

**DUAL-TASK PERFORMANCE IN MEMORY AND BALANCE:
THE ROLE OF AGING AND ALZHEIMER'S DISEASE**

Michael A. Rapp

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie am Fachbereich
Erziehungswissenschaft, Psychologie und Sportwissenschaft der Freien
Universität Berlin

Berlin, 2002

Gutachter: Prof. Dr. Paul B. Baltes

PD Dr. Friedel M. Reischies

(Datum der Disputation: 14. Februar 2003)

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES.....	v
LIST OF FIGURES	vi
ACKNOWLEDGEMENT.....	viii
ABSTRACT	ix
ZUSAMMENFASSUNG (GERMAN SUMMARY).....	x
INTRODUCTION	1
Dual-Task Performance in Aging and Alzheimer's Disease.....	1
Effects of Task Characteristics on Dual-Task Performance	3
Research Aims.....	5
Overview of the Literature Review.....	6
REVIEW OF THE LITERATURE	7
Normal versus Pathological Cognitive Aging.....	7
<i>Pathological Changes in Normal Aging and Alzheimer's Disease</i>	7
<i>Ability Structures in Normal Aging and Alzheimer's Disease</i>	10
<i>Summary: Different Pathophysiology, Different Ability Structures</i>	15
Dual-Task in Aging and Alzheimer's disease.....	17
<i>The General Resource Model</i>	17
<i>Concepts of Working Memory</i>	19
<i>Methodological Controversies in Dual-Task Research</i>	22
Dual-Task Performance in Alzheimer's Disease: A Meta-Analysis	27
<i>Method</i>	27
<i>Results</i>	28
<i>Discussion</i>	30
Adaptive Resource Allocation in Aging and Alzheimer's Disease:	
The Role of Balance Performance	33
<i>Cognition and Sensorimotor Performance with Age: A Strong</i>	
<i>Connection</i>	33
<i>Balance as a Task Critical for Survival in Age</i>	37
<i>Summary</i>	40

Outline of the Present Study	41
<i>Tasks Used in this Study</i>	42
<i>Design</i>	45
<i>Research Predictions</i>	46
EXPERIMENT 1	51
Method	51
<i>Participants</i>	51
<i>Apparatus</i>	57
<i>Tasks and Stimuli</i>	60
<i>Procedure</i>	62
<i>Data Analysis</i>	66
<i>General Characteristics of the Measurement Space</i>	67
Results	71
<i>Outline</i>	71
<i>Single-Task Performance and Training Effects</i>	71
<i>Dual-Task Performance in Cognition</i>	79
<i>Dual-Task Costs in Balance</i>	83
<i>Comparison of Dual-Task Costs</i>	87
<i>Control Analysis</i>	89
Discussion	91
<i>Overview</i>	91
<i>Qualifications and Alternative Interpretations</i>	92
EXPERIMENT 2	98
<i>Overview</i>	98
Method	100
<i>Participants</i>	100
Apparatus, Tasks and Stimuli, Procedure	105
Data Analysis	106
Results	107
<i>Outline</i>	107
<i>Single-Task Performance and Training Effects in Older Adults low on Cognitive Resources</i>	107

Comparison of Dual-Task Costs	115
<i>Correlates of Dual-Task Performance</i>	117
Discussion	126
<i>Overview</i>	126
<i>Qualifications and Alternative Interpretations</i>	127
<i>Summary</i>	129
OVERALL DISCUSSION	130
<i>Overview</i>	130
Dual-Task Performance in Aging and Alzheimer's Disease.....	131
<i>Limitations of a General Resource Model of Dual-Task Performance</i>	131
<i>Adaptive Prioritization of Balance in Dual-Task Performance</i>	133
<i>Summary</i>	137
Implication for Models of Normal and Pathological Aging	138
<i>Potential Implications for the Early Diagnosis of Alzheimer's Disease</i> ...	139
<i>Implications for Models of Normal and Pathological Aging</i>	139
<i>Outlook</i>	141
REFERENCES.....	143
APPENDIX A.....	160
APPENDIX B.....	162
APPENDIX C.....	166

LIST OF TABLES

EXPERIMENT 1

Description of Healthy Young and Older Adults, and Alzheimer's Patients (Table 1)	55
Overview of Experiment 1 (Table 2)	63
Number of Training Blocks and Number of Participants Reaching Perfection in Healthy Young and Older Adults, and Alzheimer's Patients in N-Back (Table 3)	65
Performance Before and After Dual-Task Assessment (Table 4)	78

