

Petra Guardiera

Beanspruchung kognitiver Ressourcen für die Handlungsorganisation bei jungen und älteren Erwachsenen

Ein Beitrag zur Benennung möglicher Sturzursachen im Alter

Doktorarbeit / Dissertation

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2005 Diplom.de
ISBN: 9783832490492

Petra Guardiera

Beanspruchung kognitiver Ressourcen für die Handlungsorganisation bei jungen und älteren Erwachsenen

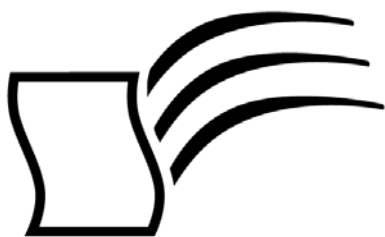
Ein Beitrag zur Benennung möglicher Sturzursachen im Alter

Petra Guardiera

Beanspruchung kognitiver Ressourcen für die Handlungs- organisation bei jungen und älteren Erwachsenen

Ein Beitrag zur Benennung möglicher Sturzursachen im Alter

**Dissertation / Doktorarbeit
Deutsche Sporthochschule Köln
Fachbereich III, Institut für Physiologie und Anatomie
Abgabe Januar 2005**



Diplom.de

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 9049

Guardiera, Petra:

Beanspruchung kognitiver Ressourcen für die Handlungsorganisation bei jungen und älteren Erwachsenen - Ein Beitrag zur Benennung möglicher Sturzursachen im Alter
Hamburg: Diplomica GmbH, 2005

Zugl.: Deutsche Sporthochschule Köln, Dissertation / Doktorarbeit, 2005

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2005

Printed in Germany

Lebenslauf

Petra Guardiera
Nüssenberger Str. 27
50829 Köln

geb. in Remscheid
am 03.09.1974

1981-1985	Freiherr-vom-Stein Grundschule in Remscheid-Lennep
1985-1994	Röntgen Gymnasium in Remscheid-Lennep
1994-2001	Studium der Lehramtsfächer Englisch und Erziehungswissenschaft für die Sekundarstufen I und II an der Universität zu Köln
1996-2000	Diplomstudiengang des Faches Sport an der Deutschen Sporthochschule Köln
WS 1996/97	Studium in English and Sports Science an der Manchester Metropolitan University, Faculty of Crewe and Alsager
ab SoSe 1999	Diplomarbeit im Physiologischen Institut der DSHS Köln
ab WS 2000	Examensprüfungen im Fach Englisch und Erziehungswissenschaft für die Sekundarstufen I und II
ab Mai 2001	Anstellung als wissenschaftliche Hilfskraft im Physiologischen Institut der DSHS Köln, Beginn der Promotion
ab September 2002	Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Physiologischen Institut der DSHS Köln
November 2003	Auszeichnung des Interventionsansatzes <i>Analyse kognitiver und motorischer Funktionen</i> durch den Innovationspreis 2003 "Technik und Dienstleistung für das Alter" durch das Ministerium für Gesundheit, Soziales, Frauen und Familie des Landes Nordrhein-Westfalen

Köln, den 03.01.2005

"Wer aber nichts tut, als nur älter zu werden,
und glaubt, dass sich im Alter Wohlbefinden und
Spaß ohne eigenes Zutun einstellen,
der irrt sich gewaltig und darf sich nicht wundern,
wenn dann mit zunehmendem Alter
ein Tag so öde wie der andere ist
und er dabei immer mehr verschimmelt.

Mein guter Freund im Alter ist der Sport!"

