

Untersuchung von Zusammenhängen zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten im Alter

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Dr. phil. an der Fakultät für Verhaltens- und
Empirische Kulturwissenschaften der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

vorgelegt von

Markus Wettstein

Gutachter:

Prof. Dr. Hans-Werner Wahl, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Prof. Dr. Manfred Diehl, Colorado State University, USA

Heidelberg, 09.01.2012

Danksagung

Die Daten der vorliegenden Dissertation stammen aus dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Deutsch-Israelischen Projektkooperation (DIP) sowie von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschungsprojekt „Der Gebrauch hochentwickelter Technologie zur Mobilitätsanalyse bei der Alzheimerschen Erkrankung und verwandten kognitiven Einschränkungen“ („SenTra“, Senior Tracking) der Abteilung für Psychologische Altersforschung (Leitung: Prof. Dr. Noam Shoval, Prof. Dr. Hans-Werner Wahl, Prof. Dr. Frank Oswald). In diesem Projekt wurde die Mobilität älterer Menschen auf Basis moderner GPS-Ortungsverfahren über einen Zeitraum von vier Wochen untersucht.

Als wissenschaftliche Hilfskraft im SenTra-Projekt hatte ich die Möglichkeit, einen Teil der Studienteilnehmer selbst zu kontaktieren und mich so an der Datenerhebung sowie den kognitiven Testungen zu beteiligen. Ich danke der Projektleitung, insbesondere Herrn Prof. Dr. Wahl, für die Bereitstellung der Daten. Ihm und Herrn Prof. Dr. Diehl danke ich auch für ihre engagierte, intensive und kontinuierliche Betreuung meiner Dissertation und ihre wertvollen Rückmeldungen während des gesamten Entstehungsprozesses dieser Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Theoretische Grundlagen	3
1 Alter und Altern	4
2 Kognitive Entwicklung im Alter	8
2.1 Modell der fluiden und kristallisierten Allgemeinen Intelligenz.....	9
2.2 Erklärungsmodelle zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Alter	13
2.3 Befunde zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Alter	15
2.3.1 Querschnittliche Befunde.....	16
2.3.2 Längsschnittliche Befunde.....	17
2.3.3 Fazit.....	20
2.4 Veränderungen der kognitiven Leistung im Alter jenseits der normalen Entwicklung	21
3 Alltagskompetenz im Alter	25
3.1 Erfassung von Alltagskompetenz	25
3.2 Empirische Befunde.....	27
3.3 Fazit	29
4 Mobilität im Alter	31
4.1 Erfassung außerhäuslicher Mobilität	32
4.1.1 Self-Report-Maße	33
4.1.2 Physische Tests	36
4.2 Fazit	38
4.3 Intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität	42
5 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliches Verhalten	44
5.1 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliche Mobilität.....	46
5.1.1 Querschnittliche Befunde.....	46
5.1.2 Längsschnittliche Befunde.....	50
5.1.3 Fazit.....	52
5.2 Kognitive Leistungsfähigkeit und Aktivität	55
5.2.1 Kategorisierung von Aktivitäten.....	55
5.2.2 Kognitive Leistungsfähigkeit und physische Aktivitäten	57
5.2.2.1 Quasiexperimentelle Studien	58

5.2.2.2	Interventionsstudien.....	61
5.2.2.3	Fazit	64
5.2.3	Kognitive Leistungsfähigkeit und kognitive Aktivitäten.....	67
5.2.3.1	Quasiexperimentelle Studien	67
5.2.3.2	Interventionsstudien.....	69
5.2.3.3	Fazit	70
5.2.4	Resümee und offene Fragen.....	74
6	Kognitive Leistungsfähigkeit, außerhäusliche Mobilität und Aktivität: ein integratives Modell.....	80
6.1	Modellaspekte 1: Ausgewählte Indikatoren der kognitiven Leistungsfähigkeit	80
6.2	Modellaspekte 2: Dimensionen außerhäuslichen Verhaltens	83
6.2.1	Dimensionen außerhäuslicher Mobilität	84
6.2.2	Dimensionen der außerhäuslichen Aktivität	87
6.3	Hypothesen	88
	Methode.....	94
7	Stichprobe	95
8	Maße	99
8.1	Kognitive Maße	99
8.1.1	Ausgewählte Komponenten der CERAD-Testbatterie	101
8.1.2	Ausgewählte Subtests aus der Wechsler Memory Scale (WMS-R)	102
8.2	Mobilitätsmaße	104
8.2.1	Globale Mobilitätsmaße.....	106
8.2.2	Aktionsradius	106
8.2.3	Gehbasierte Mobilitätsmaße	107
8.3	Aktivitätsmaße	107
8.4	Kontrollvariablen	109
8.4.1	Körperliche Funktionsfähigkeit	109
8.4.2	Soziodemographische Angaben (SD)	110
9	Untersuchungsablauf	111
10	Datenauswertung.....	112
	Ergebnisse	113
11	Kognitive Leistungsfähigkeit.....	115
11.1	Zusammenhänge zwischen den kognitiven Indikatoren.....	117
11.2	Faktorstruktur der kognitiven Indikatoren	119

11.3	Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Variablen	122
11.4	Zusammenfassung	123
12	Außerhäusliche Mobilität	124
12.1	Zusammenhänge zwischen den Mobilitätsindikatoren.....	125
12.2	Zusammenhänge zwischen Mobilitätsvariablen und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Variablen.....	128
12.3	Zusammenfassung	130
13	Außerhäusliche Aktivität.....	131
13.1	Interkorrelationen innerhalb der Aktivitätsdomänen.....	131
13.2	Zusammenhänge außerhäuslicher Aktivität und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Variablen.....	132
13.3	Zusammenfassung	132
14	Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Mobilität	134
14.1	Kognitive Prädiktoren der Dimensionen außerhäuslicher Mobilität	134
14.2	Zusammenfassung	137
15	Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Aktivität	138
15.1	Kognitive Prädiktoren der Dimensionen außerhäuslicher Aktivität.....	138
15.2	Zusammenfassung	140
16	Übergeordnete Zusammenhänge zwischen außerhäuslichem Verhalten und kognitiver Leistungsfähigkeit: Kanonische Korrelationsanalysen.....	141
16.1	Kognitive Leistung und außerhäusliches Verhalten	141
16.2	Zusammenfassung	143
17	Kognitive Leistungsfähigkeit und tagesbasierte Mobilitätsparameter: Multilevel-Modeling Analysen	144
17.1	Ergebnisse der tagesbasierten Analysen	144
17.2	Zusammenfassung	148
18	Kognitive Leistungsfähigkeit und intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität	149
18.1	Ergebnisse.....	149
18.2	Zusammenfassung	151
19	Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliches Verhalten – kognitiv Gesunde und leicht kognitive Beeinträchtigte im Vergleich	153
19.1	Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität	156
19.2	Kognitive Leistungsfähigkeit und Aktivität	159
19.3	Kognitive Leistungsfähigkeit und tagesbasierte Mobilitätsparameter.....	160
19.4	Zusammenfassung	161

Diskussion.....	165
20 Diskussion der zentralen Befunde	165
20.1 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliche Mobilität.....	165
20.2 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliche Aktivität	168
20.3 Kognitive Leistungsfähigkeit und intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität	169
20.4 Vergleich der Zusammenhangsmuster zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten bei kognitiv Unbeeinträchtigten und Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung	170
20.4.1 Außerhäusliche Mobilität.....	170
20.4.2 Außerhäusliche Aktivität	174
21 Einschränkungen dieser Studie	176
21.1 Stichprobenselektivität.....	176
21.2 Querschnittliche Datenanalyse	178
21.3 (Technische) Probleme und Einschränkungen bei der GPS-gestützten Mobilitätserfassung.....	179
21.4 Probleme und Einschränkungen bei der Aktivitätserfassung	181
21.5 Implikationen und Ausblick auf künftige Forschungsfragen	181
Abbildungsverzeichnis	184
Tabellenverzeichnis	185
Literaturverzeichnis.....	187

Zusammenfassung

Der Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten (außerhäusliche Mobilität sowie Aktivität), speziell im Alter, ist ein Forschungsgebiet, das bislang kaum empirisch thematisiert wurde. In vielen Fällen erfolgte die Erfassung von außerhäuslicher Mobilität und Aktivität bislang auf der Basis von – nicht zwingend ökologisch validen – laborbasierten Tests oder von Selbstauskünften zu einzelnen Indikatoren, ohne dass das komplexe Konstrukt außerhäuslichen Verhaltens auch multidimensional und im Alltags-Setting der älteren Erwachsenen operationalisiert wurde.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Deutsch-Israelischen Projektkooperation (DIP) sowie von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten deutsch-israelischen Forschungsprojekts „Der Gebrauch hochentwickelter Technologie zur Mobilitätsanalyse bei der Alzheimerschen Erkrankung und verwandten kognitiven Einschränkungen“ („SenTra“, Senior Tracking; Leitung: Prof. Dr. Noam Shoval, Prof. Dr. Hans-Werner Wahl, Prof. Dr. Frank Oswald) der Universität Heidelberg sowie der Hebrew University of Jerusalem, aus dem die Daten für diese Untersuchung stammen, wurde die Mobilität älterer Menschen auf Basis moderner GPS-Ortungsverfahren über einen Zeitraum von vier Wochen untersucht. In der vorliegenden Untersuchung wurden Zusammenhänge zwischen verschiedenen Dimensionen des außerhäuslichen Verhaltens – Mobilität sowie Aktivität und deren jeweilige Subkomponenten – und kognitiven Maßen analysiert. Operationalisiert wurde das außerhäusliche Verhalten über GPS-basierte Mobilitätsmaße sowie einen Aktivitätsfragebogen, zur Erfassung der kognitiven Leistungsfähigkeit wurden die CERAD-Testbatterie sowie Subtests der Wechsler Memory Scale eingesetzt.

Explorativ wurde außerdem untersucht, ob intraindividuelle Fluktuationen in Mobilitätsleistungen in einem systematischen Zusammenhang mit kognitiven Parametern stehen. In einem weiteren Schritt wurde geprüft, ob die Bezüge zwischen Mobilität, Aktivität und kognitiver Leistung je nach kognitivem Funktionsstatus variieren. Dafür wurde die Gruppe der kognitiv unbeeinträchtigten älteren Erwachsenen ($n = 100$) mit einer Stichprobe von Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (MCI = mild cognitive impairment; $n = 37$) verglichen.

Signifikant positiv fielen zum einen die Effekte der episodischen Gedächtnisleistung auf Maße des Aktionsradius, die außer Haus verbrachte Zeit sowie die Zahl aufgesuchter Orte aus. Überwiegend positiv gerichtet, aber nur vereinzelt signifikant waren zudem die Zusammenhänge zwischen den kognitiven Indikatoren und den intraindividuellen Fluktuationsmaßen außerhäuslicher Mobilität. Deutlich stärkere Zusammenhänge ergaben sich andererseits zwischen Maßen der (kognitiv bzw. physisch anspruchsvollen) Aktivität und kognitiver Leistungsfähigkeit.

Diese Befunde unterstützen die Annahme, dass zwischen kognitiver Leistung, Mobilitätsparametern und Indikatoren außerhäuslicher Aktivitäten differentielle Zusammenhänge vorliegen, die von der (kognitiven) Komplexität des jeweiligen außerhäuslichen Verhaltensindikators abhängig sind.

Theoretische Grundlagen

In den folgenden Kapiteln werden die für diese Arbeit zentralen Themenbereiche genauer beleuchtet und der bisherige empirische Forschungsstand zu den jeweils thematisierten Konstrukten zusammengefasst. Zunächst soll dabei auf das Themengebiet „Alter und Altern“ (Kapitel 1) eingegangen werden, ehe die kognitive Entwicklung im Alter (Kapitel 2) erörtert wird. Dabei werden einige ausgewählte zentrale Modelle zur kognitiven Entwicklung sowie empirische Befunde zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistung und Lebensalter vorgestellt. Zudem wird näher auf das Konzept der „mild cognitive impairment“ (MCI) als Aspekt pathologischen kognitiven Alterns eingegangen.

Da das Konstrukt der Alltagskompetenz theoretisch und empirisch enge Bezüge zur außerhäuslichen Mobilität aufweist, wird auch dieses – speziell seine Operationalisierung sowie seine empirischen Korrelate – thematisiert (Kapitel 3). Daran anknüpfend werden in Kapitel 4 das Konstrukt außerhäusliche Mobilität und Varianten ihrer Erfassung theoretisch eingeführt. Auf die empirische Befundlage zu Zusammenhängen zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslichen Verhalten soll in Kapitel 5 näher eingegangen werden, ehe – ausgehend von den dargelegten bisherigen Befunden sowie von bestehenden theoretischen Erklärungsansätzen – ein Modell zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslichem Verhalten konstruiert wird (Kapitel 6) und aus diesem die zu testenden Hypothesen (Kapitel 6.3) abgeleitet werden.

1 Alter und Altern

Alter und Altern ist schon seit einigen Jahren ein Thema, das in der Gesellschaft verfolgt und lebhaft diskutiert wird: Weltweit ist die demographische Entwicklung im Wandel, und die Lebenserwartung steigt – zumindest in den meisten industrialisierten Ländern – kontinuierlich an (Klein, 2004). So prognostiziert etwa Vaupel (2000), dass von den heute geborenen Mädchen in Deutschland die Hälfte ihren 100. Geburtstag erleben wird, während von den männlichen Neugeborenen 50% mindestens 95 Jahre alt werden. Auch Klein (2004) beobachtet eine zunehmende „Rektangularisierung“ der Überlebenskurve“ (S.69), da sich der Todeszeitpunkt immer mehr auf das hohe Alter konzentriert und die Überlebenskurve daher erst im Bereich dieses hohen Alters abfällt (s. auch Fries, 2000). Als Gründe für den Anstieg der Lebenserwartung werden unter anderem verbesserte Lebens- und Arbeitsbedingungen, medizinischer Fortschritt, veränderte Lebensstile, etwa – im Vergleich zu früher – stärker gesundheitsförderliche Ernährungsgewohnheiten, sowie der Ausbau des Sozialstaats, diskutiert.

Diese Gegebenheiten bringen einerseits politische Debatten, etwa um Rentenreformen oder Verlängerung bzw. Umschichtung der Lebensarbeitszeit, mit sich, andererseits bleibt auch die persönliche Lebensplanung von dem Trend erhöhter Lebenserwartung nicht unbeeinflusst: Der Lebenslauf wird besser planbar, denn „die Allgegenwart des Todes über den Lebensverlauf ist verschwunden“ (Klein, 2004, S. 77). Zudem vollziehen sich Generationswechsel – im Vergleich zu früher – verlangsamt, und die gemeinsame Lebenszeit mehrerer Familiengenerationen fällt verlängert aus (Klein, 2004).

In dieses positive Bild des Alterns fügt sich auch die These der „Morbiditykompression“ ein (Fries, 2000, 2002), wonach Krankheiten – u. a. dank des medizinischen Fortschritts und verbesserter Ernährungsbedingungen – besser und länger als früher hinausgezögert werden können und daher erst später in der Lebensspanne auftreten, so dass die „in Krankheit verbrachte, inaktive Lebenszeit“ verkürzt ausfällt. Wenn auch eine abschließende (empirische) Bestätigung dieser Annahme noch aussteht, kann tatsächlich konstatiert werden, dass ältere Menschen nach Rentenbeginn im Allgemeinen noch ca. zwei gesunde Lebensdekaden erwarten können (Voelcker-Rehage, Godde & Staudinger, 2005).

Im frühen 20. Jahrhundert wurden einige Entwicklungstheorien – etwa die von Sigmund Freud – formuliert, die das Entwicklungsgeschehen ausschließlich auf Kindheit und Adoleszenz bezogen. Heute dagegen wird in der Geronto- und Entwicklungspsychologie der Entwicklungsbegriff übereinstimmend als ein über die gesamte Lebensspanne stattfindendes und somit nicht auf einen bestimmten Altersbereich beschränktes Geschehen definiert (Baltes, P. B., 1990; Baltes, P. B., Lindenberger & Staudinger, 2006). Diese Vorstellung lebenslanger Entwicklung impliziert, dass sich Menschen auch im hohen Alter weiterhin zielgerichtet in Interaktion mit ihrer Umwelt verändern und sich somit – altersunabhängig – jederzeit „entwickeln“.

Ab wann kann man jedoch eine Person überhaupt diesem „hohen Alter“ zuordnen? Ein Vorschlag, wie die Begrifflichkeiten um das Alter systematisiert und kategorisiert werden können, stammt von P. B. Baltes und Smith (2003): Sie unterscheiden zwischen *drittem und viertem Lebensalter*, die sie dem höheren und dem hohen Erwachsenenalter zuordnen. Personen im Alter zwischen 60 und 65 Jahren treten gemäß dieser Klassifikation ins dritte Lebensalter ein. Der Übergang ins vierte Lebensalter erfolgt, wenn 50% der Altersgenossen verstorben sind. Werden zu diesen verstorbenen Altersgenossen auch Personen mitgerechnet, die in einem jüngeren Alter, beispielsweise bei einem Unfall, starben, liegt diese Schwelle zum vierten Lebensalter – zumindest in Industrieländern – niedriger, bei etwa 75 bis 80 Jahren, bei Ausschluss dieser Personen erfolgt der Eintritt in dieses Lebensalter erst später, etwa mit 80 bis 85 Jahren. P. B. Baltes und Smith (2003) weisen aber auch darauf hin, dass diese Trennung in drittes und viertes Lebensalter keine rigide Zuordnung zu Altersspannen implizieren soll und die Übergänge variabel sind: „As phenotypic expressions, the third and fourth age are dynamic and moving targets and are themselves subject to evolution and variation“ (S. 124).

Bei allem Optimismus angesichts der steigenden Lebenserwartung und des medizinischen Fortschritts bleibt zu bedenken, dass im höheren Erwachsenenalter auch Rückgänge der körperlichen Funktionsfähigkeit, erhöhte Morbidität – beispielsweise eine mit dem Alter zunehmende Prävalenz des als physiologischer Zustand erhöhter Vulnerabilität charakterisierten „Frailty-Syndroms“ (Espinoza & Walston, 2005; Fried et al., 2001; Torpy, Lynn & Glass, 2006) – und insbesondere Multimorbidität (Ding-Greiner & Lang, 2004) sowie Verlusterfahrungen (Filipp & Aymanns, 2005), etwa Verwitwung, gehäuft auftreten. Mit zunehmendem Alter kumulieren zudem irreversible Veränderungen auf zellulärer Ebene, die

den Organismus schädigen, und schon mit dem 30. Lebensjahr beginnt ein fortschreitender Abbau physiologischer Funktionen, der auch ein Altern der Organsysteme, etwa des Herz-Kreislauf-Systems, mit sich bringt (Ding-Greiner & Lang, 2004). Insbesondere ab dem achten Lebensjahrzehnt, also mit bzw. nach dem Übergang ins vierte Lebensalter, dominieren im Allgemeinen die Abbauprozesse (Voelcker-Rehage et al., 2005). Auch nehmen weitere Ressourcen, etwa im sensorischen Bereich, ab (Ding-Greiner & Lang, 2004; Marsiske et al., 1996; Tesch-Römer, 2001; Wahl & Heyl, 2007). Darüber hinaus sind altersassoziierte Einbußen der körperlichen Mobilität (Menz, Lord & Fitzpatrick, 2003; Wahl & Heyl, 2007), auf die noch detaillierter eingegangen wird (s. Kap. 4) und die u. a. durch Veränderungen des Bewegungsapparats verursacht werden, vielfach beobachtet und dokumentiert worden. Diese altersbezogenen Mobilitätseinbußen spiegeln sich etwa auch in der mit dem Lebensalter steigenden Prävalenz von Stürzen wider (Gaßmann, Rupprecht & Freiburger, 2009; Prince, Corriveau, Hébert & Winter, 1997). Stürze wiederum können gravierende Konsequenzen haben (Salva, Bolibar, Pera & Arias, 2004) und zu Verletzungen führen, die wiederum eine nicht unerhebliche Gefährdung für die Mobilität sowie die Selbstständigkeit darstellen.

Allerdings sind diese beschriebenen negativen altersassoziierten Phänomene keineswegs von universeller Natur: So können etwa physiologische Abbauprozesse interindividuell zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten und auch in verschiedener Geschwindigkeit ablaufen, weshalb das Altern an sich als heterogener Prozess ("differentielles Altern"; Lindenberger, 2002) zu betrachten ist. Bekanntlich unterscheiden sich ältere Menschen erheblich untereinander hinsichtlich ihrer körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit sowie ihrer kognitiven Verläufe (Reischies & Lindenberger, 1996; Voelcker-Rehage et al., 2005; Wilson, Beckett et al., 2002), und zwar teilweise in einem größeren Ausmaß, als dies bei jüngeren Menschen zu beobachten ist. Gleichzeitig existiert auch eine substantielle intraindividuelle Variabilität, d. h. den Einbußen, die eine ältere Person in einer bestimmten „Domäne“, etwa im physiologischen Bereich, hat, können dem – womöglich kompensatorischen – Erhalt anderer, etwa kognitiver, Funktionen gegenüberstehen. Insofern empfiehlt es sich, grundsätzlich mehrere verschiedene Funktionsbereiche zu betrachten, um beispielsweise nicht vorschnell auf ein holistisches „Verlustbild“ zu schließen, das faktisch nicht gegeben ist.

Dass Alternsprozesse interindividuell sehr unterschiedlich ablaufen und auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten eintreten, kann mit der Vielzahl von Faktoren erklärt werden,

die Einfluss auf diese Alternsprozesse nehmen. Zu ihnen gehören neben biologisch-genetischen Determinanten oder dem allgemeinen Gesundheitszustand auch kulturelle Faktoren wie etwa der „Anregungsgehalt“ der jeweiligen Umgebung oder der Lebensstil mit Komponenten wie etwa dem Ernährungs- und Bewegungsverhalten (Schäfer & Bäckman, 2007; Voelcker-Rehage et al., 2005).

Die Ambivalenz der Alternsthematik – verlängerte Lebenserwartung, Morbiditätskompression, erhaltene Ressourcen und Kompetenzen sowie medizinischer Fortschritt auf der einen, altersassoziierte körperliche wie auch kognitive (vgl. Kapitel 2) Einbußen auf der anderen Seite – benannte P. B. Baltes (1999) als „Hoffnung mit Trauerflor“ (S. 434). In dieses ambivalente Bild passen auch Befunde, die zeigen, dass das allgemeine subjektive Wohlbefinden – im Sinne eines „gelingenden“ und „erfolgreichen“ Alterns – über die Lebensspanne relativ stabil bleibt und nicht mit dem Eintritt ins höhere oder hohe Erwachsenenalter einbricht (Staudinger, 2000), obwohl die objektiven Lebensumstände dies nahe legen. Anderen Studienergebnissen zufolge zeichnen sich allerdings bei älteren Erwachsenen längsschnittlich durchaus Rückgänge in der Lebenszufriedenheit ab, wenn auch in einem relativ geringen Ausmaß (Schilling, 2006), so dass von einem vollständig „altersinvarianten“ Wohlbefinden nicht auszugehen ist.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass sich Entwicklungsprozesse auf die gesamte Lebensspanne verteilen und daher auch im höheren Erwachsenenalter vielfältige Veränderungen auftreten, die sich unter anderem auf physiologische, psychische und soziale Bereiche beziehen und die untereinander interagieren. Umso wichtiger erscheint es vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse, speziell Entwicklung im höheren und hohen Erwachsenenalter zum Forschungsgegenstand zu machen, wie es auch die vorliegende Arbeit beabsichtigt.

2 Kognitive Entwicklung im Alter

Ein elementarer Bestandteil der Entwicklung über die Lebensspanne ist die Veränderung der kognitiven Leistungsfähigkeit über verschiedene Lebensalter. Entsprechend häufig wurde diese zum Gegenstand empirischer Forschung gemacht. Gesichert und häufig repliziert sind Befunde, die zeigen, dass sich mit zunehmendem Lebensalter kognitive Rückgänge einstellen (Schaie, 1996; Verhaeghen & Salthouse, 1997; Zimprich, 2004). Allerdings ist zu berücksichtigen, dass das Ausmaß dieser Rückgänge sowohl interindividuell (Reischies & Lindenberger, 1996; Wilson, Beckett et al., 2002), als auch in Abhängigkeit des kognitiven Maßes, also intraindividuell (Schaie, 1996), erheblich variiert.

Ein anschauliches Beispiel für diese Heterogenität kognitiver Verläufe liefern Befunde aus der Longitudinal Aging Study Amsterdam (Comijs, Dik, Deeg & Jonker, 2004): Auf Basis dreier kognitiver Testungen in 3-Jahres-Intervallen mit älteren Teilnehmern konnten verschiedene Typen intellektueller Verläufe identifiziert werden. So zeigte über die Hälfte der Studienteilnehmer keine kognitiven Rückgänge über die sechs Jahre, während bei 11% Rückgänge zwischen dem zweiten und dritten Messzeitpunkt auftraten. Zu weiteren aufgetretenen Verlaufsmustern zählten temporärer kognitiver Rückgang mit anschließender „Erholung“ (8.8%), nach dem ersten Messzeitpunkt einsetzender und dann progressiver kognitiver Rückgang (1.4%), einsetzender kognitiver Rückgang mit Studienabbruch nach dem zweiten Messzeitpunkt sowie stabile kognitive Leistung mit Studienabbruch nach dem zweiten Messzeitpunkt. Diese Ergebnisse weisen auf, dass – zumindest über den (relativ kurzen) Messzeitraum von sechs Jahren und auf Basis des MMSE (Folstein, Folstein & McHugh, 1975) als relativ groben kognitiven Indikator betrachtet – bei der Mehrheit der älteren Teilnehmer keine substantiellen intellektuellen Rückgänge auftreten und dass selbst auftretende Einbußen offenbar teilweise reversibel sind und nicht zwingend kontinuierlich voranschreiten.

In diesem Kapitel werden zentrale kognitive Modelle vorgestellt, Theorien zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und dem Lebensalter zusammengefasst sowie darauf bezogene (quer- und längsschnittliche) Befunde diskutiert.

2.1 Modell der fluiden und kristallisierten Allgemeinen Intelligenz

Von Cattell stammt die Idee der Trennung der allgemeinen Intelligenz in fluide und kristallisierte Anteile (Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006), die Baltes und Kollegen als „Zweikomponentenmodell der intellektuellen Entwicklung“ weiterführten (Baltes, P. B., Dittmann-Kohli & Dixon, 1984; Lindenberger, 2000). Sie unterscheiden analog zu Cattell zwischen der *Mechanik der Intelligenz*, die der fluiden Intelligenz entspricht, und der – dem kristallinen Intelligenzanteil äquivalenten – *Pragmatik der Intelligenz*.

Die fluide Intelligenz bzw. Mechanik ist als Fähigkeit, sich neuen Problemen oder Situationen anzupassen, zu verstehen (Amelang et al., 2006). Sie entfaltet sich früher als die kristalline Intelligenz, ist sozusagen deren Voraussetzung und – anders als die kristalline Komponente – weitgehend kulturfrei erfassbar. Komponenten der primär durch biologische Mechanismen und Prozesse determinierten Mechanik sind etwa räumliches Vorstellungsvermögen, grundlegende Prozesse der Wahrnehmungs- und Informationsgeschwindigkeit, Merkfähigkeit und schlussfolgerndes Denken. Auch das schnelle und effiziente Lösen von Problemen sowie die flexible Anwendung neu erworbenen Wissens auf unbekannte Situationen gehören in den Bereich der Mechanik (Schäfer & Bäckman, 2007).

Dagegen beschreibt die Pragmatik kognitive Leistungen, die wissensbasiert und kulturabhängig sind. Aufgaben wie Kopfrechnen oder Wortschatz sind klassische Beispiele für Indikatoren kristalliner Intelligenz. Auch Denk- und Lernstrategien, Handlungs- und Faktenwissen sowie berufliche Fähigkeiten sind primär dem Bereich der Pragmatik zuzuordnen (Voelcker-Rehage et al., 2005). Beide Komponenten, Mechanik und Pragmatik, korrelieren miteinander ($r \approx .50$), da sie beide Bestandteile der allgemeinen Intelligenz sind, also – im Sinne Spearman's (1904) – beide auf dem „g factor“, dem globalen Intelligenzmaß (vgl. Jensen & Weng, 1994), laden. Dabei scheint es vor allem zwischen fluider Intelligenz und diesem „globalen Intelligenzfaktor“ eine erhebliche Überlappung bzw. sehr hohe Interkorrelationen zu geben (Salthouse & Davis, 2006).

Es wurde immer wieder gefunden, dass die kristalline Intelligenz ihren Kulminationspunkt – überwiegend querschnittlich betrachtet – vier bis fünf Jahre später erreicht als die fluide Intelligenz und auch erst später Rückgänge zeigt (Amelang et al., 2006), so dass differentielle Verläufe beider Intelligenzkomponenten zu beobachten sind (Ghisletta & Lindenberger, 2004; Horn & Cattell, 1967; Li, S.-C. et al., 2004; McArdle, Ferrer-Caja,

Hamagami & Woodcock, 2002; Singer, Verhaeghen, Ghisletta, Lindenberger & Baltes, 2003) und kognitives Altern somit – wie generell Entwicklungsprozesse über die Lebensspanne (Baltes, P. B. et al., 2006) – durch Multidimensionalität und -direktionalität (Schmiedek, 2003; Zimprich et al., 2008) gekennzeichnet ist. McArdle et al. (2002) etwa kommen auf Basis einer umfangreichen, kombinierten längs- und querschnittlichen Untersuchung zu dem Schluss: *“...the functions describable as broad fluid reasoning (Gf) and acculturated crystallized knowledge (Gc) are separable entities that have different growth patterns”* (S. 134).

Die Etikettierung der fluiden Intelligenz als „altersvulnerabel“ sowie der kristallinen Intelligenz als „altersresistent“ kann jedoch nicht mehr aufrechterhalten werden, wenn man die kognitive Entwicklung Hochaltriger verfolgt: So konnte etwa in der Berliner Altersstudie (BASE) gezeigt werden, dass im hohen Alter – etwa ab Mitte der achten Lebensdekade – die querschnittlichen Altersgradienten für Mechanik und Pragmatik konvergieren (Lindenberger, 2000) und negative Alterskorrelationen auch für kristalline Intelligenzmaße auftreten (Lindenberger & Baltes, 1997). Die Annahme einer „Altersresistenz“ der Pragmatik über die gesamte Lebensspanne ist somit empirisch nicht haltbar.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass viele Studien auf querschnittliche Forschungsdesigns zurückgriffen, in denen Alters- und Kohorteneffekte konfundiert sind. Folgt man den Befunden längsschnittlicher Analysen, treten fluide Einbußen erst später, nämlich nicht vor dem sechsten Lebensjahrzehnt (Amelang et al., 2006), und zudem in einem weniger starken Ausmaß auf als bei querschnittlicher Betrachtung, wobei die Unterschiede zwischen quer- und längsschnittlichen Altersgradienten ab dem vierten Lebensalter zurückgehen (Zimprich, 2004). Schaie (1996), der die kognitive Entwicklung im Rahmen der Seattle Longitudinal Study über verschiedene Kohorten längsschnittlich verfolgte, kam sogar zu dem Ergebnis, dass sich selbst bei den ältesten Studienteilnehmern im Alter von 88 Jahren nicht in allen Fähigkeitsbereichen Rückgänge manifestiert hatten, was für die Bedeutung der bereits erwähnten intraindividuellen Varianz intellektueller Entwicklung spricht. Dagegen scheint es andere kognitive Komponenten zu geben, in denen bereits früh in der Lebensspanne, nämlich zwischen zweiter und dritter Lebensdekade, Rückgänge auftreten (Salthouse, 2009). Die Stärke des Zusammenhangs zwischen Lebensalter und kognitiver Leistung und der (durchschnittliche) Beginn kognitiver Rückgänge variiert also erheblich in Abhängigkeit des gewählten Testmaßes und dessen Ausmaß an „Altersvulnerabilität“.

Allgemein scheinen als Trainings konzipierte kognitive Interventionen im hohen Erwachsenenalter in ihrer Wirksamkeit hauptsächlich auf kristalline Komponenten beschränkt zu sein. Allerdings gibt es auch Befunde aus dem Bereich der kognitiven Trainingsforschung mit älteren Erwachsenen, die auch Verbesserungen fluider Fähigkeiten (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Perrig, 2008; Lindenberger, 2002; Plemons, Willis & Baltes, 1978; Sternberg, 2008; Willis & Nesselroade, 1990), etwa des induktiven Denkens oder der Exekutivfunktionen (wenn auch mit eingeschränkten Transfereffekten; s. Dahlin, Nyberg, Bäckman & Neely, 2008), und darüber hinaus sogar – zumindest vereinzelt – positive Effekte auf funktionale Outcome-Maße, etwa auf Schwierigkeiten bei den instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens (Edwards et al., 2005; Willis et al., 2006), konstatieren. Derartige Trainingserfolge sind jedoch in der Regel eher gering, und zudem nimmt die Fähigkeit zum Transfer auf nicht trainierte mentale Aufgaben im hohen Alter ab (Lindenberger, 2000).

Was die Interdependenz kristalliner und fluider Intelligenzkomponenten betrifft, konnten Ghisletta und Lindenberger (2003) in einem bivariaten „*dual change score model*“, einer Art längsschnittlicher Strukturgleichungsanalyse, zeigen, dass tatsächlich Minderungen in der Pragmatik (Wissen) rückführbar sind auf mechanische Intelligenzrückgänge (Wahrnehmungsgeschwindigkeit). Auch Schmiedek (2003) schlägt in diesem Zusammenhang vor: „The retrieval and application of knowledge might even be constrained more and more by the cognitive mechanics with increasing age“ (S. 115). Ähnlich ermittelten Willis, Jay, Diehl und Marsiske (1992) in einer längsschnittlichen Untersuchungen über sieben Jahre mit älteren Erwachsenen, dass fluide Intelligenzmaße bessere Prädiktoren der späteren kristallinen Indikatoren waren als umgekehrt. Dieses Muster zeigte sich sowohl auf Basis von „cross-lagged“-Korrelationen als auch in Strukturgleichungsanalysen, was für dessen Robustheit spricht. Somit kann die Annahme einer engen Verflechtung beider Maße im Sinne einer „altersassoziierten Mechanisierung pragmatischer Fähigkeiten“ (s. auch Ghisletta & de Ribaupierre, 2005; Ghisletta & Lindenberger, 2004) ebenso als empirisch bestätigt angesehen werden wie die Rolle der Mechanik als Voraussetzung für die Bewältigung pragmatischer Anforderungen. Umgekehrt können Wissensbestände der Pragmatik – zumindest in einem gewissen Ausmaß – die früher auftretenden mechanischen Einbußen kompensieren (Lindenberger, 2000). Der Befund, dass altersbezogene Veränderungen pragmatischer Fähigkeiten durch entsprechende mechanischer Rückgänge vorhergesagt werden können, steht zudem auch mit der Annahme der Dedifferenzierung kognitiver Fähigkeiten im Alter (de Frias, Lövdén, Lindenberger & Nilsson, 2007; Ghisletta & de Ribaupierre, 2005;

Ghisletta & Lindenberger, 2003, 2004; Lindenberger, 2000; Lindenberger & Kray, 2005; Lövdén, Ghisletta & Lindenberger, 2004) im Einklang: Mit zunehmendem Alter nähern sich die Ausprägungen verschiedener kognitiver Kompetenzen einander an, was sich in erhöhten Interkorrelationen zwischen den entsprechenden Maßen niederschlägt.

Die enge Verflechtung von Pragmatik und Mechanik impliziert auch messmethodische Probleme: Letztlich erfordert nämlich keine kognitive Aufgabe nur eine der beiden Komponenten, eine vollständig „purifizierte“ Pragmatik- bzw. Mechanikmessung ist also im Prinzip unmöglich: „Of course, there is no such thing as a pure measure of either fluid or crystallized abilities“ (Alwin, 2009, S. 17). Schmiedek (2003) beschreibt dieses methodische Problem so: „...it is not possible to define a clear-cut separation of crystallized knowledge versus mechanical abilities“ sowie „...it is impossible to construct a task that purely measures knowledge, but does not require any mechanic aspects of information processing“ (S. 115), wobei er mit „knowledge“ eine vor allem pragmatische Intelligenzkomponente anspricht. Salthouse (Salthouse, 2010b) kritisiert zudem an den Konzepten fluide und kristalline Intelligenz „...that these labels are somewhat misleading for summarizing age trends because within the psychometric literature other abilities, such as memory and speed, are distinguished from fluid ability, and yet are highly sensitive to age“ (S. 754).

Aufgrund der Schwierigkeit, fluide und kristalline Intelligenz messmethodisch zu trennen und da diese Unterscheidung zwischen beiden Intelligenzkomponenten sicherlich nicht die einzig mögliche Kategorisierung intellektueller Leistungen ist, wird in der vorliegenden Arbeit ein anderer Ansatz zur Kategorisierung von intellektuellen Komponenten gewählt (s. Kapitel 6.1). In diesem werden mehr als nur zwei Komponenten der Intelligenz unterschieden, zumal kognitive Funktionen, die enger umgrenzt sind als fluide und kristalline Intelligenz – etwa die exekutive Funktionsleistung (Royall et al., 2002) –, auch in der neuropsychologischen Testung und Diagnostik zunehmend Verwendung finden und für Outcome-Maße wie Alltagskompetenz und Mortalität von höherer prädiktiver Bedeutung sind als Maße der allgemeinen Intelligenz (Johnson, Lui & Yaffe, 2007; Royall, Palmer, Chiodo & Polk, 2004). Zudem gibt es empirische Hinweise darauf, dass ein einzelner Faktor der allgemeinen Intelligenz die kognitive Leistungsfähigkeit und deren Multidimensionalität nur sehr unzureichend repräsentiert (McArdle et al., 2002).

2.2 Erklärungsmodelle zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Alter

Der mehrfach replizierte Befund, dass Indikatoren kognitiver Leistungsfähigkeit und das chronologische Alter korreliert sind (s. Metaanalyse von Verhaeghen & Salthouse, 1997), hat verschiedene theoretische Erklärungsmodelle hervorgebracht. Bei Zimprich (2004), Lindenberger und Kray (2005) sowie bei Salthouse (1999) findet sich eine Übersicht über diese bestehenden Theorien und Erklärungsmodelle zu dem Phänomen alterskorrelierter kognitiver Einbußen.