EXPERIMENT 2

Description of Older Adults, Older Adults low on Cognitive Resources, and Alzheimer's Patients (Table 5)	105
Mean Performance before and after Dual-Task Assessment (Table 6) ...	113
Correlates of Dual-Task Performance in Cognition (Table 7).....	118
Correlates of Dual-Task Performance in Balance (Table 8)	122

APPENDICES

Sample of Studies Including Task Type: Latency Data (Table A-1).....	160
Sample of Studies Including Task Type: Accuracy Data (Table A-2)	161
Reliabilities, Correlations and Stability for 1-Back and 2-Back (Table B-1)	162
Reliabilities, Correlations and Stability for Balance Performance (Table B-2)	163
Mean Performance in Cognition (Table B-3)	164
Mean Performance in Balance (Table B-4).....	165

LIST OF FIGURES

Neuropathological Changes associated with Alzheimer's Disease (Figure 1)	8
Cognitive Speed as a Function of Memory Performance in Older Adults with and without Dementia (Figure 2)	14
Dual-Task Costs as a Function of Dementia Status and Involvement of a Working Memory Task (Figure 3)	29
Balance as a Complex Multimodal System (Figure 4).....	34
Design of Task Factors (Figure 5)	45
Balance Measurement (Figure 6)	58
Area of Center of Pressure as a Measure of Sway (Figure 7)	59
Functional Stability Boundary as an Individual Criterion for Sway Tolerance (Figure 8)	62
Performance in N-Back under Increasing Difficulty (Figure 9)	67
Performance in Balance under Increasing Difficulty (Figure 10).....	69
 EXPERIMENT 1	
Training Gains in N-Back (Figure 11).....	73
Sway on a Stable and a Moving Platform (Figure 12).....	75
Dual-Task Costs in Cognition (Figure 13).....	82
Dual-Task Costs in Balance (Figure 14)	86
Dual-Task Costs in Balance and Cognition (Figure 15)	88
 EXPERIMENT 2	
Performance on the Digit-Symbol-Substitution Task in Young and Older Adults, Older Adults Low on Cognitive Resources and Alzheimer's Patients (Figure 16)	101
Training Gains in 2-Back (Figure 17)	109
Sway on a Stable and a Moving Platform (Figure 18).....	111
Dual-Task Costs in Balance and Cognition (Figure 19)	116
Dual-Task Performance in 2-Back on the Stable Platform as a Function of Cognition (Figure 20)	120

Dual-Task Performance in 2-Back on the Moving Platform
as a Function of Cognition (Figure 21) 121

Dual-Task Performance in Balance on the Stable Platform
as a Function of Cognition (Figure 22) 123

Dual-Task Performance in Balance on the Moving Platform
as a Function of Cognition (Figure 23) 124

APPENDICES

Costs in 1-Back in Young and Older Adults,
and Alzheimer's Patients (Figure C-1)..... 166

Costs in Balance in Young and Older Adults,
and Alzheimer's Patients (Figure C-2)..... 168

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was conducted within the research group SOC: Sensorimotor Processes (Principal Investigators: Dr. R. Th. Krampe and Prof. P. B. Baltes) at the Max Planck Institute for Human Development, Berlin. I wish to express my special gratitude to both Dr. Ralf Krampe and Prof. Paul Baltes. Ralf Krampe's infectious enthusiasm for and expert knowledge in experimental psychology have indeed opened a new door to my thinking. Paul Baltes introduced life-span developmental psychology to a physician who until then only felt the heuristic value of this conceptual framework.

Beyond my mentors, my gratitude goes to the patients, their relatives, and all the participants of this study. The energy, enthusiasm, interest, and dedication that they invested in this study will always remind me that clinical work and science cannot be independent of one another.

