich dadurch verbesserte Trainingsanpassungen vermuten lassen.

Der Unterschied in der Herzfrequenzvariabilität zwischen untrainierten und trainierten Personen manifestiert sich der Untersuchung von Brechtel und Wolff (2003) zu Folge geschlechtsunabhängig schon im Alter von 20-35 Jahren. Dieses Ergebnis wird durch die Studie von Buchheit & Gindre (2006) gestützt, die ebenfalls höhere Werte der Herzfrequenzvariabilität bei trainierten Untersuchungspersonen im Alter von 30-35 Jahren nachwiesen.

Die Forschungsergebnisse über positive Effekte aeroben Trainings auf die Herzfrequenzvariabilität sind laut Übersichtsarbeiten (Perini & Veicsteinas, 2003; Aubert et al., 2003) noch uneinheitlich. Dies mag an den uneinheitlichen Designs der verglichenen Studien liegen und Bedarf weiterer Untersuchungen (Aubert et al., 2003; Sandercock et al., 2005).

Hier schließt diese Studie an, die lediglich einen Hinweis darauf gibt, dass sich positive Effekte bei bereits sportlich aktiven Senioren nach einer zusätzlichen Trainingsintervention ergeben.

Die durch die Größe des LF/HF-Quotienten dargestellte sympatho-vagale Balance verbessert sich für alle Gruppen von t1 zu t2 signifikant. In allen Untersuchungsgruppen sinkt der Wert des Quotienten, was auf eine niedrigere Sympathikusaktivität und somit auch auf eine reduzierte Stressbelastung schließen lässt. Insgesamt ist auch hier wieder das GG+K den anderen beiden Gruppen überlegen und zeigt den größten Effekt.

Bei der Betrachtung der Gesamtergebnisse aller hier erfassten kardialen Parameter ist zu vermuten, dass eine Ökonomisierung der Herz-Kreislauf-Tätigkeit durch die beiden Bewegungsprogramme erzielt werden konnte, wobei das GG+K einen leichten Vorteil gegenüber dem NW zeigte. Eine Ökonomisierung der Herzarbeit ist nach Bös & Brehm (2006) als präventiver Adaptionsmechanismus zu verstehen, der somit zur individuellen Gesundheitsförderung beiträgt.

6.4 Haltungsstabilität im Einbeinstand

Zur Interpretation der dargestellten Auswertungen wird zunächst die quantitative Bewältigung der Gleichgewichtsaufgabe des 45-sekündigen Einbeinstands diskutiert. Im Anschluss daran folgen die Diskussionen der Ergebnisse der qualitativen Datenerfassung der Bewegungen des Kopfes.

6.4.1 Quantitative Bewältigung des Einbeinstands

Die Auswertung der reinen Beobachtung und Erfassung, ob die Teilnehmenden in der Lage sind einen 45 Sekunden andauernden Einbeinstand zu bewältigen, zeigte dass sich die Teilnehmenden der Interventionsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich verbesserten. Zudem erhöhte sich die Nettobalancierzeit signifikant in den Interventionsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Innerhalb der Interventionsgruppen konnte demnach von t1 zu t2 die Gleichgewichtsleistung des Einbeinstands verbessert werden, was als Erfolg des jeweiligen Interventionsprogramms zu werten ist.

Aus diesem Ergebnis ergab sich die Frage nach den Ursachen für die Verbesserungen. Welche durch die Bewegungsprogramme erzielten Veränderungen im Prozess der posturalen Kontrolle führten zu dieser Verbesserung des Einbeinstands?

Ausführungen von Karinkanta et al. (2005) folgend, kann durch das Nordic Walking eine verbesserte Muskelkraft (und Balance) erzielt werden. Diese These kann mit der hier gefundenen Reduzierung des Körperfettanteils gestützt werden, wenn dieser bedeutet, dass sich ein Muskelzuwachs mit gleichzeitiger Erhöhung der Muskelkraft ergab. Dieser Zuwachs an Muskelkraft führte dazu, dass die Teilnehmenden den Einbeinstand muskulär besser kompensieren konnten.

Zudem konnten verschiedene Autoren eine verbesserte Kraftausdauer nach einem absolvierten Nordic Walking Programm feststellen (Sprod et al., 2005; Völcker et al., 2005). Somit würde sich für unsere Teilnehmenden nicht nur ein Zuwachs an Muskelkraft ergeben, sondern auch die nötige Kraftausdauer, um die geforderte Zeit von 45 Sekunden zu absolvieren. Es empfiehlt sich daher für Folgeuntersuchungen eine zusätzliche Erfassung der Muskelkraft der Rumpf- und Beinmuskulatur, um diese These weiter zu verfolgen.

Die verbesserte Gleichgewichtsleistung der Teilnehmenden des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings war in dieser Form zu erwarten und folgt u.a. bisherigen

Studienergebnissen von Pfeifer et al. (2001), die durch ein „*koordinativ akzentuiertes*“ Bewegungsprogramm trotz eines kurzen Interventionszeitraums alltagsrelevante Effekte auf die Gleichgewichtsleistung feststellen konnten.

6.4.2 Qualitative Bewältigung des Einbeinstands

Veränderung der Kopfbewegung t1-t2 rechts und links

Die statistische Auswertung für die Kopfbewegung ergab signifikante Gruppenunterschiede für beide Seiten. Für die linke Seite konnte für die Gesamtbewegung nachgewiesen werden, dass sich die Interventionsgruppen durch niedrigere Werte von der Kontrollgruppe abgrenzen. Dementsprechend ist für die linke Seite anzunehmen, dass innerhalb der Bewegungsprogramme das posturale Schwanken in alle Richtungen niedriger ist, als innerhalb der Kontrollgruppe und die Teilnehmenden insgesamt ruhiger stehen. Ebenfalls zeigten Videoaufnahmen geringere Kompensationsbewegungen. Es ergab sich demnach für die Teilnehmenden der Interventionsgruppen ein ruhigerer Stand. Den Ausführungen von Lord (1995) und Meyer & Ayalon (2006) folgend, sinkt mit der Reduktion des posturalen Schwankens beim Gehen das Sturzrisiko. Es gilt zu überprüfen, ob sich diese Aussage auch auf den Einbeinstand übertragen lässt, und die Interventionsgruppen somit ihr Sturzrisiko reduzierten.

Im Vergleich der beiden Bewegungsprogramme sind die durchschnittlichen Werte der rechten Seite für die Teilnehmenden des GG+K-Programms am geringsten. Jedoch bleibt festzuhalten, dass trotz des Anstiegs des RMS die Teilnehmenden ihre Gleichgewichtsleistung während des Einbeinstands verbessern, d.h. die Teilnehmenden schwanken mehr als zu Beginn der Untersuchung und können die Anforderung des Einbeinstands mit größeren Schwankungsamplituden besser bewältigen. Die Teilnehmenden des Nordic Walkings hingegen reduzieren ihr posturales Schwanken von t1 zu t2 und verbessern ebenfalls ihre Gleichgewichtsleistung. Dieses Ergebnis lässt die Vermutung zu, dass sich durch die Interventionsmaßnahmen unterschiedliche Strategien zur Bewältigung des Einbeinstands ausbilden. Wie bereits formuliert, wäre eine verbesserte Muskelkraft und –ausdauer ein Erklärungsansatz für das positive Ergebnis der Teilnehmenden des Nordic Walking Programms. Die vermehrte Kraft und Ausdauer der Muskulatur

führt demnach zu einer verbesserten Kompensation des posturalen Schwankens während des Einbeinstands.

Für das Gleichgewichts- und Koordinationstraining passt dieser Erklärungsansatz nicht. Hier ergab sich eine verbesserte Gleichgewichtsleistung des Einbeinstands trotz vermehrten Körperschwankens. Die Teilnehmenden des GG+K-Programms trainierten im Laufe der Intervention häufig Bewegungsaufgaben, die eine Einbeinstandphase in verschiedenen Settings beinhalteten. Demnach ist ein Trainingseffekt an diese Bewegungsanforderung entstanden und das häufige Üben dieser Gleichgewichtsanforderung führte zur festgestellten Verbesserung. Warum die Teilnehmenden aber mehr schwanken und ob dieses Schwanken möglicherweise ein funktional kompensierendes Schwanken ist, welches eher Kohärenz als Chaos zeigt, lässt sich an dieser Stelle nicht erklären.

In einer Untersuchung von Freitas et al. (2005) konnte im Vergleich zwischen jüngeren und älteren Probanden festgestellt werden, dass die jüngeren Probanden im freien Stehen ohne Zusatzaufgabe deutlich mehr Körperschwankungen aufwiesen als die älteren Probanden. Die Autoren interpretierten dies mit einer verminderten Fähigkeit zur Adaption an äußere Veränderungen der älteren Versuchsteilnehmer, die sich in reduzierten Körperbewegungen ausdrückt. Diese Interpretation widerspricht den Meinungen von Lord et al. (1995) und Meyer & Ayalon (2006), die ein reduziertes Schwanken beim Gehen als positiv erachten. Unter Hinzunahme des Bildes einer aktiven Bereitschaftshaltung, wie sie in Sportspielen zu finden ist, entsteht ein weiterer Aspekt, der in dieser Diskussion zu berücksichtigen ist. Ein aktives, dynamisches Gleichgewicht ist mit einer Bereitschaftshaltung, in der bewussten Erwartung eines kommenden Ereignisses auf das es schnell zu reagieren gilt, verbunden. Da innerhalb der Sportspiele nicht immer eindeutig ist, was in der Interaktion zwischen dem Spielgerät (z. B. Tennisball), den Mitspielern und äußeren Einflüssen (z. B. Wind beim Beachvolleyball) als nächstes passiert, muss der Sportler in der Lage sein, sehr schnell alle Komponenten wahrzunehmen, zu verarbeiten und die adäquate Bewegungsantwort zu geben. Die Bereitschaftshaltung, welche dies ermöglichen soll, drückt sich dann in einem aktiven, reagiblen Körperschwanken aus. Auch im Umgang mit einem schwierigen, kippligen Psychomotorikkreisel lässt sich ein aktives, dynamisches Schwanken als eine Strategie finden. Bei dem Versuch, auf diesem Kreisel ruhig zu stehen, scheitern zunächst viele. Mit der Bewegungsantwort, das Schwanken des Kreisels

dadurch auszugleichen sich mit dem Kreisel zu bewegen, sind sie jedoch erfolgreich. Es stellt sich somit die Frage, ob ein reduziertes posturales Schwanken immer auch gleichzeitig ein die Stabilität erhöhendes, funktionales Schwanken darstellt.

In der Diskussion über eine gute, geschickte Gleichgewichtsleistung, die es ermöglicht, auf die Einflüsse von Außen adaptiv zu reagieren, um einen Sturz zu verhindern, sollten diese praktischen Erfahrungen und uneinheitlichen Untersuchungsergebnisse berücksichtigt werden und über ein funktionales posturales Schwanken nachgedacht werden.

Unterschiedliche Gleichgewichtsaufgaben benötigen unterschiedliche Fertigkeiten. Das Zusammenspiel der jeweiligen Bewegungskompetenzen, Vorerfahrungen, Strategien und die Ressourcenallokation in Verbindung mit der Reaktions- und Wahrnehmungsfähigkeit führt zur Bewegungsantwort auf eine Aufgabe.

Auch bleibt zu diskutieren, ob das GG+K bei seinen TeilnehmerInnen die Gelenkbeweglichkeit erhöhte und somit positiven Einfluss auf die Balance nehmen konnte (im Sinne von Robinson et al., 2004).

Die Ergebnisse dieser Untersuchung deuten an, dass mit den Bewegungsprogrammen unterschiedliche Fertigkeiten der Teilnehmenden positiv beeinflusst wurden. Während sich die Teilnehmenden des GG+K mehr bewegen, können sie die Gleichgewichtsaufgabe des Einbeinstand trotz hoher Schwankungsamplituden erfolgreich lösen. Es gilt zu untersuchen, ob sich bei diesen Teilnehmenden die Qualität des Schwankens verbesserte und vermehrte Aktivität und Dynamik im Sinne der Bereitschaftshaltung erzeugt wurde. Die Aufgabenstellung innerhalb der Trainingsintervention GG+K sprach in jeder Einheit die verschiedensten Sinneskanäle und Zugänge zu Bewegungslösungen an. Dadurch wurden allen TeilnehmerInnen mit ihren jeweiligen individuellen Besonderheiten in der eigenen posturalen Kontrolle Entwicklungsangebote unterbreitet um so eine hohe situative Reagibilität zu erreichen, die es den TeilnehmerInnen ermöglicht, in kritischen Gleichgewichtssituation aktiv zu reagieren und einem Sturzereignis vorzubeugen. Die Aufgabenstellung innerhalb des GG+K-Programms provozierte in verschiedenen Situationen das aktive, dynamische Schwanken, um auf kommende Ereignisse zu reagieren.

Bei den TeilnehmerInnen des NW-Programms hingegen bleibt zu untersuchen, ob das reduzierte Schwanken als Ausdruck einer verbesserten Bewegungskompetenz durch einen muskulären Kraftzuwachs zu sehen ist, und ob dadurch ähnliche Erfolge

für eine aktive, dynamische Bereitschaftshaltung erzielt werden können. Die Bewegungsaufgaben innerhalb des Nordic Walking-Programms dienten dem Erlernen der Nordic Walking Technik. Bei der Beobachtung eines Nordic Walkers fällt auf, dass der Sportler schnell und gradlinig geht, als ob er sich auf Schienen bewege. Durch den Einsatz der Rumpfmuskulatur in Verbindung mit dem Stockeinsatz müssen Störungen von Außen minimiert werden, um diese gradlinigen Bewegungen zu ermöglichen. Somit werden Köperschwankungen reduziert.

Zur genaueren Analyse der Schwankungsamplituden sollen an dieser Stelle noch einmal die RMS-Werte für den Kopf der rechten und linken Seite bei TeilnehmerInnen mit erfolgreichem und nicht erfolgreichem Einbeinstand nachträglich ausgewertet und hinzugezogen werden.

Tab.26 RMS-Werte des Kopfes in Abhängigkeit zur bewältigten Gleichgewichtsaufgabe

Gruppe	RMS Kopf t1 beide Seiten [mm]	RMS Kopf t2 beide Seiten [mm]	Δ RMS t1-t2 [mm]	RMS Kopf t1 keine Seite [mm]	RMS Kopf t2 keine Seite [mm]	Δ RMS t1-t2 [mm]
Rechts						
GG+K (n=31)	n=11 14,8 $\pm$ 3,5	n=23 23,8 $\pm$ 15,1	+ 7	n=9 34,7 $\pm$ 19,3	n=5 45 $\pm$ 28,4	+ 10,3
NW (n=31)	n=10 14,1 $\pm$ 5,3	n=23 17,4 $\pm$ 7,1	+ 3,3	n=11 32,5 $\pm$ 14,9	n=4 29,5 $\pm$ 9,7	- 3
Links						
GG+K (n=31)	n=11 17,6 $\pm$ 5,9	n=23 23,2 $\pm$ 8,9	+5,2	n=9 36,5 $\pm$ 10,5	n=5 31,1 $\pm$ 10,7	- 5,4
NW (n=31)	n=10 16,3 $\pm$ 6	n=23 20,8 $\pm$ 10,3	+ 4,5	n=11 24,5 $\pm$ 9,8	n=4 28,6 $\pm$ 16,8	+ 3,9

Aus der Tabelle 26 ist zu entnehmen, dass in beiden Interventionsgruppen die Anzahl der TeilnehmerInnen, welche den Einbeinstand bewältigen konnten, stieg. Dabei erhöhten sich gleichzeitig die RMS-Werte des Kopfes. Bei etwa gleichen Ausgangsbedingungen zu t1 erhöhte sich jedoch beim GG+K der RMS im stärkeren Maße als innerhalb des NW zu t2. Dennoch konnten die TeilnehmerInnen gleichsam erfolgreich die Bewegungsaufgabe erfüllen. Dies spricht ebenfalls für die These, dass sich durch die Trainingsintervention des GG+K die Schwankungsamplitude, welche kompensiert werden kann ohne das freie Bein absetzen zu müssen, erhöhte. Zusätzlich ist der Tabelle zu entnehmen, dass die Differenz (Δ RMS t1-t2[mm]) zwischen den Teilnehmenden, welche erfolgreich den Einbeinstand ausführen können und den TeilnehmerInnen, welche dazu nicht in der Lage sind, zwischen 18-20 mm beträgt.

Es gilt zu erforschen, ab welcher Schwankungsamplitude eine Kompensation des Gleichgewichts nicht mehr erfolgen kann. Gleichzeitig kann überprüft werden, welche Bewegungsrichtungen (medial/lateral oder anterior/posterior) für den Balanceverlust ursächlich sind. Die Ergebnisse können dann in die Planung von Trainingsprogrammen gezielt einbezogen werden.

An dieser Stelle bleibt weiterhin zu klären, warum sich Seitenunterschiede zwischen der rechten und der linken Seite zeigen. Auch hier ergaben sich unterschiedliche Erklärungsansätze, z. B. dass ein Bein das bessere (kräftigere oder gleichgewichtsbezogen besser trainierte) Standbein wäre oder dass eine Seite bessere Kompensationsbewegungen in der Luft ausführen kann. Auch ist denkbar, dass die „Schokoladenseite“, die insgesamt häufiger im Alltag genutzte und somit besser trainierte Seite ist, so dass sich über den Interventionszeitraum geringere Trainingseffekte abbildeten. Die Datenlage dieser Studie reicht nicht aus, um diese Frage zu klären, zumal sie im Vorwege nicht Untersuchungsgegenstand dieser Studie war.

6.5 Diskussion in Bezug auf die aufgestellten Hypothesen

1 *Beide Bewegungsprogramme verändern das körperliche und psychische Wohlbefinden der TeilnehmerInnen.*

Die hier dargestellten Resultate konnten diese Hypothese nicht bestätigen. Alle Probanden zeigten im Studienverlauf ein verbessertes körperliches und psychisches Wohlbefinden. Mehrere Gründe mögen dafür ursächlich sein. Zunächst einmal starteten alle Teilnehmer schon mit höheren physischen Summenscores in die Programme, als die für den SF-12 angegebene Normgruppe. Demnach fühlten sich die ProbandInnen dieser Studie schon vor Interventionsbeginn körperlich wohler als die Normgruppe. Dieser Umstand ließe sich durch das Rekrutierungsverfahren und die Besonderheit der GEK-Versicherten erklären. Sich auf ein Anschreiben einer Krankenkasse hin zu einem Präventionsprogramm zu melden, setzt schon ein Bewusstsein und Interesse für gesundheitsförderliches Verhalten voraus. Zusätzlich sind über die Ein- und Ausschlusskriterien insgesamt recht mobile, körperlich gesunde Senioren in dieser Studie aufgenommen worden. Dementsprechend wird sich dieses Klientel auch körperlich wohler fühlen als Personen mit deutlich größeren körperlichen Funktionseinbußen. Weitere Vergleiche mit Personengruppen, die aus dieser Studie ausgeschlossen wurden, wie z. B. Personen mit Diabetes mellitus Typ2, würden dazu beitragen das hier gefundene Ergebnis besser einzuordnen.

Das Nordic Walking erzielt insgesamt die höchsten Verbesserungen im psychischen Summenscore im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen.

Eine Vermutung für dieses Ergebnis liegt darin, dass die ProbandInnen das Bewegen in der freien Natur genossen. Das Bewegungsprogramm wurde in Hamburg an der Alster durchgeführt. Es regnete an keinem Termin innerhalb der 12 Wochen, und es konnte der Jahreszeitenwechsel von Frühling zu Sommer mit Aufblühen der Bäume uvm. direkt miterlebt werden. Viele der Teilnehmenden berichteten immer wieder davon, wie sehr sie sich auf die Termine freuten und wie gut ihnen das Programm täte.

Die hier beschriebene Naturnähe und Vielseitigkeit des Nordic Walkings können nach Liedtke & Lagerstrom (2004) auch Menschen in Bewegung bringen, die sonst dem aktiven Sport gegenüber eher zurückhaltend sind.

2 Nordic Walking unterscheidet sich vom Gleichgewichts- und Koordinationstraining in der Wirkung auf die Herz-Kreislauf-Funktionen, den Körperfettgehalt und die Gleichgewichtsleistung des Einbeinstands.

Für alle untersuchten Parameter konnten für das NW positive Entwicklungen festgestellt werden. Die aufgestellte These, dass Nordic Walking einen positiveren Einfluss auf die hier dargestellten kardialen Parameter nehmen kann, ist für diese Untersuchung widerlegt. Zwar zeigt das Nordic Walking in der Tendenz die in der Literatur beschriebenen positiven Effekte, der Absenkung der Ruheherzfrequenz, des systolischen Blutdrucks und des LF/HF-Quotienten, jedoch ist das GG+K dem Nordic Walking sowohl bei der Reduzierung der Blutdruckwerte, als auch bei den positiven Effekten auf die sympatho-vagale Balance überlegen.