Wie Salthouse (1999) feststellt, sind Erklärungsansätze, die in den gefundenen Alterskorrelationen kognitiver Maße ausschließlich Kohorteneffekte vermuten, nicht haltbar, da derartige Altersbeziehungen auch längsschnittlich auftreten. Zumindest aber die Tatsache, dass die querschnittlichen Altersgradienten kognitiver Fähigkeiten häufig markanter ausfallen im Vergleich zu längsschnittlich betrachteten Verläufen, könnte durch Kohorteneffekte, also durch Veränderungen der Umwelt(bedingungen) über verschiedene Geburtskohorten anstelle intraindividuelle Veränderungsprozesse, (mit)erklärt werden.

Populär ist Salthouse's (1996) *Theorie der verlangsamten Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* bzw. *Speed-Hypothese*: Die Idee dieses theoretischen Ansatzes liegt darin, dass altersbedingte Leistungseinbußen dadurch zustande kommen, dass die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung nachlässt. Durch diese generelle „kognitive Verlangsamung“ können viele Aufgaben bzw. mentale Operationen nur noch mit – im Vergleich zu jüngeren Personen – erhöhtem Zeitaufwand oder auch überhaupt nicht mehr gelöst werden. Auch altersassoziierte Einbußen in der Arbeitsgedächtnisleistung können auf diesen Verlangsamungsprozess zurückgeführt werden (Salthouse, 1992). Kritiker dieser Theorie führen jedoch an, dass es sich bei der Verarbeitungsgeschwindigkeit um ein zusammengesetztes Maß handelt, das beispielsweise auch Arbeitsgedächtnisanteile enthält, was letztlich eine Zergliederung des Speed-Konstrukts in seine elementaren Bestandteile erforderlich macht.

Ähnlich kann im Zusammenhang mit dem *Arbeitsgedächtnis* als potentielle Ursache kognitiver Leistungsrückgänge argumentiert werden: Auch dieses ist kein „reines“ Maß, sondern hängt eng mit exekutiven Funktionen (McCabe, Roediger, McDaniel, Balota & Hambrick, 2010), der Verarbeitungseffizienz wie auch mit Hemmungsprozessen und Auf-

merksamkeit zusammen, so dass enge Bezüge zur Speed-Hypothese sowie zur Theorie reduzierter Aufmerksamkeit (s. u.) bestehen. Diese Tatsache wiederum erschwert es jedoch, den eigenständigen Erklärungsbeitrag der Arbeitsgedächtnisleistung in Bezug auf kognitive Altersveränderungen zu ermitteln.

Die *Theorie reduzierter Aufmerksamkeit* stammt von Craik und Byrd (1982). Sie beruht auf der Annahme, dass im Alter die Aufmerksamkeit („mentale Energie“) als kognitive Verarbeitungsressource nur noch in reduziertem Ausmaß zur Verfügung steht, was die Bearbeitung und Lösung kognitiver Aufgaben erschwert. Die empirische Befundlage zu dieser Theorie ist allerdings inkonsistent, und einige Fragen lässt der theoretische Ansatz offen: So fehlt etwa eine spezifische Definition der Ressource Aufmerksamkeit, und unklar ist auch, welcher bzw. welche Informationsverarbeitungsprozess/e (besonders) aufmerksamkeitbasiert sind, also in welchen kognitiven Vorgängen das Konstrukt der Aufmerksamkeit überhaupt primär zu verorten ist.

Kognitive Leistungseinbußen Älterer aufgrund mangelnder Inhibition postulieren Hasher und Zacks (1988). In ihrer *Inhibitions-Defizit-Theorie* argumentieren sie, dass es mit zunehmendem Alter schwerer fällt, beim Lösen kognitiver Aufgaben irrelevante Informationen „auszublenden“. Eine Reihe von „*negative priming*“-Experimenten, viele davon von Hasher und Zacks selbst durchgeführt, sprechen hinsichtlich ihrer Ergebnisse für die Inhibitions-Annahme. Allerdings gibt es auch hier zum Teil widersprüchliche Befunde, und zweifelhaft ist zudem, ob sich derartige Experimente tatsächlich zur Messung der Inhibitionsfähigkeit eignen: So können die experimentell gefundenen Altersunterschiede auf eine unterschiedliche Inhibitionsfähigkeit, aber auch auf Differenzen in Aktivierungsprozessen zurückgehen.

Schließlich gibt es noch einen neueren Ansatz zur Erklärung alterskorrelierter kognitiver Fähigkeitsrückgänge, nämlich die „*common cause*“-Hypothese (bzw. „*Theorie der gemeinsamen Ursache*“) von Lindenberger und Baltes (1994). Dieser Hypothese zufolge gehen verschiedene altersassoziierte Rückgänge in kognitiven, aber auch in sensorischen und sensomotorischen Bereichen auf eine gemeinsame Ursache, etwa Alterungsprozesse des Gehirns, zurück. Grundsätzlich ist der mit zunehmendem Alter enger werdende Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit, Sensorik und auch Sensomotorik (intersystemische Dedifferenzierung) empirisch gut belegt und repliziert (Ghisletta & Lindenberger, 2005; Lindenberger, 2008; Lindenberger & Baltes, 1994, 1997; Lövdén et al., 2004; Schäfer,

Huxhold & Lindenberger, 2006; Schmiedek, 2003), was jedoch neben der Theorie einer gemeinsamen Ursache noch zusätzliche verschiedenartige Erklärungsansätze hervorgebracht hat.

Abschließend ist zu den vorgeschlagenen Erklärungsmodellen in Bezug auf negative Altersveränderung in kognitiven Maßen festzuhalten, dass sich konzeptuell und empirisch noch keine der beschriebenen Varianten vollständig durchgesetzt hat. Lindenberger und Kray (2005) etwa bemängeln auf der Grundlage ihrer Zusammenfassung von Erklärungsmodellen für altersassoziierte Veränderungen in mechanisch-fluiden Intelligenzmaßen: „Unklare Konstruktdefinitionen, konzeptuelle Abgrenzungsprobleme sowie die übermäßige Nutzung korrelativer Analysen altersheterogener querschnittlicher Stichproben schränken den Erklärungsgehalt der vorgeschlagenen Konstrukte stark ein“ (S. 323). Tatsächlich gilt für die verschiedenen Erklärungsmodelle, dass eine empirische Bestätigung der jeweiligen potentiellen erklärenden Faktoren und Mechanismen auf längsschnittlicher Basis entweder noch aussteht oder aber – im Vergleich zu querschnittlichen Betrachtungen – schwächere Befunde hervorgebracht hat (z. B. Lindenberger & Ghisletta, 2009; Zimprich et al., 2008). Salthouse (2010b) fasst den Forschungsstand zu den potentiellen Ursachen altersassoziiert kognitiver Rückgänge folgendermaßen zusammen: „It may never be feasible to provide a specific number as an answer to the question of the number of separate age-related influences, because it is impossible to include all cognitive variables in the analyses. Nevertheless, it now seems clear that the number of distinct influences contributing to both age differences and age changes in cognitive functioning is considerably smaller than the number of variables exhibiting age relations“ (S. 755). Somit ist die Forschung nach den Ursachen (sowie nach der Menge an Ursachen und Mechanismen) von Altersrückgängen in kognitiven Maßen ein weiterhin anhaltender Prozess, der hohe theoretische wie auch methodische Anforderungen stellt und der bislang nur eine Gegenüberstellung weitgehend gleichwertiger Erklärungsvarianten erlaubt.

2.3 Befunde zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Alter

Mit zunehmendem Alter treten – wie bereits konstatiert – kognitive Leistungseinbußen auf (Schaie, 1996; Verhaeghen & Salthouse, 1997). Ab wann es jedoch zu diesen Rückgängen kommt und in welchem Ausmaß sie auftreten, unterliegt einerseits hoher interindividueller

Variation, andererseits ist dies von Faktoren abhängig wie dem gewählten Forschungsdesign (Quer- oder Längsschnitt), den jeweils betrachteten kognitiven Maßen und der untersuchten Stichprobe sowie ihrer Altersverteilung. Im Folgenden werden zunächst Querschnittstudien berichtet, in denen der Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Alter untersucht wurde. Im Anschluss daran werden ausgewählte längsschnittliche Befunde zusammengefasst.

2.3.1 Querschnittliche Befunde

In einer Metaanalyse untersuchten Verhaeghen und Salthouse (1997) den Zusammenhang zwischen kognitiver Leistung und Alter und griffen dabei auf 91 querschnittliche Studien zurück. Sie berichten durchgehend signifikant negative Alterskorrelationen für alle kognitiven Maße. Für die Komponenten „Speed“ und „Reasoning“ (schlussfolgerndes Denken) fielen außerdem auch die quadratischen Alterstrends signifikant aus: Im höheren Alter setzen bei diesen Fähigkeiten folglich beschleunigte Rückgänge ein (auch wenn diese Interpretation angesichts des querschnittlich erhobenen Datenmaterials nicht ohne Vorsicht formuliert werden darf; dazu siehe unten). Tendenziell, aber nicht signifikant treten solche quadratischen Alterstrends auch für die Fähigkeiten Arbeitsgedächtnis, episodisches Gedächtnis und räumliches Vorstellungsvermögen auf.

Dass man möglicherweise – zumindest bei einigen kognitiven Maßen – von nonlinearen Altersverläufen ausgehen muss, zeigt nach Verhaeghen und Salthouse (1997) auch der folgende Sachverhalt: Berechnet man die Korrelation zwischen Alter und kognitiven Maßen getrennt für die Gruppe der unter und die der über 50-Jährigen, so finden sich für „Speed“, schlussfolgerndes Denken und episodisches Gedächtnis signifikant verschieden große Zusammenhänge. In ihrer Tendenz, aber nicht signifikant unterschiedlich fallen die nach Alter getrennten Korrelationen auch für räumliches Denken und Arbeitsgedächtnis aus. Rückgänge in einigen kognitiven Bereichen scheinen sich also mit zunehmendem Lebensalter – und dies offenbar bereits ab dem fünften Lebensjahrzehnt – zu beschleunigen und verlaufen daher nicht linear.

Ein ähnliches Vorgehen wählten Singer, Verhaeghen, Ghisletta, Lindenberger und Baltes (2003), die die BASE-Gesamtstichprobe in die Altersgruppen 70 bis 77 Jahre und 78 bis 100 Jahre aufteilten: Auch sie fanden, dass die ältere Gruppe in allen Bereichen größere Rückgänge zeigte, was ebenfalls für nichtlineare Alterstrends kognitiver Funktionen spricht. Andererseits berichten Lindenberger und Baltes (1994), die die querschnittlichen Zusam-

menhänge kognitiver Maße mit dem Lebensalter ebenfalls im Rahmen der Berliner Altersstudie untersuchten, dass sich die quadratischen Alterstrends für Intelligenz – wie auch für Hör- und Sehvermögen – nicht signifikant von null unterscheiden und daher, anders als bei Verhaeghen und Salthouse (1997), von *linearen* Alterstrends auszugehen ist.

Übereinstimmend zeigen die berichteten Befunde, dass kognitive Leistung und Lebensalter negativ korreliert sind. Bei der Höhe der Korrelationen spielt das jeweils fokussierte kognitive Maß eine erhebliche Rolle: So sind theoriekonform im Allgemeinen fluide Maße stärker alterskorreliert als kristalline. Relativ uneindeutig ist die Befundlage in Bezug auf die Frage, ob die Altersgradienten kognitiver Maße einer linearen oder eher nonlinearen, etwa quadratischen, Funktion folgen.

All diese Befunde stützen sich jedoch auf Querschnittsdaten, so dass nicht sicher ist, ob es sich bei den gefundenen Trends um Alters- oder Kohorteneffekte handelt und ein „Entwirren“ dieser beiden Effekte unmöglich ist: So können querschnittlich gefundene Altersunterschiede in der geistigen Leistungsfähigkeit auch so gedeutet werden, dass die ältere Kohorte (also die Teilnehmer früherer Geburtsjahrgänge) „schon immer“ weniger leistungsfähig war als die jüngere Kohorte. Dies ist keineswegs abwegig, da jüngere Kohorten im Allgemeinen tatsächlich unter besseren Bedingungen, etwa hinsichtlich Ernährung, Bildung und medizinischen Fortschritt (Voelcker-Rehage et al., 2005), aufwachsen, was sich in höherer intellektueller Leistungsfähigkeit manifestieren könnte (Salthouse, 1999; Schaie, Willis & Pennak, 2005). Entsprechend müssten dann Unterschiede in mentaler Leistungsfähigkeit zwischen Altersgruppen nicht (nur) als Alters-, sondern als Kohorteneffekt interpretiert werden. Neben Kohorteneffekten gibt es zudem historische Ereignisse, die auf alle Altersgruppen (und etwa ihre kognitive Leistungsfähigkeit) Einfluss nehmen (Periodeneffekte), sowie Veränderungen der Umweltbedingungen, die ebenfalls die gesamte Gesellschaft betreffen (gesellschaftlicher Wandel). Wie Lindenberger (2002) resümiert, ist es jedoch „methodisch schwierig, den Einfluss dieser drei Größen zu bestimmen“ (S. 369).

2.3.2 Längsschnittliche Befunde

In Longitudinalstudien wird zumindest das Problem der Konfundierung von Alters- und Kohorteneffekten als eine dieser Größen weitgehend behoben, wenn auch um den Preis anderer methodischer Probleme: Selektiver Stichprobenausfall über die Messzeitpunkte (Lindenberger, Singer & Baltes, 2002; Siegler, I. C. & Botwinick, 1979; Sliwinski, Hofer, Hall, Buschke & Lipton, 2003) sowie Übungseffekte (Ferrer, Salthouse, Stewart &

Schwartz, 2004; Rabbitt, Diggle, Smith, Holland & Mc Innes, 2001; Salthouse, 2009) können zu einer verzerrten Schätzung kognitiver Rückgänge führen (Lindenberger, 2000; Salthouse, 2010a). Salthouse (2010b) warnt daher in Bezug auf Längsschnittstudien: „...that longitudinal data are influenced by practice effects and thus do not provide pure measures of maturational change“ (S. 758).

Die Problematik selektiver Stichprobenausfälle (s. z. B. Hofer, Sliwinski & Flaherty, 2002; Sliwinski et al., 2003) impliziert, dass häufig diejenigen aus Longitudinalstudien ausscheiden, die von Anfang an schlechtere Leistungen oder stärkere Leistungsrückgänge zeigen, so dass eine selektive Gruppe mit besseren Leistungen übrig bleibt, was zu einer Unterschätzung von kognitiven Leistungseinbußen führen kann (Lindenberger et al., 2002).

Insofern führen zwar Längsschnittstudien „nicht unbedingt zu genaueren Schätzungen der durchschnittlichen Größe von Entwicklungsveränderungen in der Population (...) als Untersuchungen mit querschnittlichen Erhebungsplänen“ (Lindenberger & Kray, 2005, S.313), sinnvoll ist eine parallele Betrachtung von Studienergebnissen aus beiden Designs aber dennoch: So ist etwa die Kohorteneffekt-Problematik nur auf längsschnittlicher Basis zu lösen, und zudem können Befunde, die quer- und längsschnittlich auftreten, als „robust“ und gesichert betrachtet werden. Im Folgenden werden daher – ergänzend zu den zusammengestellten querschnittlichen Befunden – ausgewählte längsschnittlich angelegte Studien zusammengefasst und diskutiert.

In der Seattle Longitudinal Study (SLS; Schaie, 1996), die einem kombinierten längs- und querschnittlichen Ansatz folgt, zeigte sich, dass längsschnittliche Rückgänge insgesamt geringer ausfallen als querschnittliche und stärkere Einbußen erst nach dem achten Lebensjahrzehnt auftreten. Schaie schließt aus den längsschnittlichen Befunden „...that age change in cognitive functions is a rather slow process“ (Schaie, 1996, S. 270). Diese langsam progredierenden Leistungsrückgänge betreffen jedoch im hohen Alter auch Komponenten der kristallinen Intelligenz, deren Verlauf sich dann dem der fluiden Intelligenz annähert (Zimprich, 2004).

Auch Singer et al. (2003) fanden beim Vergleich querschnittlicher und längsschnittlicher kognitiver Verläufe in der BASE-Stichprobe steilere Altersgradienten im Querschnitt. Insbesondere quadratische Alterstrends fielen querschnittlich stärker aus. Die Forscher deuten dies vor dem Hintergrund des „terminal decline“ (vgl. Bäckman & MacDonald, 2006; Sliwinski et al., 2006; Small & Bäckman, 1999; Wilson, Beckett, Bienias, Evans

& Bennett, 2003): In der querschnittlichen Stichprobe finden sich auch „todesnahe“ Probanden, deren kognitive Rückgänge sich im Durchschnitt mit zunehmender Nähe zum Tod – so ein wiederkehrender Befund – schneller und deutlicher abzeichnen als bei Überlebenden.

In ihrer „Religious Orders Study“ fanden Wilson, Beckett et al. (2002) für alle untersuchten kognitiven Komponenten Rückgänge, die sowohl alters- als auch zeitkorreliert waren, also auch längsschnittlich über die Messzeitpunkte auftraten. Allerdings liegen bei Wilson und Kollegen – anders als etwa bei Verhaeghen und Salthouse (1997) – mit der Ausnahme von „word knowledge“ *keine* signifikanten quadratischen Alterskorrelationen für die kognitiven Maße beim ersten Messzeitpunkt vor. Längsschnittlich dagegen kommen auch sie zu dem Ergebnis, dass die Rückgänge in den verschiedenen intellektuellen Maßen bei höherem „Ausgangsalter“ stärker ausfallen. Auch dies spricht für einen nonlinearen Altersverlauf der kognitiven Leistungsfähigkeit bzw. einiger ihrer Komponenten. Allerdings ist zu bedenken, dass die Teilnehmer dieser Studie – ausschließlich Geistliche, also etwa Priester und Nonnen – hinsichtlich ihres Lebensstils und weiterer Variablen eine recht selektive Gruppe darstellen, so dass die Studienergebnisse nicht zwingend auf andere Populationen übertragbar sind.

Albert et al. (1995) fanden in einer Längsschnittstudie über zwei Jahre zur kognitiven Veränderung bei älteren Personen *keine* signifikanten Korrelationen zwischen kognitiver Leistung und Alter, dafür nennen sie als Prädiktoren kognitiver Veränderung Bildung, Lungenfunktion, Selbstwirksamkeit und ethnische Zugehörigkeit. Der überraschenderweise fehlende Zusammenhang zwischen Alter und kognitiver Veränderung könnte jedoch auf das mit zwei Jahren recht kurze Messintervall zurückgehen. Zudem war der Altersrange der Stichprobe mit einer Spanne von 70 bis 79 Jahren recht begrenzt, was im Sinne eines „restriction of range effect“ als weitere Erklärung für die nicht signifikante Beziehung zwischen Lebensalter und kognitiver Veränderung in Frage kommt. Dennoch ist der Befund, dass Prädiktoren existieren, die mehr Varianz in kognitiven Verläufen erklären als das chronologische Alter, bemerkenswert und angesichts der immer wieder gefundenen heterogenen kognitiven „Altersverläufe“ plausibel: Wäre das Alter allein ein bedeutsamer Prädiktor für kognitive Veränderungen, dürfte diese Heterogenität, die ihrerseits erklärungsbedürftig ist und entsprechende Prädiktoren erfordert, nicht auftreten.

Kognitive Altersrückgänge fallen nicht über alle Fähigkeitsbereiche gleich aus: So zeigte sich in der Seattle Longitudinal Study (Schaie, 1996), dass zwar jeder mit dem Errei-

chen des 60. Lebensjahres in mindestens einer kognitiven Fähigkeit abgebaut hatte, andererseits aber selbst im hohen Alter von 88 Jahren *kein* Teilnehmer in jeder der fünf erfassten mentalen Fähigkeiten (*verbal meaning, space, reasoning, number, word fluency*) Einbußen hatte. Es ist also wichtig, bei der Analyse kognitiver Entwicklung zwischen verschiedenen Maßen zu differenzieren und so über interindividuelle Unterschiede hinaus auch der intraindividuellen Variabilität sowie dem multidimensionalen und -direktionalen Charakter kognitiver Alternsprozesse (Zimprich et al., 2008) Rechnung zu tragen. Dieser Multidimensionalität der kognitiven Leistungsfähigkeit soll auch in dieser Untersuchung konzeptuell und empirisch Rechnung getragen werden.

2.3.3 Fazit

Bei Befunden zum Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Alter ist zusammenfassend zu beachten, dass – längsschnittlich betrachtet – substantielle kognitive Einbußen erst im hohen Alter erfolgen. Folgt man den Befunden der Seattle Longitudinal Study (Schaie, 1996), so ist der Beginn dieser Rückgänge erst im achten Lebensjahrzehnt zu verorten. Zudem darf – wie schon erwähnt – trotz der empirisch gut gesicherten Alterszusammenhänge kognitiver Maße nicht außer Acht gelassen werden, dass ein beträchtlicher Teil der interindividuellen Unterschiede in kognitiven Maßen und ihrer Veränderung *nicht* durch das Lebensalter (z. B. Albert et al., 1995; Zimprich et al., 2008) aufgeklärt werden kann und somit auch im Bereich der kognitiven Entwicklung „differentielles Altern“ (Lindenberger, 2002) vorherrscht. Reischies und Lindenberger (1996) ermittelten etwa anhand der Daten aus der Berliner Altersstudie, dass der Anteil der durch das chronologische Alter erklärten Varianz verschiedener kognitiver Maße zwischen 24% und 38% liegt, also maximal nur knapp ein Drittel überschreitet. Auch in der von Wilson et al. (2002) durchgeführten „religious order study“ traten im längsschnittlichen kognitiven Verlauf älterer Priester und Nonnen im Alter von über 65 Jahren interindividuell erheblich heterogene Gradienten auf. Ähnlich kommt Zimprich (2004) bei der Sichtung von Befunden zur kognitiven Entwicklung zu dem Schluss: „Kognitives Altern ist (...) ein differenzieller Prozess: Verschiedene Personen altern in verschiedenen kognitiven Fähigkeiten verschieden schnell“ (S. 298).

Auffällig ist zudem, dass – trotz altersassoziierter kognitiver Einbußen – die Mehrheit der älteren Erwachsenen ihren Alltag selbständig und kompetent bewältigen kann, was dafür spricht, dass die kognitiven Rückgänge im Allgemeinen nicht sehr stark ausfallen oder weitgehend kompensierbar sind, so dass meist keine negativen Folgen für Selbständigkeit

und Alltagskompetenz zu beobachten sind. Andererseits ist kognitive Leistungsfähigkeit – insbesondere fluide Intelligenzanteile – durchaus ein Prädiktor der Alltagskompetenz sowie ihrer Veränderung (Farias et al., 2009; Royall et al., 2004; Wahl, Schmitt, Danner & Coppin, 2010; Willis et al., 1992), und bestimmte kognitive Interventionsformate können auch funktionale Outcomes wie die instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens und deren Entwicklung positiv beeinflussen (Edwards et al., 2005; Willis et al., 2006).

Zu den empirisch gefundenen Prädiktoren kognitiver Leistungsfähigkeit über das Alter hinaus zählen u. a. etwa Gesundheit (Amelang et al., 2006) – auch Komponenten der psychischen Gesundheit wie Depression (Chodosh, Kado, Seeman & Karlamagla, 2007; Paterniti, Verdier-Taillefer, Dufouil & Alperovitch, 2002; Seidl, Pantel, Re & Schröder, 2004; Steffens & Potter, 2008; Wilson, Barnes et al., 2002; Wilson, Mendes de Leon, Bennett, Bienias & Evans, 2004) – und Bildung (Alley, Suthers & Crimmins, 2007; Botwinick, 1996). Die Bedeutung der Gesundheit für die kognitive Leistung lässt sich auch in Verbindung bringen mit der „*terminal decline*“-Forschung (Bäckman & MacDonald, 2006; MacDonald, Hultsch & Dixon, 2008; Sliwinski et al., 2006; Small & Bäckman, 1999; Wilson, Beckett et al., 2003), die wiederholt stärkere Intelligenzrückgänge bei nahendem Tod feststellen konnte, was vermutlich auf mortalitätsassoziierte pathologische Prozesse zurückgeht.

Aufgrund der auch im hohen Alter bestehenden Heterogenität in kognitiver Leistungsfähigkeit sowie der Fülle an weiteren Prädiktoren, die über das Alter hinaus – und zum Teil auch besser als dieses – interindividuelle Unterschiede in kognitiver Leistungsfähigkeit erklären können, scheint es sinnvoll, sich bei der Vorhersage der kognitiven Leistung sowie ihrer Veränderung nicht ausschließlich am Lebensalter zu orientieren, sondern auch weitere Variablen wie Gesundheit und Bildung miteinzubeziehen.

2.4 Veränderungen der kognitiven Leistung im Alter jenseits der normalen Entwicklung

Neben den beschriebenen „*normativen*“ kognitiven Veränderungsprozessen, deren Auftreten und Verlauf interindividuell stark variieren kann, können im Alter auch gravierendere kognitive Veränderungen auftreten (Schäfer & Bäckman, 2007). Vor allem dementielle Erkrankungen sind hier zu nennen. Ihre Prävalenz steigt mit zunehmendem Lebensalter stark an (Baltes, P. B. & Smith, 2003; Schröder, Pantel & Förstl, 2004), weshalb das Lebensalter üblicherweise auch als klassischer „*Demenz-Risikofaktor*“ aufgeführt wird. Eine klare

Unterscheidung zwischen normalen und jenseits der normalen Entwicklung liegenden kognitiven Alternsprozessen ist jedoch schwierig, wie etwa Lindenberger (2008) erläutert: „Die an der normalen kognitiven Alterung beteiligten Prozesse sind den Prozessen, die am Auftreten dementieller Erkrankungen beteiligt sind, oft erstaunlich ähnlich“ (S. 75).

Das Konzept der „Leichten Kognitiven Beeinträchtigung“ (oder „mild cognitive impairment“, kurz MCI) wird als eine potentielle Übergangsphase zwischen normalem kognitiven Altern und dem Auftreten einer dementiellen Erkrankung diskutiert. Verschiedene konkurrierende Bezeichnungen – „Age-Associated Memory Impairment“, „late life forgetfulness“, „possible dementia prodrome“ etc. (Smith et al., 1996) – existieren für dieses Konzept.

Im Folgenden wird auf dieses – durchaus kontrovers diskutierte (Gauthier & Touchon, 2005; George, D. & Whitehouse, 2010; Milwain, 2000; Whitehouse & Juengst, 2005; Whitehouse & Moody, 2006; Winblad et al., 2004) – Konzept der leichten kognitiven Beeinträchtigung näher eingegangen, da in den nachfolgenden Untersuchungen auch Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung integriert wurden, um deren außerhäusliches Verhalten sowie die bei ihnen auftretenden Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Mobilität/Aktivität mit denjenigen kognitiv Unbeeinträchtigter vergleichen zu können.

Eine MCI-Diagnose wird üblicherweise gestellt, wenn kognitive Veränderungen auftreten, die stärker ausgeprägt sind als die typischen Veränderungen der jeweiligen Altersgruppe, jedoch nicht gravierend genug ausfallen, um die Diagnosekriterien einer Demenz zu erfüllen. Gleichzeitig sind Personen mit MCI nicht von funktionalen Beeinträchtigungen im Sinne der (instrumentellen) Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) betroffen. Häufig ist die leichte kognitive Beeinträchtigung aber auch mit Einschränkungen in der körperlichen Gesundheit verbunden (Frisoni et al., 2000). Personen, bei denen das klinische Syndrom der MCI diagnostiziert wird, haben ein erhöhtes Demenz- (und auch Mortalitäts-)risiko, weswegen das Vorliegen einer MCI auch als potentieller präklinischer Demenz-Zustand gewertet wird (z. B. Flicker, Ferris & Reisberg, 1991). In der Studie von Smith et al. (1996) beispielsweise traten – je nach gewähltem Zeitintervall – Konversionsraten (also Übergänge von MCI zu Demenz) zwischen 24% und 55% auf. Ähnliche Konversionsraten über einen Zeitraum von 2.6 Jahren berichten Busse, Bischkopf, Riedel-Heller und Angermeyer (2003a) sowie Wahlund, Pihlstrand und Eriksson Jönköping (2003). Es gibt jedoch ebenso Fälle

von Personen, die sich von einer MCI „erholt“ haben (z. B. Larrieu et al., 2002) und wieder kognitiv unauffällig geworden sind (vgl. George, D. & Whitehouse, 2010, S. 348: "Some people who are labeled MCI actually improve over time; no two trajectories are the same"), was die Heterogenität des MCI-Konstrukts aufzeigt. Smith et al. (1996) konstatieren deshalb: "...caution in interpreting the MCI "profile" as predictive of subsequent dementia is indicated" (S. 146). Auch Ritchie, Artero und Touchon (2001) schließen aus ihrer Studie, in der sie in einem 3-Jahres-Intervall eine Konversionsrate von 11.1% ermittelten, dass es sich beim Konstrukt MCI um keinen zuverlässigen Demenz-Prädiktor („...total inability for the MCI diagnosis to predict dementia status“, S. 39) sowie um kein homogenes, zeitlich stabiles Syndrom – wie diese hohen „Erholungsraten“ in ihrer Teilnehmerstichprobe zeigen – handelt. Ähnlich kritisieren Dierckx, Engelborghs, De Raedt, De Deyn und Ponjaert-Kristoffersen (2007) am MCI-Konstrukt: „...it is still unclear whether or not this entity also encompasses normal ageing and whether it is a potentially reversible clinical condition or a necessarily progressive one“ (S. 29) sowie „...sometimes MCI should be considered as a static cognitive aetiology and sometimes it will appear to be a preclinical stage of dementia“ (S. 31).

Es gibt viele verschiedene, uneinheitliche Definitionen und Konzeptualisierungen von leichter kognitiver Beeinträchtigung mit jeweils unterschiedlichen Diagnosekriterien und resultierenden Prävalenz- und Konversionsraten (Bischkopf, Busse & Angermeyer, 2002; Busse et al., 2003a; Busse, Bischkopf, Riedel-Heller & Angermeyer, 2003b; Dierckx et al., 2007; Ritchie et al., 2001; Saxton et al., 2009): Schröder et al. (1998) berichten etwa, dass die MCI-Prävalenz bei 60- bis 64-Jährigen je nach zugrundeliegenden Diagnosekriterien zwischen 6.5% und 23.5% liegt. Hoch scheinen Prävalenz und Inzidenz kognitiver Beeinträchtigungen wie der MCI besonders im hohen Alter zu sein (Johansson, Zarit & Berg, 1992).

Es gibt verschiedene Vorschläge zur Unterscheidung von MCI-Unterformen (etwa Amnesic MCI, Multidomain MCI, Single Nonmemory MCI; Winblad et al., 2004). Deren geschätzte Prävalenzraten fallen wiederum – je nach Subtyp – unterschiedlich aus (Busse et al., 2003b; Busse, Hensel, Gühne, Angermeyer & Riedel-Heller, 2006).

Gemäß Levy (1994) wird eine Diagnose von MCI bzw. „Aging-Associated Cognitive Decline“ dann gestellt, wenn folgende Kriterien erfüllt sind: Die betreffende Person (oder ein anderer Informant, etwa ein Angehöriger) berichtet über kognitive Rückgänge, die

graduell sind und seit mindestens sechs Monaten andauern; es treten Schwierigkeiten in einem (oder mehreren) der Bereiche Gedächtnis und Lernen, Aufmerksamkeit und Konzentration, Denken (Problemlösen, Abstraktion etc.) oder visuell-räumliche Funktionen auf; die Leistung in kognitiven Tests liegt mindestens eine Standardabweichung unter dem Mittelwert der entsprechenden Normstichprobe (adjustiert an Alter und Bildung); zudem dürfen nicht die Diagnosekriterien einer leichten kognitiven Störung oder einer Demenz (sowie weiterer Störungen) erfüllt sein.

Ähnliche Diagnosekriterien formulieren Winblad et al. (2004): Eine leichte kognitive Beeinträchtigung liegt vor, wenn sich die betreffende Person zwischen (kognitivem) „Normalzustand“ und Demenz befindet, es subjektive oder objektive Evidenz eines kognitiven Rückgangs gibt und die Funktionsfähigkeit hinsichtlich der Aktivitäten des täglichen Lebens unbeeinträchtigt ist. Dagegen können komplexe instrumentelle Funktionen zumindest geringfügig beeinträchtigt sein.

3 Alltagskompetenz im Alter

Das Konstrukt „Alltagskompetenz“ (Baltes, M. M. et al., 1999; Diehl, 1998) hat als empirisches Korrelat der kognitiven Leistungsfähigkeit Implikationen für Selbständigkeit und Lebensqualität. Zudem kann Alltagskompetenz auch als potentiell „Bindeglied“ verstanden werden, das medierend zwischen den Variablen kognitive Funktionsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten (das seinerseits ein Mindestmaß an Alltagskompetenz voraussetzt) steht.

Das Forschungsfeld der Alltagskompetenz, definiert als effektive Gestaltung und Bewältigung der Anforderungen des alltäglichen Lebens, wurde jedoch bislang meist ohne Berücksichtigung der außerhäuslichen Mobilität betrachtet, obwohl naheliegend ist, dass eine intakte Alltagskompetenz eine funktionierende Mobilität mitbedingt. Entsprechend werden zur Erfassung der Alltagskompetenz häufig Checklisten eingesetzt, in denen die Ausführbarkeit von Aktivitäten abgefragt wird, die durchaus „mobilitätsgebunden“ sind, etwa die instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens (IADL; Lawton & Brody, 1969), zu denen beispielsweise Einkäufe oder die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel gehören.

Im Folgenden wird zunächst ein kurzer Überblick über die verschiedenen existierenden Methoden zur Erfassung der Alltagskompetenz gegeben. Im Anschluss daran werden ausgewählte Befunde zu Studien zusammengefasst, deren Gegenstand die Struktur der Alltagskompetenz sowie deren Prädiktoren und Korrelate ist, ehe in einem kurzen Fazit die zentralen Charakteristika der Alltagskompetenz zusammengefasst werden.

3.1 Erfassung von Alltagskompetenz

Der oben beschriebene Einsatz von Checklisten zur Erfassung der Alltagskompetenz ist nur eine Operationalisierungsvariante unter vielen (Diehl, 1998; Diehl & Marsiske, 2005; Diehl & Willis, 2003). Häufig wird auf Selbstberichte zurückgegriffen, gelegentlich auch auf Basis eines einzelnen Items, woraus jedoch wenig reliable Messungen resultieren können. Gebräuchlich ist auch das Abfragen von Schwierigkeiten bei den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL; Katz, Ford, Moskowitz, Jackson & Jaffe, 1963). Diese sind definiert als Fertigkeiten, die nötig sind für die Selbsterhaltung sowie für eine selbständige Lebensführung, also etwa Anziehen, Baden und Nahrungsaufnahme. Grundsätzlich ist zu derartigen

subjektiven Auskünften, etwa ADL-basierten Skalen, anzumerken, dass, insbesondere bei Vorliegen kognitiver Beeinträchtigungen wie Demenz (Farias, Mungas & Jagust, 2005), Fehleinschätzungen resultieren können (Fillenbaum, 1978; Ford et al., 1988) und die jeweilige Ursache von Einbußen in der Alltagskompetenz bei diesem Erfassungsmodus offen bleibt.

Fremdratings der Alltagskompetenz, etwa Einschätzungen durch Angehörige, können hoch mit objektiven Kompetenz-Indikatoren zusammenhängen. Die Güte solcher Einschätzungen ist jedoch abhängig von der Qualität der Beziehung zur beurteilten Person, und auch bei dieser Erhebungsmethode können systematische Fehleinschätzungen auftreten.

Schließlich lässt sich Alltagskompetenz auch über performanzbasierte Maße – etwa die „Observed Tasks of Daily Living“ (OTDL; Diehl, Willis & Schaie, 1995) oder die „Timed Instrumental Activities of Daily Living“ (TIADL; Owsley, McGwin, Sloane, Stalvey & Wells, 2001) – operationalisieren. Die OTDL-Aufgaben lassen sich den Bereichen Nahrungszubereitung, Telefonnutzung sowie Medikamenteneinnahme zuordnen. Die TIADL bestehen aus acht Aufgaben, die den Alltagsbereichen Kommunikation, finanzielle Angelegenheiten, Nahrungszubereitung, Einkauf und Medikamenteneinnahme angehören. Relevant für die Performanz ist dabei auch – anders als bei den OTDL – die Geschwindigkeit, mit der die Aufgaben bearbeitet werden.

Oft sind leistungs- bzw. beobachtungsbasierte Maße an die Taxonomie der ADL (Katz et al., 1963) bzw. IADL (Lawton & Brody, 1969) angelehnt. Allerdings gibt es – ähnlich wie im Kontext der Mobilitätserfassung (s. Kap.4.1) – kein allgemein akzeptiertes leistungsbasiertes Maß, und es ist schwierig, Aufgaben zur Alltagskompetenz auszuwählen und zusammenzustellen, die Gesunde nicht unterfordern, aber gleichzeitig auch in klinischen Settings anwendbar sind. Zudem ist eine Durchführung performanzbasierter Tests aufwendiger als eine Erfassung über „self-reports“.

Dass so viele Erhebungsmethoden vorliegen, liegt mitunter daran, dass es nicht nur eine Alltagskompetenz-Definition und -Konzeptualisierung gibt (Baltes, M. M. & Wilms, 1995), sondern der Gebrauch dieses Konstrukts je nach Forschungsbereich variiert (Diehl & Marsiske, 2005; Wahl, 1998). Einheitliche Kriterien für Alltagskompetenz, die allgemein anerkannt sind, existieren letztlich nicht, zumal eine kompetente Bewältigung des Alltags höchst unterschiedlich aussehen kann und differenziert nach spezifischen Bereichen betrachtet werden muss (Baltes, M. M., Maas, Wilms & Borchelt, 1996). Empfehlenswert scheint in

jedem Fall ein multimethodales, „trianguläres“ Vorgehen unter paralleler Berücksichtigung von Selbst- und Proxy-Berichten sowie leistungs-basierten Testmaßen, um Alltagskompetenz präzise zu erfassen und die beschriebenen methodenspezifischen Fehlerquellen auszuschalten (Diehl, 1998). Gleichzeitig kann eine solche Kombination verschiedener Operationalisierungsformen am ehesten die Multidimensionalität (vgl. Thomas, Rockwood & McDowell, 1998) und Bereichsspezifität des Alltagskompetenz-Konstrukts abbilden.