This work was financed by the German Research Foundation as a predoctoral stipend in the graduate program "Psychiatry and Psychology of Aging" (DFG GRK 429/2). My special gratitude to the committee members, especially Prof. H. Helmchen, Prof. S. Kanowski, and PD Dr. Jacqui Smith, for providing such a stimulating interdisciplinary atmosphere. This atmosphere would not have been vital without discussions and friendship among the graduates. I would like to thank Albina Bondar, Michaela Riediger, Tanja Singer, Florian Wertenuer and Florian Schmiedek. In addition, this work substantially benefited from the infrastructure and scientific atmosphere at the Max Planck Institute for Human Development, Berlin. I would especially like to thank Dr. Alexandra Freund, Dr. Shu-Chen Li, and Prof. Ulman Lindenberger for many helpful discussions. I am grateful to PD Dr. Friedel Reischies, Profs. Walschburger and Schwarzer and Dr. Claudia Schacke for spending time on my thesis. Special credits to Annette Rentz for all her support, spontaneity, and expertise. I would also like to thank Werner Scholtysik, Gabi Faust, Berndt Wischnewski, and Uli Kuhnert for their assistance.

I am grateful to my parents for their willingness to support my interest in science. I thank Nina for her love, her emotional and scientific support, and for taking me places.

ABSTRACT

One of the most powerful variables distinguishing Alzheimer's patients from healthy older adults is dual-task performance, the simultaneous performance of two tasks. However, recent research has suggested effects of adaptive processes on dual-task performance in aging. Specifically, based upon the theory of selection, optimization, and compensation, it has been shown that older adults tend to select sensorimotor over cognitive tasks when performing these tasks simultaneously. This study investigated adaptive resource allocation on dual-task performance in cognition and in balance, a sensorimotor task critical to survival, in age and Alzheimer's disease. Task-difficulty in balance was manipulated by introducing a condition that did not induce a risk of instability (standing on a stable platform) and a condition that went along with some induction of sway (standing on a moving platform).

In a first experiment, healthy young and older participants ($N = 2 \times 10$), and patients with Alzheimer's disease ($N = 9$), were tested in balance and working memory using a dual-task paradigm. Alzheimer's patients prioritized balance over cognition when the balance task was made more difficult under dual-task conditions, indicating the presence of adaptive resource allocation despite large dual-task performance decrements in Alzheimer's disease.

In a second experiment, a group of healthy older adults close to Alzheimer's patients in cognitive performance ($N = 11$), was tested in order to differentiate between low cognitive performance in healthy aging and Alzheimer's disease. Older adults low on cognitive performance showed a similar pattern compared to healthy older adults. However, the prioritization of balance over cognition was different from Alzheimer's patients, indicating an effect of adaptive processes in Alzheimer's disease independent of cognitive performance.

Results are discussed with respect to models of dual-task performance and adaptive resource allocation in normal and pathological cognitive aging. Specifically, the argument is made that the prioritization pattern observed in Alzheimer's disease may reflect an overlearned, automatized behavior.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersucht die adaptive Allokation von Ressourcen bei der simultanen Ausführung (d.h., Doppelaufgabe oder Dual-Task) einer kognitiven und einer Gleichgewichtsaufgabe im Alter und bei Demenz vom Alzheimer-Typ. Es soll der Frage nachgegangen werden, ob es bei Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ trotz hoher Leistungsverluste bei der simultanen Ausführung von Aufgaben im Vergleich zu gesunden älteren Personen zu einer Priorisierung von solchen Aufgaben kommt, die für das Überleben kritisch sind. Spezifisch wurde untersucht, ob es bei Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ zu einer adaptiven Priorisierung einer Gleichgewichtsaufgabe über eine kognitive Aufgabe kommt, die von Effekten allgemeiner kognitiver Ressourcenbegrenzung unabhängig ist.

Doppelaufgaben stellen im Alltagsleben eine häufige Anforderung dar. Als Beispiel sei eine ältere Person genannt, die in ihrer Bibliothek auf einer Leiter steht und ein Buch sucht. In diesem spezifischen Kontext müssen eine kognitive Aufgabe (das Durchsuchen des Regals nach einem bestimmten Buch) und eine sensomotorische Aufgabe (das Halten des Gleichgewichts auf der Stehleiter) simultan koordiniert werden. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass es mit zunehmenden Alter zu einem deutlichen Leistungsverlust bei der simultanen Ausführung von Aufgaben kommt (zur Übersicht, vergleiche Park, 1999; Pashler, 1998). Die Gleichgewichtsaufgabe erscheint in diesem Kontext jedoch angesichts des erhöhten Sturzrisikos älterer Menschen salienter, also kritisch für das Überleben¹.