In der Wirkung auf den Körperfettgehalt konnten zwar signifikante Veränderungen von t1 zu t2 festgestellt werden, bei denen das NW die höchste Reduzierung erzielte, jedoch sind die Gruppenunterschiede nicht signifikant. An dieser Stelle bestätigen sich jedoch die in der Literatur beschriebenen positiven Effekte des Nordic Walkings auf Stoffwechselprozesse in Verbindung mit der kardialen Leistung. Das Nordic Walking kann demnach als sanfte Ausdauertrainingsform mit gleichförmigen Pulsfrequenzen einen größeren Benefit im Bereich der Körperfettverbrennung erzielen als das GG+K mit den ständig wechselnden Pulsfrequenzen.

Für den Einbeinstand ergibt sich der erstaunliche Umstand, dass sich die Programme am Ende in der quantitativen Analyse nur gering voneinander unterscheiden. Das Gleichgewichts- und Koordinationstraining verbessert die Leistung des Einbeinstands zwar wie erwartet, jedoch wurden auch innerhalb der TeilnehmerInnen des Nordic Walkings große Verbesserungen der Gleichgewichtsleistung im Einbeinstand erzielt.

Das Ergebnis der verbesserten Gleichgewichtsleistung für das Nordic Walking erfolgt an dieser Stelle vermutlich aus dem dargelegten Zusammenhang von erhöhter Muskelkraft und einer daraus resultierenden verbesserten Balance.

Auch wenn die Datenlage nicht eindeutig klärt, worin die Ursachen dieser Verbesserungen in Bezug auf die Gleichgewichtsleistung liegen, so konnte doch gezeigt werden, dass sich die Gleichgewichtsleistung des Einbeinstands für beide Beine durch das Nordic Walking verbesserte. Hier bieten sich Anknüpfungspunkte für

weitere Forschungsvorhaben, um den genaueren Ursache-Wirkungskomplex zu erfassen.

3 Die Wirkung beider Programme auf die hier untersuchten physiologischen Parameter auf Männer und Frauen unterscheiden sich nicht.

Diese These ist mit den Ergebnissen für die TeilnehmerInnen dieser Studie nur an einer Stelle widerlegt. Dabei ergaben sich leichte Vorteile für die Effekte der Bewegungsprogramme auf den Körperfettanteil für die hier untersuchten Frauen. Die Frauen dieser Untersuchung zeigten signifikante Reduzierungen des Körperfettgehalts bei einer gleich bleibenden Körpermasse. Dieser Umstand deutet auf einen Zuwachs an Muskelmasse hin.

Frauen scheinen demnach an dieser Stelle mehr von dem Interventionsprogramm zu profitieren als Männer. Ursächlich hierfür mögen die unterschiedlichen, naturgemäßen körperlichen Voraussetzungen von Männern und Frauen sein. Frauen nach der Menopause sind im Bereich der Muskelkraft und der Elastizität des Bindegewebes geschwächt. Somit starten Frauen in der Altersgruppe mit einem schlechteren körperlichen Fitnesszustand in eine Trainingsmaßnahme und bieten ein höheres physisches Entwicklungspotential. Dieser Ansatz ist auch eine Möglichkeit der Erklärung, warum Frauen sturzgefährdeter sind als Männer.

Die schlechtere körperliche Konstitution der Frauen äußert sich auch in der kardialen Leistungsfähigkeit und der höheren Ruheherzfrequenz. Hier profitierten die Frauen insbesondere vom Gleichgewichts- und Koordinationstraining.

Es stellt sich schon bei der Interpretation der Ergebnisse der kardialen Parameter die Frage, ob die durch das Programm gesetzten Trainingsreize für die Männer zu gering waren. Wenn mit einem Interventionsprogramm sowohl Frauen als auch Männer erreicht werden sollen, müssten vorher die individuellen Leistungsgrenzen und Entwicklungsmöglichkeiten z. B. per Leistungsdiagnostik mit Ergo-Spirometrie erfasst werden und innerhalb der Bewegungsprogramme individuell mit Pulskontrolle gesteuert werden.

4 Probanden ohne bisherige sportliche Aktivität zeigen höhere Anpassungen an die beiden Bewegungsprogramme.

Diese Hypothese lässt sich nach den hier gefundenen Ergebnissen nicht bestätigen. Im Bereich der gemessenen kardialen Parameter zeigen die Teilnehmenden mit sportlicher Vorerfahrung die größeren positiven Effekte. Lediglich die Werte des systolischen Blutdrucks verhalten sich ähnlich. Die Ursachen dieses Ergebnisses werden in der Dauer der Interventionsmaßnahme vermutet. Ein einmaliger Trainingsreiz von 60 min pro Woche reicht demnach für die durch das Bewegungsprogramm erwünschten positiven kardialen Anpassungsleistungen nicht aus. Darüber hinaus bleibt zu diskutieren, ob die Interventionsdauer von 12 Wochen ausreichend ist.

5 Beide Bewegungsprogramme nehmen positiven Einfluss auf die Sturzrisikofaktoren Balance/Haltungsstabilität und Funktionsdefizite des Herz-Kreislauf-Systems.

Diese Hypothese kann als bestätigt gelten. Im Bereich der erfassten kardialen Parameter zeigten sich innerhalb der Interventionsgruppen insgesamt deutlichere Verbesserungen als innerhalb der Kontrollgruppe. Dabei sind unerwarteter Weise die positiven Effekte auf die Herz-Kreislauf-Regulation für das GG+K am größten. Die verbesserte Blutdruckmodulation, die sich aus den hier gefundenen Daten für die Interventionsgruppen ableiten lässt, spricht auch für eine damit einhergehende verbesserte Anpassungsleistung des Blutdrucks auf Bewegungsveränderungen im Raum. Somit kann Schwindelerscheinungen entgegengewirkt werden. Darüber hinaus führt die verbesserte Herz-Kreislauf-Regulation auch zu einer verbesserten Versorgung des Gehirns mit Sauerstoff und trägt somit zu einer verbesserten sensorischen Informationsverarbeitung bei.

Auch das komplexe System zur Sicherung der Gleichgewichtsleistung konnte durch die Bewegungsprogramme positiv beeinflusst werden. Die Bewältigung der Gleichgewichtsaufgabe des Einbeinstands verbesserte sich innerhalb der Interventionsgruppen deutlich im Vergleich zur Kontrollgruppe. Dabei stehen die Teilnehmenden der Interventionsgruppen insgesamt stabiler und aufrechter. Sofern sich dieses Ergebnis auf Alltagssituationen übertragen lässt, kann davon

ausgegangen werden, dass die Bewegungsprogramme durch die positive Einflussnahme auf die Gleichgewichtsleistung das Sturzrisiko senken.

7 Zusammenfassung / Fazit

Das primäre Ziel dieser Arbeit lag im Vergleich der Bewegungsprogramme GG+K und NW in ihrer Einflussnahme auf intrinsische Sturzrisikofaktoren. Hierbei wurden die Parameter der Herz-Kreislauf-Leistung und der Haltungsstabilität mit einem Hauptfokus belegt.

Die Auswertung der Fragebögen machte deutlich, dass die TeilnehmerInnen der Interventionsgruppen das subjektive Empfinden von Verbesserungen ihres körperlichen und psychischen Befindens zeigten.

Die Zunahme des körperlichen Wohlbefindens drückte sich u.a. aus durch:

- verbesserte Muskelkraft
- verbessertes Gleichgewicht
- weniger schnell außer Atem sein
- sich weniger beeilen zu müssen, um auf die Toilette zu kommen.

Das psychische Wohlbefinden verbesserte sich u.a. in folgenden Bereichen:

- weniger ängstlich und nervös
- mehr Teilnahme am gesellschaftlichen Leben
- weniger Angst zu stürzen.

Darüber hinaus wiesen die Ergebnisse dieser Studie folgende positive Effekte auf die definierten Parameter der Herz-Kreislauf-Funktionen nach:

- Die Ruheherzfrequenz sinkt bei den TeilnehmerInnen des GG+K, NW und insbesondere bei den sportlich aktiven ProbandInnen.
- Der systolische Blutdruck sinkt für alle Vergleichsvariablen. Durch das Gleichgewichts- und Koordinationstraining lässt sich dabei eine höhere Reduzierung erreichen als durch Nordic Walking.
- Der diastolische Blutdruck sinkt bei den TeilnehmerInnen des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings am deutlichsten.
- Die Herzfrequenzvariabilität erhöht sich für die sportlich aktiven TeilnehmerInnen.

Diese Resultate bestätigen zum Teil bisherige Studienergebnisse zur positiven Beeinflussung kardialer Parameter durch Sport.

Die besondere Rolle des Faktors „Sport ja“ bestätigt den dargestellten Einfluss von Trainingsdauer und Trainingsintensität. Einmal pro Woche mit jeweils 60 Minuten über 12 Wochen mit den dargestellten Bewegungsprogrammen reicht demnach nicht aus, um positiven Einfluss auf die Parameter Ruheherzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität zu nehmen.

Für die Ergebnisse des systolischen und diastolischen Blutdrucks gilt dies nicht. Der systolische Blutdruck sinkt für alle Teilnehmer, so dass die Trainingsintervention für alle verglichenen Parameter positive Effekte auf die Absenkung des systolischen Blutdrucks zeigt.

Anders als erwartet, erweist sich das Programm des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings als effektiver in der Absenkung des systolischen und diastolischen Blutdrucks. Dies deckt sich nicht mit den Trainingsempfehlungen, welche eine kontinuierliche Ausbauerbelastung zur Verbesserung der kardialen Leistungsfähigkeit propagieren. Ursächlich hierfür mag die Trainingsmethode sein, die für die schwankenden Herzfrequenzen des Gleichgewichts- und Koordinationstrainings in Verbindung mit ständigen orthostatischen Veränderungen höhere Anpassungsleistungen der Blutdruckregulation erfordert, als es beim Nordic Walking der Fall ist. Die Ergebnisse der sympatho-vagalen Balance unterstützen diese Vermutung.

Die Bewegungsprogramme zeigen positive Effekte auf die definierten kardialen Parameter, deren reduzierte Leistungsfähigkeit mit einem erhöhten Sturzrisiko einhergeht. Eine verbesserte Blutdruckregulation und erhöhte Herzfrequenzvariabilität lassen auf eine höhere Anpassungsleistung des Herz-Kreislauf-Systems schließen. Eine höhere Anpassungsfähigkeit vermindert z. B. Blutdruckabfall bei orthostatischen Veränderungen wie Drehbewegungen oder Aufstehen. Somit reduziert sich das Sturzrisiko unter diesen Bedingungen.

Für die Ergebnisse der Gleichgewichtsleistung gilt:

- Beide Interventionsprogramme verbessern die Gleichgewichtsleistung im Einbeinstand, während sich die TeilnehmerInnen der Kontrollgruppe nicht verbessern.
- Das Verhalten der Körperbewegungen während des Einbeinstands zu t2 innerhalb der Interventionsgruppen ist unterschiedlich: Während die

Teilnehmenden des GG+K-Programms auf der rechten Seite mehr schwanken, reduziert sich das posturale Schwanken für die TeilnehmerInnen des NW-Programms.

Die Interventionsprogramme nehmen positiven Einfluss auf die Haltungsstabilität im Einbeinstand. Dieses Ergebnis deutet auf ein verbessertes inter- und intramuskuläres Zusammenspiel während der Gleichgewichtsanforderung im Einbeinstand hin. Diese These wird gestützt durch die subjektiven Äußerungen der TeilnehmerInnen in Bezug auf einen Zuwachs an Muskelkraft und verbessertem physischen Wohlbefinden.

Darüber hinaus zeigen die beiden Interventionsprogramme unterschiedliche Effekte auf die hier erfassten Parameter.

Das **Gleichgewichts- und Koordinationstraining** zeigt dabei:

- eine Reduzierung des Körperfettgehalts, jedoch in geringerem Maße als das Nordic Walking
- größere Effekte in der Reduzierung des systolischen und diastolischen Blutdrucks aller ProbandInnen als das Nordic Walking
- die Verbesserungen im Einbeinstand durch das GG+K werden rechts mit vermehrtem posturalen Schwanken erzielt

Das **Nordic Walking** nimmt folgende Einflüsse auf die erfassten Parameter:

- eine Reduzierung des Körperfettgehalts in höherem Maße als das Gleichgewichts- und Koordinationstraining
- Reduzierung des systolischen und diastolischen Blutdrucks
- die Verbesserungen im Einbeinstand durch das NW werden unter reduziertem posturalen Schwanken erzielt

Es lässt sich anhand der hier vorliegenden Ergebnisse keines der beiden Bewegungsprogramme favorisieren. Beide Programme tragen zur Reduktion von Sturzrisikofaktoren bei, wobei jedes Programm auf seine Weise wirksam wird.

Darüber hinaus sollte das Training mindestens zweimal pro Woche langfristig stattfinden, um für alle Teilnehmenden positive Trainingsreize zu setzen, die nachhaltig wirksam sind.

Um den Vorteilen beider Programme gerecht zu werden, sollten beide Programme miteinander verbunden werden. Entweder kann dies durch zwei unterschiedliche Trainingseinheiten pro Woche realisiert werden, oder das Nordic Walking kann mit koordinativen Elementen zu einem „*koordinativen Nordic Walking*“ erweitert werden. Diese Idee wird unterstützt durch eine Untersuchung von Hausdorff et al. (2005), in der festgestellt wurde, dass Gehen für ältere Menschen eine komplexere kognitive Aufgabe darstellt, die vergleichbar ist mit dem Fangen eines Balles. Den Autoren zufolge benötigt das Gehen komplexe kognitive Ressourcen und ausführende Funktionen wie Abschätzen, Planen und Adaption an innere und äußere Bedingungen. Ein Walking-Programm allein würde dann als Trainingsreiz nicht ausreichen. Auf Grundlage der Ergebnisse werden analog zu Wood et al. (2005) multifaktorielle Trainingsinterventionen favorisiert, die sowohl sensorische als auch kognitive Funktionen verbessern, um die Alltagsfunktionalität von Senioren möglichst lange zu erhalten. Für sich genommen wurden diese komplexen Aufgaben, die sowohl sensorische als auch kognitive Funktionen trainieren, im Gleichgewichts- und Koordinationstraining in unterschiedlichen Situationen immer wieder ausgeübt. Innerhalb eines herkömmlichen Nordic Walkings würden diese Übungen vernachlässigt werden und somit deren Einfluss auf Entwicklungspotentiale der Senioren verloren gehen. In der Kombination der beiden Programme entsteht mit dem „*koordinativen Nordic Walking*“ eine qualitativ neue Trainingsform.

Ob sich die Anzahl der Stürze durch die beiden Bewegungsprogramme reduzieren lässt, ist mit diesem Studiendesign nicht nachzuprüfen. Hierzu müssten die Sturzdaten in einem follow-up erfasst werden und mit einer weiteren vergleichbaren Kontrollgruppe in Beziehung gesetzt werden.

Darüber hinaus muss kritisch hinterfragt werden, ob die hier gefundenen Verbesserungen des Einbeinstands auf alle bewegten Alltagssituationen übertragbar sind. Zu diesem Kritikpunkt ist jedoch anzumerken, dass die Interventionsprogramme nicht gezielt die Aufgabe des 45-Sek-Einbeinstands trainierten, sondern die Verbesserungen des Einbeinstands ebenfalls nur Produkt eines verbesserten körperlichen Zustands darstellten, der durch die Trainingsprogramme hervorgerufen wurde. Daher ist eine Übertragbarkeit in Alltagssituationen zumindest anzunehmen, müsste jedoch durch weitere Studien mit alltagsnahen koordinativen Testungen bestätigt werden.

Es bleibt aber insgesamt festzuhalten, dass sich einzelne Sturzrisikofaktoren durch die Bewegungsprogramme positiv beeinflussen und reduzieren lassen können.

Ein nicht zu verachtendes positives Ergebnis dieser Studie, das mit dem vorliegenden Studiendesign nicht erfasst werden konnte, ist die Aktivierung und Freude der TeilnehmerInnen.

Auch mehr als ein Jahr nach Beendigung der Interventionsgruppen sind viele der Senioren immer noch in Gleichgewichts- und Koordinationskursen aktiv oder treffen sich regelmäßig einmal im Monat zum Nordic Walking in ihrer Gruppe.

8 Handlungsempfehlungen / Ausblick

Die Handlungsempfehlungen und der Ausblick vollziehen sich auf zwei Ebenen. Zunächst wird ein Überblick über weiteren, aus dieser Studie resultierenden Forschungsbedarf erstellt. Danach erfolgt eine Zusammenstellung von Handlungsempfehlungen für weitere Präventionskurse innerhalb des Angebots von Krankenkassen.

Weiterer Forschungsbedarf

Interessanterweise konnte in dieser Studie festgestellt werden, dass sich das Gleichgewichts- und Koordinationstraining positiver auf die Parameter des Herz-Kreislauf-Systems auswirkt als das Nordic Walking. Die Trainingsempfehlungen im Bereich der Primärprävention zur Verbesserung der Herz-Kreislauf-Leistung sollten überdacht und überprüft werden. Dabei sollte der Einbezug von Programmen unter multi-task-Bedingungen zur Stressreduktion und Ausdauerentwicklung mit Intervallprogrammen diskutiert werden.

Der nächste Anknüpfungspunkt für weitere Forschungsarbeiten ergab sich aus dem hier gefundenen Unterschied der beiden Bewegungsprogramme in ihrer Einflussnahme auf die Gleichgewichtsleistung im Einbeinstand. Warum schwanken die TeilnehmerInnen des GG+K für die rechte Seite mehr und können trotzdem ihre Gleichgewichtsleistung verbessern? Ist dies ein kontrollierteres, kohärenteres Schwanken? Können bildgebende Verfahren die hier erfassten Daten dahingehend auswerten? Hätte eine zusätzliche Verlaufbestimmung des Körperschwerpunktes unter Hinzunahme einer Kraftmessplatte während der Messungen die Interpretation der Daten erleichtern können?

Daneben stellt sich die Frage der differenzierteren Darstellung der Verbesserungen innerhalb des Nordic Walking-Programms in Bezug auf die Gleichgewichtsleistung. Mittels EMG-Messungen und spezifischen Krafttests könnten die hier aufgestellten Thesen überprüft werden.

Gleichzeitig sollte unter alltagsnahen Multi-task-Bedingungen der Transfer von Trainingsinhalten und deren Effekte auf Anforderungssituationen des alltäglichen Lebens überprüft werden.

Die Trainingsprogramme sollten weiterhin auf ihre jeweiligen Ziele hin überdacht werden. Wenn mögliche Sturzsituationen im Alltag verhindert werden sollen, dann

müssten mehr komplexe Handlungsanforderungen des Alltags in die Bewegungsprogramme eingearbeitet werden, die ein flexibles, situatives Handeln erfordern (z. B. um eine wackelige Situation im Bus nachzustellen, auf einem ausreichend gesicherten Mattenwagen stehend umherfahren, dabei den Wagen starten und stoppen). Diese Handlungsanforderungen oder Bewegungsaufgaben sollten wie im Programm des hier durchgeführten Gleichgewichts- und Koordinationstrainings aufeinander aufbauen. Darüber hinaus sollten die verschiedenen Möglichkeiten und Strategien zur Gleichgewichtserhaltung in bewegten Situationen thematisiert und erprobt werden. Hierdurch können die Teilnehmenden ihr Bewegungsrepertoire erweitern und besitzen in sturzgefährdeten Situationen eine höhere Auswahl an Bewegungskompetenzen.

Ein weiterer Punkt ist die Erfassung der Bewegungsbiografie. Es ist davon auszugehen, dass sich ein Mensch, der ein Leben lang Sport treibt, nicht nur durch bessere körperliche Fitness von sportlich inaktiven Menschen unterscheidet, sondern auch in dem ihm selbst zur Verfügung stehenden Bewegungsrepertoire. Dieses Bewegungsrepertoire umfasst alle erlernten Bewegungsformen und ist nach dem Prinzip des „Lebenslangen Lernens“ bis ins hohe Alter ausdifferenzierbar. Je mehr sich der Mensch in unterschiedlichen Sportarten bewegt hat, umso mehr Bewegungsmöglichkeiten und Handlungsspielräume stehen ihm offen. Diese Bewegungsbiografien werden bisher zu selten berücksichtigt. Es ist ebenso kein standardisiertes Evaluationsinstrument zur Erfassung der Bewegungsbiografie beschrieben. Um ein Sturzrisiko abzuschätzen und Ansatzpunkte zur individuellen Ressourcenentwicklung zu finden, aber auch um die Gleichgewichtsleistung in bewegten Situationen zu erklären, ist die Entwicklung eines solchen Instruments jedoch notwendig.

Der letzte Anknüpfungspunkt innerhalb der Sturzforschung ist die Langzeitüberprüfung der Bewegungsprogramme zur Sturzprävention. Hierbei sollte erfasst werden, ob über einen Zeitraum von 5-10 Jahren tatsächlich die Anzahl der Erst- und Folgesturzereignisse sinkt. Dabei sollte natürlich auch die Art des Interventionsprogramms berücksichtigt und diskutiert werden.