3.2 Empirische Befunde

Was die „Dimensionalität“ des Alltagskompetenz-Konstrukts betrifft, unterscheiden M. M. Baltes et al. (1999) im Rahmen ihres Zweikomponentenmodells zwei Dimensionen: die basale Kompetenz, bestehend aus hochautomatisierten und überlebensnotwendigen Aktivitäten (z. B. Essen, Selbstpflege), die weitgehend mit der ADL-Konzeption übereinstimmen, sowie die erweiterte, stärker an den IADL orientierte Kompetenz, die sich etwa aus Freizeit- und sozialen Aktivitäten zusammensetzt und stärker von individuellen Präferenzen und Zielen determiniert wird. Empirisch konnten M. M. Baltes et al. (1999) im Rahmen der Berliner Altersstudie zeigen, dass es sich bei den beiden beschriebenen Alltagskompetenz-Komponenten tatsächlich um eigenständige, wenn auch korrelierte Konstrukte handelt, die auch mit unterschiedlichen Variablen in Verbindung stehen: So sind primär gesundheitliche Faktoren Prädiktoren der basalen Kompetenz, während bei der Vorhersage der erweiterten Kompetenz Variablen wie der sozioökonomische Status, Persönlichkeit und fluide Intelligenz eine zentrale Rolle spielen. Dieses empirisch gefundene „differentielle Bedingungsgefüge“ beider Dimensionen spricht für die Haltbarkeit des Zweikomponentenmodells und somit für das Verständnis der Alltagskompetenz als ein multi- bzw. mindestens zweidimensionales Konstrukt (zur "faktoriellen" Multidimensionalität basaler und instrumenteller Aktivitäten des täglichen Lebens s. Thomas et al., 1998). Mobilität – erfasst über die Parameter Gleichgewicht und Gang – erwies sich in der Studie von M. M. Baltes et al. (1999) als weiterer Prädiktor der basalen Kompetenz, was aufzeigt, dass die Konstrukte Alltagskompetenz und Mobilität offenbar zusammenhängen: Um die Anforderungen des alltäglichen Lebens effektiv und erfolgreich zu bewältigen, scheint ein bestimmtes Maß an Mobilität notwendig zu sein. Möglich und plausibel ist aber auch eine umgekehrte Kausalrichtung, nämlich dass Mobilität ein gewisses Maß an Alltagskompetenz voraussetzt.

Einige Arbeiten weisen auf die Rolle der Gesundheit (Diehl, 1998; Diehl et al., 1995) sowie der kognitiven Leistungsfähigkeit (Black & Rush, 2002) als Prädiktoren der Alltagskompetenz hin. Vor allem die fluide Intelligenz (Diehl et al., 1995; Willis et al., 1992) tritt dabei in der Empirie immer wieder als möglicherweise bedeutsamste Alltagskompetenz-Determinante hervor. Zusätzlich scheinen aber auch exekutive Funktionen (und ihre längsschnittliche Entwicklung; s. Farias et al., 2009) eine wichtige Rolle als Determinanten bzw. Prädiktoren der Alltagskompetenz und ihrer Veränderung zu spielen (Cahn-Weiner, Malloy, Boyle, Marran & Salloway, 2000; Farias et al., 2009; Johnson et al., 2007; Marshall et al., 2011; Royall et al., 2002; Royall et al., 2004; Royall, Palmer, Chiodo & Polk, 2005): Royall, Palmer, Chiodo und Polk (2004) etwa konnten zeigen, dass die Veränderung exekutiver Funktionen bei älteren Erwachsenen die Entwicklung hinsichtlich der instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens (IADL) vorhersagen und diese als Prädiktoren sowohl dem Lebensalter wie auch Gesundheitsmaßen sowie alternativen kognitiven Maßen wie dem MMSE (und dem verbalen Gedächtnis, s. Royall et al., 2005) überlegen waren. Zu ganz ähnlichen Befunden kamen Johnson, Lui und Yaffe (2007) auf Basis einer längsschnittlichen Untersuchung mit älteren Frauen über einen Zeitraum von drei Jahren: Beeinträchtigungen in exekutiven Maßen waren mit einem höheren Risiko für ADL- und IADL-Einschränkungen verbunden als Beeinträchtigungen der globalen kognitiven Funktionsfähigkeit (auf Basis einer modifizierten MMSE-Version). Zudem waren bereits zum ersten Messzeitpunkt diejenigen auch eher in ihrem funktionalen Status beeinträchtigt, deren exekutiven Leistungen unterdurchschnittlich ausfielen, und auch das Mortalitätsrisiko dieser Gruppe war erhöht.

Dass sich exekutive Funktionen besser als andere kognitive Maße eignen, um die Alltagskompetenz älterer Erwachsener vorherzusagen, konnten auch Cahn-Weiner, Malloy, Boyle, Marran und Salloway (2000) - allerdings anhand einer sehr kleinen Stichprobe - zeigen. Sie erfassten dabei die instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens als Alltagskompetenz-Maß ihrer Studienteilnehmer nicht auf der Grundlage von Selbstberichten, sondern basierend auf der tatsächlichen Leistung der Probanden bei verschiedenen Aufgaben, so dass also offensichtlich nicht nur der selbstberichtete, sondern auch der beobachtete funktionale Status im Alter mit exekutiven Funktionen in Verbindung steht.

Diese Korrelationen zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Alltagskompetenz fallen somit signifikant aus, wenn die Alltagskompetenz ADL-basiert und über Selbstein-

schätzungen erfasst wird (Warren, Grek, Conn & Herrmann, 1989), aber auch wenn performanzbasierte Kompetenzmaße verwendet werden (Diehl et al., 1995; Owsley et al., 2001; Warren et al., 1989), was für die methodenunabhängige Robustheit dieses Zusammenhangs spricht. Hinzu gibt es darüber hinaus darauf, dass längsschnittliche Veränderungen der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit mit Rückgängen des funktionalen Status (also Alltagskompetenz-Einbußen) zusammenhängen (Wahl et al., 2010).

Somit scheinen also exekutive Funktionen notwendig für den Erhalt der Alltagskompetenz zu sein. Insofern stellt sich die Frage, inwieweit ein Training exekutiver Funktionen, die beispielsweise über physische Interventionen gesteigert (Colcombe & Kramer, 2003) werden können, auch Mobilität und Alltagskompetenz positiv und nachhaltig beeinflussen kann.

3.3 Fazit

Bei der Alltagskompetenz handelt es sich um ein dynamisches, prozesshaftes sowie multidimensionales Konstrukt (Baltes, M. M. et al., 1999; Diehl, 1998), dessen Veränderung mit dem Alter interindividuell sehr unterschiedlich ausfallen und das offensichtlich auch über Interventionen (Jobe et al., 2001; Willis et al., 2006), aber auch physische und räumliche Kontexte (Diehl & Willis, 2003) beeinflusst werden kann, wie einige Befunde nahelegen.

Die Prädiktoren und Korrelate der Alltagskompetenz variieren in Abhängigkeit der fokussierten Kompetenz-Dimension (Baltes, M. M. et al., 1999), und zudem können sich je nach gewählter Operationalisierung der Alltagskompetenz (vgl. Kapitel 3.1) Erklärungsanteile verschieben. Über verschiedene Studien hinweg und somit „operationalisierungsübergreifend“ fallen jedoch zumindest die Variablen (fluide) Intelligenz und Gesundheit als Alltagskompetenz-Prädiktoren bedeutsam aus.

Die beschriebene Tatsache, dass zwischen älteren Erwachsenen große interindividuelle Unterschiede hinsichtlich des Alltagskompetenz-Status und seiner Veränderung vorliegen und somit Menschen offensichtlich auch im Hinblick auf ihre Alltagskompetenz differentiell altern, ähnelt den Befunden zur Heterogenität kognitiver Leistungsfähigkeit und ihrer Veränderung (s. Kapitel 2). Zudem gibt es – auch dies steht in Analogie mit der kognitiven Leistungsfähigkeit – Bestrebungen, interventionsbasiert einen Erhalt oder sogar eine Steigerung der Alltagskompetenz zu erzielen, wie dies etwa in der „ACTIVE“-Studie (Jobe

et al., 2001; Willis et al., 2006) realisiert wurde. Zumindest einige kognitive Trainingsformen scheinen diesbezüglich tatsächlich vielversprechend zu sein (Willis et al., 2006), wobei es jedoch auch Befunde gibt, die nur schwache Interventionseffekte indizieren (z. B. Ball et al., 2002). Noch sind jedoch Evaluationsstudien, die über die Wirksamkeit sowie Nachhaltigkeit solcher Interventionen Auskunft geben, rar, was eine summarische Bewertung der verschiedenen Trainingsformen sowie der Modifizierbarkeit der Alltagskompetenz allgemein erschwert.

In dieser Untersuchung wird die Subskala physische Funktionsfähigkeit aus dem SF-36 (Bullinger & Kirchberger, 1998) als Alltagskompetenz-nahes Maß berücksichtigt. Die physische Funktionsfähigkeit bildet ab, in welchem Ausmaß selbstberichtete Beeinträchtigungen in körperlichen Aktivitäten wie Gehen, Treppensteigen etc. auftreten, und weist somit Ähnlichkeiten zu den klassischen ADL-Skalen auf. Die physische Funktionsfähigkeit wird als Kontrollvariable eingesetzt, um zu prüfen, inwieweit kognitive Leistungsfähigkeit unabhängig von Alltagskompetenz (bzw. zusätzlich zu dieser) Varianz im außerhäuslichen Verhalten aufklären kann.

4 Mobilität im Alter

Mobilität im Alter ist ein bedeutsames Forschungsthema: So steht Mobilität im Zusammenhang mit Gesundheit (Montero-Odasso et al., 2005), Aspekten subjektiven Wohlbefindens sowie der Lebensqualität (Metz, 2000; Oswald, F., Wahl & Kaspar, 2005; Stalvey, Owsley, Sloane & Ball, 1999) und gilt – in Kombination mit der kognitiven Leistungsfähigkeit – als Voraussetzung für Unabhängigkeit und selbständiges Wohnen im Alter (von Bonsdorff, Rantanen, Laukkanen, Suutama & Heikkinen, 2006). Auch wird als Voraussetzung für Partizipation und soziale Kontakte häufig die außerhäusliche Mobilität (von Renteln-Kruse, 2009) genannt, weshalb deren Erhalt Ziel vieler Interventionen ist.

Einschränkungen in der Mobilität, etwa der Gehgeschwindigkeit oder der Fähigkeit, eine Strecke von 500 Metern zu Fuß zurückzulegen, sind prädiktiv für das Auftreten aversiver Ereignisse, etwa von Stürzen (Gaßmann et al., 2009; Montero-Odasso et al., 2005). Sogar Mortalität steht im Alter – besonders ab Mitte der siebten Lebensdekade – im Zusammenhang mit der Gehgeschwindigkeit, was für deren diagnostische Bedeutung spricht (Studenski, 2009; Studenski et al., 2011). Zudem sind Aspekte der Mobilität zentrale Komponenten des „frailty“-Syndroms, das als physiologischer Zustand erhöhter Vulnerabilität und reduzierter Reservekapazität im Alter charakterisiert wird, jedoch nicht mit Behinderung oder Ko-/Multimorbidität gleichzusetzen ist (s. Bortz, 2002; Ding-Greiner & Lang, 2004; Espinoza & Walston, 2005; Fried et al., 2001; Torpy et al., 2006; Walston et al., 2006). Vielmehr handelt es sich um einen Risikofaktor bzw. physiologischen Vorläufer von Behinderung, der häufig mit Morbidität, Selbstständigkeitsverlust und Pflegebedürftigkeit (Bandein-Roche et al., 2006) einhergeht: So können von „frailty“ Betroffene – bedingt durch körperliche Schwäche und eine reduzierte Belastungsfähigkeit – viele Tätigkeiten nur verlangsamt ausführen und weisen häufig Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens (s. Kapitel 3) auf (Ding-Greiner & Lang, 2004). Zudem können Einbußen in Wohlbefinden und Lebensqualität bis hin zu einem erhöhten Mortalitätsrisiko als Konsequenzen dieses Syndroms auftreten. Interventionen, die auf einen Erhalt der Mobilität abzielen, können daher auch zu einer Verzögerung bzw. Verhinderung von „frailty“ und der mit diesem Syndrom verbundenen negativen Konsequenzen beitragen. Dies implizieren auch die Studienergebnisse von Xue, Fried, Glass, Laffan und Chaves (2007), die bei denjenigen älteren Frauen, die über einen eingeschränkten Lebensraum bzw. Aktionsradius (als Mobili-

tätskomponente) berichteten, ein erhöhtes prospektives „frailty“-Risiko feststellten. Insofern kommt empirischen Untersuchungen, die sich mit außerhäuslicher Mobilität, ihrer Veränderung im Alter sowie ihren Determinanten und Korrelaten beschäftigen, eine große Bedeutung zu, und bislang gibt es nur wenige Studien, in denen das komplexe, mehrdimensionale Mobilitätskonstrukt entsprechend umfassend und facettenreich operationalisiert sowie in einem breiten Kontext weiterer Variablen analysiert wurde.

Zu den primären Zielen der bisherigen Mobilitäts-Forschung zählen die Ermittlung der Prävalenz von Mobilitätsdefiziten verschiedener Altersgruppen wie auch die Feststellung von Korrelaten, Konsequenzen oder Prädiktoren dieser Einbußen. Im Folgenden werden einige gängige Instrumente zur Erfassung von Mobilität vorgestellt und evaluiert sowie einige zentrale Befunde zusammengefasst, welche die Prädiktoren und Determinanten der Mobilität und ihrer Veränderung im Alter betreffen.

4.1 Erfassung außerhäuslicher Mobilität

Was die Erfassung des komplexen Mobilitätskonstrukts betrifft, wurden in den bisherigen Untersuchungen sehr unterschiedliche Zugänge und Erhebungsmethoden gewählt: Meist wurden dabei Mobilitätsmaße auf einer sehr „basalen“ Ebene erfasst, also etwa über Selbstberichte (LaCroix, Guralnik, Berkman, Wallace & Satterfield, 1993; Leveille, Penninx, Melzer, Izmirlan & Guralnik, 2000), die Auskunft über Schwierigkeiten und deren Ausmaß bei bestimmten „Mobilitätsaufgaben“ wie z. B. Treppensteigen geben und somit Konstrukten wie den „Aktivitäten des täglichen Lebens“ (Lawton & Brody, 1969) oder der Alltagskompetenz (Baltes, M. M. et al., 1999; Diehl, 1998; Wahl, 1998) sehr nahe stehen oder sogar aus ihnen hervorgegangen sind.

Einen weiteren Erfassungsmodus bilden spezielle physische Tests (z. B. Chang et al., 2004; Lan, Deeg, Guralnik & Melzer, 2003; Montero-Odasso et al., 2005; Vasunilashorn et al., 2009; Wang, Larson, Bowen & van Belle, 2006), in denen körperliche Funktionen wie das Gleichgewicht getestet und evaluiert werden. Ferner werden zum Teil technische Analysen des Gehens – entweder im Labor (Menz et al., 2003) oder auch Beobachtungen im Alltagsraum der Probanden (Shumway-Cook et al., 2005) – vorgenommen. Mittlerweile gibt es eine Vielfalt technischer Instrumente, die zur Erfassung der Mobilität oder zumindest ausgewählter Mobilitätskomponenten eingesetzt werden (Zijlstra & Aminian, 2007).

Im Folgenden werden einige Erhebungsmethoden, die der Erfassung von Mobilität dienen, sowie resultierende Befunde vorgestellt. Dabei wird eine Unterteilung in die beiden zentralen Operationalisierungsformen, Self-report-Maße und physische Tests, vorgenommen.

4.1.1 Self-Report-Maße

Häufig greifen Studien, die sich mit Mobilität beschäftigen, - mitunter aus pragmatischen Gründen - auf Selbstauskunfts-Maße zurück. Entsprechend groß ist die Vielfalt an bestehenden self-report-Instrumenten, wie die folgende Übersicht zeigt.

Eine sparsame Operationalisierung von Mobilität in Form von Selbstberichten haben etwa LaCroix et al. (1993) gewählt: Auf Basis von Auskünften der älteren Teilnehmer über ihre Fähigkeit, ohne Hilfe Treppen zu steigen sowie eine halbe Meile zu gehen, teilten sie ihre Stichprobe in eine mobilitätsbeeinträchtigte sowie eine „mobile“ Gruppe auf und verfolgten den Verlauf der Mobilität beider Gruppen in jährlichen Abständen über vier Jahre. Neben „klassischen“ Risikofaktoren für Mobilitätsverlust, etwa Rauchen und einem hohen „body mass index“, ermittelten sie als protektiven Faktor, also als potentiellen Schutz vor Mobilitätsverlust, häufig ausgeübte körperliche Aktivität. Allerdings ist zur Studie von LaCroix et al. (1993) anzumerken, dass der von ihnen gewählte subjektive Mobilitätsindikator ein recht grobes Maß darstellt, das – wie alle auf Selbstauskünften basierende Maße – die Gefahr sozial erwünschter Angaben mit sich bringt, die nicht zwingend mit objektiven Maßen übereinstimmen müssen.

Drei Items aus der „Rosow and Breslau Scale“ (Rosow & Breslau, 1966) haben Peres, Verret, Alioum und Barberger-Gateau (2005) übernommen, um Mobilität zu erfassen: die jeweils von den Probanden angegebene Fähigkeit, schwere Hausarbeit zu verrichten, eine halbe Meile zu gehen sowie Treppen zu steigen. Dieses Mobilitätsmaß wurde mit Angaben zu den Aktivitäten des täglichen Lebens sowie instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens (Lawton & Brody, 1969) zu einem „disability score“ verknüpft. Dessen Veränderung wurde bei älteren Personen fünf Mal über einen Zeitraum von zehn Jahren verfolgt. Als Risikofaktoren für „disability“ bzw. deren Verschlimmerung wurden u. a. Alter, kognitive Beeinträchtigung und Sehbeeinträchtigungen ermittelt.

Sayers et al. (2004) überprüften, inwieweit das „Walking Performance Interview“ als Selbstauskunftsmaß über die eigene Mobilität bei älteren Teilnehmern tatsächlich prädiktiv

für deren Fähigkeit ist, eine 400 Meter lange Strecke zu gehen. Dabei erwiesen sich drei Items als aussagekräftig und prognostisch: berichtete Schwierigkeiten beim Gehen einer Meile, die Fähigkeit, einen Supermarkt ohne Pause abzuschreiten, sowie das Gehen einer Viertelmeile ohne Unterbrechung. Insofern scheint – wie dieser Befund nahe legt – eine valide Abbildung der Mobilität auf Basis von Selbstauskünften durchaus möglich zu sein.

Von Shumway-Cook et al. (2003) wurde der “Environmental Aspects of Mobility Questionnaire” (EAMQ) entwickelt, der das Aufsuchen bzw. Meiden acht verschiedener Dimensionen der räumlichen Umwelt, also etwa das Überqueren einer belebten Straße oder die außerhäusliche Mobilität bei Dunkelheit, über Selbstauskünfte erfasst. Dabei werden zwei Summen gebildet: Ein Summenscore für das Aufsuchen sowie ein weiterer für das Vermeiden der Umweltdimensionen. In einer Stichprobe mit älteren Teilnehmern konnten Shumway-Cook et al. (2005) zeigen, dass das selbstberichtete Aufsuchen und Meiden der verschiedenen Situationen bzw. Dimensionen mit dem beobachteten Mobilitätsverhalten bei sechs aufgezeichneten Ausflügen in die Stadt in mittlerer Höhe korreliert. Zudem korreliert der EAMQ mit weiteren, stärker physisch ausgerichteten Mobilitätsmaßen wie der Short Physical Performance Battery (Guralnik, Simonsick & Ferrucci, 1994; $r = .71$) sowie den Aktivitäten des täglichen Lebens ($r = .74$), was für seine Validität und sein Potential spricht, das reale Mobilitätsverhalten der Befragten widerzuspiegeln.

Peel et al. (2005) erhoben als Mobilitätsmaß den „life space“ bzw. Aktionsradius von älteren Erwachsenen, aufsummiert über vier Wochen, ohne dabei die damit assoziierten inhaltlichen Aktivitäten zu berücksichtigen. Dieses Maß gilt als reliabel und ist gemäß empirischer Untersuchungen auch dazu geeignet, auftretende Veränderungen im Aktionsradius sensitiv abzubilden (Baker, P. S., Bodner & Allman, 2003). Erfasst wurde, wie oft in diesen vier Wochen bestimmte Bereiche innerhalb und vor allem außerhalb der Wohnung aufgesucht wurden. Daraus wurde ein Summenwert gebildet, in den auch einging, ob für das Aufsuchen des jeweiligen Ortes Hilfe bzw. eine begleitende Person benötigt wurde. Dieses gebildete Aktionsradius-Maß ließ sich gut anhand funktionaler Beeinträchtigungen (ADL und IADL) und der Leistung in der „Short Physical Performance Battery“ (SPPB; Guralnik et al., 1994), einem physischen Mobilitätsmaß (s. Kap. 4.1.2), vorhersagen, mit einem resultierenden Anteil an aufgeklärter Varianz von 46%. Somit kann auch dieses Selbstauskunftsmaß als valide bewertet werden.

Von Stalvey, Owsley, Sloane und Ball (1999) wurde der „Life Space Questionnaire“ (LSQ) entwickelt, in dem die weiteste Entfernung von Zuhause innerhalb der letzten drei Tage erfasst wird. Ähnlich wie bei Peel et al. (2005) wurde also ein entfernungs-basiertes Mobilitätsmaß konstruiert, das auf den Aktionsradius bzw. Lebensraum, basierend auf Selbstauskünften, abzielt. Die Erfassung erfolgt beim LSQ auf Ordinalskalenniveau, es werden also verschiedene „konzentrische Zonen“ (auch innerhalb der eigenen Wohnung) vorgegeben, die unterschiedlich weit vom eigenen Zuhause entfernt sind, etwa die Nachbarschaft, eine andere Stadt bis hin zu einem anderen Land. Die Entwickler dieses Maßes konnten in einer Stichprobe 55- bis 85-jähriger Autofahrer zeigen, dass der LSQ angemessen reliabel ist. Zudem korreliert der mit dem LSQ erfasste „Lebensraum“ mit dem physischen Mobilitätsmaß POMA (Tinetti, 1986; s. u.) sowie mit der Zahl der pro Woche im Auto zurückgelegten Meilen und der Zahl der zurückgelegten Wege pro Woche, was für die Kriteriumsvalidität dieses Selbstauskunft-Maßes spricht. Andererseits ist das Ausmaß an Varianzerklärung durch diese anderen Mobilitätsmaße mit 31% niedrig genug, um den LSQ als eigenständiges und nicht-redundantes Mobilitätskonstrukt zu verstehen. Weitere Korrelate des „Lebensraumes“ sind neben den Mobilitätsmaßen auch Variablen des Sehvermögens („useful field of vision“), kognitive Indikatoren sowie Depression. Zu bedenken ist jedoch, dass der LSQ letztlich nur eine Mobilitätsdimension abbildet, die entfernungs-basiert ist, nur auf Ordinalskalenniveau erfasst werden kann und auf einen recht kurzen Zeitraum von drei Tagen zurückgeht, in dem sich womöglich nicht immer das jeweils „typische“ Mobilitäts- und Lebensraummuster widerspiegelt.

May, Nayak und Isaacs (1985) ließen ältere Erwachsene ein „Tagebuch“ (*life-space diary*) über einen Monat führen, in das die Teilnehmer an jedem Tag eintrugen, in welcher von fünf vorgegebenen „Zonen“/Bereichen innerhalb bzw. außerhalb ihres Zuhauses sie sich aufgehalten hatten. Auch wenn diese Angaben ein eher grobes Aktionsradius- und Mobilitätsmaß darstellen, traten hohe Korrelationen dieser Selbstauskünfte mit leistungsbasierten Mobilitätstests (Gehgeschwindigkeit und Balance) auf. Somit scheint auch diese tagebuch- und selbstauskunftbasierte Operationalisierungsvariante des Mobilitätskonstrukts durchaus valide zu sein.

4.1.2 Physische Tests

Um Elemente der Mobilität physisch abzu prüfen, ist üblicherweise eine umfassende technische Ausstattung nötig. Dafür erlauben derartige physische Tests jedoch das Erfassen von Maßen – etwa der Gehgeschwindigkeit –, die auf Basis von Selbstauskünften kaum ermittelbar wären.

Chang und Kollegen (2004) erfassten die Fähigkeit älterer Personen (75 bis 85 Jahre), 400 Meter am Stück zu gehen sowie – 21 Monate später – die Inzidenz des Verlusts dieser Fähigkeit im Rahmen einer follow-up-Untersuchung. Etwa ein Drittel der Studienteilnehmer waren beim zweiten Messzeitpunkt nicht mehr in der Lage, eine 400 Meter weite Strecke zurückzulegen, was einen altersassoziierten Prävalenzanstieg von Mobilitätseinschränkungen widerspiegelt. Als besonders prädiktiv für das Auftreten dieser Form von Mobilitätsverlust erwies sich die Zeit, die die Teilnehmer bei der ersten Untersuchung benötigten, um die 400-Meter-Strecke zu bewältigen, also ihre Gehgeschwindigkeit. Auch diejenigen, die mehr chronische Krankheiten berichteten und geringere Werte in der „Short Physical Performance Battery“ (SPPB; Guralnik et al., 1994) aufwiesen, hatten ein höheres Risiko für Mobilitätsverlust.

Die SPPB selbst ist ein häufig eingesetzter physisch-sensomotorischer Mobilitätstest, der sich auf die Erfassung basaler Parameter der Beweglichkeit beschränkt. So gehören zu den Maßen der Testbatterie die Gehgeschwindigkeit bei einer vier Meter langen Strecke, die Balance im Stehen sowie die benötigte Zeit, um von einem Stuhl aufzustehen. Einige Studien belegen die Validität dieses Testinstruments, das geeignet ist, das Eintreten von Mobilitätseinbußen (etwa den Verlust der Fähigkeit, 400 Meter zu Fuß zurückzulegen; s. Vasunilashorn et al., 2009) vorherzusagen.

Der „Get Up & Go Test“ (Nayak & Isaacs, 1986) sowie das „Performed Oriented Mobility Assessment“ (POMA; Tinetti, 1986) sind zwei weitere Instrumente zur physischen Erfassung der Mobilität: Erhoben und kategorisiert wird beim „Get Up & Go Test“ die Leistung bzw. die benötigte Zeit, um von einem Stuhl aufzustehen, 3 Meter zurückzulegen, umzukehren und sich wieder hinzusetzen. Das POMA umfasst spezifischere Komponenten der Gleichgewichtsleistung sowie des Ganges. Zur Vorhersage aversiver Ereignisse (z. B. Stürze, Hospitalisierung, Pflegebedarf) eignen sich jedoch beide Maße kaum, wie Montero-Odasso et al. (2005) zeigen konnten: Als besserer Prädiktor in einer Stichprobe älterer Menschen erwies sich die Gehgeschwindigkeit über eine Strecke von zehn Metern: Die als

eher „langsam“ eingestuften Studienteilnehmer hatten gegenüber den „schnellen“ Probanden ein 3.5-fach erhöhtes Risiko aversiver Ereignisse. Auch bei Kontrolle von Drittvariablen wie Alter, Geschlecht und der Zahl bisheriger Stürze blieb eine geringe Gehgeschwindigkeit ein bedeutsamer Prädiktor für das Auftreten aversiver Ereignisse. Dass aversive Ereignisse wie Stürze durch Gehprobleme vorhersagbar sind, legen auch andere Studienergebnisse nahe (z. B. Gaßmann et al., 2009).

Dreizehn Aufgaben zur Gehfähigkeit umfasst das „Walking InCHIANTI Toolkit“ (WIT; Shumway-Cook et al., 2007). Erfasst wird bei allen Aufgaben die Gehgeschwindigkeit. Einige der Gehaufgaben sind komplexer Natur („complex walking tasks“, CWT), erfordern also etwa das Gehen über Hindernisse oder in einer halbdunklen Umgebung. Shumway-Cook et al. (2007) konnten – auf querschnittlicher Datengrundlage – zeigen, dass mit zunehmendem Alter der Anteil derjenigen steigt, die eine oder mehrere der komplexen Gehaufgaben nicht mehr bewältigen können, was – ähnlich wie die Befunde von Chang und Kollegen (2004) – für das Vorliegen altersassoziierter Mobilitätsrückgänge spricht. Zudem treten im Allgemeinen ab einem Alter von 65 Jahren Rückgänge in der Gehgeschwindigkeit auf, deren Ausmaß jedoch u. a. abhängig ist von der Komplexität der jeweiligen Gehaufgabe. Allerdings beruhen diese Befunde von Shumway-Cook et al. (2007) auf einem querschnittlichen Design, und zudem ist zu beachten, dass gerade in der Leistung bei komplexen Gehaufgaben große interindividuelle Unterschiede bestehen.

Eine umfassende Ganganalyse bei jungen Erwachsenen (22 bis 39 Jahre) sowie in einer Gruppe älterer Teilnehmer (75 bis 85 Jahre) nahmen Menz et al. (2003) vor. Zu den erfassten Variablen gehörten dabei die Gehgeschwindigkeit und die durchschnittliche Schrittlänge. Erwartungsgemäß traten Altersunterschiede auf: Die ältere Gruppe wies im Durchschnitt eine geringere Gehgeschwindigkeit sowie eine geringere Schrittlänge auf.

Wilson, Schneider, Beckett, Evans und Bennett (2002) untersuchten die Mobilität älterer Erwachsener anhand der „Unified PD Rating Scale“ (UPDRS; Fahn & Elton, 1987), die sich aus Aufgaben bzw. Beobachtungen zu den Bereichen Gang/Gleichgewicht, Rigidität, Bradykinesie und Tremor zusammensetzt. Über sieben Jahre nahmen im Durchschnitt Einschränkungen gemäß des UPDRS-Summscores zu, wobei das Ausmaß der Veränderungen sehr stark variierte: So traten etwa – auf Faktorebene betrachtet – für Bradykinesie und Tremor im Durchschnitt keine Veränderungen auf. Auf interindividueller Ebene zeigte sich eine hohe „Verlaufsheterogenität“, die sich u. a. darin widerspiegelt, dass bei 21% der

Studienteilnehmer längsschnittlich keine Verschlechterung des UPDRS-Scores auftrat. Erwartungsgemäß waren die UPDRS-Werte mit dem Lebensalter korreliert – ältere Teilnehmer wiesen in der Regel mehr motorische Einschränkungen auf –, und eine höhere Mobilitätseinschränkung zum Messbeginn sowie eine längsschnittliche Zunahme dieser Einschränkung waren mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko verbunden. Insbesondere eine Zunahme von Schwierigkeiten im Bereich Gang/Gleichgewicht erwies sich als mortalitätsrelevant. Laut Wilson et al. (2002) spricht die Aussagekraft der Mobilitäts-Veränderungswerte dafür, sich bei der Messung motorischer Komponenten nicht auf einen Messzeitpunkt zu beschränken. Unklar bleibt allerdings, welcher neurobiologische Mechanismus den Zusammenhang zwischen motorischen Veränderungen und Mortalität bedingt.

Schließlich ist als relativ neue Zugang zur Erfassung außerhäuslicher Mobilität die GPS-Technologie zu nennen. Sie kann alternativ (oder ergänzend) zu Selbstauskünften in Bezug auf Mobilität eingesetzt werden. Über GPS-Technologie gewonnene Mobilitätsparameter erlauben – ähnlich wie physische Tests – eine sehr genaue Dokumentation von Mobilitätsleistungen (Murakami & Wagner, 1999; Rainham, McDowell, Krewski & Sawada, 2010; Shoval et al., 2010; Terrier & Schutz, 2005; Witte & Wilson, 2004). Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass diese Mobilitätsleistungen nicht aus einer Laborsituation stammen, welche zwar eine umfassende Kontrolle von Störvariablen gewährleistet und somit auch eine hohe interne Validität sicherstellt, gleichzeitig aber durch die standardisierten Bedingungen eine – wie bereits erwähnt – eingeschränkte oder zumindest meist unbekannte ökologische Validität mit sich bringt. Insofern ist der Einsatz von GPS-Technologie zur Abbildung von Alltagsmobilität angemessener als eine Erhebung in Labor-Settings, weshalb auch in dieser Untersuchung ein GPS-gestützter Zugang zur Mobilitätserfassung gewählt wird.

4.2 Fazit

Die Erfassung von Mobilität kann über verschiedene Zugänge bewerkstelligt werden. Forschungsarbeiten zur Mobilität älterer Menschen bedienen sich sehr unterschiedlicher Operationalisierungsvarianten, was jedoch eine einheitliche Begriffsdefinition erschwert: „...the concept of mobility is not well defined“, kritisiert etwa Metz (2000). Ähnlich kritisieren Webber, Porter und Menec (2010) im Hinblick auf die vielen verschiedenen untersuchten, jedoch bislang zumeist unverbundenen Mobilitätskomponenten: „Although there is

widespread acceptance regarding the importance of mobility in older adults, there have been few attempts to comprehensively portray mobility, and research has to a large extent been discipline specific“ (S. 443). Selbst innerhalb einzelner Mobilitätsaspekte wie der Gehgeschwindigkeit gibt es zwischen verschiedenen erhebliche Unterschiede hinsichtlich der genauen Operationalisierung (Graham, Ostir, Fisher & Ottenbacher, 2008; Graham, Ostir, Kuo, Fisher & Ottenbacher, 2008).

Self-report-Maße zur Erfassung der Mobilität (s. Kapitel 4.1.1) stellen eine ökonomische Variante dar, und zumindest einige dieser Maße sind – etwa durch ermittelte hohe Korrelationen mit objektiven Mobilitätsmaßen (May et al., 1985; Peel et al., 2005; Sayers et al., 2004; Shumway-Cook et al., 2005; Stalvey et al., 1999) – ausreichend abgesichert und validiert. Korrelate bzw. Prädiktoren selbstberichteter Mobilität sind – neben diesen objektiven Mobilitätsindikatoren – Variablen wie Alter (LaCroix et al., 1993; Leveille et al., 2000) und sensorische Parameter wie das Sehvermögen (Peres et al., 2005). Was Geschlechterunterschiede in der Mobilität betrifft, scheinen – zumindest im Alter – Frauen häufiger von Mobilitätsbeeinträchtigungen betroffen zu sein als Männer, was sich beispielsweise in einer allgemein langsameren Ausführung von „Gehaufgaben“ (Shumway-Cook et al., 2007) manifestiert. Auch zeigen sehr viele empirische Befunde – wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß – Geschlechtsunterschiede bei älteren Erwachsenen in der normalen sowie schnellen Gehgeschwindigkeit auf, die zu Ungunsten von Frauen ausfallen (Bohannon, 1997; Bohannon, Andrews & Thomas, 1996; Öberg, Karsznia & Öberg, 1993; Steffen, Hacker & Mollinger, 2002; Waters, Lunsford, Perry & Byrd, 1988; Wirtz & Ried, 1992).

Kritisch ist zu den Self-report-Maßen anzumerken, dass eigene Einschätzungen – etwa bezogen auf Alltagskompetenz und Funktionsniveau – nicht zwingend die objektiven Gegebenheiten widerspiegeln. So gibt es beispielsweise einige Befunde, gemäß derer ältere Menschen dazu neigen, ihre Alltagskompetenz zu überschätzen (Fillenbaum, 1978; Ford et al., 1988). Auch was Selbstauskünfte zur außerhäuslichen Mobilität betrifft, gibt es Hinweise darauf, dass (mit Fahrzeugen) zurückgelegte Strecken – ebenso wie die dafür benötigten Zeiten – häufig durch Auf- oder Abrunden ungenau angegeben und insgesamt eher überschätzt werden (Murakami & Wagner, 1999). Wird Mobilität erfasst, indem die Studienteilnehmer zum Führen entsprechender Tagebücher angeleitet werden, können zudem „Auslassungsfehler“ auftreten und mit zunehmender Studiendauer eine „Dokumentiermüdigkeit“ („*Trip reporting fatigue*“) einsetzen (Ettema, Timmermans & van Vehl, 1996). Daher

scheint es angemessen, derartige subjektive Einschätzungen auch objektiv – zum Beispiel auf Basis physischer Testbatterien – abzusichern. Andererseits gibt es – wie bereits erwähnt – durchaus auch empirische Belege dafür, dass (bestimmte) subjektive und objektive bzw. leistungs-basierte Mobilitätsmaße hohe Übereinstimmungen aufweisen (z. B. May et al., 1985; Sayers et al., 2004; Shumway-Cook et al., 2005), was jedoch nicht zwingend auf alle Selbstauskunftsmaße generalisierbar ist.

Die physischen Tests der Mobilität (s. Kapitel 4.1.2) sind vergleichsweise aufwendiger und decken häufig nur bestimmte und sehr spezifische Bewegungskomponenten ab. Zudem erfordern bestimmte Instrumente – etwa der Einsatz von „body fixed sensors“, die eine sehr akkurate Erfassung von Körperpositionen und motorischen Leistungen unter „real-life“-Bedingungen ermöglichen (Zijlstra & Aminian, 2007) – einen hohen Grad an Expertise. Andererseits ist bei ihnen aber eine Verfälschung unwahrscheinlicher als bei Selbstauskunften. Sie bilden Altersunterschiede in Mobilitätsleistungen, etwa der Gehgeschwindigkeit (Abreu & Caldas, 2008; Cunningham, Rechnitzer, Pearce & Donner, 1982; Graham, Ostir, Kuo et al., 2008; Himann, Cunningham, Rechnitzer & Paterson, 1988; Steffen et al., 2002) – bei hoher interindividueller Variabilität – deutlich ab (z. B. Leiper & Craik, 1991; Menz et al., 2003; Shumway-Cook et al., 2007).