In neueren Forschungsansätzen konnte gezeigt werden, dass die adaptive Priorisierung einzelner Aufgaben einen Effekt auf die Doppelaufgabenperformanz haben kann (Li, Lindenberger, Freund, & P. Baltes, 2001). Li und Kollegen kombinierten eine Gedächtnisaufgabe mit einer

¹ Stürze sind die häufigste Ursache für Todesfälle durch Unfälle im Alter. Etwa ein Drittel der Personen über 65 Jahren stürzen jedes Jahr (Fuller, 2000). Bei Demenz vom Alzheimer-Typ wurde ein dreifach erhöhtes Sturzrisiko beschrieben (Buchner & Larson, 1987).

sensorischen Aufgabe (Gehen). Wurde die Gehaufgabe zunehmend schwieriger, zeigte sich spezifisch bei älteren Versuchspersonen ein Muster der Priorisierung der sensorischen über die kognitive Aufgabe (Li et al., 2001). Im Rahmen adaptiver Alternsmodelle, insbesondere dem Modell der selektiven Optimierung mit Kompensation (SOK; P. Baltes & M. Baltes, 1990) wurde dieses Priorisierungsverhalten als verlustbasierte Selektion (der Gehüber die Gedächtnisaufgabe) interpretiert (vergleiche Freund, Li, & P. Baltes, 1999).

Bei der Demenz vom Alzheimer-Typ, der häufigsten Form der Demenzerkrankungen im Alter, konnten Defizite bei der Ausführung von Doppelaufgaben gezeigt werden, die über die Verluste bei gesunden alten Personen hinausgehen (Baddeley, 1986; Baddeley, Logie, Bressi, DellaSala, & Spinnler, 1986; Baddeley, Baddeley, Bucks, & Wilcock, 2001). Hier stellt sich die Frage, ob diese Doppelaufgabendefizite genereller Natur sind, oder ob es auch bei Demenz vom Alzheimer-Typ in Abhängigkeit von der Aufgabenschwierigkeit zu einer adaptiven, differentiellen Allokation von Ressourcen im Sinne einer Priorisierung kommen kann. Effekte von Aufgabenschwierigkeit auf die adaptive Ressourcenallokation in einem Doppelaufgabenparadigma sind jedoch bei Patienten mit Demenz vom Alzheimer-Typ bislang nicht untersucht worden.

Aus diesen Überlegungen heraus untersuchte die vorliegende Arbeit, ob es bei Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ zu einem Einfluss von adaptiven Herausforderungen auf die Performanz in Doppelaufgaben kommt, und weiterhin, ob zwischen gesunden älteren Personen und Patienten mit Demenz vom Alzheimer-Typ Unterschiede in der Doppelaufgabenperformanz auftreten, die unabhängig von kognitiven Ressourcen sind. Spezifisch stellte sich die Frage, ob Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ die Gleichgewichtsaufgabe über die kognitive Aufgabe priorisieren, wenn die Gleichgewichtsaufgabe schwieriger gemacht wird. Die einfache Gleichgewichtsaufgabe bestand darin, auf einer stabilen Plattform so ruhig wie möglich zu stehen. Bei der schwierigen Aufgabe wurde

diese Plattform kontinuierlich bewegt, um so ein Risiko der Instabilität zu induzieren.

In der Literatur finden sich konfligierende Erklärungsansätze für die im Alter und bei Demenz vom Alzheimer-Typ beobachteten Doppelaufgabendefizite. Allgemeine Ressourcenmodelle (z.B. Kahneman, Ben-Ishai, & Lotan, 1973; Wickens & Kessel, 1980) gehen davon aus, dass Doppelaufgabendefizite als Funktion verminderter kognitiver Ressourcen entstehen. Modelle des Arbeitsgedächtnisses hingegen postulieren, dass in Doppelaufgaben ein spezifisches Modul des Arbeitsgedächtnisses, die zentrale Exekutive, als spezifische Kontrollinstanz Sequenzierungs- und Koordinationsaufgaben wahrnimmt (z.B. Baddeley, 1986; Shallice, 1988). Unter der zentralen Exekutive wird in diesem Zusammenhang ein Modul verstanden, das spezifisch die Allokation von Ressourcen zwischen Aufgaben koordiniert (Lezak, 1982; Duke & Kaszniak, 2000). Bei Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ konnte quer- und längsschnittlich ein spezifisches Defizit in der zentralen Exekutive gezeigt werden (Baddeley, 1986; Baddeley et al., 1986).