(Wischmann, 1992)

Inhaltsverzeichnis

<u>1. Einleitung</u>	1
1.1 Relevanz des Forschungsgegenstandes "Stürze im Alter	1
1.2 Ursachen für eine erhöhte Sturzhäufigkeit im Alter	3
1.3 Untersuchung kognitiver Regelungsprozesse anhand des Doppelaufgaben-Paradigmas	9
1.4 Altersspezifische Doppelaufgabendefizite: Erklärungsversuche unter Berücksichtigung individueller Bearbeitungsstrategien	13
1.5 Übersicht über frühere Doppelaufgaben-Studien: "Stehen" und "Gehen" im Altersvergleich	14
1.5.1 Doppelaufgaben mit statischer sensomotorischer Aufgabe "Stehen"	15
1.5.2 Doppelaufgaben mit dynamischer sensomotorischer Aufgabe "Gehen"	20
1.6 Interventionsmaßnahmen	26
1.7 Ziele der vorliegenden Arbeit	30
<u>2. Methodik und Material</u>	33
2.1 Probanden	33
2.2 Verhaltensdaten	35
2.2.1 Aufgabentypen	36
2.2.1.1 Sensomotorische Aufgabe Gehen	36
2.2.1.1.1 Exp. A	36
2.2.1.1.2 Exp. B1 und B2	37
2.2.1.1.3 Exp. C1, C2, D1 und D2	38
2.2.1.2 Zusatzaufgaben	39
2.2.1.2.1 Feinmotorische Aufgabe Tasse tragen	39
2.2.1.2.2 Kognitive Aufgabe Buchstabieren	40
2.2.1.2.3 Stroop-ähnliche Reaktionsaufgabe	40
2.2.1.2.4 Feinmotorische Aufgabe Knöpfen	41
2.2.1.2.5 Gedächtnisaufgabe	42
2.2.1.3 Besonderes methodisches Vorgehen in Exp. D1 und D2	42
2.3 Fragebögen	43
2.4 Zusammenfassung des experimentellen Designs	44

2.5	Aufbereitung der Daten	45
2.5.1	Sensomotorische Aufgabe Gehen	45
2.5.1.1	Exp. A, B1 und B2	45
2.5.1.2	Exp. C1, C2, D1 und D2	46
2.5.2	Zusatzaufgaben	46
2.5.2.1	Feinmotorische Aufgabe Tasse tragen	46
2.5.2.2	Kognitive Aufgabe Buchstabieren	47
2.5.2.3	Stroop-ähnliche Reaktionsaufgabe	47
2.5.2.4	Feinmotorische Aufgabe Knöpfen	49
2.5.2.5	Gedächtnisaufgabe	49
2.6	Statistische Analyse der Daten	50
2.6.1	Verhaltensdaten	50
2.6.1.1	Absolute Werte	50
2.6.1.2	Relative Werte: Doppelaufgabenkosten	51
2.6.2	Fragebögen	52
3.	<u>Ergebnisse</u>	53
3.1	Experiment A	53
3.1.1	Fragebogen	54
3.1.2	Strategiefragebögen	55
3.1.3	Absolute Werte	57
3.1.4	Relative Werte: Doppelaufgabenkosten	59
3.2	Experiment B1 und B2	62
3.2.1	Fragebogen	63
3.2.2	Absolute Werte	65
3.2.3	Relative Werte: Doppelaufgabenkosten	70
3.2.4	Fehleranalyse in Exp. B2	72
3.3	Experiment C1 und C2	74
3.3.1	Fragebogen	75
3.3.2	Absolute Werte	78
3.3.3	Relative Werte: Doppelaufgabenkosten	81
3.3.4	Fehleranalyse in Exp. C1 und C2	83
3.4	Experiment D1:	86
3.4.1	Fragebogen	87
3.4.2	Absolute Werte	89
3.4.3	Relative Werte: Doppelaufgabenkosten	91

3.5 Experiment D2	94
3.5.1 Fragebogen	94
3.5.2 Absolute Werte	95
3.5.3 Relative Werte: Doppelaufgabenkosten	99

4. Diskussion **102**

4.1 Probanden	102
4.2 Methodik	103
4.2.1 Fragebögen	103
4.2.2 Sensomotorische Aufgabe Gehen	104
4.2.3 Feinmotorische Aufgabe Tasse tragen	105
4.2.4 Stroop-ähnliche Reaktionsaufgabe	105
4.2.5 Feinmotorische Aufgabe Knöpfen	106
4.3 Ergebnisse: absolute Werte	106
4.3.1 Experiment A	107
4.3.2 Experiment B1 und B2	112
4.3.3 Experiment C1 und C2	120
4.3.4 Experiment D1 und D2	128
4.3.5 Relative Werte: Doppelaufgabenkosten	135
4.4 Schlussfolgerung	137
4.5 Fazit und Ausblick	143