Handlungsempfehlungen für die Krankenkassen und weitere Kurse

Die StudienteilnehmerInnen dieser Studie zeigten in der Anamnese bereits auffällig viele Vorerkrankungen und funktionelle Defizite. Von den 133 in dieser Untersuchung ausgewerteten Anamnesebögen erklärten nur 29 Personen, keine Vorerkrankungen zu haben. Dies bedeutet, dass ein Interventionsprogramm eigentlich auch in der Sekundärprävention angeboten werden müsste.

Zusätzlich ist es notwendig, mehr qualifizierte KursleiterInnen auszubilden, die Bewegungsprogramme, in denen funktionelle Probleme des Alters berücksichtigt und aufgefangen werden können, anzubieten vermögen. Eine Öffnung der Finanzierung für Sekundärprävention für entsprechend qualifizierte Bewegungswissenschaftler wäre sinnvoll, da die Physio- und Bewegungstherapeuten den Bedarf an Angeboten nicht abdecken können. Darüber hinaus fehlt dieser Berufsgruppe häufig die sportartübergreifende, gerontologische Ausbildung, die nötig ist, um bedarfsgerechte Seniorenangebote zu konzipieren.

Für den Bereich der Primärprävention von Stürzen ist die in dieser Studie ausgewählte Altersgruppe möglicherweise schon zu alt. Um nachhaltige positive Effekte auf die Reduktion von Sturzrisikofaktoren zu erzielen, müsste viel früher mit dem Training begonnen werden. Daher sind Sportgruppen ab 50+ zu empfehlen, wenn diese durch entsprechend ausgebildete Kursleitungen angeboten werden. In den Kursen sollte es darum gehen, ein Bewusstsein für das Thema zu entwickeln. Je eher mit dem gezielten Bewegen begonnen wird, umso besser können Funktionseinbußen im hohen Alter kompensiert werden. Dabei zeigt jeder Mensch sein eigenes Profil von Stärken und Schwächen, so dass nach einem Baukastenprinzip einzelne Fähigkeiten erhalten und ausdifferenziert werden können.

Diese Untersuchung hat gezeigt, dass nicht nur Nordic Walking als sanfte Ausdauersportart ihren Platz in der Primärprävention einnehmen kann, sondern auch das Gleichgewichts- und Koordinationstraining in den Angebotskatalog zur Primärprävention aufgenommen werden sollte.

Bei der Gestaltung weiterer Angebote ist es wichtig, diese am Alltag der Senioren zu orientieren, wie es in den hier genannten Konzepten von Nagel (1997) und Weerdestyn (2006) geschehen ist. Darüber hinaus sollten Alltagssituationen, in

denen die Senioren ängstlich sind zu stürzen, wie das Stehen während des Anfahrens eines Autobusses, oder der Umgang mit Glätte im Winter, thematisiert und entsprechende (Bewegungs-) Handlungsstrategien erarbeitet werden. Hierzu eignet sich besonders gut das Konzept von Nagel (1997), weil es die Nachstellung von Alltagshandlungen beinhaltet. Es arbeitet mit Bewegungsaufgaben, die Bewegungslösungen provozieren, welche in der Folge perzeptiv verarbeitet werden. Diese Art der Übungen sichert eine nachhaltige Ausbildung von Bewegungskompetenzen, die in vielen unterschiedlichen Handlungssituationen einsetzbar sind.

Innerhalb der Programme sollten die Trainingsinhalte Kraft, Balance, Reaktionsvermögen und Verhalten in multi-task-Situationen vermittelt werden.

Im Rahmen eines multidisziplinären Verständnisses ist es an dieser Stelle wichtig zu betonen, dass den Senioren innerhalb der Bewegungskurse ein Bewusstsein über eigene Fähigkeiten, Kompetenzen und Ressourcen vermittelt wird. Gleichzeitig können sie exemplarisch im Kurs Übungen kennenlernen, die ihre eigenen Potentiale weiterentwickeln.

Ein darüber hinaus zu beachtender Punkt ist die Trainingshäufigkeit. Die Programme sollten zwei regelmäßige Termine pro Woche beinhalten. Damit die Senioren sich nach Beendigung des Bewegungsprogramms für weitere Aktivitäten selbst organisieren können, sollte das Programm die sozialen Kontakte fördern und Optionen für Anschlussangebote bieten.

Um für die Senioren ein geeignetes Programm zu finden, könnte ein eigenes Beratungsnetzwerk geschaffen werden, welches die entsprechenden Angebote in der Wohnumgebung der Senioren erfasst, inhaltlich kennt und somit die jeweilige Person mit ihren Wünschen und Ressourcen einem Programm zuordnen kann. Dadurch kann dazu beigetragen werden, dass die Bewegungsprogramme langfristig mit Spaß ausgeübt werden.

„Add more life to years, not more years to life.“

(Leitmotiv der Gerontologie)

9 Literatur

- Aigner, A., Ledl-Kurkowski, E., Hörl, S. & Salzmann, C. (2004). Effekte von Nordic Walking bzw. normalem Gehen auf Herzfrequenz und arterielle Laktatkonzentration. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*, 3, 32-36.
- Alexander, N.B. (1994). Postural control in older adults. *Jags*, 42, 93-108.
- Andersen, L.B. (1995). Physical activity and physical fitness as protection against premature disease or death. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 5, 318-328.
- Arakawa, K. (1993). Antihypertensive mechanism of exercise. *Journal Hypertension*, 11, 223-229.
- Aubert, A.E., Seps, B. & Beckers, F. (2003). Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med*, 33 (12), 889-919.
- Auswertestandard AS 200 - Auswertung der Rohdaten des AS200-Systems, erstellt am FB Bewegungswissenschaften der Universität Hamburg, März 2005.
- Bachl, N. (2003). Ist medizinische Trainingssteuerung der primären Prävention zur Gesundheitsförderung notwendig?. In D. Jeschke & R. Lorenz (Hrsg.), *Bundesinstitut für Sportwissenschaft. Wissenschaftliche Berichte und Materialien* (S. 248). Köln: Sport & Buch Strauß.
- Bader-Johansson, C. (2000). *Motorik und Interaktion*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Balasubramaniam, R., Riley, M.A. & Turvey, M.T. (2000). Specificity of postural sway to the demands of a precision task. *Gait & posture*, 11 (1), 12-24.
- Baltes, P.B. (1999). Alter und Altern als unvollendete Architektur der Humanontogenese. *Z. Gerontol Geriat*, 32, 433-448.
- Baltes, P.B. (1990). Entwicklungspsychologie der Lebensspanne: Theoretische Leitsätze. *Psychologische Rundschau*, 41, 1-24.
- Baum, K. (2002). Die Bedeutung körperlichen Trainings in der Prävention älterer Menschen. *Therapeutische Umschau*, 57 (7), 323-327.
- Baumann, A.E. (2003). Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000-2003. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7 (1), 6-19.
- Beauchet, O., Dubost, V., Gonthier, R. & Kressing, R.W. (2005). Dual-Task-Related Gait Changes in Transitionally frail older adults: A Type of the Walking-Associated Cognitive Task Matters. *Gerontology*, 51, 48-52.
- Becker, C., Lindenmann, U., Reißmann, U. & Warnke, A. (2006). *Sturzprophylaxe*. (2., überarb. Auflage). Hannover: Vincentz Network.
- Benzer, W. & Oldridge, N.B. (2001). Aktuelle Konzepte in der kardiologischen Rehabilitation. Medizinische Überlegungen und Endpunktbewertungen. *J Clin Basic Cardiol*, 4, 3-13.
- Berlin, J.A. & Colditz, G.A. (1990). A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *American Journal of Epidemiology*, 132, 612-628.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (1999). *Biologische Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2006). *Biologische Psychologie* (6., überarb. Auflage). Heidelberg: Springer Verlag.
- Birkhofer, A., Schmidt, G. & Förstl, H. (2005). Herz und Hirn - Die Auswirkungen psychischer Erkrankungen und ihrer Therapie auf die Herzfrequenzvariabilität. *Fortschr. Neurol. Psychiat*, 73, 192-205.
- Blair, S.N., Cheng, Y. & Holder, J.S. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (6), 379 - 399.
- Blair, S.N., Goodyear, N.N., Gibbons, L.W. & Cooper, K.H. (1984). Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA*, 252, 487-490.
- Blair, S.N., Kampert, J.B., Kohl, H.W., Barlow, C.E., Macera, C.A., Paffenbarger, R.S. & Gibbons, L.W. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and allcause mortality in men and women. *JAMA*, 276, 205-10.

- Boer, M.R., Pluijm, S.M., Lips, P., Moll, A.C., Völker-Dieben, H.J., Deeg, D. & van Rens, G. (2004). Different aspects of visual impairment as risk factors for falls and fractures in older men and women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19 (9), 1539-1547.
- Bös, K. & Brehm, W. (2006). *Handbuch Gesundheitssport*. (2., vollst. überarb. Aufl.). Schorndorf: Hofman.
- Bouchard, C. (2001). Physical Activity, and Health: introduction to the dose – response symposium. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (6), 347 – 350.
- Bouchard, C. & Shepard, R.J. (1994). Physical activity, Fitness and Health: The Model and Key Concepts. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical Activity, Fitness and Health* (pp. 77-88). Champaign: Human Kinetics.
- Bowman, T.S., Sesso, H.D. & Gazian, J.M. (2006). Effect of Age on Blood Pressure Parameters and Risk of Cardiovascular Death in Men. *American Journal of Hypertension*, 19, 47-52.
- Brechtel, L. & Wolff, R. (2003). Zum Verhalten der Herzfrequenzvariabilität im Zyklusverlauf. *BISp-Jahrbuch 2003*, 175-182.
- Brunelle, E. & Miller, M.K. (1998). The Effects of Walking Poles on Ground Reaction Forces. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, A30-31.
- Brunetto, A.F., Roseguini, B.T., Silva, B.M., Hirai, D.M. & Guedes, D.P. (2005). Effects of Gender and Aerobic Fitness on Cardiac Autonomic Responses to Head-Up-Tilt in Healthy Adolescents. *Padiatric Cardiology*, 26, 418-424.
- Buchheit, M & Gindre, C. (2006). Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *Am.J. Physiol. Heart Circ Physiol*, 3. H451-8
- Buchheit, M., Simon, C., Viola, A.U., Doutreleau, S., Piquard, F. & Brandenberger, G. (2004). Heart Rate Variability in Sportive Elderly: Relationship with Daily Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 36 (4), 601-5
- Bugnariu, N. & Sveistrup, H. (2006). Age-related changes in postural responses to externally- and self-triggered continuous perturbations. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 42, 73-89.
- Bullinger, M. & Kirchberger, I. (1998). *SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand*. Göttingen: Hogrefe.
- Burger, R. & Grüneberg, C. (2006). Nordic Walking – Gesundheitssport?!? 7. *Gemeinsames Symposium der dvs-Sektion Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft, Abstractband*, 153.
- Butts N.K., Knox K.M. & Foley T.S. (1995). Energy costs of walking on a dual-action treadmill in men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 27, 121-125.
- BZgA Bundeszentrale für Gesundheitliche Aufklärung (2003). *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung* (4. erw. Aufl.) Schwabenheim: Peter Sabo Verlag.
- Carter, J.B., Banister, E.W. & Blaber, A. (2003). The Effect of Age and Gender on Heart Rate Variability after Endurance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 35(8), 1333-40
- Cao, C., Ashton-Miller, J.A., Schultz, A.B. & Alexander. N.B. (1997). Abilities to turn suddenly while walking: effects of age, gender and available response time. *Journal of Gerontology*, 52A, M88-M93.
- Chang, J.T. Morton, S.C., Rubinstein, L.Z., Mojica, W.A., Maglione, M., Suttrop, M.J., Roth, E.A. & Shekelle, P.G. (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*, 328.
- Church, T.S., Earnest, C.P. & Morss, G.M. (2002). Field testing of physiological responses associated with Nordic walking. *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*, 73 (3), 296-300.
- Conzelmann, A. (1999). Plastizität - eine zentrale Leitorientierung des Forschungsprogramms "Motorische Entwicklung in der Lebensspanne". *psychologie und sport*, 6 (3), 76-89.
- Corriveau, H., Hebertab, R., Raicha, M., Dubois, M.-F. & Princeac, F. (2004). Postural stability in the elderly: empirical confirmation of a theoretical model. *Arch Gerontol Geriat*, 39 (2), 163-177.
- Cress, M.E., Buchner, D.M., Prohaska, T., Rimmer, J., Brown, M., Macera, C., Depietro, L. & Chodzko-Zajko, W. (2006). Best practices for physical activity programs and behavior counseling in older adult populations. *Eur Rev Aging Phys*, 3, 34-42.

- DEGAM (2004). *Leitlinie Nr.4 - Der ältere Sturzpatient*. Düsseldorf: omikron publishing.
- de Marées, H. (2003). *Sportphysiologie* (9. vollst. überarb. Aufl.). Köln: Sport & Buch Strauß.
- Denk, H., Pache, D. & Schaller, H.J. (2003). *Handbuch Altersport*. Schorndorf: Hofmann.
- DQNP (2005). *Expertenstandard: Sturzprophylaxe in der Pflege*. Osnabrück: Schriftenreihe des deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege.
- Ehsani, A.A. (2001). Exercise in patients with hypertension. *Am J Geriatr Cardiol*, 10 (5), 253-259 & 273.
- Elliot, J.A., Jamieson, J.L., Donelley, M.L. & Malone, M. (2004). New Falls Risk Self Assessment Questionnaire for Seniors. *J.Can Geriatr.Soc*, 7, 98-102.
- Esperer, H.D. (2003). *Physiologische Grundlagen der Herzfrequenzvariabilität* (dvs, 142, 11-40). Hamburg: Czwalina.
- Fagard, R.H. (2001). Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, S484-S492.
- Fiechter, V. & Meyer, M. (1993). *Pflegeplanung. Eine Anleitung für die Praxis* (9. Aufl.) Basel: Recom.
- Figueiredo, P.A., Mota, M.P., Appell, H.J. & Duarte, J. (2006). Ceasing of muscle function with aging: is it the consequence of intrinsic muscle degeneration or a secondary effect of neuronal impairment? *Eur Rev Aging Phys Act*, 3, 75-83.
- Forte, R., De Vito, G. & Figura, F. (2003). Effects of dynamic resistance training on heart rate variability in healthy older women. *Eur. J. Appl. Physiol*, 89, 85-89.
- Fouque, F., Bardy, B.G., Stoffregen, T.A. & Bootsma, R.J. (1999). Action and Intermodal Information Influence the Perception of Orientation. *Ecological Psychology*, 11 (1), 1-43.
- Freitas, S.M.S.F., Wieczorek, S.A., Marchetti, P.H. & Duarte, M. (2005). Age-related changes in human postural control of prolonged standing. *Gait & Posture*, 22, 322-330.
- Freund, A.M. & Baltes, P.B. (2002). Life-Management Strategies of Selection, Optimization and Compensation: Measurement by Self-Report and construct validity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82 (4), 642-662.
- Gabel, H. (1984). Der Beitrag der wichtigsten sensorischen Analysatoren zur Gleichgewichtserhaltung. *Motorik*, 7 (3), 129-137.
- Galetta, F., Franzioni, F., Femia, F.R., Roccella, N., Pentimone, F. & Santoro, G. (2005). Lifelong physical training prevents the age-related impairment of heart rate variability and exercise capacity in elderly people. *J Sports Med Phy Fitness*, 45, 217-21.
- Gassmann, K.G. (2004). Stürze im Alter und ihre Folgen. *Internistische Praxis*, 44, 557-564.
- Gerthsen, C. & Vogel, H. (1993). *Physik. Ein Lehrbuch zum Gebrauch neben Vorlesungen* (17. verb. und erw. Auflage). Berlin: Springer-Verlag.
- Gillespie, L.D., Gillespie, W.J., Robertson, M.C., Lamb, S.E., Cumming, R.G. & Rowe, B.H. (2005). Intervention for preventing falls in elderly people (Review). *The Cochrane Collaboration*, 4.
- Granacher, U. (2003). *Neuromuskuläre Leistungsfähigkeit im Alter (>60 Jahre): Auswirkungen von Kraft- und Sensomotorischem Training*. Inaugural-Dissertation Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Granacher, U. & Gollhofer, A. (2005). Auswirkungen des Alterns auf die Schnellkraftfähigkeit und das Reflexverhalten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (3), 68-72.
- Greiser, K.H., Kluttig, A., Schumann, B., Kors, J., Swenne, C.A., Kuss, O., Werdan, K. & Haerting, J. (2005). Cardiovascular disease, risk factors and heart rate variability in the elderly general population: Design and objectives of the CARdiovascular disease, Living and Ageing in Halle (CARLA) Study. *BMC Cardiovascular disorders*, 5, 33.
- Guardiera, P., Bock, O. & Allmer, H. (2003). Bewältigung von Doppelaufgaben im Alter. *dvs-Symposium zum Thema : Transferphänomene in der Motorik*.
- Gunzelmann, T., Albani, C., Beutel, M. & Brähler, E. (2006). Die subjektive Gesundheit älterer Menschen im Spiegel des SF-36. *Z Gerontol Geriatr*, 39, 109-119.
- Habermann, N. (2006). *Nordic Walking in der Prävention - eine Sichtung der Fachdiskussion*. unveröffentlichte Diplomarbeit am FB Bewegungswissenschaft der Universität Hamburg.
- Hagen, M., Hennig, E.M. & Stieldorf, P. (2006). Belastungsgrößen beim Nordic Walking im Vergleich zum Laufen. *E-Journal Bewegung und Training*, i.V.

- Hausdorff, J.M., Yogev, G., Springer, S., Simon, E.S. & Giladi, G. (2005). Walking is more like catching than tapping: Gait in the elderly as a complex cognitive task. *Exp Brain Res*, 164, 541-548.
- Hautala, A.J., Mäkikallio, T.H., Kiviniemi, A., Laukkanen, R.T., Nissilä, S., Huikuri, H.V. & Tulppo, M.P. (2003). Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 285, H1747-H1752.
- Heckhausen, J. & Schulz, R. (1995). A Life-Span Theory of control. *Psychological Review*, 102 (2), 284-304.
- Heinz, M. (2003). Nordic Walking. Auch als Rehabilitationsmethode geeignet. *Sportverletzung Sportschaden*, 17 (2), 55.
- Heitkamp, H.-C., Horstmann, T., Mayer, F., Weller, J. & Dickhuth, H.-H. (2001). Gain in Strength and Muscular Balance After Balance Training. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 285-290.
- Hirtz, A., Hotz, A. & Ludwig, G. (2005). *Gleichgewicht* (2. unveränd. Auflage). Schorndorf: Hofman.
- Hirtz, P., Hotz, A. & Ludwig, G. (2000). Äquilibration des Gleichgewichts. Gleichgewicht. Praxisideen 2. (S.36-40) Schorndorf. Hofman
- Höltke, V., Steuer, M., Jöns, H., Krakor, S., Steinacker, T. & Jakob, E. (2005). Walking vs. Nordic Walking - Belastungsparameter im Vergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (7/8), 243.
- Hollmann, W. (2001). Leistungen der Sportmedizin für die Kardiologie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (6), 190-196.
- Horak, F. (1997). Clinical assessment of balance disorders. *Gait & Posture*, 6, 76-84.
- Horak, F.B., Henry, S.M. & Shumway-Cook, A. (1997). Postural Perturbations: New Insights for Treatment of Balance Disorders. *Physical Therapy*, 77 (5), 517-532.
- Horak, F.B., Shupert, C.L. & Mirka, A. (1989). Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiology of Aging*, 10 (6), 727-738.
- Hossner, E.-J. (1995). *Module der Motorik*. Schorndorf: Hofmann.
- Hottenrott, K., Lauenroth, A. & Schweisg, R. (2004). Der Einfluss eines achtwöchigen Walkingstrainings auf die Herzfrequenz und die Herzfrequenzvariabilität bei über 60jährigen. In K. Hottenrott (Hrsg.), *Herzfrequenzvariabilität im Fitness- und Gesundheitssport* (S. 191-197), dvs Band, 142.
- Houner, M. (2002). Körperliche Aktivität und kardiovaskuläre Erkrankungen - Prävention und Rehabilitation. In G. Samitz & G. Mensink (Hrsg.), *Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie* (S. 107-120). München: Hans Marseille.
- Hu, M.H. & Wollacott, M.H. (1996). Balance evaluation, training and rehabilitation of frail fallers. *Rev. Clin. Gerontol.*, 6, 85-99.
- Hurrelmann, K. (2000). *Gesundheitssoziologie*. Weinheim: Juventa.
- Isableu, B. & Vuillerme, N. (2006). Differential integration of kinaesthetic signals to postural control. *Exp Brain Res*, 174, 763-768.
- Jeschke, D. & Zeilberger, K.H. (2004). Altern und körperliche Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt*, 101 (12), 789-798.
- Jeukendrup, A.E. (2005). Fettverbrennung und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (9), 337-338.
- Jordan A.N., Olson T.P., Earnest C.P., Morss G.M. & Church T.S. (2001). Metabolic cost of high intensity poling while nordic walking versus normal walking. *Med Sci Sports Exerc*, 33, Suppl S 86.
- Jöllenebeck, T., Leyser, D. & Grüneberg, C. (2006). Nordic Walking - Eine Feldstudie über den Mythos Gelenkentlastung. Prävention und Rehabilitation. *Schriften des BISP*, i. Dr.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H. & Jessel, T.M. (1995). *Neurowissenschaften. Eine Einführung*. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akad. Verlag.
- Karinkata, S., Heinonen, A., Sievänen, H., Uusi-Rasi, K. & Kannus, P. (2005). Factors Predicting Dynamic balance and Quality of life in Home-Dwelling Elderly Women. *Gerontology*, 51, 116-121.
- Kejonen, P., Kauranen, K. & Vanharanta, H. (2003). The relationship between anthropometric factors and body balancing movements in postural balance. *Arch Phys Med Rehabil*, 84 (1), 17-22.