In der Erforschung von Doppelaufgabenleistungen liegt somit eine konzeptuelle Kontroverse vor, bei der Modelle allgemeiner kognitiver Ressourcen mit einem spezifischen Modell exekutiver Kontrollfunktionen konkurrieren. Diese konzeptuelle Kontroverse spiegelt sich in konfligierenden Modellen normalen und pathologischen kognitiven Alterns. Während die Demenz vom Alzheimer-Typ von vielen Autoren als klassisches Beispiel pathologischen kognitiven Alterns angesehen wird (Burns, Jacoby, & Levy, 1990; M. Baltes, Kühl, Gutzmann, & Sowarka, 1994), gehen andere Autoren davon aus, dass die Demenz vom Alzheimer-Typ nurmehr eine Form beschleunigter Alterungsprozesse darstelle (Van Dras & Blumenthal, 1992). Auf der Ebene von kognitiven Leistungen würde ein Modell beschleunigten Alterns bei Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ von einem linearen Abfall der Performanz gegenüber gesunden alten Kontrollpersonen ausgehen. Für die Doppelaufgabenperformanz wäre eine solche Vorhersage mit allgemeinen Ressourcenmodellen vereinbar (vergleiche Wickens, 1998).

Andererseits wäre ein spezifisches Defizit bei Demenz vom Alzheimer-Typ mit einem überproportionalen Abfall der Doppelaufgabenperformanz konsistent (vergleiche Baddeley, 1986).

Die Messung der Doppelaufgabenperformanz erfolgte in der vorliegenden Arbeit durch die Berechnung proportionaler Doppelaufgabenkosten (Kinsbourne & McMurray, 1975). Bei dieser Methode wurden die Differenzen der Performanz in einer Aufgabe allein und in Kombination mit einer Zweitaufgabe an der Performanz in der Einzelaufgabe normalisiert. Somit kann für Unterschiede in der Ausgangsperformanz kontrolliert werden (vergleiche Lindenberger, Marsiske, & P. Baltes, 2001), die bei einem Vergleich gesunder älterer Personen mit Patienten mit Demenz vom Alzheimer-Typ zu erwarten sind. Durch die Normalisierung an der Einzelaufgabenperformanz können darüber hinaus konfundierende Effekte von Partialkorrelationen zwischen Einzel- und Doppelaufgabenperformanz und der Zugehörigkeit zu einer bestimmten (Alters- oder Demenz-) Gruppe, die bei anderen Messverfahren auftreten können, kontrolliert werden (vergleiche Lindenberger & Pötter, 1998). Relative Doppelaufgabenkosten stellen somit ein Maß für den prozentualen Leistungsverlust in Aufgaben dar, wenn diese in Kombination mit einer anderen Aufgabe ausgeführt werden. Durch den Vergleich beider Aufgaben im Doppelaufgabenkontext kann zudem beschrieben werden, in welcher Aufgabe größere, und in welcher Aufgabe geringere relative Leistungsverluste auftreten. Ausgehend von einem allgemeinen Ressourcenmodell können Unterschiede in den relativen Leistungsverlusten beider Aufgaben als Priorisierung einer Aufgabe über eine andere interpretiert werden (vergleiche Li et al., 2001).

In einem ersten Experiment wurden zehn gesunde junge, zehn gesunde ältere Versuchspersonen, sowie neun Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ untersucht. Zunächst wurde über drei Sitzungen eine kognitive Aufgabe geübt (N-Back; vergleiche Dobbs & Rule, 1989), die Funktionen des Arbeitsgedächtnisses taxiert. In weiteren fünf Sitzungen wurde die Arbeitsgedächtnisaufgabe mit einer Gleichgewichtsaufgabe in Kombination untersucht. Die Gleichgewichtsaufgabe wurde dabei in ihrer Schwierigkeit