5. Zusammenfassung / Abstract **145**

6. Literatur **149**

Anhang 1-4

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Darstellung des Versuchsaufbaus	36
Abb. 2:	Position der Schaumstoffmatte in Exp. B1	37
Abb. 3:	Abstände zwischen den Hindernissen in Exp. B2	38
Abb. 4:	Parcours in Exp. C1, C2, D1 und D2	39
Abb. 5:	Rohdaten eines Geschwindigkeitsprofils in Exp. A	45
Abb. 6:	Bestimmung der Reaktionszeiten in Exp. B1 und B2	48
Abb. 7:	Mittlere Gehgeschwindigkeit in Exp. A	57
Abb. 8:	Mittlerer Neigungswinkel in Exp. A	58
Abb. 9:	Mittlere Buchstabenrate in Exp. A	59
Abb. 10:	Mittlere Doppelaufgabenkosten in Exp. A	61
Abb. 11:	Gegenüberstellung von Gehgeschwindigkeit, Neigungswinkel und Reaktionszeit in Exp. B1 und B2	66
Abb. 12:	Gegenüberstellung der mittleren Doppelaufgabenkosten in Exp. B1 (Abb. 12a) und Exp. B2 (Abb. 12b)	71
Abb. 13:	Mittlerer Fehler in der stroop-ähnlichen Reaktionsaufgabe in Exp. B2	72
Abb. 14:	Gegenüberstellung von Gehgeschwindigkeit, Anzahl der Knöpfe und Anzahl der Symbole in Exp. C1 und C2	78
Abb. 15:	Gegenüberstellung der mittleren Doppelaufgabenkosten in Exp. C1 (Abb. 15a) und Exp. C2 (Abb. 15b)	82
Abb. 16:	Gegenüberstellung des mittleren Fehlers in der Gehaufgabe in Exp. C1 (Abb. 16a) und C2 (Abb. 16b)	83
Abb. 17:	Mittlere Gehgeschwindigkeit in Exp. D1	89
Abb. 18:	Mittlere Anzahl der Knöpfe in Exp. D1	90
Abb. 19:	Mittlere Anzahl der Symbole in Exp. D1	91
Abb. 20:	Mittlere Doppelaufgabenkosten in Exp. D1	92
Abb. 21:	Mittlere Gehgeschwindigkeit in der Trainingsgruppe (TRAINING) und der Kontrollgruppe (KONTROLLE) in Exp. D2	96
Abb. 22:	Mittlere Anzahl der Knöpfe in der Trainingsgruppe (TRAINING) und der Kontrollgruppe (KONTROLLE) in Exp. D2	97
Abb. 23:	Mittlere Anzahl der Symbole in der Trainingsgruppe (TRAINING) und der Kontrollgruppe (KONTROLLE) in Exp. D2	98
Abb. 24:	Mittlere Doppelaufgabenkosten in der Trainingsgruppe (TRAINING) und der Kontrollgruppe (KONTROLLE) in Exp. D2	100