- Kelly, G. (1997). Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: A meta-analysis. *J. Appl. Physiol.*, 82, 1559-1565.
- Kelly, G. & Tran, Z.V. (1995). Aerobic exercise and normotensive adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 1371-1377.
- Kent, M.H. (1998). *Wörterbuch Sportwissenschaft und Sportmedizin*. Wiesbaden, Limpert Verlag.
- Ketelhut, R.G. (2004). Körperliche Aktivität zur Behandlung des arteriellen Hochdrucks. *Deutsches Ärzteblatt*, 101 (50), A3426-A3432.
- Kindermann, W. (2003). Kann körperliches Training den Bluthochdruck senken? *CardioVasc*, 4, 34- 40.
- Kline-Mangione, K. (1995). Frailty research: A review of the FICSIT trails. *Top Geriatr Rehabil*, 11 (2), 61-70.
- Klingenheben, T., Zabel, M. & Hohnloser, S.H. (1998). Kurzzeitanalyse der Herzfrequenzvariabilität im Zeitbereich zur Prognosebeurteilung nach Myokardinfarkt: methodologisch sinnvolle Alternative zum Langzeit-EKG? *Zeitschrift für Kardiologie*, 87, 128-133.
- Krampe, R.T., Rapp, M.A., Bondar, A. & Baltes, P.B. (2003). Selektion, Optimierung und Kompensation von Doppelaufgaben. *Der Nervenarzt*, 3, 211-218.
- Laque, M., Becker, S., Knigge, H., Montiel, G., Stromann, K. & Predel, H.G. (2005). Verschiedene Walking Techniken verbessern das kardiovaskuläre Risikoprofil bei postmenopausalen Frauen mit Hypercholesterinämie: Postmenopausal exercise prevention programme (PEPP). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (7/8), 207.
- Lazaro, A. (2000). "Das menschliche Gleichgewicht - Ein komplexes Phänomen.". *motorik*, 23 (2).
- Lee, I.M., Sesso, H.D. & Paffenbarger, R.S. (2000). Physical activity and coronary heart disease risk in men: Does the duration of exercise episodes predict risk? *Circulation*, 102 (9), 981-986.
- Lee, I.M., Rexrode, K.M., Cook, N.R., Manson, J.E. & Buring, J.E. (2001). Physical activity and coronary heart disease in women: Is "no pain, no gain" passé? *Journal of American Medical Association*, 285 (11), 1447-1454.
- Lekhel, H., Marchand, A.R., Assaiante, C., Cremieux, J. & Amblard, B. (1994). Cross-correlation analysis of the lateral hip strategy in unperturbed stance. *NeuroReport*, 5, 1293-1296.
- Lindenberger, U., Marsiske, M. & Baltes, P.B. (2002). Memorizing while Walking: Increase in Dual-Task-Costs from young Adulthood to old Age. *Psychology and Aging*, 15 (3), 417-436.
- Liedtke, G. & Lagerstrom, D. (2004). Nordic Walking - Megatrend, Gesundheitssport oder natürliche Bewegungsweise? *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 20, 178-183.
- Lippens, V. & Nagel, V. (2006a). An Emerging Area of elderly-research: functional integration of action instead of central competition of resources? In H. Mechling, M. Bracht, S. Eichberg & P. Preuss (Hrsg). *Xth International Conference of Physical Activity and Successful Aging. Book of Abstracts*. Köln, S.48
- Lippens, V. & Nagel, V. (2006b). Zur Messproblematik der Koordinations-Leistung bei älteren Senioren. In K. Witte, J. Edelmann-Nusser, A. Sabo & E.F. Moritz (Hrsg.), *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis IV* (S. 267-275). Aachen: Shaker.
- Lippens, V., Nagel, V. & Schröder, J. (2006c). Smart balance performance facilitates suprapostural activity. In H. Mechling, M. Bracht, S. Eichberg & P. Preuss (Hrsg). *Xth International Conference of Physical Activity and Successful Aging. Book of Abstracts*. Köln, S. 140.
- Lippens, V. & Schröder, J. (2006d). Wenn schon, denn schon! Zentrale Ressourcen oder funktionale Integration von supra-posturalen Aufgaben beim Balancieren? In A. Kieberle (Hrsg.), *Unbewusste Handlungssteuerung im Sport* (S. 177-188). Stuttgart: Hofmann Verlag.
- Löllgen, H. (2004). Alter, Altern und Bewegung. *Deutsches Ärzteblatt*, 101 (12), 788-789.
- Löllgen, H. (2003). Primärprävention kardialer Erkrankungen. Stellenwert der körperlichen Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt*, 100 (15), 828-834.
- Löllgen, H. (1999). Herzfrequenzvariabilität. *Deutsches Ärzteblatt*, 96 (31-32), A2029-2032.

- Lord, S.R., Tiedemann, A., Chapman, K., Munro, B., Murray, S.M. & Sherrington, C. (2005). The Effect of an Individualized Fall Prevention Program on Fall Risk and Falls in Older People: A randomized, Controlled Trial. *JAGS*, 53, 1296-1304.
- Lord, S.R. & Menz, H.B. (2000). Visual Contributions to Postural Stability in Older Adults. *Gerontology*, 46, 306-310.
- Lord, S.R. & Clark, R.D. (1996). Simple physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people. *Gerontology*, 42, 199-203.
- Lord, S.R., Ward, J.A., Williams, P. & Strudwick, M. (1995). The effect of a 12-month exercise trial on balance, strenght, and falls in older women: a radomized controlled trail. *Jags*, 43.
- LUKOtronic Motion Analysis System AS200 –Systembeschreibung (Stand Feb. 2005)
- Mackey, D.C. & Robinovitch, S.N. (2006). Mechanisms underlying age-related differences in ability to recover balance with the ankle strategy. *Gait & Posture*, 23, 59-69.
- Maki, B.E., Holliday, P.J. & Topper, A.K. (1991). Fear of falling and postural performance in the elderly. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 46 (4), M123-M131.
- Maki, B.E., Holliday, P.J. & Topper, A.K. (1994). A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 49 (2), M72-M84.
- Maki, B.E. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fears? *J. Amer. Geratr. Soc.*, 45, 313-320.
- Maraun, H.-K. (1984). "Das Gleichgewicht halten." *Sportpädagogik*, 8 (5), 10-21.
- Marti, B. & Martin, B.W. (2001). Sportliches Training oder Bewegung im Alltag zur Optimierung von Gesundheit und Lebensqualität? *Therapeutische Umschau*, 58 (4), 189-195.
- Martin, P., Rott, C. & Poon, L. (2001). Nur durch Aktivität gesund und zufrieden bis ins hohe Alter? Ergebnisse der Langlebigkeitsforschung. In R. Daus, E. Emrich, C. Igel & W. Kindermann (Hrsg.), *Aktivität und Altern* (S. 66-79). Schorndorf: Hofmann.
- Mechling, H. & Munzert, J. (2003). *Handbuch Bewegungswissenschaft-Bewegungslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (1987). *Bewegungslehre. Abriß einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. Berlin: Volk und Wissen
- Meissner-Pöthig, D., Michalak, U. & Schulz, J. (2004). "Anti-Aging" und Vitalität. *Euro J Ger*, 6 (1), 28-35.
- Meusel, H. (1996). *Bewegung, Sport und Gesundheit im Alter*. Wiesbaden: Quelle Meyer Verlag.
- Meyer, G. & Ayalon, M. (2006). Biomechanical aspects of dynamic stability. *Eur Rev Aging Phys Act*, 3, 29-33.
- Mitnitski, A.B., Graham, J.E., Mogilner, A.J. & Rockwood, K. (2002). Frailty, fitness and late-life mortality in relation to chronical and biological age. *BMC Geriatrics*, 2.
- Mühlberg, M. & Sieber, C. (2004). Sarcopenia and frailty. *Z Gerontol Geriat*, 37 (1), 4-8.
- Nagel, V. & Spreckels, C. (2003). *Mit Ballspielen zum Tennis*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Nagel, V. (1997). *Fit und geschickt durch Seniorensport*. Hamburg: Czwalina.
- Nagel, V. & Wulkorp, M. (1992). *Techniktraining im Hockey*. Ahrensburg: Czwalina.
- Olivier, N. (1997). Soll das motorische Gleichgewicht fähigkeits- oder fertigkeitsspezifisch trainiert werden? In P. Hirtz & F. Nüske (Hrsg.), *Bewegungsskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet* (S. 187-191). Hamburg: Czwalina.
- Olivier, N. & Rockmann, U. (2003). Grundlagen der Bewegungswissenschaft und -lehre. Schorndorf: Hofmann.
- Oullier, O., Bardy, B.G., Stoffregen, T.A., Bootsma, R.J. (2002). Postural coordination in looking and tracking tasks. *Human Movement Science*, 21 (2), 147-167.
- Oja, P. (2004). Frequency, duration, intensity and total volume of physical activity as determinants of health outcomes. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 169-207). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Oster, P., Pfisterer, M., Schuler, M. & Hauer, K. (2005). Körperliches Training im Alter. *Z Gerontol Geriat*, 38 (1), 10-13.
- Oswald, W.D. (2000). Sind Alter und Altern meßbar? *Z Gerontol Geriat*, 33 (1), 8-14.
- Perini, R. & Veicsteinas, A. (2003). Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. *Eur J Appl. Physiol*, 90, 317-325.

- Perini, R., Fisher, N., Veicsteinas, A. & Pendergast, D.R. (2002). Aerobic training and cardiovascular responses at rest and during exercise in older men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 34, 700-708.
- Pfeifer, K., Ruhleder, M., Brettmann, K. & Banzer, W. (2001). Effekte eines koordinationsbetonten Bewegungsprogramms zur Aufrechterhaltung der Alltagsmotorik im Alter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (4).
- Pichot, V., Roche, F., Denis, C., Garet, M., Duverney, D., Costes, F. & Barthelemy, J.-C. (2005). Interval training in elderly men increases both heart rate variability and baroreflex activity. *Clin.Auton.Res*, 15, 107-115.
- Pilz, H. (1999). Isolierte systolische Hypertonie - Ein Überblick. *Journal für Kardiologie*, 6, 566-572.
- Poole, J.G., Lawrenson, L., Kim, J., Brown, C. & Richardson, R.S. (2003). Vascular and metabolic response to cycle exercise in sedentary humans: effect of age. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 284, H1251-H1259.
- Porcari, J.P., Hendrickson, T.L., Walter, P.R., Terry, L. & Walsko, G. (1997). The physiological responses to walking with and without power poles TM on treadmill exercise. *Res Quart Exerc Sport*, 68, 161-166.
- Porcari J.P. (1999). Pump up your Walk. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 3 (1), 25 – 29.
- Province, M.A., Hadley, E.C., Hornbrook, M.C. et al. (1995). The Effects of Exercise on Falls in Elderly Patients- A Preplanned Meta-analysis of the FICSIT Trials. *JAMA*, 273 (17), 1341-1347.
- Quante, M. & Hille, E. (1999). Propriozeption: Eine kritische Analyse zum Stellenwert in der Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (10), 306-310.
- Reland, S., Ville, N.S., Wong, S., Gauvrit, H., Kervio, G. & Carré, F. (2003). Exercise Heart Rate Variability of Older Women in Relation to Level of Physical Activity. *Journal of Gerontology; Biological sciences*, 58A (7), 585-591.
- Riemann, B.L., Myers, J.B. & Lephart, S.M. (2003). Comparison of the ankle, knee, hip and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam and multiaxial surfaces. *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 90-95.
- Riley, M.A., Stoffregen, T.A., Grocki, M.J. & Turvey, M. (1999). Postural stabilisation for the control of touching. *Human Movement Science*, 18, 795-817.
- Ripatti, T.R.M. (2002). *Effect of Nordic Walking training program on cardiovascular fitness*. Academic degree study. Sportartspezifische Leistungsfähigkeit. Deutsche Sporthochschule Köln.
- Robinson, B.S., Gordon, J.M., Wallentine, S.W. & Visio, M. (2004). Relationship between lower-extremity joint torque and the risk for falls in a group of community dwelling older adults. *Physiotherapy Theory and Practice*, 20, 155-175.
- Roschinsky, J. (2004). *Nordic Walking*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Roth, K. & Wollny, R. (1999). Motorische Entwicklung in der Lebensspanne - Forschungsmethodische Perspektiven. *psychologie und sport*, 6, 102-112.
- Runge, M. (2002). Die Sturzkrankheit - Gehstörungen und Stürze im Alter als multifaktorielles Problem und allgemeinmedizinische Aufgabe. *Z.Allg.Med.*, 78, 344-349.
- Runge, M. (1997). Die multifaktorielle Pathogenese von Gehstörungen, Stürzen und Hüftfrakturen im Alter. *Z. Gerontologie und Geriatrie*, 30 (4), 167-173.
- Runge M. & Rehfeld, G. (1995). *Geriatrische Rehabilitation im therapeutischen Team*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Runge, M. & Schacht, E. (2005). Multifactorial pathogenesis of falls as a basis for multifactorial interventions. *Journal Musculoskelet Neuronal Interact*, 5 (2), 127-134.
- Sandercock, G.R.H., Bromley, P.D. & Brodie, D.A. (2005). Effects of Exercise on Heart Rate Variability: Inferences from Meta-Analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37 (3), 433-439.
- Schäfer, S., Huxhold, O. & Lindenberger, U. (2006). Healthy mind in healthy body? A review of sensorimotor-cognitive interdependencies in old age. *Eur Rev Aging Phys Act*, 3, 45-54.
- Schmid, P., Schmid, F., Smekal, G. & Pokan, R. (2003). Der Stellenwert körperlicher Aktivität in der Primärprävention. *J Kardiol*, 10 (12), 552.

- Schmölzer, B. (2003). *Nordic Walking. Überprüfung der Funktion von Stöcken und der Effektivität des Bewegungsablaufs*. Diplomarbeit. Universität Salzburg: Institut für Sportwissenschaften.
- Schüle, K. & Huber, G. (2000). *Grundlagen der Sporttherapie*. Jena: Urban & Fischer.
- Schwarz, M., Schwarz, L., Urhausen, A. & Kindermann, W. (2002). Walking. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (10), 292-293.
- Schwirtz, A., Hartmann, M. & Schmidt, F. (2003). Schont Nordic Walking tatsächlich unsere Gelenke? *Nordic Sports Magazin*, 1, 12-15.
- Servan-Schreiber, D. (2004). *Die neue Medizin der Emotionen*. München: Kunstmann.
- Sherrington, C., Lord, S.R. & Finch, C.F. (2004). Physical activity interventions to prevent falls among older people: update the evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7 (1), 43-51.
- Sieber, C.C. (2005). Zum Konzept der Gebrechlichkeit - von der Phänomenologie zu therapeutischen Ansätzen. *Z Gerontol Geriat*, 38 (1), I/1-I/3.
- Sieverding, M. (2000). Risikoverhalten und präventives Verhalten im Geschlechtervergleich - Ein Überblick. *Zeitschrift für medizinische Psychologie*, 9 (1), 7-16.
- Skelton, D.A. & Todd, C.J. (2005). Thoughts on effective falls prevention intervention on a population basis. *Journal Public Health*, 13, 196-202.
- Skinner, J.S. (2001). Körperliche Aktivität und Gesundheit: Welche Bedeutung hat die Trainingsintensität? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (6), 211-214.
- Slobounov, S.M., Haibach, P.S. & Newell, K.M. (2006). Aging-related temporal constraints to stability and instability in postural control. *Eur Rev Aging Phys Act*, 3, 55-62.
- Stoffregen, T.A., Smart, L.J., Bardy, B.G., Pagulayan, R.J. (1999). Postural Stabilization of Looking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25 (6), 1641-1658
- Stoffregen, T.A., Pagulayan, R.J., Bardy, B.G. & Hettinger, L.J. (2000). Modulation postural control to facilitate visual performance. *Human Movement Science*, 19, 203-220.
- Strunz, U. (2003). *Nordic Fitness*. Heyne Verlag.
- Swain, D.P. & Franklin, B.A. (2006). Comparison of Cardioprotective Benefits of Vigorous Versus Moderate Intensity Aerobic Exercise. *Am J Cardiol*, 97, 141-147.
- Swan, L., Otani, H., Loubert, P.V., Sheffert, S.M. & Dunbar, G.L. (2004). Improving Balance by performing a secondary cognitive task. *British Journal of Psychology*, 95, 31-40.
- Sygyusch, R., Wagner, P., Janke, A. & Brehm, W. (2005). Gesundheitssport - Effekte und deren Nachhaltigkeit bei unterschiedlichem Energieverbrauch. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (9), 318-326.
- Tennstedt, S., Howland, J., Lachmann, M., Peterson, E., Kasten, L. & Jette, A. (1998). A randomized, controlled trial of a group intervention to reduce fear of falling and associated activity restriction in older adults. *Journal of gerontology*, 53B (6), 384-392.
- Thelen, D.G., Wojcik, L.A., Schultz, A.B., Ashton-Miller, J.A. & Alexander, N.B. (1997). Age differences in using a rapid step to regain balance during a forward fall. *Journal of Gerontology*, 52A (1), M8-M13.
- Tholey, P. (1984). Zur Gleichgewichtsproblematik im Sport. *Sportpädagogik*, 5/84. ? 5/84 ?
- Tideiksaar, R. (2000). *Stürze und Sturzprävention*. Bern, Göttingen: Verlag Hans Huber.
- Tinetti, M.E., Speechley, M. & Ginter, S.F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *The New England Journal of Medicine*, 319 (26), 1701-1707.
- Uusitalo A.L.T., Laitinen, T., Väisänen, S.B., Lämsimies, E. & Rauramaa, R. (2004). Physical training and heart rate and bloodpressure variability: a 5-yr randomized trail. *AJP Heart*, 286, 1821-1826.
- Vellas, B.J., Wayne, S.J., Romero, L., Baumgartner, R.N., Rubinstein, L.Z. & Garry, P.J. (1997). One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *Journal of American Geriatrics Society*, 45, 735-738.
- Vestweber, K. & Hottenrott, K. (2001). *Einfluss einer speziellen Entspannungstechnik auf Parameter der Herzfrequenzvariabilität* (dvs, 129, S.141-155). Hamburg:Czwalina
- Voelcker, C., Wiertz, O. & Willemcik, K. (1999). Möglichkeiten und Grenzen einer RE-Interpretation von Untersuchungen zum Motorischen Lernen. *psychologie und sport*, 6 (3), 90-101.