variiert. Die einfache Aufgabe bestand darin, auf einer stabilen Plattform so ruhig wie möglich zu stehen. Bei der schwierigen Aufgabe wurde diese Plattform kontinuierlich bewegt. Abhängige Variable war für die Arbeitsgedächtnisaufgabe der Anteil richtiger Antworten. Bei der Gleichgewichtsaufgabe wurde durch eine Meßplattform der Körperschwerpunkt der Versuchspersonen zu einem gegebenen Zeitpunkt mit einer Abtastrate von 1000 Hz bestimmt. Aus den Werten eines Durchgangs konnte so ein Flächenwert (der Bewegung des Körperschwerpunkts auf der Plattenebene) gebildet werden, der als Maß für das Schwanken einer Person gelten kann (vergleiche Barin, 1992). Diese Aufgaben wurden sowohl einzeln, als auch in Kombination dargeboten. Unter Doppelaufgabenbedingungen wurden die Versuchspersonen instruiert, so ruhig wie möglich stehen zu bleiben und gleichzeitig so gut wie möglich die Arbeitsgedächtnisaufgabe durchzuführen. Aus den Performanzwerten in der Einzel- und der Doppelaufgabensituation wurden sowohl für die Arbeitsgedächtnisaufgabe als auch für die Gleichgewichtsaufgabe relative Doppelaufgabenkosten berechnet.

In einem zweiten Experiment wurden elf gesunde ältere Versuchspersonen mit niedrigen kognitiven Ressourcen, die aus einer Gruppe von 99 Versuchspersonen ausgewählt wurden, analog zu Experiment 1 untersucht. In Anlehnung an Modelle der fluiden und kristallinen Intelligenz, die postulieren, dass biologische Verluste in kognitiven Ressourcen sich in der Performanz in Aufgaben des fluiden Fähigkeitsbündels abbilden (Cattell & Horn, 1978; Horn, 1989), wurden kognitive Ressourcen anhand eines Markertests für fluide Intelligenzleistung (Zahlen-Symbol Test; Wechsler, 1955) operationalisiert.

Ausgehend von den eingangs beschriebenen Modellen wurde die empirische Untersuchung von 19 Vorhersagen geleitet, die sich in drei Gruppen untergliedern ließen: (1) Alters- und Demenzeffekte auf die Doppelaufgabenperformanz in der Arbeitsgedächtnisaufgabe; (2) Alters- und Demenzeffekte auf die Doppelaufgabenperformanz in der Gleichgewichtsaufgabe; (3) Abhängigkeit der Alters- und Demenzeffekte von kognitive Ressourcen. Die Vorhersagen der ersten Kategorie umfaßten das

Vorhandensein eines Alters- sowie eines Demenzeffektes auf die Doppelaufgabenperformanz in der kognitiven Aufgabe. Zusätzlich wurde von einem spezifischen Defizit bei Patienten mit Demenz vom Alzheimer-Typ ausgegangen (Baddeley, 1992), das sich als Interaktion der Gruppenzugehörigkeit mit der Manipulation der Aufgabenschwierigkeit in der Gleichgewichtsaufgabe zeigen sollte. Die Vorhersagen der zweiten Kategorie folgten Modellen adaptiven Verhaltens über die Lebensspanne (SOK; P. Baltes & M. Baltes). Spezifisch wurde vorhergesagt, dass die Doppelaufgabenkosten bei älteren Versuchspersonen, und darüber hinaus bei Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ, abnehmen sollten, wenn die Schwierigkeit der Gleichgewichtsaufgabe zunimmt. Diese Vorhersage wurde wiederum als Interaktion der Gruppenzugehörigkeit mit der Manipulation der Aufgabenschwierigkeit in der Gleichgewichtsaufgabe formuliert. Die dritte Gruppe von Vorhersagen bezog sich auf die Ergebnisse des zweiten Experiments. Spezifisch wurde vorhergesagt, dass die in Experiment 1 postulierten Unterschiede zwischen Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ und gesunden älteren Personen auch gegenüber älteren Personen mit niedrigen kognitiven Ressourcen stabil sein sollten. Im Rahmen von Zusammenhangshypothesen wurde weiterhin formuliert, dass die Performanz in den Doppelaufgaben über den Grad der Assoziation zu dem verwendeten Markertest fluider Intelligenz vom Demenzstatus der untersuchten Personen abhängen sollte.

Bei der Analyse der Experimente ergab sich eine Bestätigung der Vorhersagen 1 und 2. In beiden Aufgabendomänen ergaben sich signifikante Interaktionen zwischen Gruppenzugehörigkeit und Aufgabenschwierigkeit in der Gleichgewichtsaufgabe, jedoch in unterschiedlicher Richtung. Während in der Arbeitsgedächtnisaufgabe die Doppelaufgabenkosten unter erschwelter Gleichgewichtsaufgabe bei Patienten mit Alzheimer-Demenz überproportional zunahmen, nahmen sie in der Gleichgewichtsaufgabe überproportional ab. Der Vergleich der Doppelaufgabenkosten beider Domänen erbrachte eine signifikante Interaktion zwischen Aufgabendomäne, Gruppenzugehörigkeit und Aufgabenschwierigkeit in der Gleichgewichtsaufgabe ($p < .05$, $\eta^2 = .20$).