Lin et al. (2004) konnten außerdem für verschiedene Tests aus dem Bereich der Balance und der Mobilität zeigen, dass diese hoch auf einem gemeinsamen Faktor laden und nicht nur zwischen Altersgruppen gut differenzieren, sondern auch gemäß der Ausprägung von Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens. Zumindest für einzelne Tests ließ sich zudem eine prädiktive Validität hinsichtlich der Vorhersage von Mobilitätsbeeinträchtigungen, Stürzen (z. B. Simonsick et al., 2008) bis hin zu Mortalität (Melzer, Lan & Guralnik, 2003) nachweisen.

Darüber hinaus erlauben diese physischen Tests eine genaue Erfassung von „physikalischen“ bzw. motorischen Maßen wie der Gehgeschwindigkeit, auf deren Basis eine Vorhersage von Outcome-Variablen wie Mobilitätsverlust (Chang et al., 2004) oder aversiven Ereignissen wie Pflegebedarf (Montero-Odasso et al., 2005) bis hin zu Mortalität (Wilson, Schneider et al., 2002) gut möglich ist.

Andererseits unterscheiden sich die verschiedenen physischen Tests teilweise erheblich voneinander, und selbst innerhalb eng umgrenzter physischer Mobilitätskomponenten wie der Gehgeschwindigkeit gibt es unterschiedliche methodische Zugänge – etwa, was

Instruktion oder Wegeslänge betrifft –, die von Studie zu Studie variieren (Graham, Ostir, Fisher et al., 2008; Graham, Ostir, Kuo et al., 2008). Diese wiederum führen zu unterschiedlichen, schwer vergleichbaren Ergebnissen und Interpretationen, weshalb das Setzen von studienübergreifenden methodologischen Konventionen und die Einführung standardisierter Erhebungsformen, wie etwa Graham, Ostir, Kuo et al. vorschlagen (2008), notwendig sind. Zudem wurde bislang nur vereinzelt und häufig nur anhand spezifischer Stichproben (z. B. Moseley et al., 2004) geprüft, inwieweit die Mobilitätsmaße, die labor- und test-gestützt erfasst werden, ökologisch valide sind. Weitgehend unklar ist also beispielsweise, ob etwa die testbasierte Gehgeschwindigkeit – meist lediglich über Kurzstrecken von vier bis zehn Metern erfasst (s. Review von Graham, Ostir, Fisher et al., 2008; Graham, Ostir, Kuo et al., 2008) – auch diejenige Gehgeschwindigkeit abbildet, mit der sich Personen in natürlichen Umwelten im Rahmen ihrer alltäglichen Mobilität fortbewegen. Vereinzelt gibt es Hinweise darauf, dass die unter klinischen Bedingungen erfasste Geschwindigkeit von der Gehgeschwindigkeit unter normalen Umweltbedingungen durchaus abweicht (Moseley et al., 2004).

Kritisiert wird der Zugang zur Mobilitätserfassung über Zeit- und Distanzmaße oder über bestimmte Aufgaben, wie sie auch in den beschriebenen physischen Tests gestellt werden, von Patla und Shumway-Cook (1999): Sie wenden ein, dass Mobilität nicht als Zahl ausführbarer Aufgaben verstanden werden kann, sondern vielmehr durch die Spannbreite verschiedener Umweltkontexte, in denen diese Aufgaben bewältigt werden können, bestimmt wird. Somit erfordert die Operationalisierung von Mobilität die Berücksichtigung verschiedener Umweltdimensionen, etwa der Umgebungsbedingungen (z. B. Wetter- und Lichtverhältnisse), des Verkehrs und der jeweiligen Aufmerksamkeitsanforderungen. Tatsächlich ist die Abhängigkeit verschiedener Mobilitätsleistungen von Charakteristiken der Umwelt plausibel und wurde daher auch zumindest in einigen der oben beschriebenen Studien mitberücksichtigt (Shumway-Cook et al., 2003; Shumway-Cook et al., 2005), eine empirische Bewährung des von Patla und Shumway-Cook (1999) postulierten Mobilitätskonzepts unter Berücksichtigung von acht Umweltdimensionen steht jedoch noch aus.

In der vorliegenden Untersuchung werden daher mehrere Mobilitätsindikatoren parallel eingesetzt, um eine multidimensionale Operationalisierung des Mobilitätskonstrukts (Webber et al., 2010) zu gewährleisten. Dabei handelt es sich um GPS-basierte Mobilitätsvariablen. Zentral für diese Untersuchung ist, dass die außerhäusliche Mobilität der Studien-

teilnehmer durch Verwendung der GPS-Technologie in ihrer „natürlichen“ räumlichen Alltagsumwelt unter variierenden Kontextbedingungen (Patla & Shumway-Cook, 1999) abgebildet werden kann, so dass realitätsnahe und ökologisch valide Maße resultieren. Durch die Dokumentation der Mobilität über einen Zeitraum von vier Wochen und entsprechende aggregierte Maße kann zudem eine höhere Messgenauigkeit unter Berücksichtigung täglicher Fluktuationen erreicht werden als durch „single-point“-Erfassungen, in denen sich diese Fluktuationen unsystematisch widerspiegeln können. Auf diese Weise können auch dynamische Veränderungen bzw. „Inkonsistenzen“ in verschiedenen Mobilitätsleistungen auf intraindividuelle Probandenebene analysiert werden.

4.3 Intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität

Neben der Betrachtung von Mobilitätsausprägungen, die pro Person über den untersuchten Zeitraum (hier: 28 Tage) aggregiert bzw. gemittelt werden, bietet es sich an, als alternativen methodischen Zugang die Mobilitätsfluktuationen jeder Person über den Untersuchungszeitraum zu analysieren. In verschiedenen Kontexten wird diskutiert, inwieweit derartige intraindividuelle, kurzfristige Schwankungen in verschiedenen Maßen (etwa im Affekt; s. Eid & Diener, 1999; Yasuda, Lawrenz, Van Whitlock, Lubin & Lei, 2004) von theoretischer oder prädiktiv-diagnostischer Relevanz sind und somit mehr repräsentieren als unsystematisches „Rauschen“ (Eid & Diener, 1999; Eizenman, Nesselroade, Featherman & Rowe, 1997; Ghisletta, Nesselroade, Featherman & Rowe, 2002; Lecerf, Ghisletta & Jouffray, 2004; Lindenberger, 2008; MacDonald, Nyberg & Bäckman, 2006; Martin, M. & Hofer, 2004; Nesselroade, 2001, 2004; Ram, Lindenberger & Blanchard-Fields, 2009; Schmiedek, Lövdén & Lindenberger, 2009). Diskutiert wird, ob diese intraindividuelle Variabilität in bestimmten Verhaltensbereichen Trait-Charakter hat und sich Individuen somit systematisch in ihr unterscheiden. Gleichzeitig erfordert die Analyse intraindividuelle Variabilität – etwa in Kombination mit langfristigen Veränderungen – spezielle Analysemethoden (s. Boker, 2001; Eid & Diener, 1999; Hoffman, 2007; Nesselroade, 2001; Nesselroade & Ram, 2004; Nesselroade & Salthouse, 2004; Yasuda et al., 2004), wie beispielsweise Salthouse und Nesselroade (2010) feststellen: „...when short-term fluctuation is large, it can be difficult to distinguish the long-term change of primary interest from short-term fluctuation“ (S. 698).

Intraindividuelle Schwankungen in kognitiven Tests etwa, die üblicherweise beträchtlich ausfallen (Salthouse, 2007a; Salthouse, Nesselroade & Berish, 2006), stehen im

Zusammenhang mit der allgemeinen, „mittleren“ kognitiven Leistung (Ram, Rabbitt, Stollery & Nesselroade, 2005) und sind – unabhängig von anderen Faktoren – prädiktiv für langfristige kognitive Veränderungen (Aartsen, Martin & Zimprich, 2004; Bielak, Allison A. M., Hultsch, Strauss, MacDonald & Hunter, 2010; Holtzer, Verghese, Wang, Hall & Lipton, 2008; Lövdén, Li, Shing & Lindenberger, 2007; MacDonald, Hultsch & Dixon, 2003) sowie für Mortalität (MacDonald et al., 2008). Auch gibt es neurale Korrelate (MacDonald, Li & Bäckman, 2009) dieser intraindividuellen Variabilität, was für deren Bedeutsamkeit spricht. Tendenziell nehmen diese kognitiven Schwankungen im Alter zu (Hilborn, Strauss, Hultsch & Hunter, 2009; Lövdén et al., 2007). Personen mit Demenz zeigen - insbesondere bei komplexen Aufgaben - stärkere kognitive Schwankungen über kurze Messzeiträume als kognitiv Unbeeinträchtigte (Burton, Strauss, Hultsch, Moll & Hunter, 2006; Duchek et al., 2009; Hultsch, MacDonald, Hunter, Levy-Bencheton & Strauss, 2000), sodass es sich bei der intraindividuellen kognitiven Variabilität um einen Indikator (pathologischen) kognitiven Alterns sowie einen Marker neurologischer/zentralnervöser Integrität bzw. Dysfunktion (Strauss, MacDonald, Hunter, Moll & Hultsch, 2002) handeln könnte. Allerdings sind kognitive Fluktuation nicht zwingend dysfunktional, sondern können beispielsweise auch Lerneffekte reflektieren (Allaire & Marsiske, 2005; Siegler, R. S., 1994).

Zudem stehen intraindividuelle Schwankungen in physischen-sensomotorischen Leistungen in einem negativen Zusammenhang mit kognitiven Maßen (Li, S.-C., Aggen, Nesselroade & Baltes, 2001; Strauss et al., 2002) sowie in einem positiv gerichteten Zusammenhang mit dem Lebensalter (Huxhold, Li, Schmiedek, Smith & Lindenberger, 2011). Hinweise gibt es auch darauf, dass intraindividuelle Mobilitätsfluktuationen von Tag zu Tag – die u. a. mit Variablen wie Familienstand, berufliche Position und Autobesitz zusammenhängen (Pas & Koppelman, 1987) – einen erheblichen Anteil der Varianz in Mobilitäts- bzw. Bewegungsmaßen ausmachen (vgl. Pas, 1987; Pas & Sundar, 1995). Daran anlehnend, soll auch im Rahmen dieser Untersuchung geprüft werden, ob auch die intraindividuellen Fluktuationen in verschiedenen Maßen außerhäuslicher Alltagsmobilität, die ja hier tageweise und somit pro Person in maximal 28 Ausprägungen vorliegen, im Zusammenhang mit der kognitiven Leistung stehen bzw. durch diese vorhersagbar sind.

5 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliches Verhalten

Im empirischen Teil dieser Untersuchung wird zwischen Mobilitäts- und Aktivitätsmaßen unterschieden, die beide als Komponenten außerhäuslichen Verhaltens verstanden werden (s. Abbildung 1). Beide Konstrukte werden auf konzeptueller und empirischer Ebene getrennt: Mobilitätsmaße, die in dieser Untersuchung auf der Grundlage von GPS-Technologie erhoben wurden, spiegeln basale Indikatoren außerhäuslichen Verhaltens wider, etwa - vgl. Kapitel 4.1 - den Aktionsradius, Maße des Gehens (Gehgeschwindigkeit, zu Fuß zurückgelegte Strecken etc), die Zahl aufgesuchter Orte und die außer Haus verbrachte Zeit. Aktivitätsmaße sind Maße des außerhäuslichen Verhaltens, die auf einem höheren Aggregationsniveau angesiedelt sind: So erlaubt zwar die GPS-Technik eine Bestimmung der außer Haus verbrachten Zeitanteile sowie der Zahl aufgesuchter Orte, aber eine Spezifikation der Aktivitäten, die an den aufgesuchten Orten stattfand (Einkauf, soziale Zusammenkunft o.ä.), ist (zumindest ohne zusätzliche Auskünfte der Probanden) nicht möglich. Ebenso erlaubt die GPS-Technologie allein keine Einsicht darin, wie außer Haus verbrachte Zeit im Einzelnen „inhaltlich“ gestaltet wurde bzw. welche Aktivitäten während dieser Zeit stattfanden. Auch dafür sind Selbstauskünfte der Studienteilnehmer erforderlich, die in dieser Untersuchung im Rahmen eines Aktivitätsfragebogens erhoben wurden.

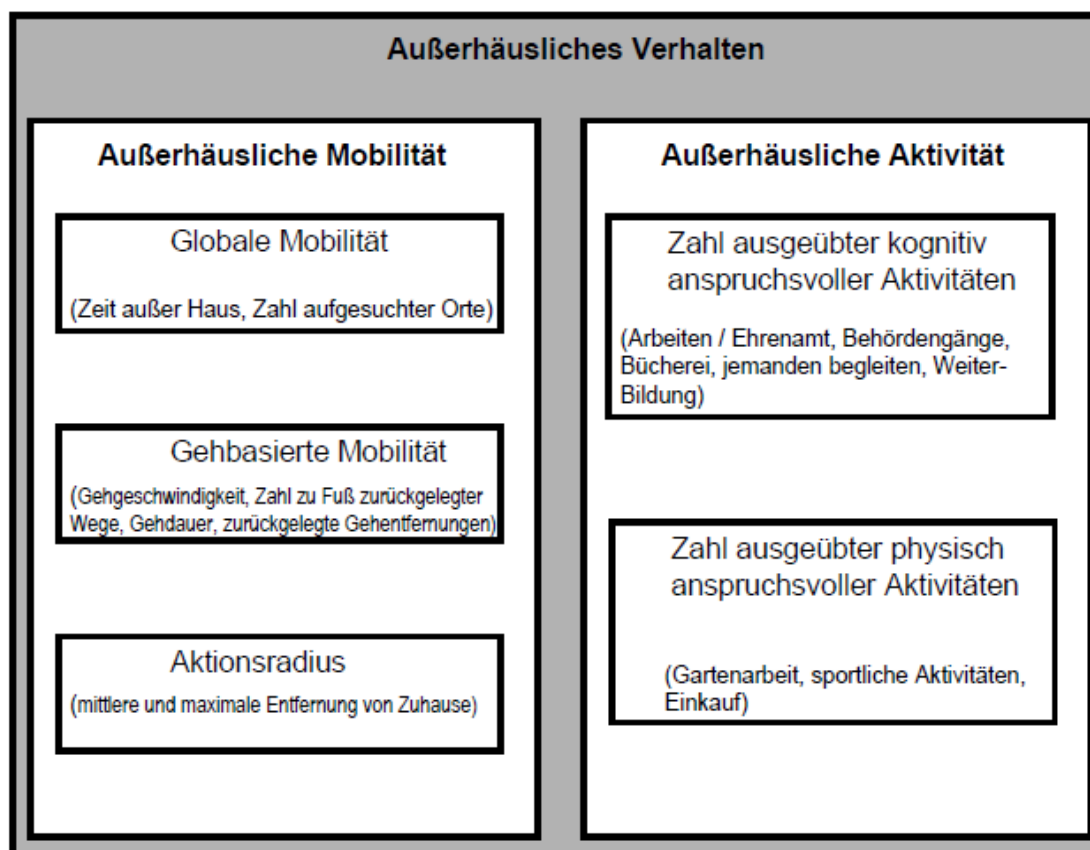


Abbildung 1: Klassifikation außerhäuslicher Verhaltensdimensionen

Neben dieser differenziellen Operationalisierung beider Komponenten außerhäuslichen Verhaltens unterscheiden sich diese auch – wie bereits angedeutet – in ihrem Aggregationsniveau: Mobilitätsmaße wie die Gehgeschwindigkeit sind sehr basale, „mikroskopische“ Indikatoren der außerhäuslichen Mobilität, während Aktivitäten breiter angelegt sind und eher einem „makroskopischen“ Auflösungsgrad folgen. Zudem kann man argumentieren, dass das Ausüben außerhäuslicher Aktivitäten auf den Mobilitätsmaßen aufbaut: Um etwa physisch außerhäuslich aktiv zu sein, muss beispielsweise zunächst erst einmal das Fitnesszentrum oder die Joggingstrecke aufgesucht und somit eine „Mobilitätsleistung“ erbracht werden. Insofern folgen also Mobilität und Aktivität auch einer hierarchischen Struktur und nicht nur einer unterschiedlichen Operationalisierungs- und Auflösungslogik. Eine weitere Differenzierung der Konstrukte Mobilität sowie der Aktivität in „Subdimensionen“ wird in Kapitel 6 vorgenommen.

Aus diesen Gründen soll bereits hier zwischen Mobilität und Aktivität unterschieden und die Bezüge beider Domänen zur kognitiven Leistungsfähigkeit getrennt dargestellt

werden. In diesem Kapitel sollen die Bezüge von Mobilitätsindikatoren zu Maßen der kognitiven Leistungsfähigkeit thematisiert werden, ehe das nächste Kapitel Zusammenhänge zwischen Aktivität und kognitiven Fähigkeiten näher beleuchtet.

5.1 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliche Mobilität

Bislang liegen wenige Studien zum Zusammenhang zwischen Indikatoren der außerhäuslichen Mobilität und kognitiver Leistungsfähigkeit vor. Häufiger dagegen wurden kognitive Parameter mit Aktivitätsmaßen (s. Kapitel 5.2), Aktivitäten des täglichen Lebens (Zarit, Johansson & Berg, 1993) bzw. Alltagskompetenz (Diehl et al., 1995; Owsley et al., 2001; Wahl et al., 2010; Warren et al., 1989) oder physischer Funktionsfähigkeit (Rosano et al., 2005; Wang et al., 2006) in Verbindung gebracht. Dabei wurde untersucht, ob Zusammenhänge zwischen den jeweiligen Konstrukten bestehen und wie diese kausal zu deuten sind. Meist wurden Aspekte der Mobilität dabei jedoch nicht explizit berücksichtigt, auch wenn die untersuchten Konstrukte – zumindest teilweise – deutliche Bezüge zu außerhäuslicher Mobilität aufweisen.

Das multidimensionale und sehr umfassende Mobilitätskonstrukt (Webber et al., 2010) lässt unterschiedlichste Operationalisierungen (etwa Selbstauskünfte und physische Tests; s. Kapitel 4.1.1 und 4.1.2) zu und kann über eine große Bandbreite von Indikatoren abgebildet werden. Diese Vielfalt an eingesetzten Mobilitätsvariablen wird auch in der folgenden Zusammenschau von quer- und längsschnittlichen Befunden zu Kognitions-Mobilitäts-Zusammenhängen und deren möglicher Wirkrichtung deutlich. Dabei werden Studien zusammengefasst, die Mobilitätsparameter wie Aktionsradius, Gehparameter wie die Gehgeschwindigkeit (Hausdorff, Yogev, Springer, Simon & Giladi, 2005) oder auch Stürze als Indikatoren von Mobilitätsproblemen (Springer et al., 2006) mit kognitiven Maßen in Verbindung gebracht haben. Berücksichtigt sind auch Studien, in denen Zusammenhänge zwischen Mobilität und Formen „nicht normalen“ kognitiven Alterns wie Demenzerkrankungen untersucht wurden.

5.1.1 Querschnittliche Befunde

Bereits erwähnt wurde das auf Selbstauskünften basierende „life space“-Mobilitätsmaß, das den Aktionsradius abbildet (Baker, P. S. et al., 2003; Peel et al., 2005; Stalvey et al., 1999). Dieses gebildete Aktionsradius-Maß ließ sich gut auf Basis funktionaler Beeinträchtigungen

(ADL und IADL) und der Leistung in der „Short Physical Performance Battery“ (Guralnik et al., 1994) vorhersagen und somit auch validieren. Dagegen war die kognitive Leistungsfähigkeit, erfasst mit der „Mini Mental State Examination“ (MMSE; Folstein et al., 1975), kaum als Prädiktor des Aktionsradius geeignet und erbrachte gemeinsam mit Depression als Prädiktor ein minimales Inkrement an aufgeklärter Varianz von nur einem Prozent, was gegen enge Mobilitäts-Kognitions-Zusammenhänge spricht. Allerdings wurde mit dem MMSE nur ein einzelner und zudem recht unspezifischer kognitiver Indikator gewählt, so dass unklar bleibt, ob andere kognitive Funktionen enger mit dem Aktionsradius zusammenhängen. Zudem bildet das Aktionsradius-Maß nur einen singulären Aspekt außerhäuslicher Mobilität ab.

Den querschnittlichen Zusammenhang zwischen selbstberichteten Schwierigkeiten bei verschiedenen, auch mobilitätsgebundenen Funktionsaufgaben und kognitiver Leistungsfähigkeit untersuchten Blaum, Ofstedal und Liang (2002) in einer Gruppe älterer Erwachsener im Alter von 70 Jahren und darüber. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass diejenigen, deren kognitive Leistung im untersten Stichproben-Quartil lag, auch Schwierigkeiten in allen Funktionsbereichen berichteten. Bei Kontrolle demographischer Faktoren sowie der Gesundheit blieben zumindest die Bezüge geringer kognitiver Leistung zu Schwierigkeiten bei den Mobilitätsleistungen Treppensteigen, Gehen, Heben von Gegenständen sowie bei den instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens signifikant. Diese Studie beruht jedoch ausschließlich auf selbstberichteten Aktivitäten und funktionellen Einschränkungen, und zudem kann man aus den querschnittlich gefundenen Zusammenhängen keine kausale Richtung ableiten: So könnte die erschwerte Zugänglichkeit zur außerhäuslichen Umwelt, bedingt durch Mobilitätseinbußen, ein Risikofaktor für kognitive Leistungseinbußen sein, indem sie einen Rückgang an kognitiver Stimulation „von außen“ mit sich bringt. Umgekehrt könnten aber auch kognitive Rückgänge Mobilitätseinbußen verursachen, da an bestimmte Mobilitätsleistungen gebundene kognitive Anforderungen nicht mehr oder nur noch bedingt bewältigbar sind.

Holtzer et al. (2007) untersuchten, mit welchen spezifischen kognitiven Funktionen Stürze als Indikatoren von (gravierenden) Mobilitätsproblemen zusammenhängen. Dabei führten sie in einer Gruppe älterer Erwachsener neuropsychologische Tests durch und erfassten über retrospektive Selbstberichte, ob (und wie viele) Stürze in den letzten 12 Monaten aufgetreten waren. Für einzelne sowie wiederholte Stürze erwies sich vor allem der

kognitive Faktor „Speed/exekutive Aufmerksamkeit“ prädiktiv, zusätzlich waren zur Vorhersage wiederholter Stürze auch die Komponenten Gedächtnis und verbale Intelligenz relevant. Ein im Durchschnitt 4-fach erhöhtes Sturzrisiko hatten diejenigen Teilnehmer, deren Leistung im Bereich „Speed/exekutive Aufmerksamkeit“ im unteren Drittel lag. Signifikante Korrelationen fanden Holtzer et al. (2007) zudem zwischen den verschiedenen kognitiven Faktoren und der im Rahmen einer Gang-Analyse erfassten Gehgeschwindigkeit, wobei diese Zusammenhänge in einem Bereich zwischen $r = .17$ (Gedächtnis) und $r = .30$ („Speed/exekutive Aufmerksamkeit“) lagen und somit eher niedrig ausfielen.

Einen Zusammenhang zwischen kognitiv-exekutiven Indikatoren und Stürzen bei älteren Erwachsenen fanden auch Springer et al. (2006): So zeigten sich signifikante Unterschiede in exekutiven Maßen zwischen einer Gruppe, die in den letzten sechs Monaten nicht gestürzt war, und einer weiteren Gruppe, deren Mitglieder mindestens einmal im gleichen Zeitraum gestürzt war.

Verschiedene Gehmerkmale bei nicht institutionalisierten Personen mit diagnostizierter Alzheimer-Demenz und einer gesunden Kontrollgruppe untersuchte Visser (1983). Auf Basis dieser beiden – allerdings sehr kleinen – Gruppen ließ sich feststellen, dass die dementen Studienteilnehmer insgesamt langsamer gingen, kürzere Schritte nahmen und zudem eine niedrigere Schrittfrequenz aufwiesen als die Kontrollgruppe. Auch bei Balancetests zeigten die Probanden mit Demenz im Durchschnitt schlechtere Leistungen. Tendenziell zeigte sich außerdem, dass bei den stärker kognitiv-dementiell Beeinträchtigten auch eine noch deutlichere Verlangsamung des Ganges zu beobachten war. Demenzerkrankungen scheinen also im Zusammenhang mit Einschränkungen und Auffälligkeiten im Gangbild zu stehen.

Auch Prohaska et al. (2009) untersuchten den Zusammenhang von Gehmerkmalen und kognitiver Leistung bei 884 Erwachsenen im Alter von 65 Jahren und darüber. Dabei fragten sie ihre Teilnehmer nicht nur nach ihrer Zahl zurückgelegter Fußwege pro Woche sowie der wöchentlich mit Gehen verbrachten Zeit, sondern auch nach den Orten, an denen diese Fußwege üblicherweise zurückgegangen werden. Im Durchschnitt waren die Studienteilnehmer gemäß ihrer Selbstauskünfte 3.6mal pro Woche zu Fuß unterwegs und kamen auf eine mittlere wöchentliche „Gehdauer“ von 168 Minuten. Diejenigen Probanden, die angaben, häufiger schnelle Fußmärsche zu unternehmen, waren den anderen Teilnehmern in kognitiven Maßen überlegen, was wiederum für einen Zusammenhang zwischen Gehintensität bzw. -geschwindigkeit und kognitiver Leistung spricht. Zudem variierten die bevorzugten

„Geh-Orte“ in Abhängigkeit der kognitiven Leistung: Diejenigen mit besserer kognitiver Leistung gaben an, eher auf Joggingstrecken oder in Parks zu Fuß unterwegs zu sein, während die kognitiv weniger Leistungsfähigen überwiegend in Räumen, Turnhallen oder Einkaufszentren zu Fuß gingen. Welche speziellen kognitiven Maße mit Indikatoren des Gehens zusammenhängen, lässt sich allerdings auf Grundlage dieser Studie nicht bestimmen, da hier nur globale kognitive Marker – etwa der MMSE – eingesetzt wurden. Zudem beruhen alle in der Untersuchung verwendeten Gehmaße auf Selbstberichten, die möglicherweise verzerrt und in ihrer Genauigkeit einer Gehgeschwindigkeitsbestimmung in experimentellen Settings unterlegen sind.

Die Gehgeschwindigkeit älterer Erwachsener untersuchten Ble et al. (2005) unter zwei verschiedenen Bedingungen: unter „Normalbedingungen“ sowie unter erschwerten Bedingungen im Rahmen eines Hindernislaufs. Dabei zeigten die Teilnehmer mit niedriger ausgeprägten kognitiv-exekutiven Funktionen (unteres Stichproben-Tertil; erfasst mit der Differenz aus den Trail Making Tests A und B) eine geringere Gehgeschwindigkeit. Zumindest für die Hindernislauf-Bedingung (nicht aber für die normale Gehbedingung) blieb dieser Effekt auch bei Kontrolle von Variablen wie Hör- und Sehproblemen sowie physischen Erkrankungen signifikant: Diejenigen mit Minderleistungen in den Trail Making Tests gehörten auch mit größerer Wahrscheinlichkeit der Gruppe an, die das Tertil mit der niedrigsten Gehgeschwindigkeit bildeten. Dies spricht – ähnlich wie die Ergebnisse aus „dual task“-Ansätzen (Hauer et al., 2003; Huxhold, Li, Schmiedek & Lindenberger, 2006; Kemper, Herman & Lian, 2003; Krampe, Rapp, Bondar & Baltes, 2003; Li, K. Z. H., Lindenberger, Freund & Baltes, 2001; Lindenberger, Marsiske & Baltes, 2000; Lövdén, Schaefer, Pohlmeier & Lindenberger, 2008; Pettersson, Olsson & Wahlund, 2007; Riby, Perfect & Stollery, 2004; Springer et al., 2006) – dafür, dass kognitive bzw. speziell exekutive Funktionen primär dann mit Gehleistungen bzw. -geschwindigkeit assoziiert sind, wenn diese besonders anspruchsvoll und aufmerksamkeitsfordernd sind. Daraus wiederum lässt sich die interventionsrelevante Frage ableiten, ob eine trainingsbasierte Verbesserung exekutiver Funktionen auch motorische, mobilitätsbezogene Leistungen steigern kann.

Zusammenhänge zwischen Maßen des Gehens und kognitiv-exekutiven Funktionen älterer Erwachsener fanden auch Hausdorff, Yogeve, Springer, Simon und Giladi (2005). Diese Zusammenhänge blieben auch bei Kontrolle von Variablen wie Alter, Geschlecht und Bildung bestehen, während die verbale Gedächtnisleistung und der MMSE als allgemeines

kognitives Maß nicht mit Gehmaßen assoziiert waren. Diese Befunde legen nahe, dass offensichtlich nicht alle kognitiven Maße gleichermaßen geeignet sind, um Mobilitäts- oder speziell Gehleistungen zu präzisieren. Vielmehr scheinen einzelne Bereiche, darunter primär exekutive Funktionen – wie u. a. auch Ble et al. (2005) postulieren –, eine bedeutsame prädiktive Rolle in Bezug auf Gehmaße zu spielen.

Duff, Mold und Roberts (2008) untersuchten die Gehgeschwindigkeit älterer, nicht dementer Erwachsener und teilten ihre Stichprobe gemäß der erreichten Geschwindigkeit in drei Gruppen auf. Alle drei Gruppen unterschieden sich signifikant in kognitiven Maßen, und der Zusammenhang zwischen benötigter Gehzeit und kognitiver Gesamtleistung lag bei $r = -.25$. Für die Subtests traten Korrelationen in einem Bereich zwischen $r = -.12$ (Sprache) und $r = -.21$ (Aufmerksamkeit) auf. Unklar ist, ob eine höhere Gehgeschwindigkeit, etwa bedingt durch häufig ausgeübte physische Aktivitäten, zu besseren kognitiven Leistungen befähigt, oder umgekehrt die kognitiven Maße ein schnelleres Gehtempo ermöglichen. Zudem ist denkbar, dass der Gehleistung wie auch den kognitiven Markern eine gemeinsame Ursache (vgl. Baltes, P. B. & Lindenberger, 1997) wie die altersassoziierte Degeneration des Zentralnervensystems zugrunde liegt. Andererseits liegt der Anteil der in den kognitiven Maßen durch die Gehgeschwindigkeit erklärten Varianz bei Duff et al. (2008) mit unter 20% in einem eher niedrigen Bereich, so dass – zumindest in dieser Studie – die Mobilitäts-Kognitions-Zusammenhänge offensichtlich nicht allzu hoch sind. Auch wurden hier bestimmte kognitive Funktionen, etwa exekutive Prozesse, ausgespart, die aber in einigen Studien (Ble et al., 2005; Holtzer et al., 2007) im Vergleich zu anderen kognitiven Indikatoren am stärksten mit Gehmaßen zusammenhängen. Womöglich wäre also bei Berücksichtigung kognitiv-exekutiver Funktionen der Anteil an durch die Gehgeschwindigkeit aufgeklärter „Kognitionsvarianz“ größer ausgefallen.

5.1.2 Längsschnittliche Befunde

Crowe et al. (2008) untersuchten den Zusammenhang zwischen Mobilität und kognitiver Veränderung bei älteren Erwachsenen, indem sie – ähnlich wie in anderen Studien (vgl. Peel et al., 2005) – den „life space“ ihrer Studienteilnehmer abfragten. Dieser ist definiert als „area through which a person moves over a specified time period“ (Baker, P. S. et al., 2003). Querschnittlich hatten Männer sowie jüngere Personen mit mehr Bildung größere „life space“-Ausprägungen. Längsschnittlich zeigte sich zudem, dass Personen mit geringerem „life space“ zum ersten Messzeitpunkt stärkere kognitive Rückgänge über vier Jahre aufwie-

sen. Dies interpretieren die Autoren als Hinweis darauf, dass der Lebensraum bzw. Aktionsradius (neben weiteren Aspekten wie sozialer oder intellektueller Aktivität, s. Kapitel 5.2) eine Komponente von Umweltkomplexität darstellt, die sich ihrerseits auf kognitive Alternsprozesse auswirkt. Allerdings wurde die kognitive Leistung und Veränderung in dieser Studie lediglich mit dem Screeninginstrument MMSE erhoben, und der gewählte Messzeitraum von vier Jahren gibt keinen Aufschluss über langfristige kognitive Veränderungen.

Eine Analyse des Ganges nahmen Verghese et al. (2002) bei älteren Erwachsenen vor. Dabei waren Auffälligkeiten im Gang mit niedrigeren Leistungen in verschiedenen kognitiven Tests verbunden, und darüber hinaus erwiesen sie sich als prädiktiv für das spätere Auftreten von Demenz (mit Ausnahme der Alzheimer-Demenz): So war ein abnormaler Gang mit einem 3.5-fach erhöhten Demenzrisiko im Vergleich zu einem normalen Gangbild verbunden, wobei unklar ist, was die Ursache bzw. der zugrunde liegende Mechanismus dieses Zusammenhangs zwischen Gangauffälligkeiten und Demenzrisiko ist.

Ein Zusammenhangsmuster zwischen Gang und kognitiver Leistungsfähigkeit konnten auch Marquis et al. (2002) abbilden: Im Rahmen einer längsschnittlichen Untersuchung über sechs Jahre mit älteren Erwachsenen ermittelten sie, dass diejenigen, die zum ersten Messzeitpunkt eine vorgegebene Strecke langsamer zu Fuß zurücklegten, auch eher eine kognitive Beeinträchtigung („persistent cognitive impairment“) entwickelten. Sie schreiben daher der verringerten Baseline-Gehgeschwindigkeit als Indikator motorischer Beeinträchtigung eine Rolle als Vorläufer kognitiver Beeinträchtigungen und als möglichen Indikator pathologischer Veränderungen zu: *„Motor impairment has previously been described in association with cognitive impairment, but our data suggest that it can be observed prior to the development of cognitive decline in the oldest old“* (S. 604).

Den umgekehrten Mechanismus konnten Atkinson et al. (2007) in einer längsschnittlichen Untersuchung mit 70 bis 79 Jahre alten Studienteilnehmern nachweisen: Sie ermittelten über drei Jahre einen durchschnittlichen Rückgang der „normalen“ Gehgeschwindigkeit um 0.05 m/s, der bei denjenigen Probanden stärker ausfiel, die zum ersten Messzeitpunkt verminderte kognitive Leistungen – etwa im 3MS (Teng & Chui, 1987) – aufwiesen. Somit scheint auch die kognitive Leistungsfähigkeit als Prädiktor von Veränderungen der Gehgeschwindigkeit im Alter fungieren zu können, was die Autoren auf mögliche subkortikale Krankheitsprozesse zurückführen, die gleichermaßen auf kognitive Funktionsfähigkeit und Motorik einwirken.

Abbott et al. (2004) untersuchten die – gemäß Selbstberichten – täglich zu Fuß zurückgelegte Strecke (zugleich ein Indikator für physische Aktivitäten, s. Kapitel 5.2.2) bei physisch gesunden ältere Männern. Erwartungsgemäß legten die jüngeren Teilnehmer weitere Strecken zu Fuß zurück. Die Länge täglicher Fußwege korrelierte jedoch nicht nur mit dem Lebensalter, sondern auch mit der kognitiven Leistungsfähigkeit und dem prospektiven Demenzrisiko: So hatten diejenigen Studienteilnehmer mit den kürzesten täglichen Fußstrecken (weniger als 400 Meter pro Tag) ein 1.8-fach erhöhtes Demenzrisiko im Vergleich zu denen, die mehr als 2 Meilen pro Tag zu Fuß zurücklegten. Zudem erwies sich ein schnellerer Gang – ähnlich wie bei Marquis et al. (2002) – als protektiv gegenüber dem Risiko dementieller Erkrankungen. Einschränkend ist zu dieser Untersuchung festzuhalten, dass ausschließlich physisch „Fähige“ als Studienteilnehmer rekrutiert wurden, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf die Population Älterer begrenzt, und dass zudem nur ein „self-report“-Maß zur Erfassung der zu Fuß zurückgelegten Strecken eingesetzt wurde, was die Gefahr sozial erwünschter oder durch Schätz- und Erinnerungsfehler verzerrter Angaben mit sich bringt.

Weuve et al. (2004) stellten – ganz ähnlich wie Abbott et al. (2004) – im Rahmen einer Längsschnittanalyse mit älteren Frauen fest, dass diejenigen, die zu Studienbeginn angaben, mehr Zeit pro Woche zu Fuß zu gehen, auch bessere kognitive Leistungen zeigten: So entsprachen die Unterschiede in kognitiven Maßen zwischen Frauen, die mindestens 1.5 Stunden pro Woche zu Fuß unterwegs waren, und denen, die auf weniger als 38 Minuten kamen, einem „kognitiven Altersunterschied“ von 1.5 Jahren. Gleichzeitig zeigte sich, dass auch andere physische Aktivitäten (vgl. Kapitel 5.2.2) positiv mit der kognitiven Leistung in verschiedenen Tests zusammenhingen und zu verminderten längsschnittlichen kognitiven Rückgängen beitrugen. Unklar ist jedoch, inwieweit diese Befunde auch auf die Population der Männer generalisierbar sind und wie physische Aktivitäten sowie Gehen längerfristige kognitive Veränderungen beeinflussen (hier lag der Messzeitraum bei unter zwei Jahren).

5.1.3 Fazit

Bisherige Studien zum Zusammenhang zwischen außerhäuslicher Mobilität und kognitiver Leistungsfähigkeit beschränken sich häufig auf einzelne Aspekte der Mobilität (vgl. Kritik von Webber et al., 2010) bzw. auf Indikatoren, die der Mobilität konzeptuell nahestehen. Ebenso sind häufig nur singuläre kognitive Maße berücksichtigt worden, was ein integratives Urteil zu diesem Zusammenhang erschwert. Während also viele Studien bedeutsame Mobili-

täts-Kognitions-Bezüge berichten, ist auf empirischer Basis dagegen schwer beurteilbar, welche spezifischen und differenzierten Korrelationsmuster zwischen beiden Konstrukten vorliegen, welcher Natur diese sind und wie hoch sie ausfallen. Umso wichtiger ist es vor dem Hintergrund dieser Befundlage, verschiedene Mobilitätskomponenten (und -operationalisierungen) zu unterscheiden und auch auf der Seite der kognitiven Maße möglichst „feine“ Differenzierungen vorzunehmen, was auch das Ziel der vorliegenden Arbeit ist.