- Völkel, I. & Ehmann, M. (2006). *Spezielle Pflegeplanung in der Altenpflege* (3.Aufl.). München: Elsevier GmbH.
- Völker, K. (2000). Herz-/Kreislauf (Innere Medizin). In K. Schüle & G. Huber (Hrsg.), *Grundlagen der Sporttherapie* (S. 140-145). München: Urban & Fischer.
- Völker, K., Rudack, P., Ahrens, U. & Thorwesten, L. (2005). Effekte eines 8-wöchigen Nordic Walking Trainings auf die Ausdauerleistungs- und Kraftfähigkeit Untrainierter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56, 7/8, 255.
- Weeks, D.L., Forget, R., Mouchnino, L., Gravel, D. & Bourbonnais, D. (2003). Interaction between Attention Demanding Motor and cognitive Tasks and Static Postural Sway. *Gerontology*, 49, 225-232.
- Weerdesteyn, V., Rijken, H., Geurts, A.C.H., Smits-Engelsman, B.C.M., Mulder, T. & Duysens, J. (2006). A five-week Exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly. *Gerontology*, 52, 131-141.
- Weisser, B. & Okonek, C. (2003). Biologisch-medizinische Grundlagen des Altersports. In H. Denk, D. Pache & H.-J. Schaller (Hrsg.), *Handbuch Altersport* (S. 97-145). Schorndorf: Hofmann
- Werle, J., Woll, A. & Tittelbach, S. (2006). *Gesundheitsförderung im Alter* (1. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Werle, J. & Zimmer, A. (1999). Sturzprophylaxe durch Bewegungssicherheit im Alter: Konzeption und Effektivitätsprüfung eines sensumotorischen Interventionsprogramms bei Osteoporose-Patientinnen. *Z Gerontol Geriat*, 32, 348-357.
- Wiesmann, U., Eisfeld, K., Hannich, H.-J. & Hirtz, P. (2004). Motorische Handlungskompetenz und Lebensqualität älterer aktiver Menschen. *Z Gerontol Geriat*, 37, 377-386.
- Wiesmann, U., Rälker, S. & Hannich, H.-J. (2004). Salutogenese im Alter. *Z. Gerontol Geriat*, 37, 366-376.
- Wiesmann, U., Rölker, S., Ilg, H., Hirtz, P. & Hannich, H.-J. (2006). Zur Stabilität und Modifizierbarkeit des Kohärenzgefühls aktiver älterer Menschen. *Z Gerontol Geriat*, 39, 90-99.
- Wojcik, L.A., Thelen, D.G., Schultz, A.B., Ashton-Miller, J.A. & Alexander, N.B. (1999). Age and gender differences in single-step recovery from a forward fall. *Journal of Gerontology*, 54A (1), M44-M50.
- Wood, K.M., Edwards, J.D., Clay, O.J., Wadley, V.G., Roenker, D.L. & Ball, K.K. (2005). Sensory and cognitive Factors Influencing Functional Ability in Older Adults. *Gerontology*, 51, 131-141.
- Wollny, R. (2002). *Motorische Entwicklung in der Lebensspanne*. Schorndorf: Hofmann.
- Woollacott, M.H. & Jensen, J.L (1995). Haltung und Fortbewegung. In H. Heuer & S.W. Keele (Hrsg.), *Psychomotorik* (S. 413-508). Göttingen: **Verlag**.
- Woollacott, M. & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & Posture*, 16, 1-14.
- Woo, S.J., Derleth, C., Stratton, J.R. & Levy, W.C. (2006). The Influence of Age, Gender and Training on Exercise Efficiency. *Journal of the American College of Cardiology*, 47 (5), 1049-1057.
- Young, A. & Dinan, S. (2005). Activity in later life. *BMJ*, 330, 189-191.
- Zimmermann, K. (1987). Koordinative Fähigkeiten und Beweglichkeit. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre - Sportmotorik: Abriß einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (8. stark überarb. Aufl., S. 242-274). Berlin: Volk und Wissen.

Internetquellen

- Forth, K.E. & Dall, S.R.X. (2000). Proprioceptive balance training for elderly community dwellers. Zugriff am 31.04.2006 unter http://www.shaping-the-future.de/Pages/abstracts/abstract_175.htm.
- Laukkanen, M. (2005). Research on the benefits of Nordic Walking. Exercise Science Polar Electro Oy. Finnland. Zugriff am 26.05.2006 unter www.nordicwalking-usa.com/research/htm

Lappe, M., Bremmer, F. & Hoffmann, K.-P. (1997). Sehen wie man sich bewegt. Zugriff am 31.04.2006 http://www.ruhr-uni-bochum.de/rubin/rbin2_97/rubin4.htm

Irwin, D., Skelton, D. & Dinan, S. (2004). Exercise and falls. Zugriff am 15.6.07 unter www.sportex.net 12/3/04; 1:19 pm

Anhang 1 Bewegungsprogramm GG+K

1. Termin

Vorstellung; die Teilnehmer werden über den Ablauf der Stunde informiert. Es werden Namensschilder ausgeteilt.

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die Teilnehmer bewegen sich im „Wusellauf“ durcheinander. Die Hände befinden sich auf Schulterhöhe. Entgegenkommende Teilnehmer werden abklatschend mit ihrem Namen begrüßt.	Aufwärmen Namen lernen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit	Namensschilder ggf. Hütchen um den Raum abzustecken	ca.3 min
2. Die Teilnehmer erhalten jeder einen Tennisball (TB). „Passt-Passt nicht“ wird eingeführt.	Aufwärmen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Tennisbälle (TB)	3-4 min
3. „Passt-Passt nicht“ mit Ausweichen zu der Seite, deren Hand den neuen Ball erhalten hat	Aufwärmen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Tennisbälle (TB)	3 min
4. Jeder zweite TN (Teilnehmer) behält den TB. Es soll sich weiter im „Wusellauf“ bewegt werden. TB sollen nach Namensruf an TN ohne TB geworfen werden.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Tennisbälle (TB)	4-5 min
5. TB gegen Softbälle austauschen. Im Kreis aufstellen. Jeder TN merkt sich den Namen der rechten NachbarIn. Wieder „Wusellauf“. Jeder TN mit Softball wirft den Ball nach Namensruf zur ehemaligen rechten NachbarIn und erhält auf Zuruf einen Ball der linken NachbarIn.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle	4 min
6. wie 5. mit neuer Aufstellung und der zusätzlichen Aufgabe, dass jetzt Teppichfliesen (TF) im Raum verteilt sind, die beim „Durcheinanderwuseln“ nicht berührt werden dürfen.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle Teppichfliesen (TF)	3 min
7. TN bewegen sich ohne Ball durch den Raum und steigen vorwärts über die TF.	Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	TF	2-3 min
8. TN bewegen sich durch den Raum und steigen vorwärts auf die TF, wo sie für einen Moment auf dem Bein, mit dem die TF erreicht wurde, stehen bleiben.	Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht	TF	2-3 min
9. Partnerübung: Pro Paar ein Hütchen und mehrere TB. Ein Partner steht auf der TF und benutzt das Hütchen um geworfene TB zu fangen, dabei steht das Mitgehen nach unten während des Fangens im Vordergrund. Die TF soll nicht verlassen werden.	Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht Negativimpuls	TF Hütchen TB	4 min
10. Partnerübung: Eine Person steht auf der TF, die PartnerIn wirft zwei TB gleichzeitig, die aufgefangen werden sollen, ohne die TF zu verlassen.	Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht Negativimpuls	TF TB	3 min
11. Partnerübung: Eine Person steht auf der TF, die PartnerIn lässt von etwa Gesichtshöhe zwei TB gleichzeitig fallen,	Reaktionsfähigkeit	TF TB	2-3 min

die aufgefangen werden sollen, ohne die TF zu verlassen.			
12. TN „wuseln“ wieder durch den Raum und sollen versuchen mit geschlossenen Augen oder Blick nach oben die Entfernung zur nächsten TF abzuschätzen und diese ohne hinzusehen erreichen. Wenn sie der Meinung sind, dass sie angekommen sind, können sie ihr Ergebnis überprüfen.	Konditioneller Anteil Raumorientierung / Objektentfernung einschätzen Umstellungsfähigkeit	TF	2-3 min
13. Partnerübung: Eine Person führt die andere über TF. Die geführte Person schließt die Augen oder blickt nach oben und sagt „Jetzt!“, wenn sie der Meinung ist, unter ihren Füßen eine TF gespürt zu haben.	Konditioneller Anteil Wahrnehmung der Bodenbeschaffenheit Umstellungsfähigkeit	TF	4 min
14. Partnerübung mit Ball Schattenlaufen über Ballkontakt, ohne die TF zu berühren.	Konditioneller Anteil Raumorientierung / Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	TF Softbälle	4-5 min
15. Abschlussstaffel 4 Mannschaften je zwei Runden Eierlaufen um einen Parcours aus Hütchen und TF.	Raumorientierung / Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	TF Hütchen Gelbe Schläger kl. Softbälle	5 min
16. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

2. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die Teilnehmer bewegen sich im „Wusellauf“ durcheinander. Die Hände befinden sich auf Schulterhöhe. Entgegenkommende Teilnehmer werden abklatschend mit ihrem Namen begrüßt.	Aufwärmen Namen lernen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit	Namensschilder ggf. Hütchen zum Raum abstecken	Ca. 2 min
2. wie 1. nur das sich im Rhythmus rechts-links zweimal vor dem Körper abgeklatscht wird.	Aufwärmen Namen lernen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit		3-4 min
3. Jeder zweite TN (Teilnehmer) erhält einen Softball. Es soll sich weiter im „Wusellauf“ bewegt werden. Softbälle sollen nach Namensruf an TN ohne Softball übergeben werden.	Aufwärmen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle	3 min
4. Die TN behalten ihre Softbälle. Es kommen ein paar größere Bälle hinzu. Die Softbälle sollen nun zu TN ohne Ball geworfen werden, die größeren Bälle über dem Kopf übergeben werden.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle groß + klein	4-5 min
5. Im „Wusellauf“ kl. Softbälle gegen kl. Softbälle übergebend austauschen. Große gegen kleine Softbälle werfend austauschen.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle groß + klein	3 min
6. wie 5. mit neuer Aufstellung und der zusätzlichen Aufgabe, dass jetzt Teppichfliesen (TF) im Raum verteilt sind, die beim „Durcheinanderwuseln“ nicht berührt werden dürfen.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle Teppichfliesen (TF)	2-3 min
7. Halle wird mit Hütchen in 4 Gänge unterteilt. Die TN laufen paarweise sich ansehend mit Seitwärts-Schritten durch einen Gang. Jeweils zweimal hin und her. Variation: Ein Partner schließt die Augen.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Wahrnehmung	Hütchen	3 min

8. TN bilden Pärchen und bewegen sich im Schattenlaufen durch die Hütchenslalom, welche die Gänge abteilen. Variation: Ein Partner schließt die Augen.	Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Wahrnehmung	Hütchen	3 min
9. Partnerübung: Hütchen werden mehr im Raum verteilt, auf jedes Hütchen kommt ein TB. Schattenlaufen ohne anfassen durch den Raum. Dabei dürfen keine TB von den Hütchen fallen.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Wahrnehmung	Hütchen TB	3-4 min
10. Partnerübung: Pro Paar ein Hütchen und mehrere TB. Ein Partner steht auf der TF und benutzt das Hütchen um geworfene TB zu fangen, dabei steht das Mitgehen nach unten während des Fangens im Vordergrund. Die TF soll nicht verlassen werden.	Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht Negativimpuls	TF Hütchen TB	3 min
11. wie 10. nur das jetzt ein Softball mit dem Hütchen aufgefangen wird.	Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht Negativimpuls	TF Softball Hütchen	3-4 min
12. Jeder TN steht auf einer TF. Es folgen im Wechsel mehrere Übungen auf einem Bein: • Stehen • Stehen mit Beinschwingen • Stehen mit Malen von 8-ten	Gleichgewicht	TF	4-5 min
13. Partnerübung: Einführung des Turnkreisels (TK): • Ausprobieren mit Partnerunterstützung • Stehen mit Störung • (Stehen auf 1 Bein)	Wahrnehmung des neuen Untergrundes Gleichgewicht	TK	5-7 min
14. Abschlussstaffel 4 Mannschaften je zwei Runden Hindernisparcour aus Hütchen und TF im Schattenlaufen bewältigen.	Raumorientierung / Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	TF Hütchen Softbälle	5 min
15. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

3. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die Teilnehmer bewegen sich im „Wusellauf“ durcheinander. Die Hände befinden sich auf Schulterhöhe. Entgegenkommende Teilnehmer werden abklatschend mit ihrem Namen begrüßt. Variation: Arme werden zum Abklatschen ausgestreckt.	Aufwärmen Namen lernen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit	Namensschilder ggf. Hütchen zum Raum abstecken	3-4 min
2. wie 1. mit ausgestreckten Armen und TN dürfen sich nicht berühren.	Aufwärmen Namen lernen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit		2 min
3. wie 1. nur das sich im Rhythmus rechts-links, mit beiden Händen dreimal vor dem Körper abgeklatscht wird.	Aufwärmen Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit		3 min
4. „Wusellauf“, rechts wird abgeklatscht, links vorbei gelaufen und umgekehrt.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit		3-4 min
5. Im „Wusellauf“ Partner finden, rechts die Hände zusammen bringen und auf linkem Bein kurz stehen bleiben. Dann mit linker Hand Partner mit links	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit		3 min

finden, Hände zusammen bringen und auf dem rechten Bein kurz stehen bleiben.	Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht		
6. Im „Wusellauf“ „Musikstopp“. Wenn Musik ausgeht, auf linkem Bein stehen bleiben, dann Wechsel und auf rechtem Bein stehen bleiben.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht		3-4 min
7. Bewegte Schlange TN stellen sich hintereinander auf. Kursleitung steht vorne. Zunächst beginnen mit Armbewegungen; der Hintermann orientiert sich immer am Vordermann. Nach kurzer Einübung setzt sich die Schlange in Bewegung.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Wahrnehmung		5 min
8. Jeder TN steht auf einem Platz. Es folgen im Wechsel mehrere Übungen auf einem Bein: • Stehen mit Beinschwingen • Stehen mit Malen von 8-ten • Namen schreiben Vor- bzw. neben Körper	Gleichgewicht		4-5 min
9. Partnerübung: wdh. Einführung des Turnkreisels (TK): • Ausprobieren mit Partnerunterstützung • Stehen mit Störung • TB mit Hütchen auffangen	Wahrnehmung des neuen Untergrundes Gleichgewicht Negativimpuls	TK TB Hütchen	7-8 min
10. Partnerübung: Schattenlaufen im Reifen • Eine Person ist im Reifen, die andere Person hält den Reifen. Der Reifen darf die vordere Person beim Laufen nicht berühren.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Reifen	3-4 min
11. wie 10. nur mit Hindernisparcour	Konditioneller Anteil Raumorientierung / Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	TF Hütchen Reifen	3-4 min
12. Partnerübung Jonglage mit zwei Bällen	Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle	3-4 min
13. Partnerübung Zwei Bälle gleichzeitig werfen, so dass sie sich in der Mitte treffen.	Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle	3 min
14. Abschluss Badminton oder Softballtennis Auslockern	Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Schläger + Bälle	5-7 min

4. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die TN finden sich paarweise zusammen. Pro Paar gibt es zwei Stäbe. Die Paare gehen hintereinander sich an den Stäben festhaltend im Diagonalgang.	Aufwärmen Raumorientierung Rhythmusfähigkeit	Stäbe ggf. Hütchen zum Raum abstecken	2-3 min
2. wie 1. nur im Passgang	Aufwärmen Raumorientierung Rhythmusfähigkeit	Stäbe	2-3 min
3. wie 1., aber die Armhöhe wird gewechselt von Hüfthöhe auf Schulterhöhe und Überkopf	Aufwärmen Raumorientierung	Stäbe	3-4 min

	Rhythmusfähigkeit Umstellungsfähigkeit		
4. wie 1., Tempo erhöhen und Hintermann schließt die Augen oder schaut nach oben.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Stäbe	3-4 min
5. wie 4. mit Hindernisparcours	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Stäbe Hütchen TF	3-4 min
6. Paare bilden Spalier und immer das letzte Paar bewegt sich möglichst schnell unter den anderen hindurch.	Konditioneller Anteil Raumorientierung Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Stäbe	4 min
7. wie 6., Hintermann kann die Augen schließen	Konditionelle Anforderung Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Wahrnehmung	Stäbe	3 min
8. „Passt-Passt nicht“ mit Stäben - Nur Stäbe austauschen - Nur rote Stäbe gegen rote - Nur blaue Stäbe gegen blaue - Nur rote Stäbe gegen blaue	Konditionelle Anforderung Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Wahrnehmung	Stäbe	5 min
9. Partnerübung mit Stäben und Softball: - Ball hoch und runter rollen lassen - Ball hochwerfen mit Stäben und wieder auffangen - Ball fallen lassen und mit Stöcken wieder aufnehmen - Ball hochwerfen, auffangen, fallen lassen, aufnehmen	Wahrnehmung Negativ Impuls Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Stäbe Softbälle	8 min
10. Partnerübung: wdh. Einführung des Turnkreisels (TK): - Stehen mit Störung - Softbälle auffangen	Wahrnehmung Gleichgewicht Negativimpuls Reaktionsfähigkeit	TK TB	4 min
11. Jonglage mit zwei Softbällen, während ein TN auf Kreisel steht	Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht	TK Softbälle	3-4 min
12. Abschluss Stabstaffel: Paare müssen sich mit Seitwärts-Schritten durch Hindernisparcours bewegen, vorheriges Üben ist möglich. Auslockern	Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Stäbe Hütchen TF	8-12 min

5. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die Teilnehmer bilden einen Kreis. Es wird vom KL ein Klatschen in den Kreis geschickt, dessen Rhythmus in der ganzen Gruppe beibehalten werden soll. Später kommen mehrere „Klatscher“ hinzu, die in den Rhythmus eingefügt werden.	Aufwärmen Rhythmusfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Namensschilder ggf. Hütchen zum Raum abstecken	3 min
2. TN stehen im Kreis und gehen jeweils einen Schritt zur Seite und wieder zurück. Jedes Schließen der Beine wird mit einem Klatschen begleitet.	Aufwärmen Rhythmusfähigkeit Umstellungsfähigkeit		2 min
3. wie 2. mit Schulterkreisen.	Aufwärmen Rhythmusfähigkeit Umstellungsfähigkeit		1 min

4. Double Step Touch (zwei Schritte zur Seite), nach zweitem Schritt wird geklatscht.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit		1-2 min
5. Kreuzschritte nach rechts und links, am Ende des Kreuzschritts ein Klatschen.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit		1-2 min
6. Im Rhythmus „ rechts-links-rechts-links “ zur Seite gehen. Auf dem letzten Bein jeweils kurz stehen bleiben.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht		2 min
7. Vier Schritte vor und vier zurück, auf jede „vier“ ein Klatschen (ggf mit Musik).	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit		2-3 min
8. TN stehen in Schrittstellung und wechseln die Belastung in kleinen Laufschritten vorne und hinten. Auf „Stopp“ wird das Gewicht über das vordere Bein gebracht und das hintere bleibt in der Luft; Beine wechseln.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit		2-3 min
9. Ganze Gruppe reagiert im Schattenlaufen auf die Bewegungen von KL in Vorwärts-, Rückwärts-, Seitwärts-Richtung.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit		2-3 min
10. Jeder TN steht auf einem Platz. Es folgen im Wechsel mehrere Übungen auf einem Bein: • Stehen mit Beinschwingen • Stehen mit Malen von 8-ten • Namen schreiben vor bzw. neben dem Körper	Gleichgewicht		4-5 min
11. Partnerübung: Turnkreisel (TK): • Badmintonbälle mit T-Shirt auffangen • Badmintonbälle mit Händen abwehren • Badmintonbällen auf Hüfthöhe ausweichen • Badmintonball durch Ringtennisball werfen	Gleichgewicht Negativimpuls Reaktionsfähigkeit	TK Badmintonbälle	8-10 min
12. Partnerübung: Einbeinstand auf TK • Üben rechts-links • Rechts-links mit Streckung (Arm diagonal zum Standbein), Partner stützt den Ellenbogen	Gleichgewicht	TK	4-5 min
13. Partnerübung: Schläger + Softbälle • Top-Spin Schlagbewegung mit rechts und links. Dabei versuchen den Ball zu treffen, den der Partner anwirft. • Gleiche Bewegung, aber am Ende des Schlags auf einem Bein stehen bleiben.	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht Auge-Hand-Koordination Objektentfernung einschätzen	Softbälle Schläger	10 min
14. Spiel: Halle wird in der Mitte geteilt, jedes Team erhält 20 Softbälle. Die Softbälle sollen mit der Bewegung aus Übung 11. in die gegnerische Hälfte gespielt werden.	Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle Schläger	3 min
15. Abschlussspiel zu zweit oder Wdh. von 12. Übung	Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle Schläger	3-5 min
16. Auslockern			

6. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Partnerübung: Eine Person führt die andere über TF. Die geführte Person schließt die Augen oder blickt nach oben und sagt „Jetzt!“, wenn sie der Meinung ist, unter ihren Füßen eine TF gespürt zu haben.	Aufwärmen Wahrnehmung der Bodenbeschaffenheit Umstellungsfähigkeit	TF	2-3 min
2. TN bewegen sich im „Wusellauf“ und steigen vorwärts und seitwärts über die TF.	Aufwärmen Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	TF	2 min
3. „Musikstopp“ auf TF rechts und links.	Aufwärmen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	TF	2-3 min
4. „Passt-Passt nicht“, ohne TF zu berühren.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	TF TB	2-3 min
5. TF umdrehen und mitnehmen/hinterher ziehen, Wechselseitig rechtes/linkes Bein üben	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit	TF	2-3 min
6. Gruppe Schattenlaufen mit KL und TF-Wechsel	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	TF	2-3 min
7. Partnerübung: Schattenlaufen rechts-links mit Teppichfliese und Fußwechsel	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	TF	2-3 min
8. „Passt-Passt nicht“ mit TF Variation: Nach Ballübernahme Fuß auf TF wechseln und weiter laufen.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	TF TB	3-4 min
9. Partnerübung: Eine Person rollt einen Basketball zu, die andere stoppt diesen indem sie: - auf einem Bein stehend den freien Fuß auf den Ball stellt und durch Abrollen des Fußes den Ball mit der Ferse zurück bewegt - ein Knie absenkt	Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen Körperschwerpunkt verschieben Gleichgewicht	Basketbälle	4 min
10. wie 9. und der Basketball wird über die Ferse nach hinten weitergeleitet (in Gymnastikhalle vom Spiegel weg).	Gleichgewicht Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Basketbälle	3 min
11. Partnerübung: Basketball wird weggerollt, Partner soll Ball einholen und: - stoppen, indem ein Fuß darauf gestellt wird - stoppen, indem er den Ball überholt, sich umgedreht und einen Fuß daraufstellt - Ball überholen, sich umdrehen und Knie absenken zum Stoppen	Konditioneller Anteil Gleichgewicht Objektentfernung einschätzen Reaktionsfähigkeit	Basketbälle	8-10 min
12. Partnerübung: Schattenlaufen mit Basketballkontakt	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Basketbälle	2-3 min
13. Partnerübung: Basketball + TK - Eine Person steht auf TK, beide drücken mit den Handflächen gegen den Basketball - Basketball wird fordernd geworfen und gefangen - Basketball wird mit Fuß auf TK gestoppt und zurück bewegt	Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht Rumpfstabilisierung Objektentfernung einschätzen	Basketbälle TK	10 min