Dieser Befund blieb stabil, als für ein individuell bestimmtes Verhaltensmaß der Fähigkeit, Schwankungen zu tolerieren, kontrolliert wurde.

Die Ergebnisse des zweiten Experiments bestätigten den dritten Teil der Vorhersagen. Die Gruppe älterer Versuchspersonen mit niedrigen kognitiven Ressourcen zeigte ein ähnliches Muster in den Doppelaufgabenkosten wie die gesunden älteren Versuchspersonen mit hohen kognitiven Ressourcen, unterschieden sich jedoch signifikant von den Patienten mit Demenz vom Alzheimer-Typ. In korrelativen Analysen konnte weiterhin gezeigt werden, dass der Demenzstatus über das Maß kognitiver Ressourcen hinaus Varianz in der Doppelaufgabenperformanz sowohl in der Arbeitsgedächtnisaufgabe, als auch in der Gleichgewichtsaufgabe, erklären konnte.

Die dargestellten Ergebnisse wurden im Hinblick auf ihre Validität, Generalisierbarkeit, und mögliche konfundierende Effekte hin diskutiert. Dabei wurde argumentiert, dass generalisierbare Ergebnisse aus einem validen Meßraum vorliegen dürften. Hinsichtlich der Ergebnisse des zweiten Experiments wurden insbesondere Effekte der Regression zum Mittelwert, wie sie bei der Gruppe älterer Versuchspersonen mit niedrigen kognitiven Ressourcen zu erwarten waren, statistisch analysiert und diskutiert. Insbesondere die korrelativen Analysen weisen jedoch darauf hin, dass bezüglich der Doppelaufgabenperformanz spezifische Demenzeffekte vorlagen.

In der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, dass bei Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ ein spezifisches Defizit in der Doppelaufgabenperformanz vorliegt, das unabhängig von den kognitiven Ressourcen einzelner Personen wirksam ist. Es zeigte sich, dass das in früheren Studien beschriebene Doppelaufgabendefizit auf die ökologisch relevante Domäne des Gleichgewichtsverhaltens übertragbar ist. Gleichzeitig kam es jedoch in der Gleichgewichtsaufgabe zu Effekten der Aufgabenschwierigkeit, die nahelegen, dass auch bei Patienten mit Demenz vom Alzheimer-Typ adaptive Prozesse, wie sie beispielsweise im SOK-Modell beschrieben werden, erhalten sein können. Spezifisch konnte gezeigt werden, dass Patienten mit

Demenz vom Alzheimer-Typ die Gleichgewichtsaufgabe bei zunehmender Schwierigkeit über die kognitive Aufgabe priorisieren.

Ausgehend von diesen Befunden wurden Modelle der Doppelaufgabenperformanz und des Arbeitsgedächtnisses im Alter und bei Demenz vom Alzheimer-Typ diskutiert. Dabei wurde postuliert, dass die differentielle Allokation von Ressourcen und adaptive Priorisierungsprozesse in solchen Modellen unterrepräsentiert sind. Weiterhin wurde anhand von Bestrebungen, mithilfe des Verhaltens in Doppelaufgabensituationen Vorhersagen bezüglich des Auftretens einer dementiellen Erkrankung im Alter zu machen, argumentiert, dass biologische Defizite, die anders schwer erfassbar sind, durch die Notwendigkeit adaptiven Verhaltens charakterisiert sein könnten. Als Atenezedentien solcher adaptiver Prozesse wurden diskriminative Lernprozesse, die vom episodischen Gedächtnis unabhängig sein können, diskutiert. Die Notwendigkeit einer selektiven Allokation von Ressourcen bei bestehenden biologischen Defiziten wurde mit neurowissenschaftlichen Modellen der Ressourcenallokation in Beziehung gesetzt. Zukünftige Untersuchungen sollten dementsprechend versuchen, interindividuelle Unterschiede in bestimmten Verhaltenskontexten (wie beispielsweise Doppelaufgabensituationen unter differentieller Aufgabenschwierigkeit) sowohl mit behavioralen als auch neurowissenschaftlichen Methoden darzustellen.