Zudem sind die beschriebenen Studien überwiegend querschnittlich angelegt, so dass über die Kausalität, die den Mobilitäts-Kognitions-Bezügen zugrunde liegt, nur spekuliert werden kann: So kann Gehen – zumindest unter bestimmten, komplexen Umweltbedingungen (Ble et al., 2005; Holtzer, Verghese, Xue & Lipton, 2006; Persad, Jones, Ashton-Miller, Alexander & Giordani, 2008) – als komplexe Aufgabe verstanden werden, durch die kognitive Prozesse trainiert und stimuliert werden. Gleichzeitig setzen aber Geh- und andere Mobilitätsleistungen ein bestimmtes kognitives (und insbesondere exekutives) Funktionsniveau voraus. Spekulativ bleibt daher, welche der beiden beschriebenen Richtungen die dominierende ist bzw. ob vielmehr von einem reziproken Wirkungsmuster ausgegangen werden muss. Beide Kausalrichtungen vermuten Yogev-Seligmann, Hausdorff und Giladi (2008) und berufen sich dabei auf Befunde, die einen Zusammenhang zwischen Gehaktivität und dem prospektiven Demenzrisiko konstatieren (Abbott et al., 2004; Weuve et al., 2004): „It is possible that gait changes predict the development of dementia in part because gait depends on and is marker of EF (executive functions) and daily walking prevents the development of dementia because it makes use of EF“ (S. 10). Neben Gangmustern hängen außerdem auch andere performanzbasierte Indikatoren der allgemeinen physischen Funktionsfähigkeit mit dem künftigen Demenzrisiko zusammen (z. B. Wang et al., 2006).

Die vorliegenden empirischen Befunde lassen aber zumindest den Schluss zu, dass – auf quer- und längsschnittlicher Basis – einzelne kognitive Maße mit Mobilitätsvariablen wie dem Aktionsradius (Barnes et al., 2007; Stalvey et al., 1999; Xue et al., 2007), zu Fuß zurückgelegten Strecken (Abbott et al., 2004), Zeit, die mit Gehen verbracht wird (Weuve et al., 2004), Gangmustern (Verghese, Wang, Lipton, Holtzer & Xue, 2007) bzw. abnormen Auffälligkeiten des Ganges (Verghese et al., 2002) oder Stürzen (Holtzer et al., 2007; Springer et al., 2006) im Zusammenhang stehen. Auch die „Settings“, in denen bevorzugt gegan-

gen wird, werden bei älteren Menschen offensichtlich von ihrer kognitiven Leistungsfähigkeit mitbeeinflusst (Prohaska et al., 2009).

Anhaltspunkte gibt es auch dafür, dass bestimmte kognitive Variablen wie exekutive Funktionen dann stärker als Mobilitätsprädiktoren hervortreten, wenn die entsprechende Mobilitätsleistung – etwa durch Hinzunahme von Hindernissen (Ble et al., 2005) oder einer kognitiven Zweitaufgabe (Holtzer et al., 2006) – erschwert bzw. „mental angereichert“ wird. Diese simultane Bewältigung zweier konkurrierender Aufgaben aus den Bereichen Sensomotorik und kognitive Leistung ist, wie Huxhold, Li, Schmiedek und Lindenberger (2006) betonen, eine durchaus alltägliche Anforderung und daher „the rule rather than the exception for the postural control system“ (S. 294).

Somit sind die Korrelate von Mobilitätsindikatoren offensichtlich nicht auf das Lebensalter (Clark, Stump, Hui & Wolinsky, 1998; Ho, Woo, Yuen, Sham & Chan, 1997), Gesundheit (Bergland, Thorsen & Loland, 2010b; Clark et al., 1998; Montero-Odasso et al., 2005), subjektives Wohlbefinden (Oswald, F. et al., 2005), und Alltagskompetenz (Barnes et al., 2007; Murata, Kondo, Tamakoshi, Yatsuya & Toyoshima, 2006; Xue et al., 2007) beschränkt, auch kognitive Maße sind – in unterschiedlichem Ausmaß – mit (außerhäuslicher) Mobilität assoziiert. Wie diese Zusammenhänge kausal zu deuten sind, kann jedoch auf Basis der bisherigen Studien kaum aufgelöst werden: Kognitive Einbußen erschweren womöglich das Ausführen bestimmter Mobilitätsleistungen, umgekehrt könnten aber ebenso Mobilitätsdefizite im Zuge pathologischer Alternsprozesse vor kognitiven Rückgängen auftreten und Risikofaktoren für diese sein.

In der vorliegenden Untersuchung soll der Blick auf die Mobilitäts-Kognitions-Zusammenhänge erweitert werden, indem sowohl auf der Seite der außerhäuslichen Mobilität als auch auf der Seite der kognitiven Leistungsfähigkeit mehrere verschiedene Parameter eingesetzt werden. Zudem ist die Kontrolle einer Reihe von Variablen nötig, die mit Mobilität und kognitiver Leistung zusammenhängen und so die Korrelation zwischen beiden „artifizial“ erhöhen können, darunter Alter, Geschlecht und Gesundheit. Gerade was die außerhäusliche Mobilität betrifft, scheinen diese nicht-kognitiven Prädiktoren eine höhere Varianzaufklärung zu erreichen als Maße der kognitiven Leistungsfähigkeit (Peel et al., 2005), auch wenn es – wie beschrieben – einige Evidenz für Kognitions-Mobilitäts-Zusammenhänge gibt.

5.2 Kognitive Leistungsfähigkeit und Aktivität

Aktivitäten, die über die Lebensspanne und insbesondere im Alter ausgeübt werden und gewissermaßen als aggregierte Indikatoren außerhäuslichen Verhaltens verstanden werden können, weisen – wie außerhäusliche Mobilität auch – Bezüge zu klassischen „Outcome-Variablen“ wie subjektivem Wohlbefinden und Lebenszufriedenheit (Argyle, 1999; Baker, L. A., Cahalin, Gerst & Burr, 2005; George, L. K., 2006), gesundheitlichen Konstrukten wie dem „frailty“-Syndrom (Jung, Gruenewald, Seeman & Sarkisian, 2009) und auch Mortalität (Glass, de Leon, Marottoli & Berkman, 1999; Klumb & Maier, 2007; Maier & Klumb, 2005) auf. Üblicherweise treten mit zunehmendem Alter Rückgänge in der Häufigkeit, Dauer und Vielfalt ausgeübter Freizeitaktivitäten auf, denen ein altersassoziierter Zuwachs an „Ruheaktivitäten“ gegenübersteht (Horgas, Wilms & Baltes, 1998). Dennoch kommt gerade bei älteren Erwachsenen Aktivitätsmaßen gemäß empirischer Befunde eine maßgebliche Rolle zu, wenn es etwa darum geht, Varianz in affektivem sowie kognitivem Wohlbefinden aufzuklären: Bestimmte inhaltliche Aktivitäten – etwa Sport – sind dabei bedeutsame Prädiktoren beider Wohlbefindenskomponenten, während die Vorhersageleistung anderer Aktivitäten in Abhängigkeit des gewählten Wohlbefindens-Konstrukts variiert (Warr, Butcher & Robertson, 2004). Andererseits gibt es jedoch auch Längsschnittstudien, in denen sich Aktivitätsmaße als wenig geeignet erwiesen, um etwa Veränderungen in der Lebenszufriedenheit vorherzusagen (z. B. Menec, 2003), was womöglich mitunter auf die jeweils unterschiedlichen Operationalisierungen (und Klassifizierungen) von Aktivität und Wohlbefinden zurückzuführen ist.

Das Ausüben verschiedener Aktivitäten wird zudem häufig mit Maßen der kognitiven Leistungsfähigkeit in Verbindung gebracht (z. B. Kramer & Willis, 2002; Kruse, 2007): Kognitive Aktivitäten etwa wie das Lösen von Kreuzworträtseln, aber auch verschiedene sportliche Aktivitäten werden häufig als protektive Faktoren gegen Gedächtnis- und andere kognitive Einbußen propagiert. Nachfolgend wird diskutiert, ob bzw. inwieweit sich diese postulierten Effekte auch empirisch für verschiedene Aktivitätsarten belegen lassen.

5.2.1 Kategorisierung von Aktivitäten

Aktivitäten lassen sich auf verschiedene Weise kategorisieren. Maier und Klumb (2005) etwa orientierten sich am Zwei-Komponentenmodell von M. M. Baltes et al. (1999), in dem zwischen basaler und erweiterter Kompetenz unterschieden wird (s. Kapitel 3.2). Davon

ausgehend differenzierten sie zwischen „regenerative activities“ (z. B. schlafen, essen), die – ähnlich wie die Komponenten der basalen Kompetenz – aufgrund organischer Bedürfnisse und physiologischer Notwendigkeit zwangsläufig ausgeübt werden müssen und automatisiert ablaufen, und „discretionary activities“, die eher „beliebiger“ Natur sind und – wie die Tätigkeiten im Rahmen der erweiterten Kompetenz – interessen- und fähigkeitsgeleitet ausgeübt werden. Diese Trennung in obligatorische und beliebige Aktivitäten wurde auch im Rahmen anderer Studien vorgenommen (z. B. Horgas et al., 1998). Innerhalb der „discretionary activities“ ist weiter zwischen „productive activities“, also Aktivitäten wie Einkauf, die an andere delegierbar sind, und „consumptive activities“ (z. B. Freunde treffen, lesen, Fernsehen), die dagegen nicht an andere delegiert werden können, zu unterscheiden.

M. M. Baltes et al. (1990) ließen ältere Erwachsene mehrmals über sieben Tage Tagebücher führen, in denen protokolliert wurde, welche Aktivitäten an welchen Orten und in Begleitung welcher Sozialpartner ausgeübt wurden. Die angegebenen Aktivitäten fassten die Autoren zu Kategorien zusammen, die sich den übergeordneten Kategorien „obligatorische Aktivitäten“ (z. B. Selbstpflege, Einkauf, Essen) und Freizeitaktivitäten (z. B. Spaziergehen, Gartenarbeit, Besuche) zuordnen ließen. Es zeigte sich, dass die meisten ausgeübten Aktivitäten (61%) obligatorische Aktivitäten waren und diese zudem häufiger – ungefähr doppelt so oft – ausgeübt wurden als Freizeitaktivitäten. Dagegen trat hinsichtlich der Ausübungs-Dauer kein Unterschied zwischen beiden Aktivitätsdimensionen auf. Was den Kontext der Aktivitäten betrifft, so fanden diese gemäß der Studienergebnisse mehrheitlich (59%) ohne Sozialpartner und zuhause (72%) statt, wobei hier die jeweilige inhaltliche Aktivitätsart zu berücksichtigen ist: Physische und mentale Aktivitäten etwa fanden häufig im Beisein von Freunden statt.

Wiederum andere, aber zumindest teilweise den genannten Kategorien entsprechende Aktivitätsklassen identifizierten Gagliardi et al. (2007) auf Basis einer Faktorenanalyse anhand einer großen Stichprobe älterer Erwachsener aus fünf verschiedenen europäischen Ländern. Die resultierenden vier Hauptdimensionen waren innerhäusliche Aktivitäten, Hobbys, soziale sowie sportliche Aktivitäten.

Um dieser inhaltlichen Verschiedenartigkeit außerhäuslicher Aktivitäten und ihren womöglich differentiellen Zusammenhängen zu Maßen der kognitiven Leistungsfähigkeit gerecht zu werden, werden im Folgenden Befunde getrennt nach den Kategorien physische (Kapitel 5.2.2), kognitive (Kapitel 5.2.3) betrachtet. Dieser Einteilung folgend, werden im

empirischen Teil physisch und kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten fokussiert und ihre Bezüge zu kognitiven Fähigkeiten analysiert.

Die Einteilung wurde – in Abgrenzung zu anderen Kategorisierungsvorschlägen – aus verschiedenen Gründen gewählt: Zum einen soll der Fokus in dieser Untersuchung auf außerhäuslichen Verhalten und somit auch außerhäuslichen Aktivitäten liegen. Aktivitätskategorisierungen, die etwa eine Berücksichtigung regenerativer Tätigkeiten (wie schlafen) oder von Selbstpflegetätigkeiten vorsehen, sind in diesem Kontext weniger nützlich, da diese Tätigkeiten überwiegend innerhäuslich stattfinden. Andere Einteilungen, die sehr breite Kategorien – etwa „Freizeitaktivitäten“ – bilden, sind nicht geeignet, um die Fragestellung zu untersuchen, welche spezifischen Aktivitäten mit kognitiven Leistungen in welchem Ausmaß zusammenhängen. Herauskrystallisiert hat sich außerdem im Hinblick auf den Forschungsstand zu den Zusammenhängen zwischen Aktivitäten und kognitiven Fähigkeiten (s. Kapitel 5.2.2 und 5.2.3), dass es primär kognitive und physische Aktivitäten sind, die in Interventions- sowie Feldstudien substantielle Zusammenhänge mit kognitiven Leistungen aufweisen (Aartsen, Smits, van Tilburg, Knipscheer & Deeg, 2002; Albert et al., 1995; Allmer, 2005; Bielak, A. A. M., 2010; Bielak, A. A. M., Hughes, Small & Dixon, 2007; Helzner, Scarmeas, Cosentino, Portet & Stern, 2007; Hertzog, 2009; Hertzog, Kramer, Wilson & Lindenberger, 2008; Kruse, 2007; Verghese et al., 2003). Aus diesen Gründen wurde auch für diese Untersuchung eine Trennung in diese zwei Aktivitätskategorien vorgenommen. Auch wenn diese Einteilung in zwei Aktivitätsbereiche (zu) „sparsam“ erscheinen mag, sind mit ihr sind grundlegende (Freizeit-)Aktivitätsklassen abgedeckt, die von älteren Erwachsenen häufig und regelmäßig ausgeübt werden (Baltes, M. M. et al., 1990).

Berichtet werden jeweils die Ergebnisse von Untersuchungen, in denen Zusammenhänge der beiden Aktivitätsformen mit kognitiver Leistungsfähigkeit sowie mit dem Risiko dementieller Erkrankungen analysiert wurden. Daran anknüpfend (Kapitel 5.2.4) wird die Befundlage u. a. hinsichtlich ihrer (methodischen) Stimmigkeit, Konsistenz und ihres Erklärungsgehalts beurteilt.

5.2.2 Kognitive Leistungsfähigkeit und physische Aktivitäten

Physische Aktivitäten haben bekanntermaßen positive Wirkungen auf ganz verschiedene Domänen, etwa auf biologisch-physiologische Maße (Hollmann & Strüder, 2000), den Erhalt der Muskelkraft (DiPietro, 2001), der Mobilität (LaCroix et al., 1993; Patel et al., 2006), der Gesundheit bzw. der physischen Funktionalität (Nelson et al., 2004) sowie der

Lebensqualität (z. B. Koltyn, 2001). Außerdem werden physischen Aktivitäten positive Effekte auf Schmerzempfindlichkeit (Hollmann & Strüder, 2000), Stimmung und Depression (Steptoe, Kimbell & Basford, 1998; Verghese et al., 2003) zugeschrieben. Auch die Lebensdauer bzw. das Mortalitätsrisiko sowie das Auftreten bestimmter Erkrankungen scheinen gemäß einiger Studienergebnisse (DiPietro, 2001; Paffenbarger et al., 1993; Voelcker-Rehage et al., 2005) vom Ausmaß an ausgeübter körperlicher Aktivität beeinflusst zu werden. Die gesundheitliche Entwicklung im Alter scheint also erheblich und in vielerlei Hinsicht von physischer Aktivität zu profitieren: „There is no drug in current or prospective use that holds as much promise for sustained health as a lifetime program of physical exercise“ (Bortz, 1982, S. 1203).

Ob körperliche Aktivität über diese vielfältigen Bereiche der Gesundheit und des Befindens hinaus auch Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit und ihren Verlauf, insbesondere im (höheren) Alter, hat, ist empirisch mehrfach untersucht worden. Zudem gibt es auch einige Studien zu der im Hinblick auf ableitbare Interventionen wichtigen Frage, ob physische Aktivitäten auch das Risiko degenerativer kognitiver Alternsprozesse, etwa dementieller Erkrankungen, reduzieren und – nach Manifestation dieser Erscheinungsformen – entsprechende krankhafte Symptome verzögern oder abschwächen können.

Die zu diesen Fragestellungen existierenden Untersuchungen werden im Folgenden zusammengefasst. Dabei wird eine Einteilung der Befunde gemäß ihres zugrunde liegenden Studiendesigns (quasiexperimentelle Studien und Interventionsstudien) vorgenommen.

5.2.2.1 Quasiexperimentelle Studien

Clarkson-Smith und Hartley (1989) verglichen zwei Gruppen älterer Erwachsener hinsichtlich einiger Fitness- und kognitiver Variablen: eine Teilnehmergruppe, die regelmäßig körperliche Aktivitäten ausübte, und eine weitere, die körperlich eher wenig aktiv war. Die Gruppe der physisch Aktiven war der Vergleichsgruppe sowohl in einigen Fitnessmaßen (z. B. Puls, Lungenvolumen beim Ausatmen) wie auch in den kognitiven Indikatoren schlussfolgerndes Denken, Arbeitsgedächtnis und Reaktionsgeschwindigkeit überlegen. Dieser Gruppenunterschied blieb auch bei Kontrolle der Kovariaten Alter und Bildung bestehen. Dagegen hatte die subjektive Gesundheit der Studienteilnehmer keinen Einfluss auf Fitness und kognitive Leistung. Die Ergebnisse dieser Studie lassen aufgrund des querschnittlichen Designs jedoch offen, welche Kausalität dem Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivi-

tät und kognitiver Leistungsfähigkeit zugrunde liegt. Auch basieren die geschilderten Befunde auf einer Stichprobe, die überwiegend gesund und körperlich aktiv war und daher womöglich nicht repräsentativ für die Gesamtpopulation älterer Erwachsener ist. Außerdem ist – wie grundsätzlich bei quasiexperimentellen Studiendesigns – nicht auszuschließen, dass die kognitiven Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf systematische Unterschiede in anderen Variablen zurückgehen, die nicht kontrolliert wurden, und nicht (oder zumindest nicht allein) auf das unterschiedliche Ausmaß ausgeübter physischer Aktivitäten.

In einer weiteren Untersuchung konnten Clarkson-Smith und Hartley (1990) replizieren, dass das Ausmaß an anstrengenden körperlichen Tätigkeiten bei einer Gruppe von 55 bis 91 Jahre alten Personen positive Zusammenhänge zur Leistung in verschiedenen kognitiven Tests aufweist. Gleichzeitig wurde der Effekt der Gesundheit auf die kognitiven Leistungen vollständig durch die Aktivitätsvariable „exercise“ mediiert.

Auch Laurin, Verreault, Lindsay, MacPherson und Rockwood (2001) untersuchten die physische Aktivität bei Erwachsenen im Alter von 65 Jahren und darüber. Die zentrale Fragestellung ihrer Untersuchung war, ob physische Aktivität eine protektive Wirkung in Bezug auf jenseits des Normbereichs liegendes kognitives Altern (d. h. kognitive Beeinträchtigungen, Alzheimer-Demenz) hat. Auf der Grundlage ihrer längsschnittlichen Studie über einen Messzeitraum von fünf Jahren stellten sie fest, dass diejenigen Teilnehmer, die mehr ausgeübte physische Aktivitäten berichteten, ein geringeres Risiko hatten, später eine kognitive Beeinträchtigung oder eine Alzheimer-Demenz aufzuweisen. Dieser Effekt war auch bei Kontrolle der Variablen Alter, Geschlecht und Bildung noch vorhanden. Ähnlich wie Clarkson-Smith und Hartley (1989) schließen die Autoren aus diesen Befunden, dass das Ausüben physischer Aktivitäten protektiv gegen kognitive Rückgänge, insbesondere solche im Zuge auftretender dementieller Erkrankungen, wirkt.

Dass physische Inaktivität bzw. geringe physische Aktivität ein Risikofaktor für kognitive Rückgänge im Alter ist und zudem Veränderungen in der Häufigkeit ausgeübter körperlicher Aktivitäten mit Veränderungen der kognitiven Leistung assoziiert sind, ermittelten auch Schuit, Feskens, Launer und Kromhout (2001) im Rahmen einer Längsschnittuntersuchung über drei Jahre mit älteren Männern. Der Einbezug von Kovariaten wie Bildung und Gesundheit brachte diese Zusammenhänge nicht zum Verschwinden: So hatten diejenigen Studienteilnehmer, die – gemäß der Selbstauskünfte – eine Stunde pro Tag oder in einem

geringeren Umfang körperlich aktiv waren, ein doppelt so hohes Risiko kognitiver Rückgänge im Vergleich zu den aktiveren Probanden.

Ganz ähnliche Ergebnisse berichten Podewils et al. (2005): Sie befragten ihre Studienteilnehmer zum ersten Messzeitpunkt, welche von 15 vorgegebenen körperlichen Aktivitäten sie in den letzten zwei Wochen wie häufig ausgeübt haben. Auf Basis dieser Angaben konnte für jeden Teilnehmer der wöchentliche, durch körperliche Aktivität verursachte Energieverbrauch sowie ein Aktivitätsindex, d. h. die Zahl ausgeübter Aktivitäten, berechnet werden. Ca. 5 ½ Jahre nach dieser Ersterhebung wurde häufiger bei denjenigen eine demenzielle Erkrankung diagnostiziert, die zum ersten Messzeitpunkt einen niedrigeren Energieverbrauch sowie einen geringeren Aktivitätsindex hatten. Dieser Zusammenhang blieb auch bei Kontrolle von Kovariaten bestehen und zeigt auf, dass offensichtlich auch die Vielfalt ausgeübter physischer Aktivitäten – vielleicht sogar mehr als deren Dauer, Intensität und Häufigkeit – eine Rolle in Bezug auf die Minimierung des Demenzrisikos spielt.

Der Zusammenhang zwischen physischer Aktivität und Demenzrisiko bleibt offensichtlich auch dann bestehen, wenn ein längeres Intervall zwischen Erfassung der Aktivität und der Demenzdiagnostik gewählt wird: So fanden Rovio et al. (2005), dass die selbstberichtete Häufigkeit physischer Aktivitäten im mittleren Erwachsenenalter im Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Demenz nach durchschnittlich 21 Jahren steht. Auch in dieser Studie blieb der Effekt selbst nach Kontrolle von Kovariaten bestehen. Zudem hat der lange Messzeitraum dieser Studie den Vorteil, dass er eine umgekehrte Kausalrichtung, also eine Aktivitätsreduzierung infolge einer sich manifestierenden Demenz, unwahrscheinlich macht und somit – im Vergleich zu anderen Studien – eher Kausalschlüsse zulässt.

Auf andere Ergebnisse kamen dagegen van Boxtel, Langerak, Houx und Jolles (1996), die die physische Aktivität älterer Erwachsener als fragebogenbasiertes Selbstauskunftsmaß erhoben: Sie stellten fest, dass das Ausmaß an physischer Aktivität keine substantiell erhöhte Varianzaufklärung in verschiedenen kognitiven Maßen über „klassische“ Prädiktoren hinaus (etwa Alter und subjektive Gesundheit) erbrachte. Dafür traten für die Maße kognitive Flexibilität und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit signifikante Effekte der Interaktion aus Alter und physischer Aktivität auf: Ältere profitierten – in kognitiver Hinsicht – stärker von einem erhöhten Ausmaß an ausgeübter physischer Aktivität. Offenbar ist der Effekt der physischen Aktivität auf die kognitive Leistung also abhängig

von der untersuchten kognitiven Komponente sowie von der fokussierten Altersgruppe. Allerdings ist zweifelhaft, wie valide Selbstauskünfte zu körperlichen Aktivitäten sind und ob diese nicht - etwa durch Einflüsse sozialer Erwünschtheit - verfälscht sind.

Sturman et al. (2005) untersuchten die selbstberichtete physische Aktivität älterer Erwachsener und deren Zusammenhang mit längsschnittlichen kognitiven Veränderungen über ca. sechs Jahre. Sie fanden keinen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an physischer Aktivität (in Stunden pro Woche) und der Ausgangsleistung eines aus mehreren Tests gebildeten kognitiven Gesamtscores. Ebenso war die Veränderung dieses kognitiven Scores nicht durch physische Aktivität vorhersagbar, wenn zusätzliche Faktoren wie das Ausmaß an ausgeübter kognitiver Aktivität kontrolliert wurden. Die Autoren schließen aus diesen Befunden, „...that predominantly physical activity in old age does not have a substantial inverse relation to cognitive decline“ (S. 1753). Da sie jedoch nur mit einem Summen- bzw. Durchschnittsscore aus verschiedenen kognitiven Leistungen operierten, bleibt offen, ob zumindest auf der Ebene einzelner, spezifischer kognitiver Funktionen und deren Veränderungen womöglich Zusammenhänge mit ausgeübter physischer Aktivität bestehen. Zudem war die „Prävalenz“ physischer Aktivität in der Stichprobe von Sturman et al. allgemein eher niedrig und hat somit womöglich die Schwelle unterschritten, ab der protektive Effekte für die kognitive Leistung erzielt werden (zur empfohlenen und üblicherweise in Interventionsstudien realisierten "Dosis" physischer Aktivität s. Kruger, Buchner & Prohaska, 2009).

Mehrheitlich legen diese quasiexperimentellen Studienergebnisse nahe, dass das Ausüben physischer Aktivitäten im Zusammenhang mit kognitiver Leistungsfähigkeit und Demenzrisiko steht. Gleichzeitig ist anzumerken, dass strikte kausale Schlüsse und Aussagen über zugrundeliegende Mechanismen auf Basis dieser Untersuchungen nicht möglich sind. Auch eine Kontrolle sämtlicher Störvariablen lassen die Beobachtungsstudien nicht zu. Diese Nachteile können zumindest teilweise durch Interventionsstudien überwunden werden, die im Folgenden betrachtet und zusammengefasst werden.

5.2.2.2 Interventionsstudien

In einigen Studien wurde der Einfluss physischer Aktivitäten auf die kognitive Leistungsfähigkeit auch experimentell untersucht, indem die Teilnehmer randomisiert in eine Interventionsgruppe mit regelmäßigen Sport- oder Bewegungseinheiten sowie in eine Kontrollgruppe

aufgeteilt wurden. Häufig wurden dabei Effekte zugunsten der Interventionsgruppe hinsichtlich kognitiver Variablen gefunden (vgl. Metaanalyse von Colcombe & Kramer, 2003).

Der Erfolg derartiger Interventionen scheint von verschiedenen Faktoren abzuhängen (s. Allmer, 2005): So ist die Wirkung physischer Aktivitäten auf die mentale Leistung offenbar besonders dann günstig, wenn das kognitive Ausgangsniveau eher niedrig ist, die Aktivitäten selbst regelmäßig ausgeübt werden und in ihrer Intensität und Dauer die Teilnehmer weder über- noch unterfordern. Kognitive Funktionen, die von physischen Interventionen besonders profitieren, sind offenbar exekutive Funktionen (Colcombe & Kramer, 2003) sowie die Arbeitsgedächtnisleistung (Williamson et al., 2009). Positive Effekte auf die Gedächtnisleistung sowie eine lindernde Wirkung auf Demenzsymptome sind außerdem primär dann zu erwarten, wenn in die Intervention zusätzlich auch Gedächtnisaufgaben (vgl. Kapitel 5.2.3 zu kognitive Leistungsfähigkeit und kognitiven Aktivitäten) integriert werden. Einem solchen kombinierten Training werden – im Vergleich zu „unimodalen“ Interventionsarten – besonders gute Effekte zugeschrieben (Oswald, W. D., Hagen, Rupprecht & Gunzelmann, 2002).

Auf Basis der Ergebnisse der Metaanalyse von Colcombe und Kramer (2003), in die 18 randomisierte Interventionsstudien eingingen, lässt sich ergänzen, dass physische Trainings sich dann kognitiv besonders günstig auswirken, wenn die Intervention über sechs Monate oder länger durchgeführt wird, die Trainingseinheiten nicht zu kurz ausfallen (möglichst über 30 Minuten) und verschiedene Trainingskomponenten (aerobes Fitnesstraining und Krafttraining) kombiniert werden. Zudem scheinen Frauen und Teilnehmer im Alter zwischen 66 und 70 Jahren am meisten von physischen Interventionsangeboten zu profitieren, während der Nutzen für klinische und nichtklinische Populationsgruppen nicht unterschiedlich groß auszufallen scheint.

Dagegen fällt die Zusammenfassung von Snowden et al. (2011) – ähnlich wie andere Review-Arbeiten (z. B. Jedrzejewski, Lee & Trojanowski, 2007) – über 30 Studien zu physischer Aktivität und kognitiver Leistung, bewertet von einem „Experten-Panel“, nüchterner aus: Sie folgern, dass es (noch) keine ausreichende Evidenz für die Wirksamkeit physischer Aktivität im Hinblick auf die kognitive Leistung gibt und empfehlen für künftige Untersuchungen grundsätzlich den Einsatz standardisierter kognitiver Erhebungsverfahren sowie eine Berücksichtigung möglichst repräsentativer Stichproben von älteren Menschen.

Diese Empfehlung weiterführender Untersuchungen leiten auch Kruger, Buchner und Prohaska (2009) aus ihrer Zusammenschau von 160 Interventionsstudien ab, in denen die Effekte physischer Trainings auf „Outcomes“ wie Gesundheit und auch kognitive Leistung untersucht wurden: Zum einen fanden sie, dass nur 18 der einbezogenen Studien das vom „U.S. Department of Health and Human Services“ empfohlene Mindestmaß an physischer Aktivität (mindestens 150 Minuten moderate Aktivität pro Woche, auf mehrere Tage verteilt) einhielten bzw. überschritten, so dass die in den meisten Studien gefundenen Effekte womöglich aufgrund eher „schwacher“ und niedrig frequenter Interventionsformen entsprechend geringer ausfielen. Hinsichtlich der Wirkung physischer Interventionen auf die kognitive Leistungsfähigkeit und Gesundheit konstatieren die Autoren zwar einen positiven Trend, gleichzeitig lässt der bisherige Forschungsstand jedoch noch keine Aussage über die für die mentale Leistung optimale physische Interventionsform und -frequenz zu: „...more research studies that document the frequency, duration, intensity, and type of activity are needed to guide future public health recommendations for cognitive impairment“ (S. 104). Ähnlich konstatiert DiPietro (2001) auf der Grundlage einer Zusammenschau von Befunden zu physischer Aktivität „...that there is limited information on amount of exercise needed to promote optimal health and function in older people“ (S. 18).

Auch wenn also die Zusammenhänge zwischen physischer Aktivität und kognitiver Leistung nicht über alle Studien signifikant ausfallen (gegenläufige Befunde finden sich z. B. bei Sturman et al., 2005; van Boxtel et al., 1996; Verghese et al., 2003; Wilson, Mendes de Leon et al., 2002), werden verschiedene Wirkungsmuster und Erklärungsmuster zu diesen Zusammenhängen diskutiert (s. Allmer, 2005; Colcombe & Kramer, 2003; Cotman & Berchtold, 2002; DiPietro, 2001; Schuit et al., 2001; Voelcker-Rehage et al., 2005): So könnte beispielsweise körperliches Training bzw. – aus dem Training resultierend – physische „Fitness“ positiv auf die zerebrovaskuläre Integrität, kardiovaskuläre Funktionen und den Sauerstofftransport zum Gehirn, die Blutzirkulation und Gewebedichte im Gehirn bzw. in bestimmten Gehirnbereichen sowie die Regeneration und Neubildung von Nervenzellen und Synapsen (Synaptogenese) wirken, die ihrerseits eine intakte kognitive Leistungsfähigkeit gewährleisten. Zudem scheinen körperliche Trainings „Ökonomisierungsprozesse“ im Gehirn mit sich zu bringen, also etwa eine Aktivierung kleinerer Gehirnareale bei mentalen Abrufprozessen, die ihrerseits zu einer verbesserten Gedächtnisleistung führt (Hollmann & Strüder, 2000). Colcombe et al. (2006) konnten auf Basis bildgebender Verfahren zeigen, dass aerobes Training bei älteren Erwachsenen zu einer Vergrößerung des Hirnvolumens

führt und man somit altersassoziierten Volumenverlusten offensichtlich durch physische Aktivität entgegenwirken kann. Zudem weisen ältere Erwachsener mit höherer Fitness geringere Verluste ihrer Gehirngewebedichte auf (Colcombe et al., 2003). Von diesen beschriebenen trainingsbedingt verbesserten physiologischen bzw. zentralnervösen Prozessen profitieren offenbar besonders fluide Intelligenzmaße, etwa exekutive Funktionen (Colcombe & Kramer, 2003), die Arbeitsgedächtnisleistung (Williamson et al., 2009) und die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Dik, Deeg, Visser & Jonker, 2003; van Boxtel et al., 1996).

Körperliche Aktivität gilt auch als Schutzfaktor vor kardiovaskulären Erkrankungen und Diabetes, die ihrerseits häufig Einbußen kognitiver Funktionen mit sich bringen (Biessels & Gispen, 2005; Gispen & Biessels, 2000; van den Berg, Kessels, de Haan, Kappelle & Biessels, 2005; Verhaegen, Borchelt & Smith, 2003). Nicht zuletzt könnte physische Aktivität einen Stressabbau bewirken, durch den die schädigende Wirkung stressbedingter Cortisol-Ausschüttung auf kognitive Leistungen aufgehoben wird. Gerade die schädigende Wirkung von Stress auf den Hippocampus und somit auf die Gedächtnisleistung ist neuropsychologisch gut belegt (Gould, Tanapat, McEwen, Flügge & Fuchs, 1998; Sapolsky, 1996; Yehuda & Sapolsky, 1997).

5.2.2.3 Fazit

Das regelmäßige Ausüben körperlicher Aktivitäten, etwa mit dem Ziel der Krankheitsvorbeugung oder zur Steigerung des Wohlbefindens, wird häufig – etwa von medizinischer Seite – empfohlen. Gerichtet wird diese Empfehlung üblicherweise an alle Altersgruppen. Dass Maße der physischen Aktivität zudem auch mit kognitiver Leistungsfähigkeit zusammenhängen, ist empirisch häufig bestätigt worden (für einen Überblick s. Allmer, 2005). Zudem scheint diese Aktivitätsform eine protektive Wirkung gegen Demenzerkrankungen auszuüben (Laurin et al., 2001; Podewils et al., 2005; Scarmeas et al., 2009; Sumic, Michael, Carlson, Howieson & Kaye, 2007), und dies offenbar sogar über mehrere Dekaden (Rovio et al., 2005). Älteren Menschen wird daher häufig empfohlen, physische Aktivitäten – besonders Ausdauersport – regelmäßig auszuüben, um ihr kognitives Funktionsniveau (v. a. exekutive Funktionen; s. Colcombe & Kramer, 2003; Eggermont, Milberg, Lipsitz, Scherder & Leveille, 2009) wie auch ihre sensomotorischen Fähigkeiten zu trainieren (Huxhold, Schäfer & Lindenberger, 2009).

Bei der Interpretation der beschriebenen Studienergebnisse ist Vorsicht geboten: So gehen etwa viele der berichteten Befunde auf querschnittliche Designs zurück, so dass die kausalen Mechanismen des Zusammenhangs weitgehend unklar bleiben. Werden außerdem im Rahmen quasi-experimenteller Studien physisch aktive mit physisch inaktiven Gruppen verglichen, können Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit nicht zwingend auf das unterschiedliche Ausmaß ausgeübter physischer Aktivitäten zurückgeführt werden. Möglich ist, dass sich diese Gruppen auch in weiteren Variablen neben ihrer physischen Aktivität, etwa ihrem Lebensstil oder ihrem Gesundheitsverhalten, systematisch unterscheiden (Drittvariablen-Problem), die womöglich (zusätzlich) zu den Gruppenunterschieden in den kognitiven Maßen beitragen, jedoch nicht alle systematisch kontrolliert werden können.

Bei der Bewertung von Interventionsstudien ist außerdem grundsätzlich zu bedenken, dass durch die mehrfache Vorgabe kognitiver Tests auch Übungseffekte (Ferrer, Salthouse, McArdle, Stewart & Schwartz, 2005; Ferrer et al., 2004; Rabbitt et al., 2001; Salthouse & Tucker-Drob, 2008) auftreten können, die interventionsunabhängig sind (Clarkson-Smith & Hartley, 1990), was das Berücksichtigen einer Kontrollgruppe erfordert. Dies gilt gleichermaßen für physische und kognitive Interventionen, wird jedoch bedauerlicherweise nicht in allen Untersuchungen realisiert.

Eine schwer widerlegbare Alternativerklärung zum Zusammenhang zwischen physischer Aktivität und der Entwicklung von Demenzerkrankungen lautet, dass möglicherweise schon die prodromale und subdiagnostische Phase der Demenz ein gewisses Ausmaß an physischer Inaktivität mit sich bringt, die dann irrtümlich als Demenzrisikofaktor gedeutet wird, obwohl es sich bei ihr ebenso gut um eine Konsequenz erster pathologisch-kognitiver Prozesse und einen Krankheitsmarker handeln könnte. Allerdings gibt es auch Studien mit sehr ausgedehnten Messintervallen (z. B. Rovio et al., 2005), in denen substantielle Zusammenhänge zwischen physischer Aktivität und Demenzrisiko gefunden wurden: In diesen Fällen scheint es unwahrscheinlich, dass eine dementielle Erkrankung bereits 20 Jahre, bevor sie diagnostiziert wurde, zu einer Reduktion ausgeübter körperlicher Aktivitäten beiträgt. Möglich ist aber dennoch, dass physische Aktivität ein unspezifischer Marker des allgemeinen Gesundheitszustands ist. Somit könnte ihr Zusammenhang mit kognitiven Maßen und dem Demenzrisiko letztlich auf gesundheitliche Einflüsse zurückgehen. Denkbar ist außerdem, dass beide Komponenten, physische Aktivität und kognitive Leistung, in einem dynamischen, reziproken Zusammenhang zueinander stehen.

Verschiedene Faktoren und Mechanismen könnten dazu beitragen, dass – im Sinne der Hypothese der kognitiven Reserve (Hollmann & Strüder, 2000; Richards & Deary, 2005; Richards & Sacker, 2003; Scarmeas & Stern, 2003; Stern, 2002, 2003, 2007) – durch physische Aktivitäten kognitive Funktionen positiv beeinflusst und das Auftreten demenzieller Erkrankungen verhindert oder zumindest verzögert werden kann: *„engaged lifestyle may supply a reserve that allows an individual to cope longer before AD is clinically expressed”* (Scarmeas & Stern, 2003; S. 631). Ähnlich resümieren Cotman und Berchtold (2002): *„...exercise could provide a simple means to maintain brain function and promote brain plasticity”* (S. 295).