14. Abschlussstaffel: Hindernisparcour mit Basketball Schattenlaufen	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Basketbälle, Hütchen, TF	3-5 min
15. Auslockern			

7. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die TN bewegen sich zu Musik über die Steps: - Über den Step steigen - Step rauf und runter, dann weitergehen - Step auf langer Seite überqueren - Mit einem Bein aufsteigen und stehen bleiben - Musikstopp und auf Step stehen bleiben	Aufwärmen Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	Steps	10 min
2. Partnerübung - Beide Personen steigen jeweils von einer schmalen Seite mit rechts auf den Step und klatschen die linke Hand ab und umgekehrt. - Beide Personen steigen mit beiden Füßen auf den Step, so dass die Ferse nicht auf dem Step ist, dann bewegen sie sich auf die Zehenspitzen, setzen von dort aus den Fuß ab und drücken die Fersen nach unten - Eine Person steigt mit einem Bein auf den Step und steckt den diagonalen Arm nach vorne, die andere assistiert.	Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht Aktivierung der Muskelvenenpumpe	Steps	6-8 min
3. TN gehen zu schneller Musik vorwärts und rückwärts über den Step, ggf. als Partnerübung zur Unterstützung beim Rückwärtsgang.	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	Steps	3 min
4. TN bewältigen Hindernisparcour zu Musik mit Steps, Tauen, TF, Hütchen	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht	TF Steps Hütchen Tae	3-4 min
5. wie 4. mit Schattenlaufen hintereinander ohne Berührung	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht	TF Steps Hütchen Tae	3-4 min
6. Übungen auf TK - Badmintonball mit kl. Hütchen fangen - Badmintonball mit Hüfte ausweichen - Zwei TB gleichzeitig fangen - TB wird auf Fußhöhe zugerollt und mit einem Fuß zurück gepasst	Gleichgewicht Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	TK Badmintonbälle Kl. Hütchen TB	8-10 min
7. Partnerübung: 1 Ball wird geworfen, 1 Ball am Boden hin und her gepasst	Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Softbälle	2-3 min
8. Partnerübung: zwei Bälle werden gleichzeitig geworfen, einer hoch einer tief, möglichst schnelles Tempo	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Softbälle	2-3 min
9. Partnerübung: Drei Bälle: „Hoch und weg“	Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Softbälle	4-5 min
10. Halle in zwei Hälften teilen, TN in vier Teams einteilen, Spiel: 10er-Fangen	Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Softbälle Hütchen Parteibänder	5-6 min

15. Auslockern			
----------------	--	--	--

8. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. „Wusellauf“ mit Abklatschen - Arme auf Schulterhöhe gebeugt und gestreckt, dabei keine TF berühren „Wusellauf“ ohne Abklatschen - TF vorwärts, seitwärts, rückwärts überqueren - Richtungswechsel vorwärts rückwärts, seitwärts auf Klatschzeichen von KL - Richtungswechsel vorwärts rückwärts, seitwärts auf Handzeichen von KL	Aufwärmen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	TF	10-12 min
2. TN bewegen sich im „Wusellauf“ zu Musik, bei Musikstopp einmal kl. Hütchen auf TF abklatschen	Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht Reaktionsfähigkeit	TF Hütchen	2-3 min
3. Partnerübung: Schattenlaufen im Rhythmus „links-rechts-links-rechts“ Variation: Nach jedem 3er-Rhythmus einmal über die äußere Schulter drehen.	Aufwärmen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit		4 min
4. Polka tanzen durch Spalier - Nur seitwärts in beide Richtungen - Seitwärts laufen, in der Mitte eine Drehung und dann weiter laufen - Pro Paar ein Reifen, Spalier wird aus Reifen gebildet, Schattenlaufen mit Partner im Reifen durch Spalier - Schattenlaufen mit Reifen und Drehung in der Mitte - Nebeneinander laufen und am Schluss jeweils einhaken und Drehung in beide Richtungen	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Reifen	10-12 min
5. Übungen mit TK: - Badmintonbälle auf Hüfthöhe abwehren - Badmintonbällen auf Hüfthöhe ausweichen - Badmintonbälle auf Kniehöhe abwehren - Badmintonbällen auf Kniehöhe ausweichen - Badmintonball mit Badmintonball fangen - Auf Fußhöhe geworfenen Badmintonball mit Fuß zurück schießen	Gleichgewicht Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	TK Badmintonbälle	10 min
6. TN in vier Teams einteilen Ballstaffel: - Bälle oben und unten im Wechsel übergeben - Bälle rechts und links übergeben	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle	4-5 min
7. Partnerübung: - Zu zweit einen Ball zwischen die Hüfte nehmen und sich durch den Raum bewegen - Slalom durch Hütchen im 3er-Rhythmus mit Ball zw. Hüfte	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Softbälle Hütchen	4-5 min
8. Abschlusspiel:	Reaktionsfähigkeit	Softbälle, TF	3-5 min

„Haltet eure Seite frei!“ mit Softbällen	Umstellungsfähigkeit		
9. Auslockern			

9. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Zu zweit gehen mit zwei Stäben: • Vorwärts • Seitwärts • Rückwärts (Schulterblick)	Aufwärmen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	Stäbe	3-4 min
2. Paarweise zwei Stäbe, TF ausgelegt: • Über TF steigen, ohne diese zu berühren • Über TF laufen und „Jetzt!“ sagen, wenn TF gespürt • Rückwärts TF ausweichen • Arme über den Kopf nehmen und vorwärts/rückwärts laufen, ohne TF zu berühren • Richtungswechsel durch Klatschzeichen von KL • Richtungswechsel durch Handzeichen von KL	Aufwärmen Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht Reaktionsfähigkeit Wahrnehmung neuer Bodenbeschaffenheit	TF Stäbe	10-12 min
3. Partnerübung: Laufen mit Stäben über Steps: • Vorwärts • Seitwärts • Rückwärts • Lange Seite	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Stäbe Steps	4-5 min
4. Partnerübung: Laufen mit zwei Stäben über Hindernisparcour, dabei wird ein Ball auf den Stäben transportiert, der nicht herunterfallen darf.	Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Steps TF Hütchen Stäbe Bälle	3-4 min
5. Stäbe auf Fingern balancieren	Gleichgewicht	Stäbe	2 min
6. Kippelbretter: • Einbeinig ausprobieren • Zu zweit zwei Kippelbretter, Füße gleichzeitig in die gleiche Richtung kippen • Zu zweit zwei Kippelbretter, Füße gleichzeitig in unterschiedliche Richtung kippen • 1 Kippelbrett, beide Füße, mit Unterstützung eines Partners nach vorne und hinten kippen	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht Kräftigung im Sprunggelenk	Kippelbretter	6-8 min
7. Übungen mit 2 Weichbodenmatten: • vorwärts darüber laufen • rückwärts • seitwärts • um den Außenrand gehen (Partner zur Unterstützung)	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht Kräftigung im Sprunggelenk	Weichbodenmat- ten	8-10 min
8. Partnerübung Eine Person steht auf der Matte mit dem Rücken zur anderen Person. Die Person vor der Matte signalisiert mit einem „Jetzt“, dass die Partnerin sich umdrehen soll und passt dann einen Ball zur Person auf der Matte.	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht Objektentfernung einschätzen	Softbälle Weichbodenmat- ten	3 min
9. Abschlussspiel: 4 Teams „Haltet Eure Matte frei!“	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	Softbälle Weichbodenmat- ten	5-6 min
10. Auslockern			

10. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Jeder TN erhält einen Luftballon • Luftballons im „Wusellauf“ in der Luft halten • Zusätzlich die anderen TN abklatschen und begrüßen • Zusätzlich umherliegenden TF ausweichen	Aufwärmen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Luftballons TF	6 min
2. Zwei Luftballons gleichzeitig hochhalten und sich dabei durch den Raum bewegen.	Aufwärmen Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Luftballons	2-3 min
3. Partnerübung: • Schattenlaufen mit Luftballons zwischen Bauch und unterem Rücken ohne Ballon zu verlieren. • Luftballon zw. Stirn transportieren, ohne ihn zu verlieren. • Luftballon zwischen Hüfte einklemmen und Hindernisparcour bewältigen.	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Steps TF Hütchen Luftballons	6-8 min
4. 3er-Teams, verbunden durch Luftballons auf Hüfthöhe, Hindernisparcour bewältigen	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Steps TF Hütchen Luftballons	3 min
5. wie 4. • auf Schulterhöhe verbunden • als Schlange jeweils zw. Bauch und Rücken verbunden	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Steps TF Hütchen Luftballons	6 min
6. alle TN als Schlange mit Luftballons verbunden, die sich in Bewegung setzt	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Luftballons	3 min
7. Spiel: „Haltet Eure Seite frei!“ mit Luftballons	Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Hütchen Luftballons	3-4 min
8. Übungen auf TK: • Luftballon hochhalten • Luftballon mit Partner hin und her spielen • 1-beinig Luftballon hin und her spielen	Gleichgewicht Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	TK Luftballons	6-8 min
9. Luftballons mit Schlägern hin und her spielen Variation: Luftballon mit Top-Spin Schlag treffen und auf einem Bein stehen bleiben	Gleichgewicht Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Luftballons Schläger	5-6 min
10. „Haltet Eure Seite frei!“ mit Luftballons und Schlägern	Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Luftballons Schläger	3-4 min
11. Abschlussspiel: Softball mit besserer und zweitbesserer Hand	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Softbälle Schläger	4-5 min
10. Auslockern			

11. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Aufwärmen mit „Passt-Passt nicht“ Variationen und mitgeführter TF: • Grundform • TB mit zu Seite gestreckten Armen übergaben • TB über dem Kopf übergaben • TB übergaben und ausweichen zur Seite, wo TB übernommen wurde • Immer wenn TB neu, ein Fußwechsel auf TF	Aufwärmen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	TF TB	8-10 min
2. „Wusellauf“ mit Musik, bei Musikstopp wird Zahl genannt, TN müssen sich in Gruppen der genannten Zahl zusammen tun. • Zusätzlich auf 1 Bein stehen bleiben • Zahl wird gezeigt, nicht gesagt	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Gleichgewicht		4-5 min
3. Partnerübung 3er-Rhythmuslaufen: • In 2er-Teams Überkreuzfassung vorwärts+rückwärts • In 3er-Teams Überkreuzfassung vorwärts+rückwärts • In 4er-Teams Überkreuzfassung vorwärts+rückwärts • In 2er-, 3er-Teams Überkreuzfassung vorwärts+rückwärts + TF mitnehmen • ganze Gruppe nach vorne	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	TF	10-12 min
4. Partnerübungen mit Bällen • Jonglage mit 3 Bällen • Jonglage mit 2 Bällen, der dritte wird am Boden hin und her gepasst • „Hoch und weg“ • Eine Person steht mit dem Rücken zur anderen, auf den Zuruf „Jetzt!“ dreht diese sich um und bekommt einen Ball zugepasst.	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Bälle	10-12 min
5. TN werfen sich selbst Bälle hoch und gehen dabei durch den Raum Variation: dabei Hindernissen ausweichen	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Steps TF Hütchen Bälle	6 min
6. Kippelbretter: • Einkippen rechts und links mit zwei Brettern • 1 Brett, nach vorne Kippen und Ball fangen • versuchen einbeinig nach rechts und links zu kippen (ggf. mit Partnerunterstützung)	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	Kippelbretter	6 min
7. „10er Fangen“, Ringtennis; 4 Teams in jeweils einer Hallenhälfte	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Ringe Hütchen Parteibänder	5 min
8. Auslockern			

12. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Aufwärmen mit Oberschenkel-„Ticken“ Variation: mit Softball	Aufwärmen Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softball	4 min
2. Partnerübung: Ein Partner verteidigt einen Reifen, der andere versucht einen Softball dort hinein zu legen. Bei Erfolg wird getauscht	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Reifen Softball	2-3 min
3. Übungen mit einem oder zwei Schwungtüchern: - Ganze Gruppe versucht Bälle vom Tuch hoch zu werfen und diese wieder aufzufangen. 2 Mannschaften spielen gegeneinander, eine versucht den Ball vom Tuch zu befördern, die andere will dies verhindern. - Schwungtuch hoch bewegen und TN tauschen unter dem Tuch hindurch schnell ihre Plätze.	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Schwungtuch Bälle	8 min
4. Partnerübung Stablaufen über Hindernisparcours mit zwei Stäben	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Stäbe TF Hütchen	3-4 min
5. Partnerübung mit Stab und Ball: - Ball hoch und runter rollen lassen auf zwei Stäben - Ball mit Stäben hoch werfen und auffangen - Ball von Stäben fallen lassen und wieder aufnehmen - Wechsel hochwerfen, auffangen, fallen lassen, aufnehmen	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Stäbe Bälle	6-8 min
6. Balanceparcours als Stationsbetrieb: - Auf einem Kippelbrett nach vorne Kippen und Ball fangen - Gleichgewicht halten auf Halbkugeln - Auf TK einbeinig in diagonale Streckung gehen - Metallkreisel mit Hilfestellung erobern	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Gleichgewicht	Kippelbretter TK Halbkugeln	8-10 min
7. 4er-Teams bilden, die versuchen drei Bälle im Kreis zu passen Variation: „Hoch und weg“ erst noch einmal üben, dann im Kreis	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Objektentfernung einschätzen	Softbälle	6-8 min
8. 4er-Teams passen ein (oder zwei) Bälle im Dreieck immer in eine Richtung und gehen jeweils ihrem Ball nach Variation: ungeordnetes Passen	Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit Objektentfernung einschätzen Umstellungsfähigkeit Konditioneller Anteil	Softbälle	4-5 min
9. TN in vier Teams einteilen Ballstaffel mit Sichtblende: - Bälle oben und unten im Wechsel übergeben - Bälle rechts und links übergeben - Schattenlaufen über Hindernisse	Konditioneller Anteil Reaktionsfähigkeit Umstellungsfähigkeit	Softbälle	6-8 min
10. Auslockern			

Anhang 2 Programm Nordic Walking

1. Termin

Vorstellung; die Teilnehmer werden über den Ablauf der Stunde informiert. Es werden Namensschilder ausgeteilt.

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die Teilnehmer bewegen sich im „Wusellauf“ durcheinander. Die Hände befinden sich auf Schulterhöhe. Entgegenkommende Teilnehmer werden abklatschend mit ihrem Namen begrüßt.	Aufwärmen Namen lernen	Namensschilder	ca. 2 min
2. TN gehen durcheinander und kreisen die Schultern a. Vorwärts b. Rückwärts c. Im Wechsel	Aufwärmen; Auflockerung		3 min
3. TN gehen im Kreuzgang	Aufwärmen, physiologische Gangfunktion Wahrnehmen		2 min
4. TN gehen im Passgang	Differenzierung der physiologischen von der nicht physiologischen Gangbewegung		2 min
5. TN fassen Stöcke auf halber Höhe und halten sie neben den Körper a Im Diagonal-Gang b Im Passgang c Arme über den Kopf heben d Arme über den Kopf heben und Gangart wechseln	Differenzierung der physiologischen von der nicht physiologischen Gangbewegung	Stöcke	5 min
6. Im Kreis aufstellen, auf Stöcke stützen und ein Bein vor und zurück schwingen lassen a Mit beiden Stöcken b Mit Diagonalem Stock zum Standbein	physiologische Gangfunktion wahrnehmen	Stöcke	2 min
7. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
8. Durcheinander Gehen und Funktion des Stocks erfassen a Stöcke diagonal vor dem Körper führen b Stöcke direkt neben dem Körper halten c Stöcke hinter dem Körper einsetzen	Techniktraining	Stöcke	5-7 min
9. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditioneller Teil		20 min
10. Wdh. Stock hinter dem Körper führen und Rhythmus finden	Technikschulung		2 min
11. Erklärung der Bedeutung des Abrollens der Füße	Technikschulung		2 min
12. Auslockern und Abschluss			ca. 5-8 min

2. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Die Teilnehmer bewegen sich durcheinander. Die Hände befinden sich auf Schulterhöhe. Entgegenkommende Teilnehmer werden abklatschend mit ihrem Namen begrüßt.	Aufwärmen Namen lernen	Namensschilder	ca.2 min
2. TN gehen durcheinander und kreisen die Schultern a Vorwärts b Rückwärts c Im Wechsel	Aufwärmen; Auflockerung		3 min
3. Wdh. Erklärung der Bedeutung des Abrollens der Füße, Einsatz der Muskelvenenpumpe, Übung	Aufwärmen Technikschulung		3 min
4. Bewusstmachung der Teilelemente der Gehbewegung	Aufwärmen, Technikschulung		2-3 min
5. wie 4 mit Stöcken	Aufwärmen, Technikschulung	Stöcke	5 min
6. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
7. Wdh. Stock hinter dem Körper führen und Rhythmus finden	Technikschulung		5 min
8. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditioneller Anteil		25 -30 min
9. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

3. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Wdh. der Bedeutung des Abrollens der Füße, Einsatz der Muskelvenenpumpe, Übung	Aufwärmen Technikschulung		3 min
2. Erklärung und Erprobung des Unterschieds Vor- und Hochtrieb	Aufwärmen Technikschulung		2-3 min
3. Partnerübung, zwei Stöcke werden zwischen den Körpern mitgenommen, Wechsel zw. Kreuzgang und Passgang	Aufwärmen Technikschulung Umstellungsfähigkeit	Stöcke	3 min
4. wie 3., aber auf 1. Kommando werden die Stöcke auf Kopfhöhe gehalten, beim 2. Kommando werden die Stöcke auf Hüfthöhe geführt und die Gangart gewechselt.	Aufwärmen Technikschulung Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Stöcke	3-4 min
5. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur		5-7 min
6. Gehen mit Stöcken und versuchen, den eigenen Rhythmus zu finden.	Konditioneller Anteil Technikschulung	Stöcke	3-4 min
7. wie 6. mit dem Fokus auf Abrollbewegung und Vortrieb	Konditioneller Anteil Technikschulung Wahrnehmung	Stöcke	3-5 min
8. zügiges Gehen, dabei die Stöcke nicht anfassen, sondern durch die Schlaufen um die Handgelenke mitführen	Konditioneller Anteil Technikschulung Wahrnehmung	Stöcke	2-4 min
9. Demonstration und Übung der gesamten Armbewegung	Technikschulung	Stöcke	3-5 min
10. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditioneller Anteil	Stöcke	25 min
11. Auslockern + Abschluss			Ca. 5-8 min

4. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Wdh. Erklärung und Erprobung des Unterschieds Vor- und Hochtrieb	Aufwärmen Technikschulung		2-3 min
2. Wdh. der Armbewegung mit einem Stock	Aufwärmen Technikschulung	Stöcke	2-3 min
3. Armbewegung üben mit beiden Stöcken neben Körper auf halber Höhe angefasst	Aufwärmen Technikschulung	Stöcke	3-4 min
4. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
5. Gruppe wird in zwei Hälften geteilt, Gruppen gehen in Schlange, immer der Letzte überholt die Gruppe von hinten	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit	Stöcke	5 min
6. 6er-Gruppen werden eingeteilt, letzter der Gruppe überholt die Gruppen im Slalom	Konditioneller Anteil Umstellungsfähigkeit	Stöcke	5 min
7. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditioneller Anteil		25 -30 min
8. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

5. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Ausprobieren eines Wechsels zw. verschiedenen Schrittlängen	Aufwärmen Technikschulung		3 min
2. Wdh. 1. nur mit Stöcken	Aufwärmen Technikschulung	Stöcke	2-3 min
3. TN gehen durcheinander und kreisen die Schultern a Vorwärts b Rückwärts c Im Wechsel	Aufwärmen; Auflockerung		3 min
4. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
5. Erklärung des Wechsels zw. unterschiedlichen Schrittlängen und deren Bedeutung für den Stockeinsatz+ Erprobung	Konditioneller Anteil Technikschulung Rhythmusfähigkeit	Stöcke	5-7 min
6. Unterschiedliche Schrittlängen und das Gehen in Kurven unterschiedlicher Radien miteinander verbinden.	Konditioneller Anteil Technikschulung	Stöcke	5 min
7. Gruppe wird in 4er-Gruppen aufgeteilt, jeweils der letzte einer Gruppe überholt die anderen Gruppenmitglieder von hinten	Konditioneller Anteil		5 min
8. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditioneller Anteil		25 -30 min
9. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

6. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. TN gehen durcheinander und kreisen die Schultern a Vorwärts b Rückwärts c Im Wechsel	Aufwärmen; Auflockerung		3 min
2. TN gehen im Wechsel im Kreuzgang und im Passgang	Aufwärmen, physiologische Gangfunktion Wahrnehmen		2-3 min
3. Wdh. Wechsel zw. verschiedenen Schrittlängen	Aufwärmen Technikschulung		2-3 min
4. Wdh. Unterschiedliche Schrittlängen und das Gehen in Kurven unterschiedlicher Radien miteinander verbinden.	<i>Aufwärmen</i> Technikschulung	Stöcke	3-5 min
5. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
6. Partnerübung: Partner gehen hintereinander, der vordere wechselt zw. verschiedenen Schrittlängen, Hintermann kopiert die Schrittlänge des Vorderen	Konditionelle Anforderung Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Stöcke	3-5 min
7. wie 6. nur ist auch Passgang möglich	Konditionelle Anforderung Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit Rhythmusfähigkeit	Stöcke	3-5 min
8 wie 6. mit Kurven in unterschiedlichen Radien	Konditionelle Anforderung Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Stöcke	3-4 min
9. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditionelle Anforderung		25 -30 min
10. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

7. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Wdh. der Bedeutung des Abrollens der Füße, Einsatz der Muskelvenenpumpe, Übung	Aufwärmen Technikschulung		3 min
2. Wdh. des Unterschieds Vor- und Hochtrieb	Aufwärmen Technikschulung		2-3 min
3. Partnerübung zwei Stöcke werden zwischen den Körpern mitgenommen, Wechsel zw. Kreuzgang und Passgang	Aufwärmen Technikschulung Umstellungsfähigkeit	Stöcke	3 min
4. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
5. Einführung und Erprobung des Doppelstockeinsatzes	Technikschulung	Stöcke	5-7 min
6. Gehen im Gelände mit unterschiedlichen Steigungen; Übungen des Bergauf- und Bergab-Gehens	Technikschulung	Stöcke	5-7 min

7. wie 6. mit Wechsel zw. Doppelstockeinsatz und diagonalem Einsetzen der Stöcke	Technikschulung	Stöcke	5 min
8. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditionelle Anforderung		25 -30 min
9. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

8. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. TN gehen durcheinander und kreisen die Schultern a Vorwärts b Rückwärts c Im Wechsel	Aufwärmen; Auflockerung		3-5 min
2. Wdh. Erprobung des Doppelstockeinsatzes mit unterschiedlichen Schrittlängen	Aufwärmen Technikschulung	Stöcke	5-7 min
3. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
4. Partnerübung: eine Person arbeitet im Gehen gegen den Widerstand eines Tubes, welchen die andere Person festhält an a Partner wird festgehalten b Partner wird über Tube in eine neue Richtung gelenkt	Konditionelle Anforderung Umstellungsfähigkeit Reaktionsfähigkeit	Stöcke Tubes	10-12 min
5. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditionelle Anforderung		25 -30 min
6. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

9. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
3. Zu Zweit gehen mit zwei Stöcken hintereinander • Vorwärts • Seitwärts • Rückwärts (Schulterblick)	Aufwärmen	Stöcke	3-4 min
2. TN gehen allein durcheinander und kreisen die Schultern a Vorwärts b Rückwärts c Im Wechsel	Aufwärmen; Auflockerung		3-5 min
3. Wdh. Wechsel zw. Doppelstockeinsatz und diagonalem Einsetzen der Stöcke	Technikschulung	Stöcke	5 min
4. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
5. Gehen mit Doppelstockeinsatz im 3er-Rhythmus, bei dem auf eins die Stöcke nach vorne geschoben werden, auf zwei der Stockeinsatz erfolgt und auf drei die Stöcke sich in der Endposition hinter dem Körper mit geöffneter Hand befinden.	Technikschulung	Stöcke	5 min
6. Erfahren des Zusammenspiels Stockeinsatz, Arm- und Beinmuskulatur (Trizeps+ Quadrizeps) mit 1 Stock	Technikschulung	Stöcke	5 min

7. wie 6. mit zwei Stöcken	Technikschulung	Stöcke	5 min
8. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditionelle Anforderung		25 -30 min
9. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

10. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. TN gehen allein durcheinander und kreisen die Schultern a Vorwärts b Rückwärts c Im Wechsel	Aufwärmen; Auflockerung		3-5 min
2. Wdh. Wechsel zw. Doppelstockeinsatz und diagonalem Einsetzen der Stöcke	Technikschulung	Stöcke	5 min
3. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
4 Wdh: Gehen mit Doppelstockeinsatz im 3er-Rhythmus, bei dem auf eins die Stöcke nach vorne geschoben werden, auf zwei der Stockeinsatz erfolgt und auf drei die Stöcke sich in der Endposition hinter dem Körper mit geöffneter Hand befinden.	Technikschulung	Stöcke	5 min
5. Tempoläufe: TN gehen 3 Mal je 2 min in intensiverem Tempo an der oberen Grenze von 120-130 bpm	Konditionelle Anforderung		8-10 min
6. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditionelle Anforderung		25 -30 min
7. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

11. Termin

Übungsbeschreibung	Ziel der Übung	Material	Dauer
1. Aufwärmen Wdh. Abrollbewegung der Füße Vor-Trieb vs. Auftrieb Kreuzgang vs. Diagonalgang	Aufwärmen, Technikschulung		8-12 min
2. Stretching	Vorbereitung der Muskulatur auf spätere Bewegungen		5-7 min
3. Wdh. der Gesamtbewegung des NW in ihren Teilelementen	Technikschulung	Stöcke	10-12 min
4. Freies Gehen in Pulsfrequenz 115-135 bpm	Konditionelle Anforderung		25 -30 min
5. Auslockern + Abschluss			ca. 5-8 min

12. Termin

Vorbereitung:

Vorstellung; die Teilnehmer werden über den Ablauf der Stunde informiert.

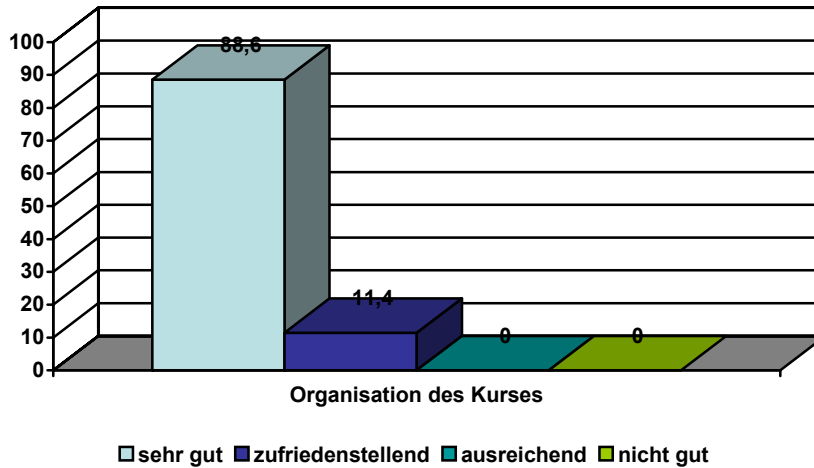
Alsterrunde mit Abschlussstretching

Dauer: ca 90 min

Anhang 3 Auswertung der Zufriedenheit der TeilnehmerInnen

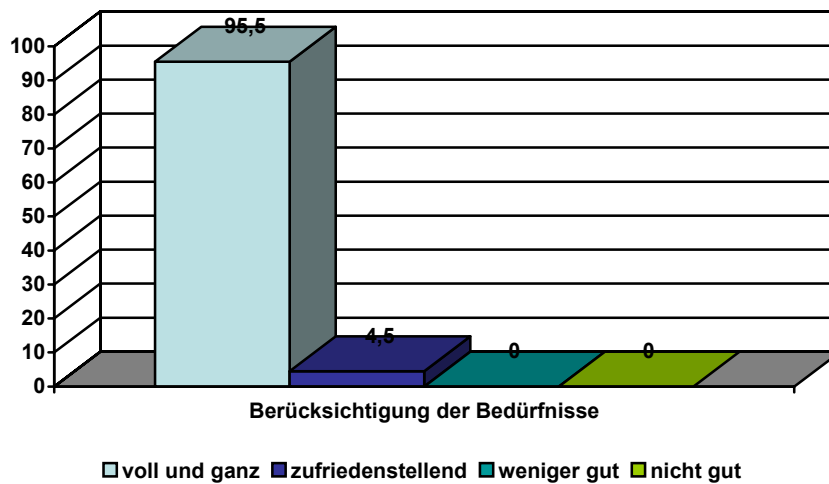
(alle Angaben in %)

1. Wie würden Sie die Organisation des Kurses beurteilen

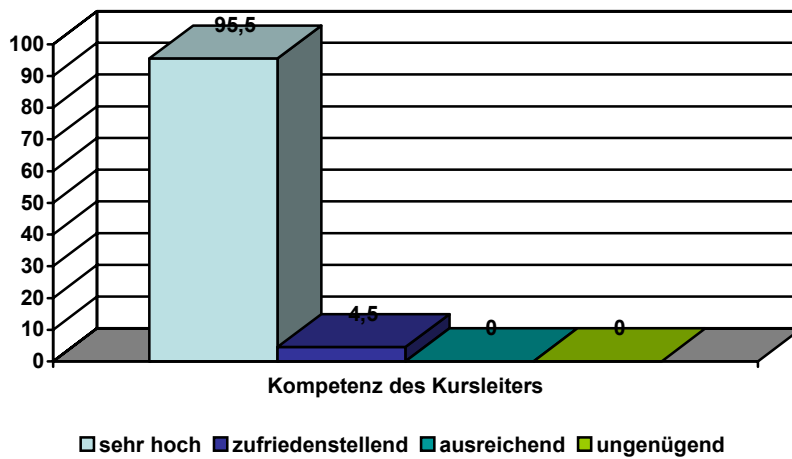


(Buchungen, Informationen zum Ablauf, Erreichbarkeit, ...)?

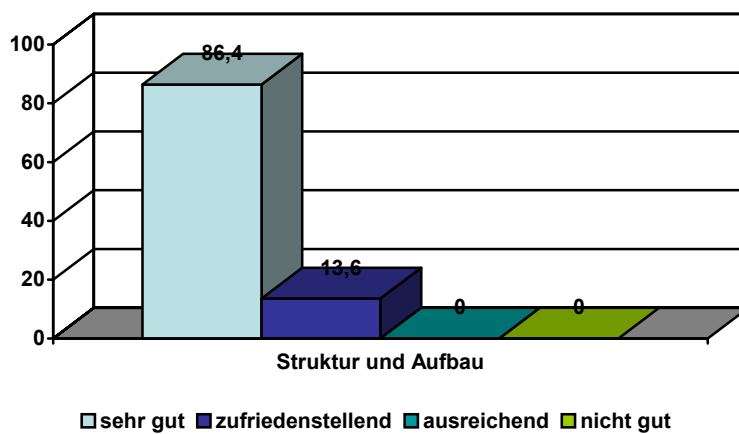
2. Haben Sie sich während des laufenden Kurses gut betreut und beraten gefühlt? Wurden Ihre Bedürfnisse ausreichend berücksichtigt?



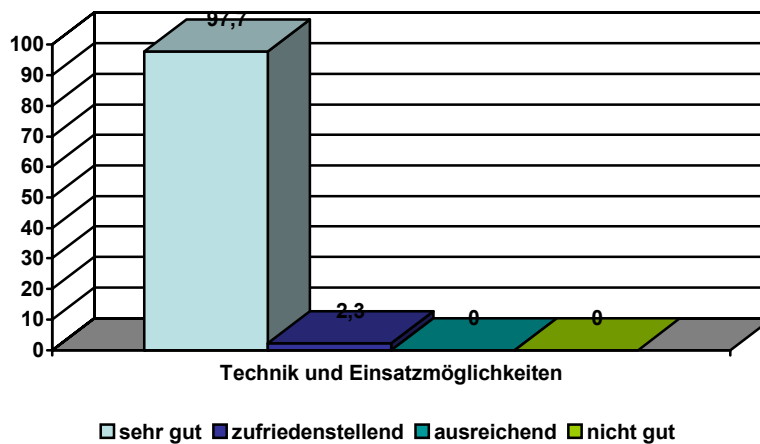
3. Wie beurteilen Sie die Kompetenz des Kursleiters?



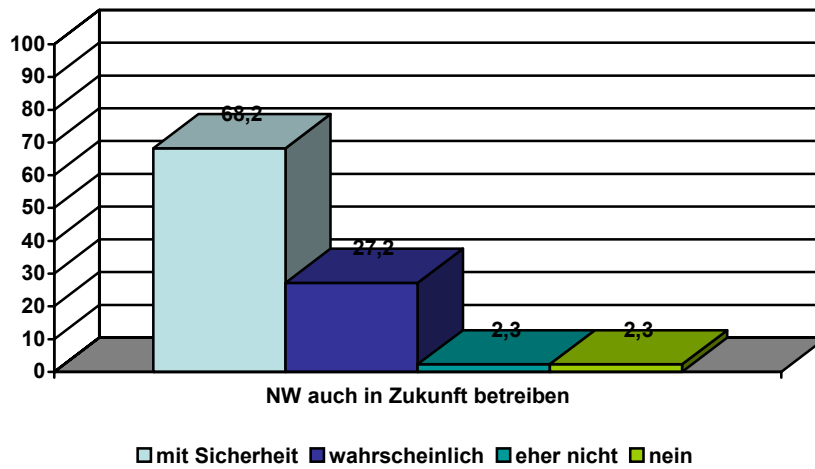
4. Wie würden Sie Struktur und Aufbau des Kurses beurteilen?



5. Wie wurden Technik und Einsatzmöglichkeiten beim Nordic Walking vermittelt?

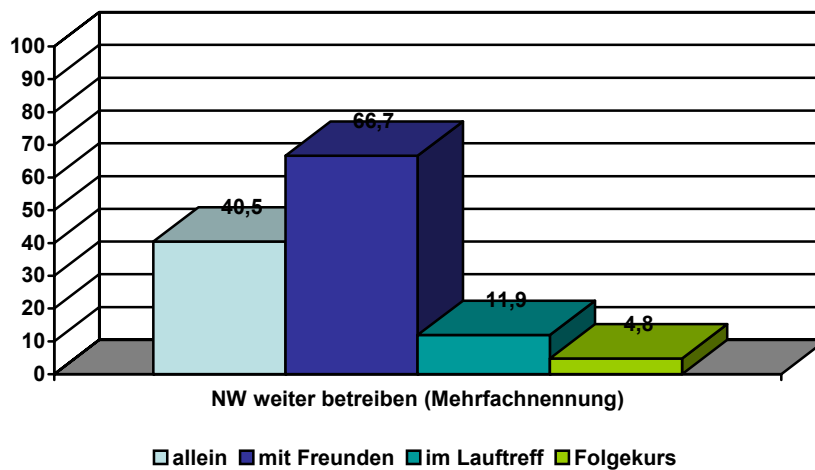


6. Werden Sie Nordic Walking auch in Zukunft betreiben?

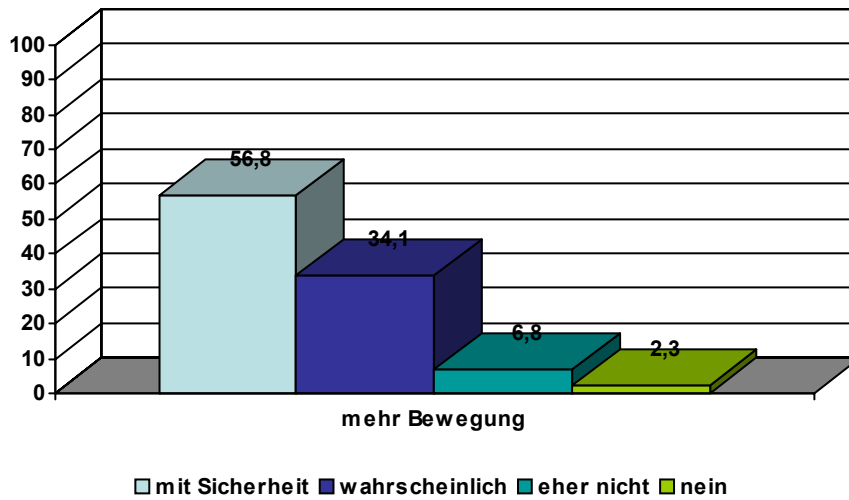


7. Wie werden Sie Nordic Walking weiter betreiben?

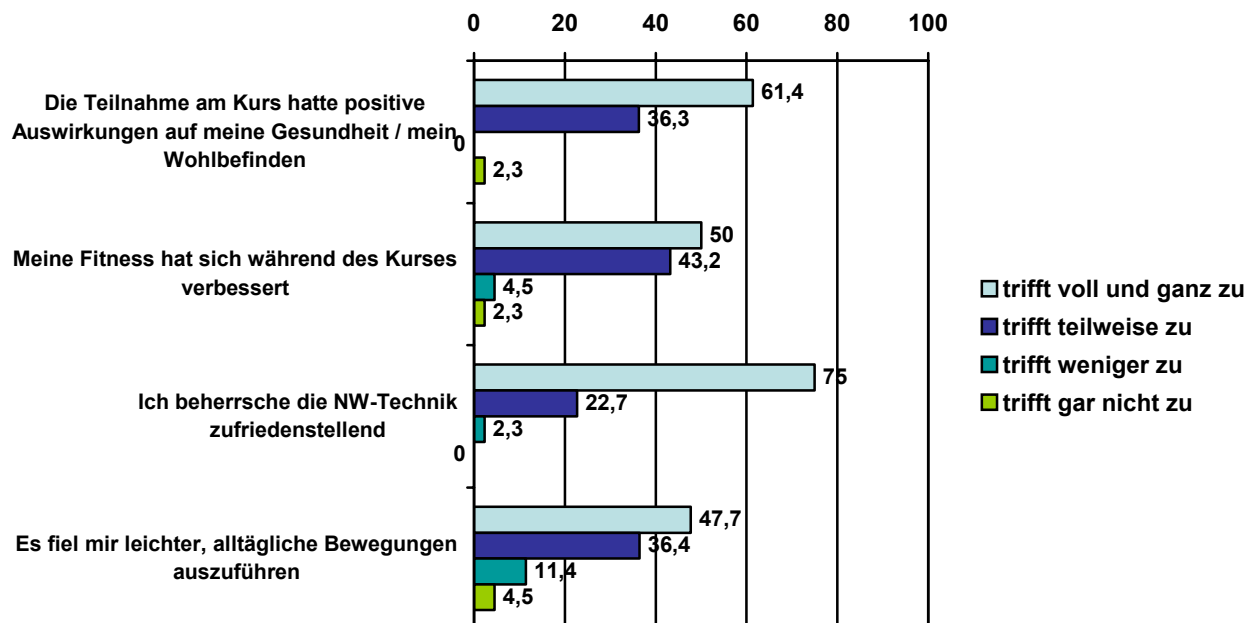
Basis: Alle Befragten, die in Frage 6 mit Sicherheit oder wahrscheinlich NW betreiben.



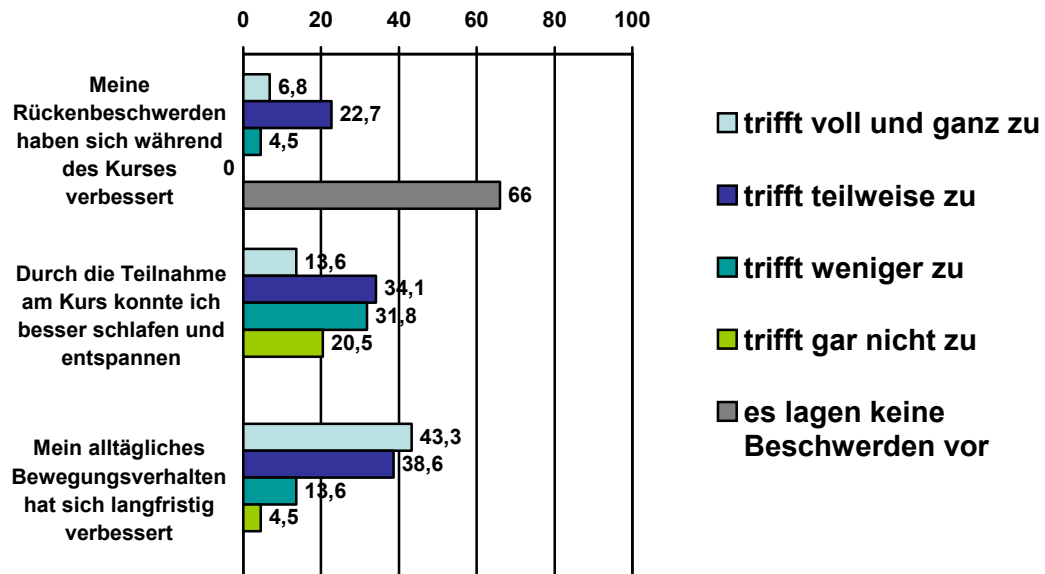
8. Werden Sie sich mehr bewegen als vor dem Kurs?