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Probandendaten getrennt für die Exp. A, B1, B2, C1, C2, D1 und D2	34
Tab. 2:	Versuchsdesign in Exp. A, B1, B2, C1, C2, D1 und D2	35
Tab. 3:	Antwortmöglichkeiten in der Stroop-Aufgabe	41
Tab. 4:	Stroop-ähnliche Reaktionsaufgabe	41
Tab. 5:	Aspekte, die anhand der Fragebögen abgefragt wurden	43
Tab. 6:	Zusammenfassung der Experimente	44
Tab. 7:	Auswertungsverfahren in der Gedächtnisaufgabe	49
Tab. 8:	Ergebnisse der Fragebogenanalyse in Exp. A.	54
Tab. 9:	Ergebnisse der Analyse des Strategiefragebogens für die Doppelaufgabe Gehen und Tasse tragen in Exp. A.	55
Tab. 10:	Ergebnisse der Analyse des Strategiefragebogens für die Doppelaufgabe Gehen und Buchstabieren in Exp. A.	56
Tab. 11:	Varianzanalyse der Variablen Gehgeschwindigkeit, Neigungswinkel und Buchstabenrate in Exp. A	57
Tab. 12:	Doppelaufgabenkosten in Exp. A	60
Tab. 13:	Varianzanalyse der Variable mittlere Doppelaufgabenkosten in Exp. A	60
Tab. 14:	Ergebnisse der Fragebogenanalyse. Vergleich der Altersgruppen getrennt nach Exp. B1 und B2.	63
Tab. 15:	Ergebnisse der Fragebogenanalyse. Vergleich der jungen und älteren Probanden in Exp. B1 und B2.	64
Tab. 16:	Varianzanalyse der Variablen Gehgeschwindigkeit und Neigungswinkel in Exp. B1 und B2	67
Tab. 17:	Varianzanalyse der Variable Reaktionszeit in Exp. B2.	67
Tab. 18:	Doppelaufgabenkosten in Exp. B1 und B2	70
Tab. 19:	Varianzanalyse der Variable mittlere Doppelaufgabenkosten in Exp. B1 und B2	70
Tab. 20:	Varianzanalyse der Variable mittlerer Fehler in Exp. B2	72
Tab. 21:	Ergebnisse der Fragebogenanalyse. Vergleich der Altersgruppen getrennt nach Exp. C1 und C2.	75
Tab. 22:	Ergebnisse der Fragebogenanalyse. Vergleich der jungen und älteren Probanden in Exp. C1 und C2.	77
Tab. 23:	Varianzanalyse der Variablen Gehgeschwindigkeit, Anzahl der Knöpfe und Anzahl der Symbole in Exp. C1 und C2	79
Tab. 24:	Doppelaufgabenkosten in Exp. C1 und C2	81

Tab. 25:	Varianzanalyse der Variable mittlere Doppelaufgabenkosten in Exp. C1 und C2	81
Tab. 26:	Varianzanalyse der Variable mittlerer Fehler in der Gehaufgabe in Exp. C1 und C2	83
Tab. 27:	Varianzanalyse der Variable mittlerer Fehler in der Gehaufgabe in Exp. C1 und C2.	84
Tab. 28:	Ergebnisse der Fragebogenanalyse. Vergleich junger und trainierter älterer, junger und untrainierter älterer sowie trainierter und untrainierter älterer Probanden in Exp. D2.	87
Tab. 29:	Varianzanalyse der Variablen Gehgeschwindigkeit, Anzahl der Knöpfe und Anzahl der Symbole in Exp. D1	89
Tab. 30:	Doppelaufgabenkosten in Exp. D1	91
Tab. 31:	Varianzanalyse der Variable mittlere Doppelaufgabenkosten in Exp. D1	92
Tab. 32:	Ergebnisse der Fragebogenanalyse in Exp. D2.	94
Tab. 33:	Varianzanalyse der Variablen Gehgeschwindigkeit, Anzahl der Knöpfe und Anzahl der Symbole in Exp. D2	95
Tab. 34:	Doppelaufgabenkosten in Exp. D2	99
Tab. 35:	Varianzanalyse der Variable mittlere Doppelaufgabenkosten in Exp. D2	99