Die Aufklärung der möglichen Mechanismen und Prozesse, über die physische Aktivitäten ihre Wirkung auf die kognitive Leistungsfähigkeit bzw. auf einzelne Komponenten dieser entfalten, sowie der Nachweis einer „kognitiven Reserve“, die durch Faktoren wie Bildung und Lebensstil beeinflusst bzw. erweitert werden kann, erfordern jedoch weitere Untersuchungen. Diese sollten auch physiologische Maße berücksichtigen sowie bildgebende Verfahren integrieren, um so auch Effekte auf neurologischer bzw. neuropsychologischer Ebene abbilden zu können (s. z. B. Colcombe et al., 2003; Colcombe et al., 2006). Zudem ist die Fragestellung, welche spezifischen kognitiven Funktionen besonders von welcher physischer Beschäftigung profitieren (und warum), empirisch noch nicht umfassend geklärt. Gleichzeitig sollte aber auch die – nicht unplausible – Alternativerklärung, wonach die kognitive Leistungsfähigkeit und kognitive Rückgänge, etwa im Rahmen prodromaler Demenzstadien, das Ausmaß ausgeübter körperlicher Aktivitäten mitbestimmen und limitieren, stärker zum Gegenstand empirischer Untersuchungen gemacht werden.

Dass nicht alle Studien zu physische Interventionen Effekte auf die kognitive Leistung gefunden haben, könnte also – wie Kruger et al. (2009) argumentieren – an der Ausgestaltung der Trainings liegen, die teilweise möglicherweise nicht intensiv und anhaltend genug waren, um positive Effekte zu erzielen. Gleichzeitig sind je nach Gesundheitszustand und Alter der Trainingsteilnehmer sowie der betrachteten kognitiven Outcome-Variable unterschiedlich hohe Effekte zu erwarten (Colcombe & Kramer, 2003; Kramer & Willis, 2002). Daher lautet angesichts der heterogenen Befunde und der großen Spannweite an Interventionsarten das ernüchternde Fazit (noch) *„The optimal training frequency for improving or maintaining cognitive health is not known”* (Kruger et al., 2009), wenn auch – wie bereits aufgezeigt wurde – empirisch gut belegt ist, dass physische Trainings grundsätz-

lich positive Effekte hinsichtlich der kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter erzielen können. Auch Kramer, Erickson und Colcombe (2006) konstatieren: „...we do not yet know how much and what types of physical activity training produce the most rapid and robust effects on cognition and brain“ (S. 1241). Auch die Nachhaltigkeit physischer Interventionen in Bezug auf die kognitive Leistung ist bislang noch weitgehend ungewiss. Um allerdings konkrete Empfehlungen hinsichtlich der Art und Intensität der physischen Aktivität ableiten und Aussagen über Dosis-Wirkungs-Zusammenhänge in Bezug auf die kognitive Leistungsfähigkeit treffen zu können, sind weitere Untersuchungen – auch unter Einbezug von Drittvariablen wie Bildung und Gesundheitszustand (DiPietro, 2001) – nötig.

5.2.3 Kognitive Leistungsfähigkeit und kognitive Aktivitäten

Verschiedene Tätigkeiten lassen sich unter der Kategorie „kognitive Aktivitäten“ subsumieren, vom Lesen über Rätsellösen bis hin zu Formen der Weiterbildung wie Fremdsprachenkurse. Klassische Fragestellungen im Zusammenhang mit kognitiven Aktivitäten beziehen sich auf deren Potential, kognitive Rückgänge im Alter abzuschwächen oder sogar umzukehren, und zwar unabhängig von „klassischen“ Einflüssen wie dem sozioökonomischen Status oder der Bildung. Ebenso gibt es – wie im Zusammenhang mit den physischen Aktivitäten auch – Studien, die den Einfluss kognitiver Aktivitäten auf das Risiko dementieller Erkrankungen untersucht haben.

Im Folgenden wird die Befundlage zum Zusammenhang zwischen kognitiven Aktivitäten und kognitiver Leistungsfähigkeit sowie deren Entwicklung/Veränderung zusammengefasst. Dabei wird wieder – wie im Zusammenhang mit den physischen Aktivitäten (s. Kapitel 5.2.2) – zwischen quasiexperimentellen und Interventions-Studien unterschieden.

5.2.3.1 Quasiexperimentelle Studien

Vinkers, Gussekloo und Westendorp (2003) verfolgten die Entwicklung kognitiver Leistung bei kognitiv unbeeinträchtigten Erwachsenen im Alter von 85 Jahren und darüber im Rahmen einer Längsschnittanalyse über ca. 3 1/2 Jahre. Ein signifikanter Rückgang ließ sich für alle kognitiven Maße beobachten. Allerdings fielen diese Rückgänge für die Maße MMSE und „speed“ geringer aus, wenn die Teilnehmer zum ersten Messzeitpunkt berichteten, kognitive Freizeitaktivitäten auszuüben. Dagegen hatte die Partizipation an diesen Aktivitäten keinen Einfluss auf die Veränderung der Gedächtnisleistung. Anscheinend profitieren also nicht alle mentalen Leistungen gleichermaßen von ausgeübten kognitiven Aktivitäten.

Allerdings haben Vinkers et al. (2003) auch soziale Tätigkeiten in das Konstrukt kognitiver Freizeitaktivitäten eingeschlossen, so dass letztlich zwei verschiedene inhaltliche Aktivitätsbereiche zusammengefasst wurden und unklar ist, welche Aktivitätsart den größeren Beitrag zur Reduktion kognitiver Rückgänge leistet.

Ähnlich wie Vinkers et al. (2003) berichten auch Wilson et al. (2002) auf Basis längsschnittlicher Befunde aus der „Religious Orders Study“, dass kognitive Aktivitäten mit der Leistung in verschiedenen mentalen Tests zusammenhängen und auch mit verminderten intellektuellen Rückgängen einhergehen. Ausgenommen davon scheinen – ebenfalls in Übereinstimmung mit Vinkers et al. (2003) – das semantische Gedächtnis und visuell-räumliche Fähigkeiten zu sein, deren Verlauf nicht auf Basis kognitiver Aktivitäten vorhergesagt werden konnte. Gleichzeitig zeigte sich in der Untersuchung von Wilson, Mendes de Leon et al. (2002), dass „kognitiv Aktive“ auch ein geringeres Demenzrisiko hatten.

„Lebenslange kognitive Aktivität“ haben Wilson, Barnes, und Bennett (2003) bei älteren Erwachsenen erfasst, indem diese retrospektiv angaben, in welchem Ausmaß sie bestimmte kognitive Aktivitäten (Lesen, Bibliothek besuchen etc.) in verschiedenen Altersstufen ausgeübt hatten. Mit Bildung hing dieses Aktivitätsmaß nur schwach zusammen, dagegen eignete es sich als Prädiktor von semantischer Gedächtnisleistung, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und visuell-räumlicher Fähigkeit im Alter. Die episodische sowie die Arbeitsgedächtnisleistung ließen sich jedoch nicht auf Basis der lebenslangen kognitiven Aktivität präzisieren, was ähnlich wie die zuvor beschriebenen Befunde nahelegt, dass differentielle Zusammenhänge zwischen kognitiver Aktivität und kognitiven Leistungsmaßen bestehen. Dies ist entsprechend in empirischen Studien zu berücksichtigen, indem eine Reihe kognitiver Indikatoren anstelle eines ausschließlich globalen und unspezifischen Maßes in die Analysen einbezogen werden. Bei der Anwendung eines Konstrukts wie lebenslanger kognitiver Aktivität muss außerdem berücksichtigt werden, dass retrospektive Angaben zum Ausmaß an Aktivität an einem unter Umständen weit im Lebenslauf zurückliegenden Zeitpunkt – etwa infolge von Erinnerungslücken bzw. durch „retrospection bias“-Einflüsse – ungenau und fehlerhaft sein können.

Schon angesprochen wurde das grundsätzliche Problem von quasiexperimentellen Studien: Da in ihnen nicht auf randomisierte Gruppen zurückgegriffen wird, kann nicht ausgeschlossen werden, dass festgestellte Gruppenunterschiede auf andere als die vermuteten Einflüsse zurückgehen. Gruppen mit unterschiedlich starkem Engagement in kognitiven

Aktivitäten unterscheiden sich also möglicherweise auch in weiteren Variablen, die ihrerseits Einfluss auf die kognitive Leistung nehmen, aber üblicherweise nicht alle kontrolliert werden können. Um die Effekte kognitiver Aktivität eindeutiger und unter kontrollierten Bedingungen ableiten zu können, werden daher im Folgenden einige Interventionsstudien und ihre Ergebnisse betrachtet.

5.2.3.2 Interventionsstudien

Als kognitive Aktivitäten lassen sich auch Interventionen wie Gedächtnistrainings verstehen, die durch wiederholtes Einüben kognitiver Prozesse und Strategien auf eine Verbesserung kognitiver Fertigkeiten abzielen. Derartige kognitive Trainings können sehr unterschiedlich hinsichtlich ihrer Gestaltung sein, beispielsweise gibt es mittlerweile auch computer- (Dahlin et al., 2008; Eckroth-Bucher & Siberski, 2009) und „web-gestützte“ sowie sehr intensive, zeitlich ausgedehnte Interventionsformen, etwa die „COGITO“-Studie, in deren Rahmen 100 tägliche Trainingssitzungen stattfanden (Schmiedek, Bauer, Lövdén, Brose & Lindenberger, 2010; Schmiedek, Lövdén & Lindenberger, 2010).

Im Allgemeinen wird solchen Interventionen – je nach inhaltlicher Ausgestaltung – auch bei Älteren eine positive Wirkung für die trainierte kognitive Fertigkeit zugeschrieben (Allmer, 2005; Kruse, 2007). Gleichzeitig ist jedoch auch aus der kognitiven Trainingsforschung bekannt, dass Trainingsformen wie „testing the limits“ (Baltes, P. B. & Kliegl, 1992; Kliegl, Smith & Baltes, 1989), bei denen die Teilnehmer systematisch an ihre Leistungsobergrenzen herangeführt werden, bestehende Altersunterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit noch stärker akzentuieren, da jüngere Personen – offenbar aufgrund ihrer stärker ausgeprägten kognitiven Plastizität – stärker von dem Training profitieren (Baltes, P. B. & Kliegl, 1992; Dahlin et al., 2008; Kliegl et al., 1989; Verhaeghen, Marcoen & Goossens, 1992). Gerade im hohen Alter scheint diese Plastizität und damit auch die Wirksamkeit kognitiver Interventionen eingeschränkt zu sein (Baltes, P. B. & Lindenberger, 1988; Singer, Lindenberger & Baltes, 2003). Martin, Clare, Altgassen, Cameron und Zehnder (2011) kommen bei ihrem Überblick über 36 gedächtnisbezogene Interventionen bei gesunden Älteren sowie Personen mit MCI sogar zu dem ernüchternden Ergebnis, dass die Trainingseffekte nicht über den jeweiligen Effekten für aktive Kontrollgruppen liegen. Zumindest bei Gedächtnisinterventionen scheint es somit keine sichere Evidenz für deren Effektivität zu geben. Papp, Walsh und Snyder (2009) fanden zudem auf Grundlage ihrer Metaanalyse keine Evidenz dafür, dass durch kognitive Interventionen bei gesunden älteren

Erwachsenen das Auftreten von Alzheimer-Demenz verzögert bzw. verlangsamt werden kann.

Dies bedeutet jedoch keinesfalls, dass ältere Trainingsteilnehmer grundsätzlich keine kognitiven Trainingsgewinne erzielen oder jegliche Plastizität verloren haben: So scheinen vor allem intensive und anhaltende Interventionen, wie beispielsweise im Rahmen der COGITO-Studie, auch bei älteren Erwachsenen zu bedeutsamen Trainings- und Transfereffekten zu führen (Schmiedek, Lövdén et al., 2010). Andere Studien (sowie Meta-Analysen) berichten, dass kognitive Aktivitäten als Bestandteile professioneller Interventionsformen auch die kognitive Leistungsfähigkeit von Dementen (Moore, Sandman, McGrady & Kesslak, 2001; Sitzer, Twamley & Jeste, 2006) sowie von Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (Rapp, Brenes & Marsh, 2002; hier war der Trainingseffekt jedoch auf die subjektive Gedächtnisleistung begrenzt und zeigte sich nur tendenziell für objektive Gedächtnisfunktionen) steigern können. Die kognitive Plastizität scheint also selbst bei Erscheinungsformen pathologischer kognitiver Alternsprozesse, die offensichtlich nicht „interventionsresistent“ sind, nicht ganz verloren zu gehen, auch wenn sie reduziert ausfällt. Erklärt werden diese positiven Interventionseffekte im Kontext degenerativen kognitiven Alterns u. a. mit einem trainingsbedingten Anstieg der cerebralen Glucoseaufnahme und der dendritischen Verästelungen (Kruse, 2007).

Bemängelt wird, dass gerade für ältere Menschen zu wenige Angebote für kognitive Aktivitäten bereit gestellt werden, obwohl sich – wie beschrieben – die empirischen Hinweise auf ihren Nutzen für kognitive Leistungsfähigkeit und Alltagskompetenz mehren. Bezogen auf die USA, kritisieren etwa Stine-Morrow et al. (2007): „...*contemporary American culture does not readily afford opportunities for intellectual engagement in later adulthood*“ (S. 62). So impliziert beispielsweise der Eintritt in den Ruhestand häufig auch die Aufgabe spezieller kognitiver Aktivitäten, was nicht immer kompensiert werden kann.

5.2.3.3 Fazit

Ausgeübte kognitive Aktivitäten stehen offenbar in einem positiven Zusammenhang mit der kognitiven Leistungsfähigkeit (z. B. Vinkers et al., 2003) und verringern offenbar sogar das prospektive Demenzrisiko im Alter (Wilson, Mendes de Leon et al., 2002). Auch die leichte kognitive Beeinträchtigung (LKB/MCI) tritt bei kognitiv aktiven Personen seltener auf (Wilson, Scherr, Schneider, Tang & Bennett, 2007).

Allerdings kommen verschiedene Untersuchungen auf Basis differenzierterer Analysen zu dem Schluss, dass nicht alle mentalen Maße gleich eng mit kognitiven Beschäftigungen assoziiert sind (Vinkers et al., 2003; Wilson, Barnes et al., 2003; Wilson, Mendes de Leon et al., 2002), was weitere empirische Untersuchungen unter Einbezug möglichst vieler verschiedener kognitiver Marker notwendig macht. Zudem argumentiert Salthouse (2006), dass die Effekte kognitiver Aktivität auf die längerfristige kognitive Entwicklung – anders als Effekte auf die „aktuelle“ mentale Leistungsfähigkeit – bislang kaum untersucht und belegt wurden. Insofern ist auf der Grundlage des empirischen Forschungsstands nicht gesichert, ob durch das regelmäßige Ausüben kognitiver Aktivitäten eine (dauerhafte) Kompensation altersassoziierter kognitiver Einbußen tatsächlich geleistet werden kann. Auch die Wirksamkeit spezifischer kognitiver Interventionen zur Steigerung kognitiver Leistungen wird teilweise kritisch bewertet und als eher begrenzt eingeschätzt (s. Review von Martin, M. et al., 2011). Eher vorsichtig resümiert daher auch Coyle (2003) in Bezug auf die Befundlage zur Wirkung mentaler Aktivitäten: *„In the meantime, seniors should be encouraged to read, play board games, and go ballroom dancing, because these activities, at the very least, enhance their quality of life, and they just might do more than that”* (S. 2490). Ähnlich argumentieren Salthouse, Berish und Miles (2002), die nur schwache Zusammenhänge zwischen kognitiv stimulierenden Aktivitäten und kognitiver Leistungsfähigkeit in verschiedenen Altersgruppen ermittelten: *„Nevertheless, we would still recommend that people act as though there is a positive relationship between cognitive stimulation and cognitive functioning because engaging in cognitively stimulating activities appears to do no harm,(...) and future research may eventually establish that it does have a beneficial effect in preventing or remediating age-related cognitive decline”* (S. 556). Ebenso weisen Hertzog, Hultsch und Dixon (1999) darauf hin, dass die Wirkung kognitiver Aktivitäten auf die kognitive Leistungsfähigkeit und deren Veränderung im Alter weiterhin umstritten ist: *“Older adults, like anyone else, should do crossword puzzles and other activities if they find them entertaining and enjoyable. Whether they should consider such activities to be the analog of aerobic exercise for their cortex, and therefore solve puzzles in order to foster maintenance of their cognitive functioning, is still very much a matter of debate”* (S. 533).

Kognitive Trainings als besondere, „professionelle“ Form kognitiver Aktivität zeigen im Allgemeinen Wirkung auf die mentale Leistung, auch wenn entsprechende Interventionseffekte für jüngere Trainingsgruppen üblicherweise stärker ausfallen (Kliegl et al., 1989). Darüber hinaus sind im Zusammenhang mit für ältere Menschen konzipierte kognitive

Trainings neben den – im Vergleich zu jüngeren Teilnehmern – geringeren Trainingsgewinnen auch domänenspezifische Trainingseffekte und reduzierte Transfereffekte zu beobachten, d. h. gewöhnlich zeigen sich Leistungssteigerungen nur in der trainierten mentalen Fertigkeit, nicht aber - oder nur geringfügig - in anderen kognitiven Bereichen (Kramer & Willis, 2002; Noack, Lövdén, Schmiedek & Lindenberger, 2009). Allerdings könnte es sich bei den ausbleibenden Transfereffekten auch um ein Phänomen handeln, das altersunabhängig und vielmehr auf die Ausgestaltung der Trainings zurückzuführen ist (Owen et al., 2010). Selbst breiter angelegte kognitive Trainings erzielen häufig nur „punktueller“ Leistungsverbesserungen (Stine-Morrow et al., 2007).

Dennoch sind kognitive Interventionen bei älteren Menschen – trotz der im allgemeinen eingeschränkten Wirkungsbreite – keineswegs wirkungslos, was für das Vorliegen einer auch im Alter noch erhaltenen kognitiven Plastizität spricht: „...*adults of all ages can benefit from experience*“ (Salthouse, 2006; S. 72). Zudem gibt es entgegen der wiederkehrenden Befunde domänenspezifischer Trainingseffekte auch Hinweise darauf, dass kognitive Interventionen nicht nur die jeweils trainierte Fähigkeit verbessern, sondern auch andere, „globalere“ und über die kognitive Leistungsfähigkeit hinausgehende Funktionsbereiche, etwa die Alltagskompetenz positiv beeinflussen können (Willis et al., 2006).

Kognitive Trainings zeigen darüber hinaus auch – wenn auch in begrenztem Ausmaß – selbst bei Betroffenen kognitiv-pathologischer Erscheinungsformen wie leichter kognitiver Beeinträchtigung (Rapp et al., 2002) und Demenz (Moore et al., 2001) Wirkung. Offensichtlich verfügen also auch diese Gruppen über ein gewisses Maß an kognitiver Plastizität und Potential zu Leistungsverbesserungen.

Die Höhe erzielter kognitiver Trainingseffekte variiert erheblich zwischen den verschiedenen Interventionsstudien. Dies ist auf verschiedene Faktoren rückführbar: Zum Einen ist das Ausmaß an Trainingsgewinnen abhängig von der fokussierten kognitiven Fähigkeit sowie von den vermittelten Trainingsstrategien. Auch Charakteristiken der jeweiligen Interventionsstichprobe – etwa deren Alter, ihre Bildung sowie ihr „kognitives Ausgangsniveau“ vor Trainingsbeginn – können eine Erklärung für die vorliegende Heterogenität von Interventionseffekten sein. Darüber hinaus spielen auch die Länge und Intensität konzipierter Trainings sowie der zeitliche Abstand zwischen Training und der Erfassung von Effekten eine Rolle für die Wirksamkeit einer Intervention. Schwierig ist es außerdem im Bereich mentaler Trainingsstudien, das Ausmaß an mentaler Aktivität bzw. Stimulation zu quantifi-

zieren (Salthouse, 2006), da – anders als etwa bei physischen Trainings (s. Kap. 5.2.2.2) – keine entsprechenden physiologischen Marker herangezogen werden können.

Uneinheitlich ist über die verschiedenen Studien hinweg und insbesondere bei den quasiexperimentellen Untersuchungen die Operationalisierung kognitiver Aktivitäten: Welche und wie viele spezifischen kognitiven Tätigkeiten unter das Konstrukt der „kognitiven Aktivität“ subsumiert werden, und ob das bloße Ausüben von Tätigkeiten erfasst wird oder aber auch Parameter wie Dauer und Häufigkeit berücksichtigt werden, unterliegt – ähnlich wie bei anderen Aktivitätsdimensionen auch – keiner übergeordneten Regel, sondern variiert erheblich zwischen den Untersuchungen. So resultieren diverse, unterschiedlich „breite“ und verschieden genaue Operationalisierungen kognitiver Aktivität, was die Vergleichbarkeit und Integrierbarkeit der unterschiedlichen Studien erschwert.

Zu Erklärung der offensichtlich bestehenden Zusammenhänge zwischen kognitiver Aktivität und mentaler Leistung bieten sich verschiedene Varianten an (s. Wilson & Bennett, 2003): Einerseits können kognitive Tätigkeiten im Sinne der „use it or lose it“- (Hertzog, 2009; Hultsch, Hertzog, Small & Dixon, 1999) bzw. „cognitive enrichment“-, „engagement“- oder „mental exercise“-Hypothese (Salthouse, 2006) als mentale Stimulation wirken und verbesserte, beschleunigte Verarbeitungsleistungen verursachen, so dass bestimmte kognitive Funktionen profitieren und verringerte altersassoziierte Rückgänge dieser Funktionen resultieren. Auf neurobiologischer Basis wird diskutiert, dass kognitive Aktivitäten womöglich bestimmte neurale Systeme positiv beeinflussen, die ihrerseits mentalen Verarbeitungsprozessen zugrunde liegen (Wilson & Bennett, 2003).

Umgekehrt könnten aber auch – ähnlich wie im Zusammenhang mit den physischen Aktivitäten (s. Kapitel 5.2.2) – kognitive Einbußen, etwa im Rahmen prodromaler Demenzstadien, Rückgänge mental anregender Aktivitäten mit sich bringen, die ihrerseits somit eher frühe Krankheitsindikatoren anstatt Determinanten kognitiver Leistung repräsentieren könnten. Gemäß Wilson und Bennett (2003) ist diese Erklärungsvariante, die sie als „early-sign hypothesis“ (S. 90) bezeichnen, jedoch nicht plausibel oder zumindest unzureichend, um die Zusammenhänge gänzlich zu erklären, da auch bei Kontrolle genetischer Risikofaktoren für die Alzheimer-Demenz weiterhin Bezüge zwischen kognitiver Aktivität und Demenzrisiko bestehen bleiben. Zudem können Befunde aus der Interventionsforschung, die kognitiven Trainings eine Wirkung zuschreiben, nicht mit der „early-sign hypothesis“ erklärt werden.

Nicht zuletzt sind Drittvariablen wie Alter, Gesundheit und Bildung mit kognitiver Leistung wie auch mit dem Ausmaß an kognitiver Aktivität assoziiert, so dass ein gewisser Anteil dieser Zusammenhänge womöglich auf diese Drittvariablen zurückgeht. Sie sollten daher grundsätzlich berücksichtigt und kontrolliert werden, damit ermittelt werden kann, wie hoch der „tatsächliche“ und eigenständige Zusammenhang zwischen mentaler Leistung und Aktivitäten aus dem kognitiven Bereich ist.

5.2.4 Resümee und offene Fragen

Der Aktivitätsbegriff, wie er in der empirischen Forschung verwendet wird, kann auf verschiedene inhaltliche Bereiche (etwa physische und kognitive Aktivitäten) bezogen werden. Aktivitäten können als Komponenten des Lebensstils und der Alltags- und Freizeitgestaltung verstanden werden, sie können aber auch in Form von Interventionen, etwa als physische oder kognitive Trainingseinheiten (vgl. Kapitel 5.2.2.2 und 5.2.3.2), systematisch und professionell eingeführt und angeleitet werden. Einen Überblick zum Zusammenhang zwischen Aktivitäten und kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter, der die verschiedenen inhaltlichen Aktivitätsarten integriert und zudem zwischen Alltagsaktivitäten und im Rahmen von Interventionen ausgeübten Aktivitäten differenziert, geben u. a. Hertzog (2009), Hertzog, Kramer, Wilson und Lindenberger (2008), Kruse (2007) sowie Scarmeas und Stern (2003).

Die Befundlage zum Zusammenhang zwischen Aktivitäten und kognitiver Leistungsfähigkeit ist nicht einheitlich: Als „*abundant yet inconclusive*“ (S. 253) beurteilen etwa Ghisletta, Bickel und Lövdén (2006) den bisherigen Forschungsstand, was sie u. a. auf methodische und analytische Aspekte zurückführen: „*Across empirical studies, theoretical definitions and subsequent operationalizations of activity engagement are highly variable*“ (S. 253). Tatsächlich wurden in den Studien sehr verschiedene und daher auch schwer vergleichbare Operationalisierungen für die Aktivitäten gewählt und auf sehr verschiedene Aktivitätsarten fokussiert. Teilweise wurde auch ganz auf eine Differenzierung in Aktivitätsdomänen verzichtet und stattdessen generelle Aktivität untersucht. Auf diese Weise gebildete Aktivitäts- und Lebensstil-Indizes haben jedoch häufig eine je nach Studie unterschiedliche inhaltliche Bedeutung, was explizite und einheitliche Aktivitäts-Definitionen erforderlich macht.

Ebenso existiert auf der Seite der kognitiven Indikatoren eine große Vielfalt an eingesetzten Maßen, was die Vergleichbarkeit der verschiedenen Befunde erschwert. Nicht

zuletzt beruhen die zusammengefassten Befunde auf unterschiedlichen Altersgruppen und – im Fall längsschnittlicher Analysen – auf verschieden langen Messintervallen, was ein weiterer Grund für die Inkonsistenz der Befundlage sein könnte.

Gut dokumentiert sind jedoch zumindest längsschnittliche Rückgänge in Aktivitätsmaßen und kognitiven Indikatoren, die – über Messzeiträume von einigen Jahren – bei älteren Erwachsenen auftreten (Aartsen et al., 2002; Hertzog et al., 1999; Mackinnon, Christensen, Hofer, Korten & Jorm, 2003): Mit zunehmendem Alter nehmen – auch unabhängig vom Eintreten körperlicher Einschränkungen sowie von Bildungs- und Familienstand, sozioökonomischen Status und weiteren Einflussgrößen – die Häufigkeit, Dauer wie auch Vielfalt ausgeübter außerhäuslicher Freizeitaktivitäten ab (Föbker & Grotz, 2006; Horgas et al., 1998), und ebenso gibt es zahlreiche Hinweise darauf, dass zumindest fluide, geschwindigkeitsbasierte kognitive Funktionen im Alter nachlassen (vgl. Kapitel 2). Gleichzeitig existiert jedoch eine hohe interindividuelle Varianz in diesen längsschnittlichen Verläufen (Hertzog et al., 1999). Während es verschiedene Erklärungsmodelle zu altersassoziierten kognitiven Rückgängen und ihren Ursachen (s. Kapitel 2.2) gibt, ist dagegen – wie etwa Salthouse (2006) feststellt – bislang kaum hinterfragt worden, was die altersbedingte Abnahme in den Aktivitätsmaßen bedingt: *„It is not very satisfying to attribute the phenomenon of age-related cognitive decline to a reduction in level in activity without explaining what is responsible for that reduction“* (S. 76). Denkbar ist etwa, dass gerade kognitive Einbußen zur Reduktion bestimmter Aktivitäten führen, da deren mentale Anforderungen nicht mehr ausreichend bewältigt werden können. Diese und weitere Erklärungsvarianten, die sich auf die altersassoziierten Aktivitätsrückgänge und deren Ursache(n) richten, erfordern jedoch weitere Untersuchungen.

Was die Beziehungen zwischen den Verläufen kognitiver Leistungsfähigkeit und Aktivität betrifft, scheinen zumindest einzelne kognitive Maße wie „speed“ im Zusammenhang mit bestimmten Aktivitätsveränderungen bzw. -rückgängen (Aartsen et al., 2002) zu stehen. Umgekehrt sind aber auch Aktivitätsmaße geeignet, um Verläufe einzelner kognitiver Variablen wie der Wahrnehmungsgeschwindigkeit vorherzusagen (Ghisletta et al., 2006; Lövdén, Bergman, Adolfsson, Lindenberger & Nilsson, 2005). Auch physische Aktivitäten scheinen im Zusammenhang mit kognitiver Leistungsfähigkeit und ihrer Veränderung (Clarkson-Smith & Hartley, 1989; Colcombe & Kramer, 2003) sowie mit dem Risiko der Entwicklung kognitiver Beeinträchtigungen und dementieller Erkrankungen zu stehen

(Laurin et al., 2001). Ihnen wird – wie auch den kognitiven Freizeitaktivitäten (Verghese et al., 2003) – im Sinne der kognitiven Reserve (Hollmann & Strüder, 2000; Richards & Deary, 2005; Richards & Sacker, 2003; Scarmeas & Stern, 2003; Stern, 2002, 2003, 2007) - eine schützende Funktion gegen kognitive Leistungsrückgänge und Demenz zugeschrieben. So konstatiert etwa Kruse (2007) auf Basis der empirischen Befundlage: *„...dass durch frühzeitig einsetzende und anhaltende geistige Aktivität, die von körperlicher Aktivität begleitet wird, bessere morphologische und biochemische Bedingungen geschaffen werden können, die das Auftreten einer spät einsetzenden Demenz vom Alzheimer Typ verzögern“* (S. 643). Ähnlich schließt Hertzog (2009) auf Basis seiner Zusammenschau von Befunden zur „use it or lose it“-Hypothese: *„...I view the available evidence as much more favorable to the cognitive enrichment view than was the case just 10 years ago“* (S.175). Diese Evidenz weiterführend wird darüber hinaus auch diskutiert, ob neben der kognitiven Leistungsfähigkeit auch andere „Outcomes“ wie die Selbständigkeit von ausgeübten kognitiven und körperlichen Aktivitäten profitieren, was einige Studienergebnisse nahelegen (Oswald, W. D., 2004; Oswald, W. D. et al., 2002; Willis et al., 2006).

Andererseits gibt es jedoch auch Befunde und Positionen (Hertzog et al., 1999; Salthouse et al., 2002) in Bezug auf Aktivitäts-Kognitions-Zusammenhänge, die nahe legen, dass das Potential von Aktivität zur Verzögerung oder Abschwächung altersassoziierter kognitiver Einbußen begrenzt und der Zusammenhang zwischen Aktivität und kognitiver Leistungsfähigkeit eher gering ist (z. B. Christensen et al., 1996): So scheint beispielsweise ein über Jahre unverändertes oder sogar gesteigertes Aktivitätsniveau kognitive Rückgänge kaum aufhalten zu können (Mackinnon et al., 2003), und der günstige Effekt von Aktivität auf bestimmte kognitive Indikatoren kompensiert nicht die Höhe ihrer altersassozierten Rückgänge (Ghisletta et al., 2006).

Auch scheinen querschnittliche „level“-Korrelationen zwischen Aktivität und kognitiver Leistung höher auszufallen als entsprechende „change“-Korrelationen auf längsschnittlicher Ebene (Bielak, A. A. M. et al., 2007). Aktivität hat insofern also offenbar nur eine begrenzt kompensatorische Wirkung in Bezug auf kognitive Rückgänge. Auch das Ausmaß an „früher“ physischer Aktivität im Jugend- und jungen Erwachsenenalter ist nur mit bestimmten kognitiven Maßen im Alter wie der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, aber (bei Kontrolle konfundierender Variablen) nicht signifikant mit deren Veränderung korreliert (Dik et al., 2003).

Ähnlich argumentiert Salthouse (2006) auf Basis der bisherigen Befundlage, dass kognitive Aktivitäten und Trainings zwar geeignet sind, um bestimmte kognitive Funktionen zu steigern, ihr dauerhafter Einfluss auf kognitive Verläufe jedoch empirisch nicht gesichert ist: „...*there is currently little scientific evidence that differential engagement in mentally stimulating activities alters the rate of mental aging*“ (S. 84) sowie „...*the currently available evidence is not conclusive and (...) more research is needed before a definite answer can be provided*“ (Salthouse, 2007b). Dieser Ansicht widerspricht u. a. Schooler (2007), der konstatiert „...*for older individuals, mental exercise has a positive effect both on the level of cognitive functioning and on the probable rate of decline*“ (S. 28). Vorsichtiger formulieren es Crowe et al. (2003): „...*at worst, there may be no effect of leisure activities on risk of dementia, and (...) at best, engaging in certain types of leisure activities may be protective*“ (S. 255). Tatsächlich sind es jedoch bislang häufig „level-Korrelationen“ oder Effekte über ein kurzes Messintervall, die im Rahmen verschiedener Trainings- oder Expertise-Studien gefunden wurden, jedoch keine Aussage über den Einfluss mentaler Aktivitäten auf altersassoziierte kognitive Veränderungen zulassen. Denkbar ist zumindest, dass mentale Stimulation über eine Steigerung der „aktuellen“ kognitiven Leistung den Zeitpunkt hinauszögern können, an dem intellektuelle Rückgänge in gravierende Minderleistungen münden, wie auch einige Studien zum Zusammenhang zwischen kognitiven Aktivitäten und Demenzrisiko (z. B. Verghese et al., 2003) nahelegen. Allerdings geben Fratiglioni, Paillard-Borg und Winblad (2004) zu bedenken, dass das Ausüben bestimmter Aktivitäten womöglich nur eine „aufschiebende“ Wirkung auf das Auftreten dementieller Erkrankungen hat, ohne jedoch das prinzipielle Erkrankungsrisiko zu minimieren: „*We have no data to help disentangle whether the social, mental, and physical stimulation in late life can decrease the lifetime risk of disease or merely postpone the onset of dementia*“ (S. 351).

Grundsätzlich lassen querschnittliche Untersuchungsansätze keine Schlussfolgerung hinsichtlich der Wirkrichtung der Effekte zu, und selbst längsschnittlich bieten festgestellte Kovarianzen von Aktivitätsverläufen und Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit verschiedene Interpretationsmöglichkeiten: Rückgänge in kognitiver Leistungsfähigkeit (oder gar undiagnostizierte Prodromalstadien der Demenz) könnten etwa dazu führen, dass bestimmte Aktivitäten – kognitiver, physischer oder auch sozialer Natur – nicht mehr oder nur noch erschwert ausführbar sind, so dass die in der Folge auftretenden Aktivitätsrückgänge als frühe Krankheitssymptome bzw. als allgemeine Marker von Alterungsprozessen zu verstehen sind ("early-sign hypothesis"; Wilson & Bennett, 2003). Umgekehrt könnte jedoch

eine Aufgabe von Aktivitäten eine Art „kognitive Deprivation“ mit sich bringen, die dann zu Einbußen in kognitiven Maßen führt. Diese Erklärungsvariante, die den Aktivitäten eine Rolle als Determinante kognitiver Leistung und Entwicklung zuschreibt, entspricht den Grundzügen der „use it or lose it“-Hypothese (Hultsch et al., 1999) bzw. der „engagement hypothesis of cognitive aging“ (Stine-Morrow et al., 2007).

Schließlich ist als weiteres Erklärungsmodell die Annahme reziproker Zusammenhänge (Bosma et al., 2002; Schooler & Mulatu, 2001) zu nennen: Sie vereint sozusagen die gegenläufigen Theorien, die einen „unidirektionalen“ Zusammenhang vermuten, also entweder der kognitiven Leistungsfähigkeit oder den Aktivitäten die Rolle als jeweilige Prädiktoren des anderen Konstrukts zuschreiben, indem sie postuliert, dass sich beide Komponenten gegenseitig beeinflussen.

Zudem könnten auch Drittvariablen wie Gesundheit (Mackinnon et al., 2003), sozio-ökonomischer Status (Aartsen et al., 2002) und Bildung, die jedoch nicht in allen berichteten Studien berücksichtigt wurden, bedeutsam sein: So gibt es beispielsweise Hinweise darauf, dass frühe Bildung einen Einfluss auf den kognitiven Status im hohen Alter hat, der zumindest partiell durch das Ausüben kognitiver Aktivitäten über die Lebensspanne mediiert wird (Kliegel, Zimprich & Rott, 2004). Diese Mediatorfunktion von Aktivitätsmaßen macht deutlich, dass es lohnend sein kann, auch Prädiktoren und „Vorläufer“ der Aktivität, wie etwa Bildung, zu ermitteln, da diese womöglich über ihren Einfluss auf Aktivität auch indirekt die kognitive Leistungsfähigkeit und ihre Veränderung mitbestimmen.

Verschiedene Aktivitätsarten und kognitive Maße scheinen also zusammenzuhängen, jedoch variiert das Ausmaß dieser Zusammenhänge erheblich in Abhängigkeit der operationalisierten Aktivitätsmaße und kognitiven Indikatoren sowie weiterer Untersuchungsmerkmale: „...*the relationships between activity engagement and cognitive performance are quite complex. Activities that differ with respect to the amount of intellectual stimulation needed for active engagement relate differentially to different performance tasks*“, resümieren etwa Ghisletta et al. (2006, S. 259). Weitgehend unklar ist zudem die Ursache bzw. der Mechanismus, der diesen Zusammenhängen zugrunde liegt. Wenig optimistisch prophezeien etwa Hultsch et al. (1999) angesichts der vielen möglichen Mechanismen: „*this conundrum can probably never be completely resolved*“ (S. 246).