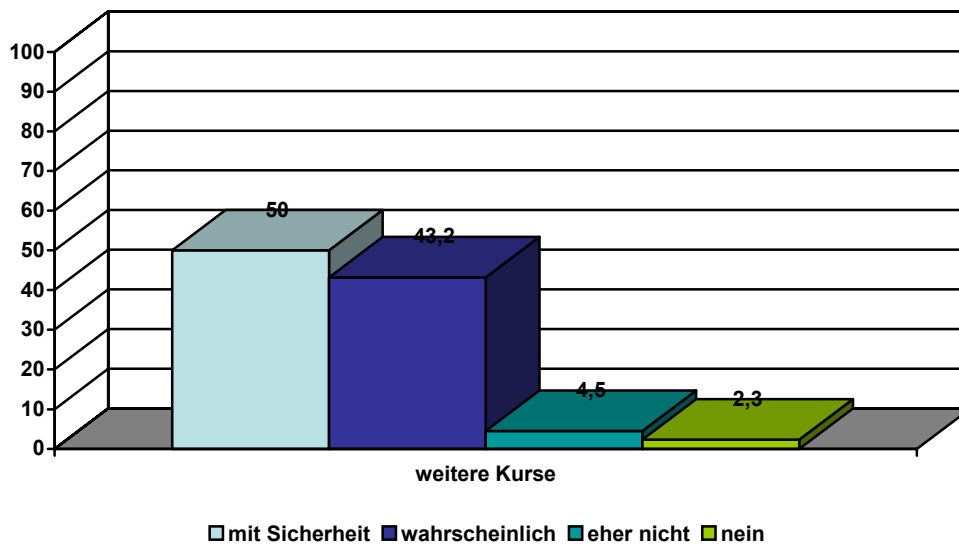
8.1 - 8.4 Bitte kreuzen Sie an, ob die jeweilige Aussage auf Sie zutrifft.



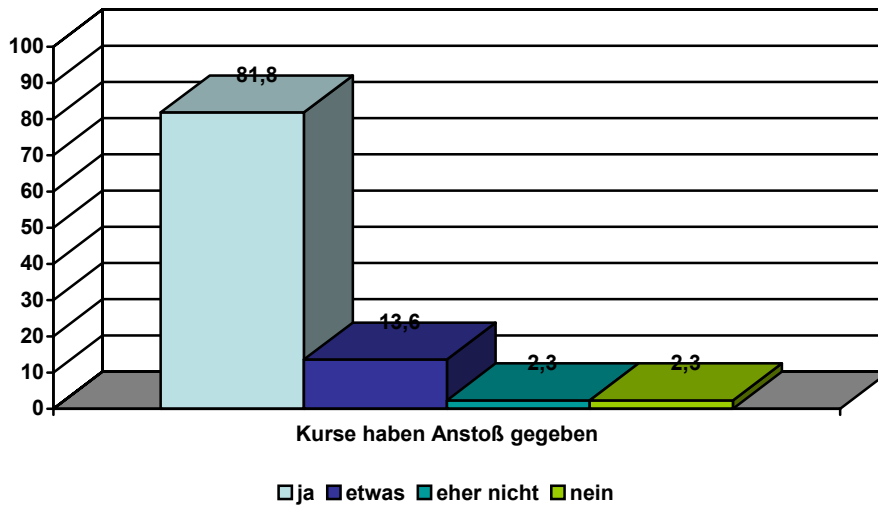
8.5 - 8.7 Bitte kreuzen Sie an, ob die jeweilige Aussage auf Sie zutrifft.



9. Werden Sie weitere Sportarten oder Bewegungskurse ausprobieren?



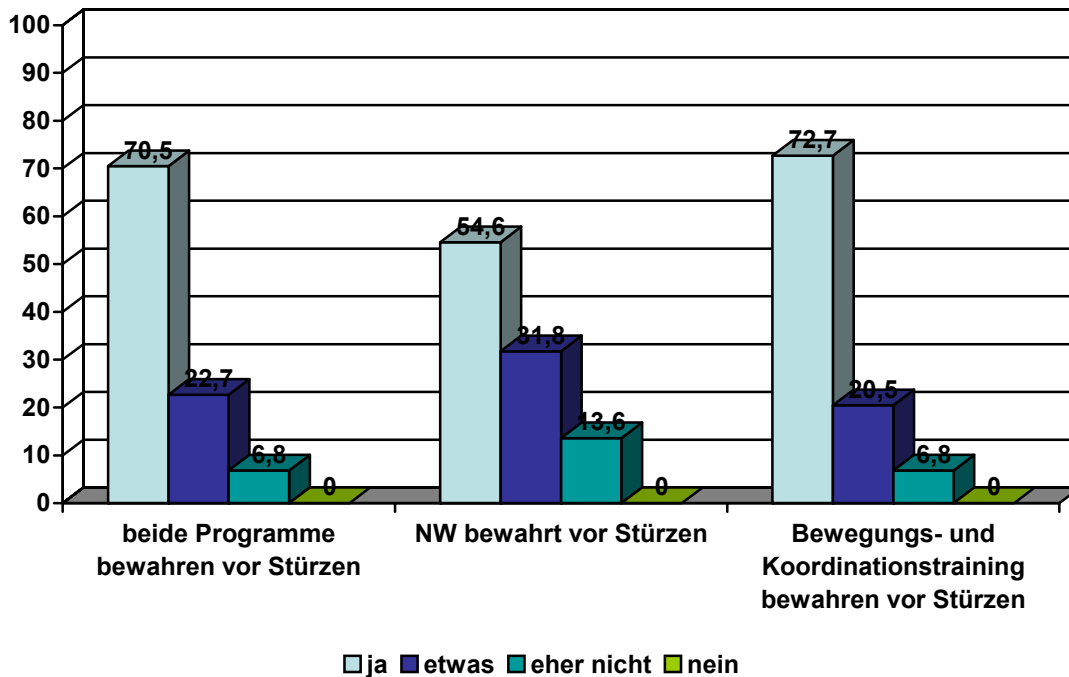
10. Haben die Kurse Anstoß gegeben, für Ihre Gesundheit aktiver zu werden?



11. Glauben Sie, dass beide Programme geeignet sind, Sie vor Stürzen zu bewahren?

12. Glauben Sie, das Nordic Walking Training hilft Ihnen, Sie vor Stürzen zu bewahren?

13. Glauben Sie, das Gleichgewichts- und Koordinationstraining hilft Ihnen, Sie vor Stürzen zu bewahren?



Anhang 4 Fragebögen

Selbsteinschätzungs-Fragebogen nach Elliot et al.

Bitte beantworten Sie folgende Fragen, in dem Sie „ja“ oder „nein“ ankreuzen.

Frage	ja	nein
1. Haben Sie Gleichgewichtsschwierigkeiten?		
2. Sind Sie schnell außer Atem?		
3. Hat Ihre Muskelkraft in den Armen oder Beinen nachgelassen?		
4. Fühlen sich Ihre Gelenke steif an?		
5. Haben Sie häufig Schmerzen?		
6. Benutzen Sie Gehilfen wie einen Stock oder einen Rollator?		
7. Haben Sie manchmal Schwindelgefühle?		
8. Nehmen Sie mehr als drei Medikamente?		
9. Haben Sie Angst zu stürzen?		
10. Haben Sie irgendwelche Probleme mit Ihren Füßen?		
11. Müssen Sie sich manchmal beeilen zur Toilette zu kommen?		
12. Haben Sie Probleme mit Ihren Augen?		
13. Trinken Sie regelmäßig Alkohol?		
14. Haben Sie Hörschwierigkeiten?		
15. Sind Sie unzufrieden oder unglücklich mit Ihrem Leben?		
16. Haben Sie manchmal Probleme mit Ihrem Gedächtnis?		
17. Sind sie häufig ängstlich oder nervös?		
18. Essen Sie manchmal länger als 5 Std nicht?		
19. Haben Sie Probleme beim Gehen?		
20. Gehen Sie weniger als drei Mal pro Woche aus dem Haus, um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen?		

Erweiterter Selbsteinschätzungs-Fragebogen nach Elliot et al.

Bitte beantworten Sie folgende Fragen, in dem Sie „ja“ oder „nein“ ankreuzen.

Frage	ja	nein
1. Haben Sie Gleichgewichtsschwierigkeiten?		
2. Haben sich Ihre Gleichgewichtsschwierigkeiten in den letzten 12 Wochen verbessert?		
3. Sind Sie schnell außer Atem?		
4. Sind Sie weniger schnell außer Atem als vor 12 Wochen?		
5. Hat Ihre Muskelkraft in den Armen oder Beinen nachgelassen?		
6. Hat Ihre Muskelkraft in den letzten 12 Wochen zugenommen?		
7. Fühlen sich Ihre Gelenke steif an?		
8. Fühlen sich Ihre Gelenke weniger steif an, als vor 12 Wochen?		
9. Haben Sie häufig Schmerzen?		
10. Haben Sie weniger häufig Schmerzen, als vor 12 Wochen?		
11. Benutzen Sie Gehhilfen wie einen Stock oder einen Rollator?		
12. Benutzen Sie weniger häufig Gehhilfen, als vor 12 Wochen?		
13. Haben Sie manchmal Schwindelgefühle?		
14. Haben Sie weniger häufig Schwindelgefühle als vor 12 Wochen?		
15. Nehmen Sie mehr als drei Medikamente?		
16. Nehmen Sie weniger Medikamente als vor 12 Wochen?		
17. Haben Sie Angst zu stürzen?		
18. Haben Sie weniger Angst zu stürzen, als vor 12 Wochen?		

Frage	ja	nein
19. Haben Sie irgendwelche Probleme mit Ihren Füßen?		
20. Haben Sie weniger Probleme mit Ihren Füßen, als vor 12 Wochen?		
21. Müssen Sie sich manchmal beeilen zur Toilette zu kommen?		
22. Müssen Sie sich weniger häufig beeilen zur Toilette zu kommen, als vor 12 Wochen?		
23. Haben Sie Probleme mit Ihren Augen?		
24. Haben Sie weniger Probleme mit Ihren Augen, als vor 12 Wochen?		
25. Trinken Sie regelmäßig Alkohol?		
26. Trinken Sie weniger Alkohol als vor 12 Wochen?		
27. Haben Sie Hörschwierigkeiten?		
28. Haben Sie weniger Hörschwierigkeiten als vor 12 Wochen?		
29. Sind Sie unzufrieden oder unglücklich mit Ihrem Leben?		
30. Sind Sie zufriedener und glücklicher mit Ihrem Leben als vor 12 Wochen?		
31. Haben Sie manchmal Probleme mit Ihrem Gedächtnis?		
32. Haben Sie weniger Probleme mit Ihrem Gedächtnis als vor 12 Wochen?		
33. Sind sie häufig ängstlich oder nervös?		
34. Sind Sie weniger ängstlich oder nervös als vor 12 Wochen?		
35. Essen Sie manchmal länger als 5 Std nicht?		
36. Essen Sie regelmäßiger, als vor 12 Wochen?		
37. Haben Sie Probleme beim Gehen?		
38. Haben Sie weniger Probleme beim Gehen als vor 12 Wochen?		
39. Gehen Sie weniger als drei Mal pro Woche aus dem Haus, um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen?		
40. Gehen Sie häufiger aus dem Haus, um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen, als vor 12 Wochen?		

Lebenslauf



Name: Bettina Wollesen

Geb.: 21.12.1972 in Bad Oldesloe

Familienstand: verheiratet, 2 Kinder
geb. 27.10.1999, ♂ ; 04.09.02, ♀

Wohnhaft: Grindelallee 33
20146 Hamburg
Tel.: 040-6419513

Schule: Einschulung August 1979, Stadtschule Bad Oldesloe
1983-1992 Theodor-Mommsen-Gymnasium Bad Oldesloe
Mai 1992 Abitur

Studium: WiSe1992- SoSe 1994 Chemie Diplom in Kiel
SoSe 1995- WiSe 1998 Lehramtstudium Chemie und Sport Grund- und Mittelstufe allgemeinbildende Schule
SoSe 1999- WiSe 2002 Diplom Sportwissenschaft, Nebenfach Erziehungswissenschaften

seit März 2003 Promotionsstudentin am Fachbereich Sportwissenschaft, Universität Hamburg, Forschungsbereich Vermittlung

Studienabschluss: Diplom Sportwissenschaft 20.01.2003, Note:1

Studienschwerpunkte: Sport in Freizeit, Betrieb und Weiterbildung
Vermittlungskonzepte
Besonderheiten der Geriatrie und des Seniorensports
Sport in Prävention und Rehabilitation

Tätigkeiten: Seit März 2007 wissenschaftliche Mitarbeiterin (Drittmittel Projekte) in der Abteilung für Bewegungs- & Trainingswissenschaft der Universität Hamburg, FB Bewegungswissenschaft

September 06- Februar 07 wissenschaftliche Mitarbeiterin (Drittmittel Projekt) am FB Erziehungswissenschaft, Sektion 3: Berufliche Bildung und Lebenslanges Lernen der Universität Hamburg

Feb. 2002 - Nov. 2006 angestellte Dozentin für die Fächer Medizin und Rehabilitation, Geragogik, Gesundheitsförderung, Gerontopsychiatrie im AWO-Bildungszentrum HOHEGEEST (Fachschule für Altenpflege)

seit 1999 als Kursleiterin im Seniorensport tätig
(Krankenkassen anerkannte Angebote im Bereich Primär
Prävention § 20, Siegel Sport pro Gesundheit“)

seit 2003 selbständig tätig, Gründung von „Inform-
Individuelles Fitness- und Gesundheitsmanagement“

Februar 2003 bis September 2004 Mitarbeiterin von
„ONE-The FitTest-Company“, dort zuständig für die
Erstellung von individuellen Trainingsprogrammen/
Nachbetreuung von Kunden, die ganzheitliche
Gesundheits-Checks durchgeführt haben,
Ausbildung von Personal Trainern, Erstellung eines
Seminar-Programms für Weiterbildung und
Gesundheitssport

seit 1997 Mitarbeiterin der Hamburger Inline-Skating
Schule, Verein zur Förderung der Universität Hamburg,
Fachbereich Bewegungswissenschaft, dort Bürotätigkeit:
Organisation von Kursen, Verwaltung von Kursen,
Bewerbung von Angeboten, Abrechnungen uvm.
seit August 2003 nur noch als Kursleitung tätig

seit 1992 Erfahrungen im Kursleiterbereich Volleyball,
Beachvolleyball, Aerobic, Ski alpin, Inline-Skating,
Schwangerschaftsrückbildungsgymnastik,
Beckenbodentraining, Walking/Nordic Walking,
Rückenfitness/Rückenschule

September 2005 Referentin in der Ärztefortbildung
„Hausarzt in der Geriatrie“

Lehraufträge pädagogische Psychologie an der Universität
Hamburg WiSe 05/06, 06/07

Zusatzqualifikationen: Juli/August 2003 Praktikum im Westküstenklinikum Heide
in den Bereichen Geriatrie und Frührehabilitation, dort u.a.
Leitung der Herzsport-Gruppe

Beckenbodentrainerlizenz

Inline-Skating-Übungsleiter-Lizenzen

Lizenzausbildung DTB-Aerobic B

Skilehrerschein für Hamburger Schulen

Weiterbildung: „Grundlagen der Gerontopsychiatrie“
Albertinenhaus Hamburg

Weiterbildung: „Wenn jemand seine Orientierung verliert-
Beschäftigungsangebote für dementiell Erkrankte“
Albertinenhaus Hamburg

Weiterbildung: „Formatio reticularis- funktionelle
Neuroanatomie“
Albertinenhaus Hamburg

Liste der Publikationen und wissenschaftlichen Vorträge

2008

1. Oktober 2008: Vortrag : Arbeitsschutz aktuell, Hamburg
BASE als Konzept zur betrieblichen Gesundheitsförderung bei Tätigkeiten mit häufigen manuellen Lastenhandhabungen
2. Juli 2008: Vortrag **ECSS-Kongress**:
BASE - a new concept for health prevention for Logistics workers with manual boxlifting activities (Bettina Wollesen, Klaus Mattes)
3. DVS-Tagung Bad Schönborn: "Sport und Gesundheit in der Lebensspanne"
Jahrestagung der dvs-Kommission Gesundheit

Dort zwei **Vorträge** inkl. **Veröffentlichungen** im Tagungsband
 - a. Bettina Wollesen, Volker Nagel: Gleichgewichts- & Koordinationstraining vs Nordic Walking: Einfluss der Programme auf einen 45 sek-Einbeinstand bei Senioren. In: Knoll, M., Woll, A. (Hrsg.) *Sport und Gesundheit in der Lebensspanne*.387-392
 - b. Bettina Wollesen, Klaus Mattes: BASE als Konzept zur betrieblichen Gesundheitsförderung bei Tätigkeiten mit häufigen manuellen Lastenhandhabungen In: Knoll, M., Woll, A. (Hrsg.) *Sport und Gesundheit in der Lebensspanne*.314-318
4. **Vortrag** beim MOBEX-Meeting Januar 2008 in Empoli: Balance and Co-ordination Training vs. Nordic Walking: Effects on balance performance

2007

5. **Vorträge** beim dvs-Kongress in Hamburg 2007 mit Veröffentlichungen im Abstrakt-Band
 - a. **Vortrag im Arbeitskreis: Nordic Walking**
Bettina Wollesen & Volker Nagel: Gleichgewichts- und Koordinationstraining und Nordic Walking – Unterschiedliche Effekte auf die Gleichgewichtsleistung bei Senioren?
 - b. **Vortrag im Arbeitskreis: Betriebliche Gesundheitsförderung im Rahmen interdisziplinärer Ansätze**
Bettina Wollesen, Jan Schröder, Ulrike Greb & Klaus Mattes:
Neue Wege in der betrieblichen Gesundheitsförderung-
Bewegungswissenschaftliche Konsequenzen einer explorativen Studie
 - c. **Vortrag im Arbeitskreis: Varia Leistungssport**

Bettina Wollesen, Constanze Draper, Klaus Mattes, Johannes Wohlers (Universität Hamburg) & Andreas Ohlrogge (Hamburger Sportbund): Talentsichtung und -förderung in ausgewählten Hamburger Sportverbänden

d. Posterpräsentation:

Nina Habermann & Bettina Wollesen: Nordic Walking-Effekte innerhalb der Gesundheitsförderung

6. Posterpräsentation beim ECSS 2007 in Jyväskylä, Juli 2007

Veröffentlichung im Abstraktband: Wollesen, B., Nagel, V. (2007). Balance and Co-ordination Training vs. Nordic Walking – Primary Preventive Effects and Fall Prevention for Seniors

2006

7. Posterpräsentation beim Xth International Egropa Conference, Köln Sept.2006; Thema: Physical Aktivity and successful aging

Veröffentlichung im Abstraktband:

Wollesen, B., Nagel, V., Schröder, J. (2006). Balance and coordination training vs. Nordic Walking- preventive effects and fall prevention for seniors? In: Xth International Egropa Conference- Physical Aktivity and successful aging. Book of Abstracts, S.151 ISBN: 3-937167-91-9

8. Posterpräsentation 7. DVS-Kongress der Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft , Bad Sassendorf 2006
Schwerpunkthema Prävention und Rehabilitation

Veröffentlichung im Abstraktband:

Wollesen, B., Nagel, V., Schröder, J. (2006). Gleichgewichts- und Koordinationstraining vs. Nordic Walking- Primärpräventive Effekte kardialer Parameter bei älteren Menschen. S.65

2005

9. Vortrag: Internationales Symposium: Stürze im Alter- Diagnostik und Interventionen (2005); Universität Nürnberg-Erlangen

Veröffentlichung im Abstraktband:

Wollesen, B., Nagel, V.(2005). Gleichgewichts- und Koordinationstraining vs. Nordic Walking- Primärpräventive Effekte und Sturzprophylaxe für ältere Menschen. S.28-29

2004

10. Sportmedizinkongress Universität Hamburg zum Thema: „Sportangebote für Übergewichtige“

Durchführung einer Praxiseinheit zum Thema: „Inline-Skating für Übergewichtige“

11. Altenpflegemesse Hannover

Vortrag zum Thema: „Neue Lehr- und Lernmethoden in der Altenpflege:
Neugier wecken- Lernen entdecken“

2001

12.VTF-Kongress: „Ein Leben lang in Schwung“ Vorstellung des eigenen
Konzepts zum Thema „Sambaseniobics“ mit **Veröffentlichung** im
Kongressbericht (ISBN 3-89124-281-6)

Hamburg, den 14.10.2008

Unterschrift:

Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Thema:

„Gleichgewichts- und Koordinationstraining
vs. Nordic Walking:
Effekte zur Primärprävention und Sturzprophylaxe bei Senioren"

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, habe ich in jedem einzelnen Fall durch die Angabe der Quelle, auch der benutzten Sekundärliteratur, als Entlehnung kenntlich gemacht.

Darüber hinaus versichere ich, dass diese Arbeit nicht bereits an einem anderen Ort eingereicht wurde, oder ich selbst eine Doktorprüfung mit einem anderen Thema beantragt habe.

Ort /Datum Unterschrift