1. Einleitung

1.1 Relevanz des Forschungsgegenstandes "Stürze im Alter"

Stürze im Alter stellen ein gesamtgesellschaftliches Problem dar, welches in den vergangenen Jahren zunehmend in den Interessensmittelpunkt verschiedener Forschungsdisziplinen gerückt ist. Aktuell ist belegt, dass etwa jede dritte Person im Alter von über 65 Jahren und etwa jede zweite im Alter von über 80 Jahren mindestens einmal im Jahr stürzt, in Alters- und Pflegeheimen liegt die Sturzhäufigkeit deutlich darüber (Campbell et al., 1981; Nevitt et al., 1989). Diese Zahlen sind in zweierlei Hinsicht alarmierend: obwohl nur etwa ein Zehntel der Gestürzten schwerwiegende Knochenbrüche als Sturzfolge davontragen, leiden etwa 48 % aller Gestürzten anschließend an Angst vor einem neuen Sturz. Dies führt oftmals dazu, dass die Betroffenen ihren Aktivitätsradius stark einschränken, sich zunehmend in eine Abhängigkeit von Dritten begeben und sich schlimmstenfalls sozial isolieren. Das Phänomen Sturzangst ist desweiteren kritisch zu sehen, da nicht nur Gestürzte, sondern auch eine Vielzahl der über 75-Jährigen berichten, auch ohne vorangegangenen Sturz grundsätzlich an Sturzangst zu leiden (Tinetti 1990). Zu beachten ist überdies, dass sich die Kosten für Behandlung und Rehabilitation altersbedingter Unfälle allein in der Bundesrepublik Deutschland aktuell auf mehrere hundert Millionen Euro jährlich belaufen (Becker & Scheible, 1998).

Von besonderer Bedeutung ist die hohe Sturzhäufigkeit zudem in Anbetracht der fortschreitenden Überalterung der Gesellschaft: "Im Jahre 2050 wird jeder Dritte in Deutschland 60 Jahre oder älter sein!" Mit dieser Schlagzeile überschreibt das Statistische Bundesamt in Wiesbaden (2004) die Brisanz des demographischen Wandels, der sich zur Zeit in der Bundesrepublik Deutschland, aber auch in anderen westlichen Industrienationen vollzieht. Eine stagnierende Geburtenrate und eine steigende Lebenserwartung werden zur Folge haben, dass sich das Zahlenverhältnis zwischen jüngeren und älteren Einwohnern während der kommenden 50 Jahre drastisch verändert. Die 10. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung durch das Statistische Bundesamt (2004) ergab, dass die Anzahl der unter 20-Jährigen momentan etwa ein Fünftel der Bevölkerung ausmacht, sich aber im Jahre 2050 auf 12 % verringert haben wird, während die mindestens 60-Jährigen aktuell bei etwa 17 % liegen, jedoch auf mehr als das Doppelte heranwachsen und somit 38 % der Gesamtbevölkerung darstellen werden.

Die Überalterung der Gesellschaft zieht folglich nicht nur ein ansteigendes Risiko altersbedingter Krankheiten und Unfälle nach sich, sondern ebenso die Notwendigkeit neuer Gesundheits- und Rentenreformen. Denn der demographische Wandel bedeutet auch, dass das Verhältnis der

Bevölkerung im Rentenalter zu der im Erwerbsalter im Jahre 2050 von 44% auf 78 % angestiegen sein wird, sofern das Rentenzugangsalter bei 60 Jahren liegt (Statistisches Bundesamt, 2004).