Neben dem zugrundeliegendem Mechanismus der Aktivitäts-Kognitions-Zusammenhänge lassen bisherige Forschungsbefunde weitere Fragen offen, etwa die nach

dem Zeitraum, in dem das Ausüben von Aktivitäten besonders protektiv wirkt: „*Is it important to maintain an active lifestyle during the whole lifespan or only during old age?*“ (Fratiglioni et al., 2004). Ähnlich spekuliert Bielak (2010) auf der Grundlage ihrer „Mini-Review“: „*The benefit of the same activity may be different at different points in the life span*“. Schooler (2007) sieht weitere Aufgaben künftiger Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Aktivität und kognitiver Leistung darin, „...*to determine how much of an effect there is, who can benefit from it, and exactly which kinds of activities have specific kinds of effects*“ (S. 28). Auch Bielak (2010) stellt zum bisherigen Forschungsstand zusammenfassend fest: „*There is no consensus on which activity domain, if any, offers greater cognitive benefit than the others*“. Einige Studienergebnisse liegen vor, gemäß derer differenzielle sowie interaktive (Oswald, W. D. et al., 2002) Effekte verschiedener Aktivitätsarten anzunehmen sind (vgl. Crowe et al., 2003 „...results suggest that not all leisure activities may be equally protective“).

Um ein genaueres Bild zum Zusammenhang zwischen Aktivitäten und kognitiver Leistungsfähigkeit zu erhalten, ist es daher notwendig, für beide Maße mehrere spezifische Indikatoren einzusetzen, wie es beispielsweise auch Ghisletta et al. (2006) empfehlen: „*Future work in this line of research would benefit from the analysis of specific, rather than general, activities, [and] the assessment of cognitive performance on a wider range of intellectual domains...*“ (S.259). Daher werden auch in der folgenden Untersuchung verschiedene Aktivitätsparameter und kognitive Maße eingesetzt, um dem Ziel, differenzielle und spezifische Zusammenhangsmuster zu analysieren, Rechnung zu tragen. Möglich bzw. plausibel ist nämlich, dass verschiedene Aktivitätsmaße differenzielle Zusammenhänge zu verschiedenen kognitiven Parametern aufweisen, da sie ja auch verschiedene „aktivitätsspezifische“ kognitive Anforderungen stellen und unterschiedlich komplex sind. Zudem gibt es – zumindest im Bereich der Interventionsforschung (Oswald, W. D. et al., 2002) – Anhaltspunkte dafür, dass sich die Kombination bestimmter Aktivitäten (etwa physischer und kognitiver Tätigkeiten) besonders günstig auf bestimmte kognitive (und auch weitere) Funktionen auswirkt, was womöglich ebenso für „real life settings“ gültig ist. Notwendig ist außerdem die Kontrolle bestimmter Drittvariablen, um zu überprüfen, ob unabhängig von ihnen Aktivitäts-Kognitions-Zusammenhänge bestehen bleiben. Zu diesen Drittvariablen, die gleichermaßen mit kognitiver Leistungsfähigkeit und Indikatoren der Aktivität korrelieren, zählen Alter, Gesundheit und Bildung. Auch diese Punkte sollen in der nachfolgenden Untersuchung umgesetzt werden.

6 Kognitive Leistungsfähigkeit, außerhäusliche Mobilität und Aktivität: ein integratives Modell

Die Modellierung der Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität sowie Aktivität im Alter erfordert – wie bereits betont – die Berücksichtigung spezifischer Indikatoren bzw. Dimensionen auf der Seite aller drei Konstrukte. Ebenso ist eine Integration von Drittvariablen, die Einfluss auf die Zusammenhänge zwischen Mobilität, Aktivität und Kognition haben, unumgänglich, um überprüfen zu können, wie groß die „tatsächlichen“ bzw. die um weitere Einflüsse bereinigten Mobilitäts-Kognitions- sowie Aktivitäts-Kognitions-Zusammenhänge ausfallen.

Im Folgenden werden zunächst in den Kapiteln 6.1 und 6.2 die hier ausgewählten kognitiven Indikatoren sowie die für diese Untersuchung berücksichtigten Dimensionen der Mobilität und Aktivität beschrieben (die konkrete Operationalisierung der Mobilitäts- und Aktivitätsmaße sowie der kognitiven Parameter wird noch in Kapitel 8 dargestellt). Daran anknüpfend sollen in einem weiteren Schritt in Kapitel 6.3 Hypothesen zu spezifischen Mobilitäts-/Aktivitäts-Kognitions-Zusammenhängen abgeleitet werden.

6.1 Modellaspekte 1: Ausgewählte Indikatoren der kognitiven Leistungsfähigkeit

Die kognitive Leistungsfähigkeit setzt sich bekanntermaßen aus verschiedenen Bereichen zusammen (Schäfer & Bäckman, 2007) und ist hinsichtlich ihrer Struktur sowie ihrer Komplexität durch einen singulären „g factor“ (Jensen & Weng, 1994) der allgemeinen Intelligenz nur unzureichend repräsentiert (McArdle et al., 2002). Die verschiedenen Domänen der kognitiven Leistungsfähigkeit sind wiederum für verschiedene Mobilitätsleistungen unterschiedlich relevant und variieren daher auch hinsichtlich der Größe ihrer Zusammenhänge mit Mobilitätsleistungen sowie Aktivitätsarten (s. Kapitel 5). Daher ist es sinnvoll, sich – anders als in vielen bisherigen Untersuchungen – nicht auf ein globales kognitives Maß zu beschränken, sondern differentielle Indikatoren der kognitiven Leistungsfähigkeit einzusetzen, um einzelne, spezifische Zusammenhänge mit Mobilitäts- und Aktivitätsparametern beschreiben zu können. Auch eine Trennung in kristalline und fluide Intelligenzanteile ist vor diesem Hintergrund noch zu wenig fein aufgelöst, vielmehr sollen kognitive Bereiche unterschieden werden, die in der neuropsychologischen Diagnostik von Bedeutung sind

(etwa exekutive Funktionen; Royall et al., 2002) und die gemäß bisheriger Forschungsergebnisse im Zusammenhang mit Aspekten des außerhäuslichen Verhaltens stehen.

Zu diesen spezifischen Funktionen der kognitiven Leistung zählen etwa die *exekutiven Funktionen*, die bereits wiederholt im Zusammenhang mit Mobilität (Ble et al., 2005; Hausdorff et al., 2005; Holtzer et al., 2007; Holtzer et al., 2006) sowie Aktivität (Colcombe & Kramer, 2003; Lövdén, Ghisletta & Lindenberger, 2005) untersucht worden sind: Offenbar, so implizieren bisherige Studienergebnisse, sind sie bedeutsam für motorische Vorgänge und gleichzeitig durch bestimmte Aktivitätsformen, insbesondere physische Tätigkeiten (Colcombe & Kramer, 2003; Eggermont et al., 2009), aber auch über kognitive Interventionen (Dahlin et al., 2008) steigerbar. Hinweise gibt es darüber hinaus auch darauf, dass sie von erheblicher Bedeutung für die Vorhersage von Komponenten der Alltagskompetenz und ihrer Veränderung (Cahn-Weiner et al., 2000; Farias et al., 2009; Johnson et al., 2007; Marshall et al., 2011; Royall et al., 2004, 2005) sowie sogar – neben anderen, primär non-verbale kognitiven Funktionen – von Mortalität sind (Royall, Chiodo, Mouton & Polk, 2007). Exekutive Funktionen dienen der Planung, Antizipation und Initiierung von Handlungen sowie der Hemmung von Informationen und Reaktionen und gelten als übergeordnete kognitive Funktionen (Tractenberg et al., 2010). Relativ konsistent lassen sich (negative) Altersunterschiede über verschiedene Operationalisierungen der exekutiven Funktionen hinweg aufzeigen (z. B. Ferrer-Caja, Crawford & Bryan, 2002; McCabe et al., 2010; Salthouse, Atkinson & Berish, 2003), es handelt sich bei dieser kognitiven Komponente also um ein altersvulnerables und primär fluides Maß, das hoch mit weiteren fluiden Intelligenzkomponenten wie schlussfolgerndem Denken und Wahrnehmungsgeschwindigkeit korreliert (Salthouse, 2005).

Einschränkungen im exekutiven Funktionsniveau spiegeln sich häufig in verstärkt routinemäßigem Handeln, reduzierter kognitiver Flexibilität sowie mangelnder Initiative und Aktivität (Grigsby, Kaye & Robbins, 1995) wider. Die Erfassung exekutiver Funktionen erfolgt hier – wie in anderen Untersuchungen auch (z. B. Ble et al., 2005; Holtzer et al., 2007; Holtzer et al., 2006; Johnson et al., 2007; Marshall et al., 2011) – mit den in der CERAD-Testbatterie integrierten Trail Making Tests A und B (Spreeen & Strauss, 1991), die zudem auch als Marker der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit bzw. der kognitiven Komplexität (Barth, Schönknecht, Pantel & Schröder, 2005) gelten.

Das *episodische Gedächtnis*, das als „altersvulnerabel“ gilt, also altersassoziierte Rückgänge aufweist (Schäfer & Bäckman, 2007; Zelinski & Burnight, 1997), soll ebenfalls als kognitiver Indikator berücksichtigt werden. Es erfordert das Lernen und Erinnern von Geschichten, Wörtern oder Bildern, was älteren Menschen (und offenbar insbesondere denjenigen Personen, die sich in präklinischen Demenzstadien befinden; s. Bäckman, Small & Fratiglioni, 2001; Lövdén, Bergman et al., 2005; Small, Herlitz, Fratiglioni, Almkvist & Bäckman, 1997) auch gemäß subjektiver Auskünfte häufig schwerer fällt (Craik, F. I., 2000). Dies gilt jedoch nicht für das Wiedererkennen von eingepprägten Inhalten, das verschiedenen Altersgruppen in der Regel gleich gut gelingt (Craik, F. I. & McDowd, 1987; Zelinski & Burnight, 1997). Zudem profitieren auch ältere Menschen von Gedächtnisstrainings (z. B. Brehmer et al., 2008) sowie von Hilfestellungen wie zusätzlichen Kontextinformationen oder Hinweisreizen, mit denen eine Steigerung der episodischen Gedächtnisleistung erzielt werden kann (Aebi, 2002).

Eine Untersuchung von McCabe, Roediger, McDaniel, Balota und Hambrick (2010) legt nahe, dass die beschriebenen negativen Alterseffekte auf die episodische Gedächtnisleistung durch weitere altersvulnerable kognitive Ressourcen wie exekutive Funktionen (vgl. Troyer, Graves & Cullum, 1994) und die Arbeitsgedächtnisleistung mediiert werden. Weitere Untersuchungen zeigen auf, dass es offenbar Geschlechterunterschiede zugunsten von Frauen in der episodischen Gedächtnisleistung gibt. Diese betreffen jedoch nur den Leistungs-„Level“, nicht aber das Ausmaß altersassoziierte Rückgänge (Aartsen et al., 2004; Barnes et al., 2003), die für Männer und Frauen nicht unterschiedlich ausfallen.

Inwieweit die episodische Gedächtnisleistung mit außerhäuslicher Mobilität sowie Aktivität zusammenhängt, ist bislang selten untersucht worden. Was Maße des Gehens wie die Gehgeschwindigkeit betrifft, sind offenbar andere kognitive (und auch nonkognitive) Korrelate von größerer Bedeutung als das episodische Gedächtnis (Hausdorff et al., 2005; Holtzer et al., 2006). Hinsichtlich der Aktivitäten ist zu erwarten, dass zumindest kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten eine bessere episodische Gedächtnisleistung mit sich bringen, da diese ja auch im höheren Lebensalter interventionsbasiert steigerbar ist (s. Brehmer et al., 2008). Operationalisiert wird die episodische Gedächtnisleistung hier über die Tests „Logisches Gedächtnis“ I und II aus der Wechsler Memory Scale (WMS-R; Härting et al., 2000) sowie über die Tests „Wortliste Gedächtnis unmittelbar“ und „Wortliste Abrufen“ aus der CERAD-Testbatterie.

Schließlich ist als wichtiger kognitiver Parameter noch das *Arbeitsgedächtnis* zu nennen, das für die kurzfristige Einspeicherung, aktive Verarbeitung und Manipulation sowie für den Abruf von Informationen relevant ist, eine begrenzte Kapazität aufweist und üblicherweise gesondert zu anderen Gedächtniskomponenten betrachtet wird (Schäfer & Bäckman, 2007). Auch hier soll das Arbeitsgedächtnis daher als selbständiges Maß berücksichtigt werden. Die Arbeitsgedächtnisleistung steht in einem engen Zusammenhang mit fluiden Intelligenzmaßen (Conway, Cowan, Bunting, Theriault & Minkoff, 2002; Engle, Tuholski, Laughlin & Conway, 1999; Kane et al., 2004; Salthouse & Pink, 2008; Shelton, Elliott, Matthews, Hill & Gouvier, 2010; Yuan, Steedle, Shavelson, Alonzo & Oppezzo, 2006) und auch mit globalen Intelligenzfaktoren (Ackerman, Beier & Boyle, 2005; Conway, Kane & Engle, 2003; Oberauer, Schulze, Wilhelm & Süß, 2005). Dokumentiert sind – ähnlich wie für die fluide Intelligenz allgemein (s. Kapitel 2.1) – (deutliche) altersbezogene Rückgänge in der Arbeitsgedächtnisleistung, deren Ausmaß abhängig ist von der Komplexität der jeweiligen Aufgabe (Aebi, 2002). Ebenso werden – zumindest vereinzelt – Bezüge von Arbeitsgedächtnisindikatoren zu Mobilität und Aktivität berichtet (Colcombe & Kramer, 2003; Weuve et al., 2004). Erfasst wird die Arbeitsgedächtnisleistung hier über die beiden Zahlenspannen-Tests (Zahlennachsprechen vorwärts, Zahlennachsprechen rückwärts) aus der Wechsler Memory Scale (WMS-R; Härting et al., 2000).

Insgesamt sollen also acht kognitive Indikatoren, die den drei übergeordneten kognitiven Konstrukten exekutive Funktionen, episodisches Gedächtnis sowie Arbeitsgedächtnisleistung angehören, in die Analysen integriert werden, um umfassende und differenzierte Aussagen zu Kognitions-Mobilitäts- sowie Kognitions-Aktivitäts-Zusammenhängen ableiten zu können. Auf diese Weise können auch Unterschiede in der Größe der kognitiven Zusammenhänge mit Mobilität und Aktivität in Abhängigkeit der betrachteten kognitiven Domäne sichtbar gemacht werden, und es kann differenziert beurteilt werden, welche kognitiven Funktionen besonders „mobilitätsrelevant“ sind bzw. besonders eng mit Indikatoren außerhäuslicher Aktivität zusammenhängen.

6.2 Modellaspekte 2: Dimensionen außerhäuslichen Verhaltens

Um das multidimensionale Konstrukt des außerhäuslichen Verhaltens angemessen abzubilden und nicht nur – wie etwa Webber et al. (2010) in Bezug auf den bisherigen Forschungsstand kritisieren – einzelne spezifische Aspekte zu beleuchten, ist es notwendig, diese

jeweils auf Basis verschiedener Indikatoren zu erfassen. Dies gilt gleichermaßen für die beiden „Subdimensionen“ außerhäuslichen Verhaltens, Mobilität und Aktivität, deren Unterscheidung bereits eingeführt wurde und die jeweils in verschiedene inhaltliche Bereiche differenzierbar sind.

6.2.1 Dimensionen außerhäuslicher Mobilität

Außerhäusliche Mobilität wird als multidimensionales Konstrukt verstanden (Patla & Shumway-Cook, 1999; Webber et al., 2010) und sollte auch entsprechend über mehrere Indikatoren operationalisiert werden. Metz (2000) etwa schlägt vor, bei der Operationalisierung von Mobilität Komponenten wie die außer Haus verbrachte Zeit, Zeitannteile, in denen zu Fuß gegangen oder Fahrrad gefahren wird, sowie die mit sozialen Aktivitäten verbrachte Zeit einzuschließen. In dieser Untersuchung werden einige dieser Komponenten aufgegriffen und verschiedenen Dimensionen zugeordnet. Konkret sollen drei Mobilitätsdimensionen fokussiert werden, die im Folgenden genauer beschrieben werden:

Zu den Indikatoren für „globale Mobilität“ zählen die Zeit, die ein Teilnehmer durchschnittlich pro Tag außer Haus verbringt, sowie die Zahl der Orte („Nodes“), die er im Durchschnitt pro Tag aufsucht. Diese Mobilitätsdimension ist in ihrer Gesamtheit relativ unspezifisch: So sind etwa die an den verschiedenen aufgesuchten Orten/Nodes ausgeübten „inhaltlichen“ Aktivitäten unberücksichtigt, da ja nur die Zahl dieser Orte aufsummiert wird und somit eine rein quantitative Betrachtung vorliegt. Die außer Haus verbrachte Zeit als weiterer Indikator kann ebenso mit ganz unterschiedlichen Mobilitätsleistungen und Aktivitäten ausgefüllt sein und impliziert keineswegs nur in Bewegung verbrachte, „aktive“ Zeit. Erwartbar – und auch im Einklang mit empirischen Befunden (Horgas et al., 1998) – ist aber dennoch, dass es sich zumindest um einen „alterssensitiven“ Indikator handelt: Im Durchschnitt wird mit zunehmendem Alter weniger Zeit außer Haus verbracht, was sich auch in einer geringeren Zahl aufgesuchter Orte widerspiegeln sollte. Die zwei Indikatoren stellen somit eine eher „grobe“, aber auch basale Annäherung an das Mobilitätskonstrukt dar.

Eine weitere Mobilitätsdimension bilden „Aktionsradius-“ bzw. „Entfernungsmasse“: So variieren Mobilitätsleistungen älterer Erwachsener auch in Bezug darauf, wie groß ihr Aktionsradius bzw. ihr „Lebensraum“ (s. Life Space Questionnaire, Stalvey et al., 1999) ist, d. h. wie weit sie sich üblicherweise von ihrem Zuhause entfernen. Föbker und Grotz (2006) ermittelten etwa im Rahmen der „FRAME“-Studie („Freizeitmobilität Älterer Menschen“) mit älteren Erwachsenen im Alter von 60 Jahren und darüber, dass sich vor

allein die „alten Alten“ (d.h. die über 75-Jährigen) primär im Nahbereich aufhalten, deutlich geringere Distanzen pro Jahr zurücklegen im Vergleich zu den „jungen Alten“ und zudem die Mehrheit ihrer Spaziergänge (88%) in der unmittelbaren Nachbarschaft unternehmen. Diskutiert wird aufgrund empirisch bestehender Zusammenhänge von Entfernungsmaßen wie dem Lebensraum bzw. dem Aktionsradius mit Alltagskompetenz (Peel et al., 2005) und „Disability“-Maßen, ob sich diese gar als Gesundheitsindikatoren konzeptualisieren lassen (Barnes et al., 2007). Tatsächlich scheinen, wie eine längsschnittliche Studie nahelegt, Einschränkungen im Lebensraum/Aktionsradius prädiktiv für kognitive Rückgänge sowie für das Demenz- und MCI-Risiko zu sein (James, Boyle, Buchman, Barnes & Bennett, 2011). Bei älteren Frauen stellt ein verringerter Aktionsradius zudem einen Risikofaktor für das Auftreten des „Frailty-Syndroms“ dar (Xue et al., 2007). Insofern handelt es sich bei entfernungsbasierten Mobilitätsmaßen – besonders bei dem „Lebensraum“ – offenbar um ein bedeutsames und aussagekräftiges Konstrukt, weswegen sie auch in diese Untersuchung integriert werden: Als entsprechende Maße, die bisherigen Lebensraum-Konzeptualisierungen und Operationalisierungen ähnlich sind, werden hier die mittlere sowie maximale Entfernung jedes Teilnehmers von Zuhause über den Messzeitraum verwendet. Bisherige Untersuchungsbefunde zeigen auf, dass derartige Aktionsradius-Maße mit Maßen der „allgemeinen“ kognitiven Leistungsfähigkeit, basiert auf kognitiven Screening-Instrumenten, korrelieren (Barnes et al., 2007; O'Connor, Hudak & Edwards, 2011; Stalvey et al., 1999). Wie jedoch Zusammenhänge dieser Aktionsradius-Indikatoren mit spezifischen kognitiven Funktionen ausfallen, ist bislang empirisch weitgehend unklar.

Schließlich gehört zu einem umfassenden Verständnis von Mobilität auch eine Integration „*physischer*“ bzw. *gehbasierter Mobilitätsmaße*: So wird Mobilität in der Empirie (Berg, Wood-Dauphinee & Williams, 1992; Tinetti, 1986) häufig über physische Tests operationalisiert (s. Kapitel 4.1.2), die Funktionen wie Gang und Gleichgewicht abprüfen. Häufig werden als Mobilitäts- bzw. physische Aktivitätsleistung auch die Parameter des Gehens (Abbott et al., 2004; Prohaska et al., 2009; Weuve et al., 2004; Yaffe, Barnes, Nevitt, Lui & Covinsky, 2001) wie die Gehgeschwindigkeit herangezogen, die bei älteren Personen üblicherweise zurückgeht (z. B. Abreu & Caldas, 2008; Cunningham et al., 1982; Graham, Ostir, Kuo et al., 2008; Steffen et al., 2002). Die – meist im Laborsetting erfasste – Gehgeschwindigkeit ist zudem auch prädiktiv für Einbußen der Mobilität (Chang et al., 2004; Simonsick et al., 2008) sowie für weitere aversive Ereignisse wie Institutionalisierung/Hospitalisierung, Stürze, Pflegebedarf bis hin zu Mortalität (Cesari et al., 2005; Kuo,

Leveille, Yu & Milberg, 2007; Montero-Odasso et al., 2005; Studenski et al., 2011; von Bonsdorff et al., 2006; Waite et al., 2005). Die Mortalität wie auch die Inzidenz von Beeinträchtigungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens können bei älteren Erwachsenen auf der Grundlage von Gehgeschwindigkeitsmaßen sogar besser vorhergesagt werden als über andere physische Marker (Shinkai et al., 2000). Zudem können auf Basis der Gehgeschwindigkeit gemeinsam auftretende physische und kognitive Rückgänge bei älteren Erwachsenen prädiziert werden (Atkinson et al., 2005). Daher scheint es sich bei der Gehgeschwindigkeit um einen wichtigen Gesundheitsmarker von diagnostischer Relevanz zu handeln, der die allgemeine Vitalität sowie die physiologische Reserve indiziert und auf dessen Grundlage Personen identifiziert werden können, die ein erhöhtes Risiko funktionaler Rückgänge und aversiver gesundheitsbezogener Ereignisse aufweisen (Cesari, 2011; Studenski, 2009).

May, Nayak und Isaacs (1985) ermittelten darüber hinaus enge Zusammenhänge zwischen Gehgeschwindigkeit und Selbstauskünften zur eigenen Mobilität ($r = .79$) bei älteren Erwachsenen, was – ähnlich wie einige längsschnittliche Untersuchungsergebnisse (Chang et al., 2004; Simonsick et al., 2008) – dafür spricht, dass eine gewisse Gehgeschwindigkeit notwendig ist, um eine intakte Mobilität sowie einen weitgehend uneingeschränkten Aktionsradius zu gewährleisten. In einer Studie von Chang et al. (2004) etwa waren diejenigen Studienteilnehmer, deren Gehgeschwindigkeit 3.6 km/h oder mehr betrug, überwiegend uneingeschränkt in ihrer Mobilität, während eine Gehgeschwindigkeit von unter 1.8 km/h mit einem erhöhten Risiko reduzierter Mobilität (im Sinne eines eingeschränkten Aktionsradius) verbunden war.

Hier soll die auf Geleistungen abzielende Mobilitätskomponente daher ebenfalls u. a. auf Basis der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit der Studienteilnehmer abgebildet werden. Als weitere Komponente wird der Zahl der von ihnen zurückgelegten Fußwege integriert, denn Gehen ist bei älteren Personen – auch solchen, die ansonsten wenig aktiv sind – eine populäre und häufig berichtete physische Freizeitaktivität (Li, F., Fisher, Brownson & Bosworth, 2005). Empirische Evidenz gibt es dafür, dass die Fähigkeit, Wege zu Fuß zurückzulegen, und auch die Häufigkeit von Fußwegen das Risiko von Mobilitätsverlust vorhersagen können (Chang et al., 2004) und somit offensichtlich konzeptuell wie empirisch in enger Verbindung mit dem Konstrukt der außerhäuslichen Mobilität stehen.

Als weitere Indikatoren der Gehleistungen werden, um ein möglichst umfassendes Bild der Gehaktivität zu erhalten, die durchschnittliche Länge von zu Fuß zurückgelegten Strecken sowie die mittlere Dauer der zu Fuß gegangenen Strecken berücksichtigt.

Das Konstrukt der außerhäuslichen Mobilität, das sicherlich nur unzureichend mit einem einzelnen Maß operationalisiert werden kann (Webber et al., 2010), soll also in der nachfolgenden Untersuchung auf Basis der drei genannten Dimensionen abgebildet und beschrieben werden: globale Mobilität, Aktionsradius-/Entfernungsmaße sowie physische/gehbezogene Mobilitätsmaße. Diese Berücksichtigung verschiedener Dimensionen und Indikatoren soll sicherstellen, dass die Mobilität der Studienteilnehmer möglichst genau, umfassend und facettenreich abgebildet wird. Außerdem ist in Bezug auf die Fragestellung zu den Kognitions-Mobilitäts-Zusammenhängen auf Basis der bisherigen Befunde (s. Kapitel 5.1) anzunehmen, dass diese Dimensionen differentielle Bezüge zur kognitiven Leistungsfähigkeit aufweisen, was unerkannt bleibt, wenn nur ein Mobilitätsindikator operationalisiert oder eine Art „Summenscore“ aus mehreren verschiedenen Indikatoren gebildet wird. Deshalb soll die beschriebene konzeptuelle Trennung in verschiedene Mobilitätskomponenten in den empirischen Analysen auch aufrechterhalten und auf die Bildung eines summativen Mobilitätsmaßes verzichtet werden.

6.2.2 Dimensionen der außerhäuslichen Aktivität

Ähnlich wie mit dem Konstrukt der außerhäuslichen Mobilität verhält es sich mit den Maßen der Aktivität: Auch hier gibt es eine große Vielfalt an Operationalisierungsmöglichkeiten. In zahlreichen empirischen Arbeiten wurde ein übergeordnetes Aktivitätsmaß gebildet, das ganz unterschiedliche inhaltliche Aktivitätsarten integriert (z. B. Mackinnon et al., 2003; Scarmeas, Levy, Tang, Manly & Stern, 2001).

Um jedoch – in Analogie zum multidimensionalen Verständnis der außerhäuslichen Mobilität – auch hinsichtlich des Aktivitätskonstrukts eine Aussage darüber treffen zu können, welche singulären Aktivitäten bzw. Aktivitätsarten aus einem derartigen Aggregat besonders eng mit verschiedenen kognitiven Indikatoren zusammenhängen, ist eine Aufteilung in verschiedene Aktivitätsbereiche sinnvoll. Horgas et al. (1998) ermittelten etwa, dass ältere Erwachsene durchschnittlich 13 verschiedene Aktivitäten pro Tag ausüben, was die offenbar auch im Alter weiterhin bestehende Diversität ausgeübter Aktivitäten aufzeigt und deren empirische Berücksichtigung erfordert.

In Anlehnung an bisherige Forschungsansätze werden, wie bereits dargestellt (Kapitel 5.2.1), daher in dieser Untersuchung zwei Aktivitätskategorien, nämlich die Anzahl ausgeübter physisch (Clarkson-Smith & Hartley, 1989, 1990; Colcombe & Kramer, 2003; Weuve et al., 2004) sowie kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten (Vinkers et al., 2003; Wilson, Barnes et al., 2003; Wilson & Bennett, 2003; Wilson, Mendes de Leon et al., 2002) unterschieden und ihre Bezüge zu Maßen der kognitiven Leistungsfähigkeit analysiert. Diese beiden Aktivitätsarten werden von älteren Erwachsenen häufig und regelmäßig ausgeübt (Baltes, M. M. et al., 1990) und sind empirisch bereits mehrfach – auch im Rahmen von Interventionsstudien – mit kognitiven Maßen in Verbindung gebracht worden (für eine Zusammenstellung von Befunden s. Hertzog et al., 2008; Kruse, 2007).

6.3 Hypothesen

Auf der Grundlage der postulierten Mobilitätsdimensionen sowie der fokussierten Aktivitätsarten lassen sich – gestützt auf bisherige Forschungsarbeiten (s. Kapitel 5 und 5.2) sowie theoretischen Überlegungen – konkrete Hypothesen zum Zusammenhang jeder einzelnen Mobilitäts-Dimension bzw. Aktivitäts-Komponente mit den spezifischen kognitiven Indikatoren ableiten, die über die globale Betrachtung je eines übergeordneten Mobilitäts- und kognitiven Maßes hinausgehen und die in den Abbildungen 2 und 3 illustriert sind.

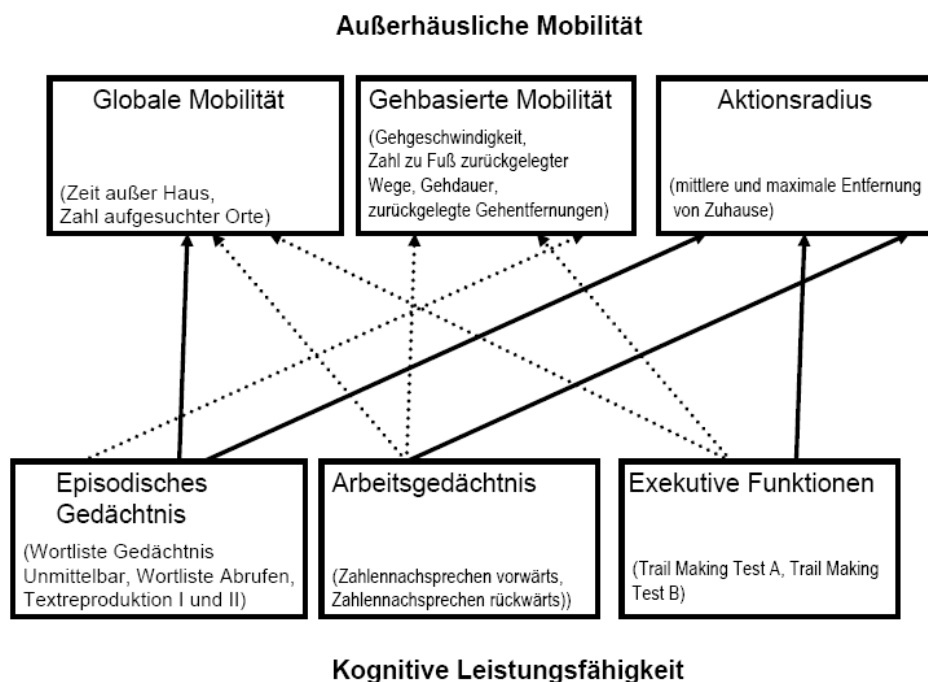


Abbildung 2: Integratives Modell zu kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität im Alter.

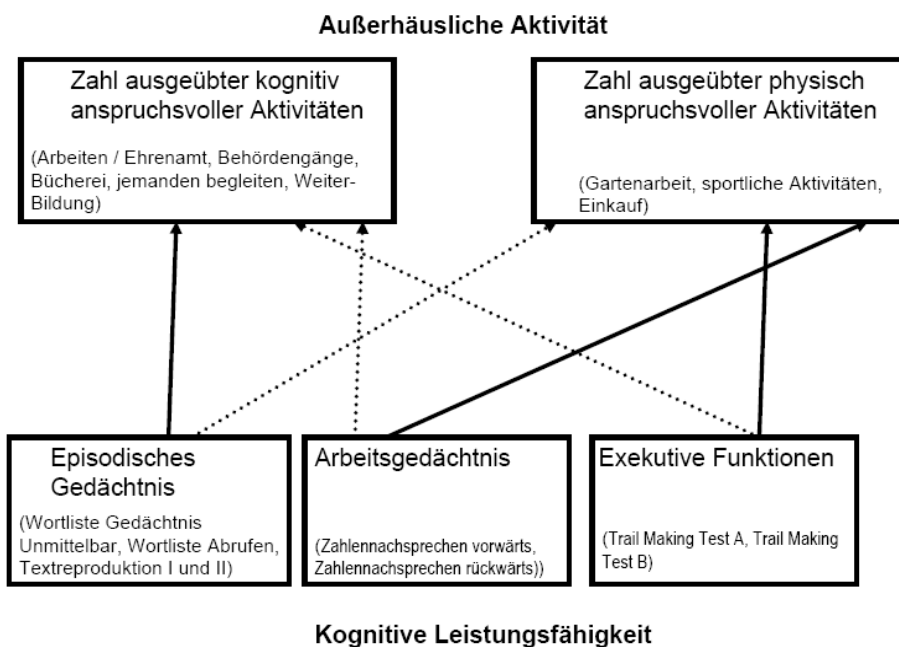


Abbildung 3: Integratives Modell zu kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Aktivität im Alter

Der Zusammenhang zwischen Mobilität/Aktivität und kognitiver Leistungsfähigkeit soll also in einer möglichst „feinen Auflösung“ betrachtet und hypothesengetrieben sowie bereichsspezifisch analysiert werden. Erwartet wird, dass der Zusammenhang der jeweiligen Mobilitäts- (bzw. Aktivitäts-)Komponente mit kognitiven Maßen in Abhängigkeit ihrer Komplexität variiert:

1. Kognitive Leistungsfähigkeit und „globale Mobilität“:

Als Determinanten der außer Haus verbrachten Zeit und der Zahl der aufgesuchten Orte etwa sind letztlich sehr viele Faktoren denkbar, darunter besonders gesundheitliche. Auch das Lebensalter spielt vermutlich eine Rolle: Personen, die noch einer Berufstätigkeit nachgehen, sollten etwa im Durchschnitt mehr Zeit außer Haus verbringen als Rentner. Zusätzlich ist aber auch ein eigenständiger Einfluss der kognitiven Leistung auf die „globale Mobilität“ zu erwarten: Das „Gestalten“ von Zeit außer Haus sowie das Aufsuchen (und Auffinden) von Orten erfordert vermutlich kognitive, insbesondere gedächtnisbezogene Ressourcen, da beispielsweise Wegstrecken abgespeichert und erinnert werden müssen.

Hypothese 1: Bei Kontrolle von Drittvariablen (Alter, Geschlecht, Bildung, Gesundheit) fallen von den Effekten der kognitiven Faktoren diejenigen der episodischen Gedächtnisleistung als Prädiktor für die Indikatoren der „globalen Mobilität“ am deutlichsten aus.

2. Kognitive Leistungsfähigkeit und Maße des Aktionsradius:

Ähnlich wie für die „globale Mobilität“ gilt auch für die Maße des Aktionsradius, dass diese von vielen nicht-kognitiven Prädiktoren beeinflusst werden: Auch hier sind gesundheitliche Faktoren (Murata et al., 2006) zu berücksichtigen. Ebenfalls kontrolliert werden sollten wiederum das Lebensalter sowie das Geschlecht, da zu erwarten ist, dass sich der Aktionsradius mit zunehmendem Alter reduziert (Barnes et al., 2007; Föbker & Grotz, 2006; James et al., 2011; Murata et al., 2006; Peel et al., 2005; Xue et al., 2007) und zudem Frauen geringere Aktionsradien (Barnes et al., 2007; Murata et al., 2006) und allgemein häufiger Mobilitätseinschränkungen (Leveille et al., 2000) aufweisen. Zusätzlich könnte der Faktor Bildung (Barnes et al., 2007; James et al., 2011; Xue et al., 2007) Einfluss auf „Distanzmaße“ nehmen, da Bildung üblicherweise im Zusammenhang mit der Einkommenssitua-

tion steht und etwa das Unternehmen von Ausflügen oder Reisen gewisse finanzielle Ressourcen voraussetzt.

Nach Berücksichtigung all dieser Faktoren sollte ein substantieller „Restanteil“ an Varianz in den Aktionsradius-Maßen übrig bleiben, der sich über kognitive Indikatoren erklären lässt (vgl. Barnes et al., 2007; Crowe et al., 2003; James et al., 2011; O'Connor et al., 2011; Stalvey et al., 1999): So sollte das Zurücklegen von Entfernungen Anforderungen an verschiedene kognitive Funktionen stellen (episodisches Gedächtnis, Arbeitsgedächtnis, exekutive Funktionen), da gerade das Zurücklegen weiterer Strecken mental-exekutive Ressourcen wie Handlungsplanung und -initiierung sowie auch gedächtnisbezogene Leistungen wie das Einprägen von Routen erfordert.

Hypothese 2: Auch bei Kontrolle von Drittvariablen (Alter, Geschlecht, Bildung, Gesundheit) treten bedeutsame Zusammenhänge zwischen den kognitiven Faktoren und Aktionsradiusmaßen auf.

3. Kognitive Leistungsfähigkeit und „gehbasierter Mobilitätsmaße“:

Schon häufig konnte empirisch gezeigt werden, dass gehbasierte Mobilitätsmaße, etwa die Gehgeschwindigkeit als motorisches Maß, im Zusammenhang mit exekutiven Funktionen und dem „verwandten“ Konstrukt (McCabe et al., 2010) der Arbeitsgedächtnisleistung stehen (Ble et al., 2005; Hausdorff et al., 2005; Holtzer et al., 2007; Holtzer et al., 2006). In dieser Untersuchung werden die Gehgeschwindigkeit sowie alle weiteren „Gehparameter“ jedoch nicht – wie in anderen Studien – experimentell unter kontrollierten Bedingungen im Laborsetting erfasst, sondern in der natürlichen Alltagsumwelt der Studienteilnehmer. Insofern ist zu erwarten, dass Umgebungsvariablen Einfluss auf die gehbasierte Mobilität der Studienteilnehmer nehmen (vgl. Frank, Kerr, Chapman & Sallis, 2007; Li, F. et al., 2005; Wendel-Vos et al., 2008; Wirtz & Ried, 1992). Zu den weiteren relevanten Prädiktoren – insbesondere im Zusammenhang mit der Gehgeschwindigkeit – zählen Geschlecht (Bohannon, 1997; Bohannon et al., 1996; Himann et al., 1988; Öberg et al., 1993; Steffen et al., 2002; Waters et al., 1988; Wirtz & Ried, 1992), Alter (Abreu & Caldas, 2008; Himann et al., 1988; Steffen et al., 2002), Gesundheit (Bendall, Basse & Pearson, 1989) sowie Bildung (Abbott et al., 2004; Ble et al., 2005; Holtzer et al., 2006; Weuve et al., 2004; Yaffe et

al., 2001). Nach Berücksichtigung dieser Faktoren sind nur noch schwache Zusammenhänge der gehbasierten Mobilität als eher „disaggregierten“ Aspekt außerhäuslichen Verhaltens mit kognitiver Leistungsfähigkeit zu erwarten: Das alltägliche Gehen – sofern es, wie hier zu erwarten ist, vorwiegend in vertrauten Umgebungen stattfindet – basiert eher auf automatisierten Routineprozessen und ist daher nur wenig kognitiv herausfordernd.