In Anbetracht der oben dargestellten Problematik ist es dringend erforderlich, die Ursachen sturzbedingter Unfälle im Alter zu erkennen und das Unfallrisiko einzudämmen. Hinreichend bekannt aus der Literatur sind beispielsweise situative Risikofaktoren, altersbedingte physiologische Veränderungen, Gleichgewichtsstörungen sowie das Phänomen Sturzangst als mögliche Faktoren. Jedoch können diese einen Sturz nicht immer ausreichend erklären. Daher rückte in den vergangenen Jahren zunehmend die Vermutung in den Vordergrund, dass neben den benannten Defiziten möglicherweise auch eine im Alter veränderte Verfügbarkeit oder Beanspruchung kognitiver Ressourcen ein erhöhtes Sturzrisiko darstellt. Diese lässt sich möglicherweise in solchen Situationen beobachten, in denen ältere Menschen mehrere Dinge zugleich erledigen müssen. Offensichtlich gegeben zu sein scheint eine Unvereinbarkeit mehrerer gleichzeitiger Tätigkeiten beispielsweise in Form des alltäglichen Phänomens, dass ältere Menschen während eines Spaziergangs im Park oftmals stehen bleiben, um sich zu unterhalten. Wird in einer Situation, welche ein Stehenbleiben nicht zulässt, (wie beispielsweise das Überqueren der Straße), die Unterhaltung nicht unterbrochen, ist es möglich, dass diese soviel Aufmerksamkeit von der Person erfordert, dass der Weg nicht ausreichend beachtet wird. Ein Übersehen der Bordsteinkante würde infolgedessen vermutlich zu einem Unfall führen. Es wird angenommen, dass eine altersspezifisch reduzierte Verfügbarkeit oder veränderte Beanspruchung kognitiver Ressourcen, welche für die Organisation solcher Tätigkeiten erforderlich sind, die alltägliche Handlungskompetenz älterer Erwachsener einschränken.

Die vorliegende Arbeit versucht, durch eine Untersuchung der Handlungsorganisation im Alter eine möglicherweise veränderte Beanspruchung kognitiver Ressourcen für die Organisation simultaner Aufgaben aufzudecken und einen Beitrag zur Benennung möglicher Sturzursachen zu leisten.

Im Folgenden wird eine inhaltlich relevante Auswahl des Forschungsstandes bezüglich bekannter Sturzursachen im Alter aufgearbeitet, das Hauptaugenmerk der vorliegenden Untersuchung liegt dabei auf einer altersbedingten Veränderung **kognitiver** Strukturen.

1.2 Ursachen für eine erhöhte Sturzhäufigkeit im Alter

Im Kontext der vorliegenden Arbeit lassen sich als eine mögliche Sturzursache im Alter **situative Faktoren** wie zum Beispiel Treppenstufen, rutschige Teppiche, fehlende Geländer oder unzureichende Beleuchtung in der Umgebung des Betroffenen festhalten (Rubenstein, 1988). Neben solchen extrinsischen Faktoren müssen zudem zahlreiche intrinsische Risikofaktoren benannt werden. Eine erste mögliche personenbezogene Ursache stellen **physiologische Veränderungen** dar. Zu benennen sind in diesem Zusammenhang kardio-pulmonale Beeinträchtigungen, wie beispielsweise eine Abnahme der maximalen Herzfrequenz und maximalen Sauerstoffbindungsfähigkeit sowie eine Verringerung der Vitalkapazität (Lipsitz, 1983). Zu häufig diskutierten Sturzursachen zählt ebenso eine Verminderung der Muskelkraft und –koordinationsfähigkeit der unteren Extremitäten infolge eines Verlusts der Muskelmasse, welcher vermutlich durch eine Reduzierung der Anzahl und Dicke der Muskelfasern des schnellkontrahierenden Fasertyps II sowie eine Reduzierung der Anzahl motorischer Einheiten zustande kommt (DiPasquale et al., 1989). Letztere ist unter anderem im M. tibialis anterior zu beobachten (De Koning & Wieneke, 1988), welche insofern als kritisch zu betrachten ist, dass dieser Muskel dafür verantwortlich ist, den Körperschwerpunkt nach einer externen Störung, wie zum Beispiel Stolpern, wieder in eine zentrale Position über die Unterstützungsfläche zu bringen (Shumway-Cook & Woollacott, 2001). Eine Funktionseinschränkung dieser Muskulatur könnte folglich in einer verminderten motorischen Kontrolle wie beispielsweise einem Sturz resultieren. Neuromuskuläre Defizite begünstigen das Sturzrisiko überdies, da sie maßgeblich Einfluss nehmen auf motorische Antworten. Hierzu zählt eine Desensibilisierung der Musklespindel (Swash & Fox, 1972), welche folglich zu einer Beeinträchtigung des Muskeldehnungsreflexes führt. Eine fortschreitende Demyelinisierung schnell leitender sensorischer und motorischer Neurone führt überdies zu einer verlangsamten Nervenleitgeschwindigkeit im Alter (Carel et al., 1979), welche das Reflexverhalten zusätzlich beeinträchtigt. Einschränkungen des polysynaptischen Reflexverhaltens entstehen vermutlich auch durch eine Reduktion inhibitorischer Neurone, welche ein Bindeglied zwischen sensorischen und motorischen Nervenfasern darstellen (Gordon, 1991). Darüber hinaus läßt sich im Alter eine Reduktion der Anzahl der α -Motoneurone beobachten, welche ab dem sechsten Lebensjahrzehnt am stärksten ausgeprägt ist (Luff, 1998) und die Erregungsübertragung elektrischer Signale an die Muskelfasern zunehmend einschränkt.

Neben den zuvor benannten Funktionsbeeinträchtigungen sind periphere sensomotorische Defizite als Ursachen für Stürze bekannt. Zu diesen zählt eine im Alter oftmals verzögerte Wahrnehmung somatosensorischer Information, welche aus einer Beeinträchtigung der vestibulären und propriozeptiven Strukturen resultiert und dadurch in ihrer Empfindlichkeit gegenüber plötzlichen mechanischen Balancestörungen herabgesetzt wird (Birren, 1974; Kokmen et al., 1977; Skinner et al., 1984). In diesem Zusammenhang sind auch Beeinträchtigungen des Visus zu sehen: das visuelle System leidet mit zunehmendem Alter unter anderem oftmals an einer Reduktion der Sehschärfe, einer Verringerung der Tiefenwahrnehmung und der Anpassungsfähigkeit an Dunkelheit sowie einer Einschränkung des Sichtfeldes (Owsley et al., 1983). In Folge einer verringerten visuellen, vestibulären und propriozeptiven Sensibilität im Alter entsteht oftmals eine Verringerung der *Gleichgewichtsfähigkeit*, da die Beeinträchtigung mehr als eines Sinnes, welcher für die Kontrolle des körperlichen Gleichgewichts notwendig ist, eine Kompensation durch andere sensorische Zuflüsse kaum möglich macht. Zusätzlich zeigt sich bei älteren im Vergleich zu jungen Erwachsenen in diesem Zusammenhang im ruhigen Stand ein erhöhter Schwankungsradius des Körperschwerpunktes (Brocklehurst et al., 1982).

Darüber hinaus lassen sich im Alter **Veränderungen des Gangbildes** beobachten. Diese können zwar als Konsequenz aus den oben benannten Defiziten hervorgehen, bewirken möglicherweise ihrerseits jedoch wiederum einen Stabilitätsverlust aufgrund eines variableren Gangbildes. Zum Vergleich wird zunächst der Ablauf einer Gehbewegung eines jungen Erwachsenen beschrieben: Während des Gehens schwingen die Beine rhythmisch und alternierend mit einer Phasenverschiebung von 0.5 (Grillner, 1981), das heißt, dass ein Bein den Schrittzyklus beginnt, wenn das andere Bein den Mittelpunkt seines Schrittzyklus erreicht. Ein Schritt wird unterteilt in eine Schwung- und eine Standphase: die Standphase beginnt, wenn der Fuß den Boden beim Aufsetzen mit der Ferse berührt, die Schwungphase, wenn die Zehenspitzen den Boden beim Abheben des Fußes verlassen (Inman et al., 19981) Bei einer Gehbewegung wird unterschieden zwischen der Doppelstützphase, in der beide Füße Bodenkontakt haben, und der Einzelstützphase, in der jeweils nur ein Fuß Kontakt mit dem Boden hat (Inman et al., 1981). Bei freigewählter alltäglicher Gehgeschwindigkeit eines jungen Erwachsenen nimmt die Standphase in einem Zyklus etwa 60 % der Gesamtdauer ein, die Schwungphase etwa 40 % (Craik, 1989). Die ersten und letzten 10 % der Standphase fallen in die Doppelstützphase. Ein junger Erwachsener geht mit einer mittleren Geschwindigkeit von 1.46 m/s und weist eine Kadenz von 1.9 Schritten / Sekunde (112.5 Schritte / Minute) auf. Die mittlere Schrittlänge eines jungen Erwachsenen beträgt 0.76 m (Craik, 1989). Eine Erhöhung der Gehgeschwindigkeit erfolgt

normalerweise durch eine Vergrößerung der Schrittlänge und erst wenn diese maximal ist, erhöht sich zusätzlich die Schrittfrequenz (Larish et al. 1988).

Im Alter zeigen sich zahlreiche Auffälligkeiten des Gangbildes. Diese sind charakterisiert durch eine verlängerte Doppelstützphase und eine verkürzte Einzelstützphase (Ferrandez et al., 1996; Winter, 1990, 1991) sowie eine Verlangsamung der Gehgeschwindigkeit. Eine Studie von Woo et al. (1995) ergab in diesem Zusammenhang, dass sich die Geschwindigkeit bei älteren Männern um 0.1 – 0.7 % pro Jahr verringert. Parallel zu der Verlangsamung findet sich auch eine Verkürzung der Schrittlänge, jedoch keine Veränderung der Kadenz (Schritte pro Minute) (Elble et al., 1991; Ferrandez et al., 1996; Prince et al., 1997). Zudem läßt sich beobachten, dass ältere Menschen die Schrittfrequenz steigern, um die Geschwindigkeit zu erhöhen (Larish et al., 1988). Es ist möglich, dass das im Alter veränderte Gangmuster aus einem adaptiven Verhalten an die oben erwähnten Defizite resultiert und folglich die Stabilität des Ganges erhöht (Spirduso 1995). Allerdings nahmen Whipple & Wolfson (1989) anhand des veränderten Gangbildes älterer Menschen eine Unterscheidung zwischen sturzgefährdeten und nicht gefährdeten älteren Erwachsenen vor: es zeigte sich, dass sowohl Gehgeschwindigkeit als auch Schrittlänge bei Sturzgefährdeten wesentlich verringert waren im Vergleich zu nicht gefährdeten Älteren. Eine Gehgeschwindigkeit von < 0.45 m/s wurde als kritische Schwelle zur Sturzgefährdung definiert, weil sie mit einer fortschreitenden Instabilität des Ganges einher ging. Diese Angaben wurden ergänzt durch Untersuchungen von Hausdorff et al. (1994), welche als weiteres Unterscheidungskriterium eine erhöhte Variabilität der Schrittdauer sowie eine verringerte Variabilität der Schrittbreite anführten.

Den oben beschriebenen altersspezifischen Veränderungen stehen in der Diskussion möglicher Ursachen für Stürze **Veränderungen kognitiver Strukturen** gegenüber. Neuere Studien konnten durch Anwendung des Magnetresonanztomographie (MRT) – Volumetrie-Verfahrens feststellen, dass sich die Hirnmasse im Alter insbesondere im präfrontalen Kortex verringert (Raz et al., 1997). Darüber hinaus wird weiterhin diskutiert, ob sich die Anzahl zentraler Neuronen im Alter reduziert, es wird jedoch angenommen, dass der Alterungsprozess dieser zumindest durch strukturelle Veränderungen in Form von "Schrumpfen" gekennzeichnet ist (Haug, 1985; Raz et al., 1997). Kemper (1994) berichtete überdies eine Rückbildung dendritischer Verzweigungen sowie synaptischer Verbindungen im alternden Gehirn.

Darüber hinaus wird natürliches Altern mit Funktionseinschränkungen des präfrontalen Kortex assoziiert (Haug et al., 1983), welche Beeinträchtigungen des Arbeitsgedächtnis sowie der Aufmerksamkeit nach sich ziehen. In diesem Zusammenhang stellte eine Untersuchung von MacPherson et al. (2002) heraus, dass besonders der dorsolaterale präfrontale Cortex im Alter