Hypothese 3: Bei Kontrolle von Drittvariablen treten keine substanziellen Effekte der kognitiven Indikatoren als Prädiktoren für gehbezogene Mobilitätsmaße auf.

4. Kognitive Leistungsfähigkeit und Aktivitäten:

Wie bereits beschrieben, werden für die folgenden Analysen physische und kognitiv anspruchsvolle Tätigkeiten als gesonderte „Aktivitätsklassen“ betrachtet und analysiert. Diese Aktivitätsklassen repräsentieren, anders als etwa die gehbasierten Mobilitätsmaße, eine aggregierte Dimension außerhäuslichen Verhaltens, da mit ihnen inhaltliche außerhäusliche Aktivitäten erfasst werden, die auf Mobilitätsleistungen aufbauen (das Treffen von Freunden etwa setzt voraus, dass man sich zu dem entsprechenden Treffpunkt begibt) und komplexer als diese sind.

Welche kognitiven Maße besonders eng mit außerhäuslichen Aktivitäten zusammenhängen, sollte von der jeweils betrachteten Aktivitätsart abhängen: Studienergebnisse, die etwa aus der Interventionsforschung stammen (Allmer, 2005; Colcombe & Kramer, 2003; Cotman & Berchtold, 2002), berichten substanzielle Zusammenhänge zwischen *physisch anspruchsvollen Aktivitäten* und exekutiven Funktionen sowie der Arbeitsgedächtnisleistung. Schwieriger ist die Verortung der Effekte von *kognitiv anspruchsvollen Aktivitäten*, da deren Wirkung vermutlich auch von der spezifischeren Aktivitätsart abhängt. Anzunehmen ist jedoch, dass neben der allgemeinen kognitiven Leistungsfähigkeit (Vinkers et al., 2003; Wilson, Bennett et al., 2002) insbesondere allgemeine (episodische) Gedächtnisleistungen (Bosma, van Boxtel, Ponds, Houx & Jolles, 2003; Wilson, Barnes et al., 2003) mit dieser Aktivitätsart assoziiert sind.

Hypothese 4: Das Ausüben physisch anspruchsvoller Aktivitäten steht im positiven Zusammenhang mit der kognitiven Leistungsfähigkeit, speziell mit exekutiven Funktionen und mit der Arbeitsgedächtnisleistung. Kognitiv fordernde Aktivitäten hängen

mit Gedächtnisleistungen (episodisches Gedächtnis) positiv zusammen. Diese beschriebenen Zusammenhänge bleiben auch bei Kontrolle von Drittvariablen bestehen.

Explorativ und nicht hypothesengestützt wird zudem untersucht, ob intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität in einem systematischen Zusammenhang mit kognitiver Leistung stehen. Dazu werden die Mobilitäts-Fluktuationen der Studienteilnehmer, die sich über den bis zu vier Wochen langen Trackingzeitraum manifestieren, in Beziehung zu verschiedenen kognitiven Indikatoren gesetzt (s. Kapitel 18).

Schließlich soll – ebenfalls auf explorativer Basis – die Gruppe der kognitiv Unbeeinträchtigten mit der Stichprobe der leicht kognitiv Beeinträchtigten hinsichtlich ihrer Zusammenhänge zwischen außerhäuslichem Verhalten und kognitiver Leistungsfähigkeit verglichen werden. Ausgehend von den beschriebenen, überwiegend auf kognitiv gesunden Stichproben gestützten Befunden, dass Leistungen der Mobilität, etwa Gehgeschwindigkeit (Ble et al., 2005; Holtzer et al., 2006) oder der Aktionsradius im Alter (Barnes et al., 2007; Crowe et al., 2008; Stalvey et al., 1999), mit kognitiven Indikatoren zusammenhängen, ist zu erwarten, dass diese Zusammenhänge auch in der Stichprobe leicht kognitiv Beeinträchtigter auftreten. Gerade im Zusammenhang mit kognitiver Beeinträchtigung wurde bereits festgestellt, dass Rückgänge im Aktionsradius sowie im Aktivitätsniveau auftreten (Crowe et al., 2008; Peel et al., 2005; Prohaska et al., 2009). Möglicherweise fallen diese Mobilitäts-Kognitions-Zusammenhänge mit dem Auftreten kognitiver Beeinträchtigungen stärker aus, da mit dem Nachlassen kognitiver Ressourcen vormals wenig mental fordernde Tätigkeiten wie Gehen nun höhere kognitive Anforderungen stellen. Umgekehrt könnte eine allgemeine Reduktion außerhäuslicher Aktivitäten bei den leicht kognitiven Beeinträchtigten dazu führen, dass eine geringere interindividuelle Variabilität im Aktivitäts-Engagement, also ein im Mittel niedrigeres Aktivitätslevel, auftritt und zu geringeren Zusammenhängen dieser außerhäuslichen Aktivität mit kognitiver Leistung als bei kognitiv Gesunden führt.

Methode

Die Daten für diese Untersuchung stammen aus dem in der Abteilung für Psychologische Altersforschung am Psychologischen Institut der Universität Heidelberg durchgeführten und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie der DFG geförderten Forschungsprojekt „SenTra“ (Senior Tracking). Beteiligt an „SenTra“ sind die Disziplinen Geographie, Medizin, Gerontologie und Psychologie (Oswald, F. et al., 2010; Shoval et al., 2008). In diesem interdisziplinären und internationalen Projekt wird die alltägliche Außerhaus-Mobilität älterer Menschen parallel in Deutschland sowie in Israel auf Basis von GPS-Ortungsverfahren über einen Zeitraum von vier Wochen untersucht. Erhoben werden neben den GPS-basierten Mobilitätsmaßen auch soziostrukturelle und kognitive Variablen (u. a. die neuropsychologische CERAD-Testbatterie) sowie Maße der freizeithlichen Aktivitäten, des subjektiven Wohlbefindens sowie der Gesundheit (für eine ausführliche Beschreibung des Forschungsprojekts s. Oswald, F. et al., 2010; Shoval et al., 2008). In diesem Kapitel werden einige Charakteristika der Stichprobe und ihre Gewinnung, die eingesetzten Maße sowie der Untersuchungsablauf beschrieben.

7 Stichprobe

Teilnehmer der SenTra-Studie waren ältere Erwachsene ohne kognitive Beeinträchtigungen sowie Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung und mit Demenzerkrankungen. Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich die „kognitiv Gesunden“ sowie – in einem weiteren Schritt – leicht kognitiv Beeinträchtigte, nicht aber Personen mit Demenz, einbezogen wurden, werden im Folgenden auch nur diese Stichprobengruppen sowie die Modalitäten ihrer Rekrutierung beschrieben.

Die Adressen potentieller Studienteilnehmer ohne kognitive Beeinträchtigung wurden über Zufallsziehungen der Einwohnermeldeämter Heidelberg und Mannheim gewonnen. Einschlusskriterium war der Altersbereich von 60 bis 84 Jahren, zudem wurden nur Personen ausgewählt, die selbständig lebten, also nicht in institutionellen Einrichtungen wie Pflegeheimen untergebracht waren. Von der Studienteilnahme ausgeschlossen wurden zudem Personen, die nicht in der Lage waren, selbständig und ohne Hilfe zu gehen und somit erhebliche Mobilitätsbeeinträchtigungen aufwiesen. Personen ($n = 9$), deren Leistung in den durchgeführten kognitiven Tests nicht durchgehend maximal eine Standardabweichung unter den entsprechenden Norm-Mittelwerten lag, wurden ebenfalls nicht in der Gruppe der kognitiv Unbeeinträchtigten berücksichtigt, sondern der Gruppe der leicht kognitiv Beeinträchtigten zugeordnet.

Zunächst wurden die zufällig ausgewählten Personen in einem Schreiben über die Studieninhalte und -ziele informiert und später telefonisch gefragt, ob Interesse an einer Teilnahme besteht. Gegebenenfalls wurde dann ein Interviewtermin ausgemacht. Personen, die während des Telefonats angaben, unter Gehbeeinträchtigungen oder einer schweren Erkrankung zu leiden, wurden von der Studienteilnahme ausgeschlossen.

Die für die folgenden Analysen resultierende Stichprobe besteht aus 100 kognitiv unbeeinträchtigten Studienteilnehmern (59 Männer, 41 Frauen), die erweiterte Stichprobe (unter Einschluss der Personen mit MCI) aus 137 Individuen (77 Männer, 60 Frauen). Allerdings stehen nicht für alle Studienteilnehmer GPS-basierte Mobilitätsmaße zur Verfügung, da vereinzelt technische Probleme aufgetreten sind. Diese „GPS-Maße“ fehlen daher komplett für eine kognitiv unbeeinträchtigte Person sowie für vier Personen mit MCI.

Tabelle 1 bildet die soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Maße der Studienteilnehmer ab. Der Altersrange der Teilnehmer liegt zwischen 61 und 81 Jahren ($M = 70.8$, $SD = 4.1$). Offensichtlich liegt eine hinsichtlich Bildung und Gesundheit positiv selektive Stichprobe vor, wie die im Mittel recht hohen Ausprägungen in Jahren an schulischer und beruflicher Ausbildung ($M = 14.7$ Jahre, $SD = 4.4$ Jahre) sowie in der auf Grundlage des SF-36 (Bullinger & Kirchberger, 1998) selbstbewerteten körperlichen Funktionsfähigkeit ($M = 86.0$, $SD = 13.8$, bei einem maximal möglichen Wert von 100) deutlich machen. Gerade was die körperliche Funktionsfähigkeit betrifft, liegen die Normwerte für 61- bis 70-Jährige ($M = 75.95$, $SD = 22.59$) sowie für Personen über 70 Jahre ($M = 58.59$, $SD = 27.44$), wie sie Bullinger und Kirchberger (1998) berichten, eine halbe bis über eine ganze Standardabweichung unter den für diese Stichprobe ermittelten Mittelwerten, was die hinsichtlich gesundheitlicher Maße vorliegende Stichprobenselektivität aufzeigt. Diese sollte daher auch bei der Interpretation der folgenden Ergebnisse berücksichtigt werden. Positiv selektiv ist die Stichprobe auch hinsichtlich einiger kognitiver Maße (mit Ausnahme der Trail Making Tests, in denen die Leistungen der Stichprobe – wenn auch geringfügig – unter denen der Normstichproben liegen), wie in Kapitel 11 noch ausführlicher berichtet wird.

Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung (Kognitiv Unbeeinträchtigte, $n = 100$)

Variable	N	Mittelwert	Standardabweichung	Range
Alter (Jahre)	100	70.8	4.1	61-81
Geschlecht (n, %)				
männlich	59 (59%)			
weiblich	41 (41%)			
Bildung (Jahre)	100	14.7	4.4	2-26
Körperliche Funktionsfähigkeit (0-100)	99	86.0	13.8	35-100

Für den zweiten Teil der Datenauswertung werden zudem 37 Studienteilnehmer mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (s. Tabelle 2) berücksichtigt. Diese wurden durch Kooperation mit der Gedächtnisambulanz Heidelberg sowie dem Zentralinstitut für Seelische Gesundheit Mannheim identifiziert. Dort fanden auch umfassende medizinische, neuropsychologische sowie neuropsychiatrische Untersuchungen statt. Die Diagnose einer leichten kognitiven Beeinträchtigung wurde vergeben, wenn die Kriterien gemäß des Konzepts des „aging-associated cognitive decline“ (Levy, 1994) bzw. die „revised Mayo criteria for MCI“ (Winblad et al., 2004) erfüllt waren (vgl. Kapitel 2.4).

Tabelle 2: Stichprobenbeschreibung (Personen mit MCI, n = 37)

Variable	N	Mittelwert	Standardabweichung	Range
Alter (Jahre)	37	70.4	6.0	59-80
Geschlecht (n, %)				
männlich	18 (48.7%)			
weiblich	19 51.3%)			
Bildung (Jahre)	37	13.6	4.4	4-23
Körperliche Funktionsfähigkeit				
(0-100)	37	81.7	17.1	35-100

Vergleicht man die Gruppe der kognitiv Gesunden mit der MCI-Substichprobe hinsichtlich der in den Tabellen 1 und 2 aufgeführten Variablen, so treten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Alter, Bildung, körperlicher Funktionsfähigkeit sowie der Geschlechterverteilung auf, was für die – aus soziodemographischer und gesundheitlicher Sicht – Homogenität beider Stichprobengruppen spricht.

Tabelle 3: Interkorrelationen der soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen (n = 100)

Variable	Alter	Geschlecht	Bildung	Körperliche Funktionsfähigkeit
Alter		-.27**	-.13	-.32**
Geschlecht ^a	-.27		-.12	-.01
Bildung	.18	-.26		.19(*)
Körperliche Funktionsfähigkeit	.05	-.09	.18	

Anmerkungen.

Über der Diagonalen stehen die Interkorrelationen für die Gruppe der kognitiv Gesunden, darunter die der Personengruppe mit MCI.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a 0 = männlich, 1 = weiblich

Was die Interkorrelationen zwischen den soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen betrifft (s. Tabelle 3), tritt in der Gruppe der kognitive Gesunden erwartungsgemäß eine signifikant negative Korrelationen zwischen Alter und Gesundheit auf ($r = -.32$, $p < .01$): Ältere Studienteilnehmer berichten über eine schlechtere körperliche Funktionsfähigkeit im Vergleich zu Jüngeren. Zudem scheinen in dieser Gruppe die Männer tendenziell älter zu sein ($r_{\text{Alter-Geschlecht}} = -.27$, $p < .01$). Bildung ist positiv mit der körperlichen Funktionsfähigkeit assoziiert, wobei diese Korrelation nur marginal signifikant ausfällt ($r = .19$, $p < .10$).

Innerhalb der Gruppe der Personen mit MCI fallen all diese Korrelationen nicht signifikant aus. Allerdings ist diese Gruppe auch deutlich kleiner als die Gruppe der kognitiv Gesunden, so dass die statistische Teststärke entsprechend verringert ist.

Da die untersuchten soziodemographischen und Gesundheitsmaße nur moderat interkorreliert sind (der maximale Korrelations-„Betrag“ liegt bei .32), können sie auch simultan als Prädiktoren für Regressionsanalysen berücksichtigt werden, ohne dass Multikollinearitätsprobleme (Blalock, 1963; Morrison, 2003; Morrow-Howell, 1994) auftreten.

8 Maße

Neben den Mobilitätsmaßen (s. Kapitel 8.2), die über GPS-Technologie gewonnen werden konnten, wurden auch weitere Variablen, etwa aus dem Bereich der Gesundheit, der Sensorik sowie insbesondere der kognitiven Leistung, interview- bzw. testbasiert gewonnen. Hier werden nur die für diese Untersuchung relevanten Variablen beschrieben. Im Anhang sind diese Variablen als Teil des gesamten SenTra-Erhebungsinstruments sowie die verschiedenen durchgeführten kognitiven Tests dargestellt.

8.1 Kognitive Maße

Die Studienteilnehmer unterzogen sich verschiedenen Tests zur Erfassung ihrer kognitiven Leistungsfähigkeit. Da das Forschungsprojekt „SenTra“, aus dem die Daten stammen, einem neuropsychologisch-diagnostischen Zugang folgt und den Anspruch hat, auf Grundlage der neuropsychologischen sowie weiterer Instrumente kognitive Beeinträchtigungen festzustellen, handelt es sich entsprechend auch um etablierte neuropsychologisch-kognitive Testbatterien, die eingesetzt wurden. Diese folgen jedoch nicht zwingend der Differenzierung in fluide und kristalline Intelligenzkomponenten (s. Kapitel 6.1). Die CERAD-Testbatterie (Morris, Heyman, Mohs & Hughes, 1989) wurde vollständig durchgeführt, zudem wurden ausgewählte Subtests aus der Wechsler Memory Scale (WMS-R; Härting et al., 2000) eingesetzt. In den Analysen werden nicht alle Subtests berücksichtigt, sondern vielmehr diejenigen Tests ausgewählt und faktorenanalytisch „gebündelt“, die gemäß bestehender Befunde sowie theoretisch-konzeptueller Überlegungen (s. Kapitel 6.1) von potentieller Bedeutung für außerhäusliches Verhalten sind. Diese ausgewählten Tests sowie deren Durchführung und die kognitiven Parameter, die sie repräsentieren, werden im Folgenden näher beschrieben (s. Tabelle 4).

Tabelle 4: Verwendete kognitive Maße aus der CERAD-Testbatterie sowie der Wechsler Memory Scale (WMS-R)

Testbatterie	Test	Kognitiver Parameter
CERAD	Trail Making Test A	Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit; Kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit; Aufmerksamkeit; (exekutive Funktionen)
	Trail Making Test B	Kognitive Komplexität/Flexibilität Geteilte Aufmerksamkeit Umstellungsfähigkeit (exekutive Funktionen)
	Wortliste Gedächtnis unmittelbar (3 Durchgänge)	Unmittelbare Merkfähigkeit Lernvermögen von nicht assoziierten verbalen Material
	Wortliste Abrufen	Verzögerte verbale Merkfähigkeit Freie Reproduktion
WMS-R	Zahlenspanne: Zahlennachsprechen vorwärts Zahlennachsprechen rückwärts	(Aufmerksamkeit/Konzentration; Arbeitsgedächtnis)
	Logisches Gedächtnis: Textreproduktion I	(allgemeines Gedächtnis; episodi- sches/logisches Gedächtnis)
	Logisches Gedächtnis II: Textreproduktion II	(allgemeines Gedächtnis; episodi- sches/logisches Gedächtnis)

8.1.1 Ausgewählte Komponenten der CERAD-Testbatterie

Die CERAD-Testbatterie (Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease) ist ein umfassendes neuropsychologisches Instrument, das u. a. zur Diagnose bzw. zum Ausschluss dementieller Erkrankungen angewendet wird (Barth et al., 2005; Morris et al., 1989). Verwendet wurde in dieser Untersuchung die in die deutsche Sprache übersetzte und mittlerweile etablierte Version, die von der Memory Clinic der Geriatriischen Universitätsklinik Basel stammt und an einer Stichprobe älterer Erwachsener normiert wurde (Thalmann et al., 2000). Die Durchführungszeit für die Gesamtbatterie liegt bei 30 bis 45 Minuten. Was die testtheoretischen Gütekriterien dieses Erhebungs-Instruments betrifft, liegen Hinweise auf gute Auswertungsobjektivität, (Retest-)Reliabilität sowie Validität vor (Aebi, 2002; Barth et al., 2005; Morris et al., 1989; Schreiber, Ackl, Sonntag & Zihl, 2005; Welsh, Butters, Hughes, Mohs & Heyman, 1992). Verschiedene Diagnosegruppen (kognitiv Gesunde, leicht kognitiv Beeinträchtigte, leicht und mittelschwer Demente) können anhand der Testkomponenten trennscharf unterschieden werden (Barth et al., 2005), auch wenn die Eignung des CERAD als Verlaufsdiagnostikum noch nicht hinreichend belegt ist (Schreiber et al., 2005).

Für die folgenden Analysen wurden die beiden Komponenten des Trail Making Test (Reitan, 1958; Spreen & Strauss, 1991) aus der Gesamtbatterie des CERAD verwendet. Dieser Test gilt als Indikator für exekutive Funktionen und die Integrität des Gehirns. Er kann Hinweise auf Gehirnverletzungen geben sowie den Schweregrad dementieller Erkrankungen indizieren. Gewöhnlich schneiden jüngere Teilnehmer sowie Personen mit einem höheren Bildungsstand in dem Test besser ab, können diesen also schneller bewältigen (Corrigan & Hinkeldey, 1987). Gegliedert ist der Trail Making Test (TMT) in die beiden Teile TMT A und TMT B, die sich hinsichtlich der Komplexität ihrer Anforderungen unterscheiden.

Der TMT A dient der Erfassung der kognitiven Verarbeitungs- bzw. Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und der Aufmerksamkeit: Die Studienteilnehmer werden im Rahmen dieses Tests instruiert, vorgegebene Zahlen auf einem Blatt Papier möglichst schnell in der richtigen Reihenfolge (d. h. von 1 an aufsteigend) zu verbinden. Das Instrukti-
onsverständnis wird durch ein vorangehendes Übungsbeispiel sichergestellt, dann erst folgt die eigentliche Aufgabe, bei der die bis zur Fertigstellung benötigte Zeit gemessen wird. Fehler werden unmittelbar vom Testleiter angesprochen und müssen vom Teilnehmer korrigiert werden, sie sollten sich also entsprechend negativ auf die zur Aufgabenbearbei-

tion benötigte Zeit auswirken. Abgebrochen wird der Testdurchgang, wenn ein Teilnehmer nach drei Minuten noch nicht alle Zahlen miteinander verbunden hat.

Der TMT B ist ein Maß für kognitive Komplexität/Flexibilität, geteilte Aufmerksamkeit und Umstellungsfähigkeit: Bei diesem Test sollen vorgegebene Zahlen und Buchstaben jeweils alternierend miteinander verbunden werden (also 1 mit A, A mit 2, 2 mit B usw.), wiederum so schnell wie möglich. Erfasst wird – nach Vorgabe eines Übungsbeispiels – die benötigte Zeit, bis alle Zahlen und Buchstaben korrekt miteinander verbunden sind. Auch hier werden auftretende Fehler unmittelbar vom Testleiter angesprochen und müssen vom Teilnehmer ausgebessert werden. Abgebrochen wird der TMT B, wenn ein Teilnehmer nach fünf Minuten noch nicht alle Zahlen und Buchstaben in der korrekten Reihenfolge miteinander verbunden hat.

Bei der „*Wortliste Gedächtnis unmittelbar*“ wird die unmittelbare (verbale) Merkfähigkeit auf der Grundlage von Wortlisten erhoben: Den Teilnehmern werden dabei zehn verschiedene und nicht aufeinander bezogene Begriffe (z. B. Strand, Königin) vorgelegt, die laut mitgelesen und eingepägt werden sollen. Jeder Begriff wird dabei zwei Sekunden lang gezeigt. Unmittelbar nach der Vorgabe werden die Probanden gebeten, alle erinnerten Begriffe zu nennen, wofür ihnen maximal 90 Sekunden Erinnerungszeit zur Verfügung stehen. Der Test besteht aus drei Durchgängen, es werden also dreimal – in unterschiedlicher Reihenfolge – dieselben zehn Wörter vorgelegt und im Anschluss abgefragt. Dokumentiert wird die Gedächtnisleistung als Zahl erinnelter Begriffe in jedem der drei Durchgänge, daraus wird die Summe der über diese Durchgänge erinnerten Wörter berechnet.

Nach Vorgabe eines weiteren, von der Gedächtnisaufgabe unabhängigen Tests werden die Teilnehmer nochmals gebeten, sich an die Begriffe aus der Wortliste zu erinnern. Dieser Test, „*Wortliste Abrufen*“, dient der Erfassung der Behaltensleistung bzw. der verzögerten verbal-episodischen Merkfähigkeit. Auch hier wird festgehalten, wie viele Begriffe korrekt erinnert wurden.

8.1.2 Ausgewählte Subtests aus der Wechsler Memory Scale (WMS-R)

Erfasst werden innerhalb der für den klinisch-neuropsychologischen Gebrauch entwickelten und revidierten Fassung der Wechsler Memory Scale (WMS-R; Härtig et al., 2000) u. a. verschiedene modalitätsspezifische Gedächtnisleistungen (Kurz- und Langzeitgedächtnis; jeweils verbal und visuell) sowie Aufmerksamkeit und Konzentration. Diese ermöglichen

eine Feststellung von Gedächtnisstörungen sowie zusätzlich ihrer Art und ihres Schweregrads. Auch ist die WMS-R von differentialdiagnostischer Relevanz (etwa können depressive Personen von dementiell Erkrankten testbasiert unterschieden werden) und insgesamt ein valides Testmaß (Härting et al., 2000). Normierungen gibt für sieben Gruppen im Altersbereich zwischen 16 und 75 Jahren.

Aus diesem neuropsychologischen Erhebungsinstrument wurden hier folgende Tests ausgewählt und durchgeführt (s. auch Tabelle 4): Die Tests „*Logisches Gedächtnis I*“ (Textreproduktion I) und „*Logisches Gedächtnis II*“ (Verzögerte Textreproduktion), die jedoch nicht in unmittelbarer Abfolge vorgegeben, sondern durch die Tests aus der CERAD-Batterie zeitlich voneinander getrennt wurden, sowie der Test „*Zahlenspanne*“. Alle drei Tests gehören Skalen an, deren Retest-Reliabilität (über ein 6-Monats-Intervall) bei etwa $r_{tt} = .80$ (Logisches Gedächtnis I: $r_{tt} = .79$; Logisches Gedächtnis II: $r_{tt} = .79$; Zahlenspanne (gesamt): $r_{tt} = .83$) liegt und somit angemessen ist (Elwood, 1991; Härting et al., 2000). Was die Auswertungsobjektivität betrifft, ist diese beim Subtest „*Zahlenspanne*“ gegeben, da dieser eindeutige Auswertungsregeln aufweist. Für den Test „*Logisches Gedächtnis*“ liegt die Interrater-Reliabilität bei .99 und ist somit nahezu perfekt.

Der Test „*Logisches Gedächtnis I*“ dient der Erfassung des allgemeinen verbalen Gedächtnisses: Es werden dem Teilnehmer zwei kurze Geschichten vorgelesen, mit der Aufforderung, deren Inhalt möglichst gut abzuspeichern. Unmittelbar nach dem Vorlesen jeder Geschichte soll der Proband diese so genau und detailliert wie möglich aus dem Gedächtnis wiedergeben bzw. nacherzählen, und es wird – gemäß bestehender Richtlinien – eine Summe aus korrekt erinnerten Details jeder Geschichte bzw. beider Geschichten zusammen gebildet. Der mögliche Range dieses Summenscores liegt für jede Geschichte zwischen 0 und 25 bzw. insgesamt zwischen 0 und 50.

Entsprechend gilt es beim Test „*Logisches Gedächtnis II*“, zu einem späteren Zeitpunkt (nach etwa 30 Minuten) noch einmal möglichst genau beide Geschichten zu erinnern und wiederzugeben, wobei es sich hierbei um ein Maß zur verzögerten Reproduktionsfähigkeit handelt. Erneut werden für beide Geschichten die korrekt erinnerten Details ausgezählt, deren Summe wieder (für beide Geschichten gemeinsam) zwischen 0 und 50 liegen kann. Beide Tests zum logischen Gedächtnis haben eine Durchführungsdauer von maximal 2x10 Minuten, dazwischen liegt eine halbstündige Unterbrechung, in der die Untertests der CERAD-Testbatterie durchgeführt wurden.

Der Test „*Zahlenspanne*“, der innerhalb der WMS-R der Skala „Aufmerksamkeits-/Konzentrationskomponente“ zugeordnet wird, darüber hinaus aber auch den kognitiven Parameter Arbeitsgedächtnis erfasst, gliedert sich in die beiden Elemente „*Zahlennachsprechen vorwärts*“ und „*Zahlennachsprechen rückwärts*“: Beim Test „*Zahlennachsprechen vorwärts*“ sollen die Teilnehmer vorgespochene Zahlenreihen (z. B. 2-4-1) wiederholen. Dabei wird mit zwei jeweils dreistelligen Zahlenreihen begonnen. Die Länge der Reihen wird sequentiell erhöht: Wird mindestens eine der beiden gleich langen Zahlenreihen richtig nachgesprochen, folgen zwei um eine Zahl verlängerte Zahlenreihen, ansonsten wird die Aufgabe beendet. Maximal erreicht werden können bei dem Test zwölf Punkte.

Identisch ist die Prozedur bei „*Zahlennachsprechen rückwärts*“, mit dem einzigen Unterschied, dass die vorgespochenen Zahlenreihen nun *rückwärts* wiederholt werden müssen und die Arbeitsgedächtnisanforderungen somit komplexer sind. Auch bei diesem Test können maximal zwölf Punkte erreicht werden.

8.2 Mobilitätsmaße

Die Mobilitätsdaten der Studienteilnehmer wurden technologiebasiert mit Hilfe eines Kombinationstrackingsystems aus GPS („Global Positioning Systems“; Murakami & Wagner, 1999; Shoval et al., 2010; Shoval et al., 2008; Shoval & Isaacson, 2006) und lokalem GSM-Mobilfunknetz gewonnen.

Das GPS-Trackingsystem ähnelt in seiner Funktionsweise über Satellitensignale einem Auto-Navigationssystem und gewährleistet auch über längere Zeiträume eine relativ hohe zeitliche und räumliche Genauigkeit der Daten. Auf diesen technologiebasierten Erfassungsmodus außerhäuslicher Mobilität und Aktivität (vgl. Zijlstra & Aminian, 2007) wurde bislang kaum bzw. überwiegend im Interventionskontext mit spezifischen Gruppen (La Grow et al., 2009) zurückgegriffen, obwohl die GPS-basierte Analyse von Gang- und Bewegungsmustern, insbesondere der (Geh-)Geschwindigkeit, als viel versprechende und sehr akkurate Alternative zu bisherigen Erfassungsmethoden und -instrumenten gilt (Rainham et al., 2010; Terrier & Schutz, 2005; Witte & Wilson, 2004). Insbesondere eine erweiterte Anwendung der GPS-Trackingtechnik auf Fußgänger - und nicht nur im Zusammenhang mit motorisierten Fahrzeugen - wurde bislang kaum realisiert (Shoval & Isaacson, 2006). Eine Erprobung dieses Verfahrens ist jedoch wichtig, zumal bisherige Operationalisierungen von außerhäuslicher Mobilität zumeist auf Selbstberichten basierten,

deren Validität – gerade bei Erfassung über längere Zeiträume – durch „errors of omission“ sowie einsetzende „trip reporting fatigue“ gefährdet sein kann (Ettema et al., 1996). Zudem können Maße wie die Gehgeschwindigkeit kaum auf Basis von Selbstberichten erfasst werden, während die GPS-Technologie eine akkurate Geschwindigkeitsbestimmung zulässt. Um die Mobilitätsmuster der Studienteilnehmer erfassen zu können, wurden diese mit einem mobilen GPS-Empfänger mit eingebautem GSM-/Mobilfunk-Modem und Radiofrequenztransmitter („StaR-Unit“) ausgestattet.

Die Teilnehmer wurden zu Beginn des Trackingzeitraums gebeten, diesen Empfänger innerhalb der nächsten vier Wochen immer mit sich zu führen, wenn sie außer Haus unterwegs sind, und ihn regelmäßig aufzuladen (ein Ladegerät wurde mitgeliefert). Durch den Empfänger konnte – auf etwa fünf Meter genau – alle fünf Sekunden die Position jedes Probanden bestimmt werden, wenn sich dieser außer Haus befand. Diese Positionsbestimmung wurde an den zentralen Projekt-Server der Hebrew University of Jerusalem gesendet, der die Daten speicherte und in ein Geographisches Informationssystem (GIS) des Untersuchungsgebiets übertrug. Als weitere „technische Einheit“ erhielten die Studienteilnehmer eine stationäre Empfangsstation mit Signalverstärker für Zuhause, so dass auch eine Erfassung der „innerhäuslich“ verbrachten Zeitanteile in der Trackingphase möglich war.

Um die Validität der Trackingdaten abzusichern, wurden nur diejenigen Tage als „valide“ gewertet (und die an diesen Tagen erhobenen Mobilitätsmaße in den Analysen berücksichtigt), bei denen weniger als eine Stunde mit fehlenden GPS-Daten vorlag (etwa bedingt durch Serverprobleme, nicht aufgeladene Empfänger etc.). Als valide eingestuft wurden auch nur diejenigen Tage, an denen außerhäusliche Mobilität stattfand. Tage, die durchgehend zuhause verbracht wurden, wurden also als „nicht valide“ klassifiziert und in den Analysen nicht berücksichtigt. Dieses Ausschlusskriterium wurde gewählt, weil der Fokus der Untersuchung auf außerhäuslichem Verhalten lag und somit ausschließlich „innerhäusliche“ Tage nicht relevant für diese Untersuchung waren.

Nur acht Personen hatten gemäß der Validitätskriterien weniger als zehn valide Tage (jeweils 3, 4, 5, 6, 8 und 9 Tage). Die durchschnittliche Zahl valider Tage liegt jedoch bei 20.5 (SD = 5.9), so dass also im Durchschnitt über 70% des Trackingzeitraums pro Teilnehmer valide ausfallen.

Auf Basis der für jeden Teilnehmer über den Trackingzeitraum „gesammelten“ Daten konnten die Projektmitarbeiter aus der Geographie eine Reihe genauer Raum-Zeit- bzw.

Mobilitätsparameter berechnen und analysieren, die nachfolgend (s. auch Tabelle 5) näher beschrieben werden.

8.2.1 Globale Mobilitätsmaße

Folgende globale Mobilitätsmaße wurden berechnet: *Die außer Haus verbrachte Zeit und die Summe aufgesuchter Orte/Nodes*. Sie wurden an der Zahl der „Trackingtage“ des jeweiligen Probanden relativiert, so dass die resultierenden Werte als intraindividuelle, auf einen Tag bezogene Durchschnittswerte zu interpretieren sind (also durchschnittliche Zeit außer Haus *pro Tag*, durchschnittliche Zahl aufgesuchter Orte *pro Tag*).

8.2.2 Aktionsradius

Mobilitätsmaße, die sich auf zurückgelegte Entfernungen beziehen, konnten über die GPS-erfasste Entfernung von Zuhause gewonnen werden. Dazu lagen für jeden Teilnehmer Entfernungsmaße vor, und zwar für jeden Tag sowie darüber hinaus zu jeder Stunde jedes Tages. Als Indikatoren für den Aktionsradius wurden die *maximale Entfernung von Zuhause* im gesamten Trackingzeitraum berücksichtigt sowie die über alle Tage und Stunden pro Person gemittelte Entfernung (= *mittlere Entfernung von Zuhause* über den Trackingzeitraum).

Tabelle 5: Eingesetzte GPS-basierte Mobilitätsdimensionen und ihre Indikatoren

Mobilitätsdimension	Variablen
Globale Mobilität	Zeit außer Haus (Durchschnitt pro Tag)
	Zahl aufgesuchter Orte/Nodes (Durchschnitt pro Tag)
Aktionsradius- /Entfernungsmaße	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)
	Maximale Entfernung von Zuhause (km)
Gehbasierte Mobilität	Gehgeschwindigkeit (km/h)
	Mittlere Zahl der zu Fuß zurückgelegten Wege pro Tag
	Gehentfernung pro Track (km)
	Gehdauer pro Tag (h)

8.2.3 Gehbasierte Mobilitätsmaße

Auch Mobilitätsmaße, die speziell das Gehen betreffen, konnten GPS-gestützt gewonnen werden. Die durchschnittliche *Gehgeschwindigkeit* etwa konnte folgendermaßen gewonnen werden: Die Durchschnittsgeschwindigkeit jedes zu Fuß zurückgelegten Weges wurde bestimmt und der Mittelwert aus all diesen Durchschnittsgeschwindigkeiten berechnet. (Als Fußwege wurden dabei alle zurückgelegten Wege gezählt, deren Durchschnittsgeschwindigkeit nicht über 5 km/h lag).

Bei der Zahl der zurückgelegten Fußwege handelt es sich um die durchschnittlich pro Tag zu Fuß zurückgelegten Wege, also ebenfalls um ein „intraindividuell gemitteltes Maß“. Weitere Gehmaße, die auf Grundlage der GPS-Technologie gewonnen werden konnten sind die *mittlere Gehentfernung pro Track* (also pro zu Fuß zurückgelegten Weg; in km) sowie die „*Gehdauer*“ pro Tag (in Stunden).

8.3 Aktivitätsmaße

Interviewbasiert wurde auf Grundlage der Aktivitätsliste (bereits eingesetzt im europäischen Projekt MOBILATE; s. Mollenkopf, 2005) abgefragt, welche von 23 vorgegebenen außerhäuslichen Aktivitäten die Teilnehmer mit welcher Häufigkeit (umkodiert zu 1 = nie, 2 =

seltener, 3 = einmal im Monat, 4 = mehrmals im Monat, 5 = einmal pro Woche, 6 = mehrmals pro Woche, 7 = täglich) regelmäßig ausüben. Um kognitiv sowie körperlich anspruchsvolle Aktivitäten zu identifizieren, wurde im Rahmen einer Diplomarbeit (Hercher, 2010), die auf Daten des „SenTra“-Projekts basiert, ein Expertenrating durchgeführt: Zehn etablierte Wissenschaftler verschiedener Disziplinen (Gerontologie, Psychiatrie, Geographie) schätzten auf der Grundlage eines standardisierten Fragebogens den kognitiven sowie körperlichen Anspruch für jede in der Aktivitätsliste enthaltene Aktivität ein. Dafür vergaben sie eine Zahl auf einer 11-stufigen Likert-Skala (0 = „wenig anspruchsvoll“, 10 = „sehr anspruchsvoll“). Sowohl für die Bewertung des kognitiven (Cronbachs $\alpha = .84$) wie auch des körperlichen Anspruchs (Cronbachs $\alpha = .89$) fielen die internen Konsistenzen hoch aus, was für hohe Übereinstimmungen zwischen den Ratern spricht. Diejenigen Aktivitäten wurden zu den kognitiv anspruchsvollen Tätigkeiten gezählt, die über dem Mittelwert des bewerteten kognitiven Anspruchs aus allen Aktivitäten ($M = 6.05$) lagen und zudem eine geringe Devianz hinsichtlich der Rater-Beurteilungen ($SD < 1.6$) aufwiesen. Analog war das Vorgehen für die Kategorisierung körperlich anspruchsvoller Aktivitäten (Einschluss aller Aktivitäten mit einer mittleren Bewertung $M > 6.42$ und einer $SD < 1.22$). Aktivitäten, die sowohl als kognitiv wie auch als körperlich anspruchsvoll bewertet wurden, wurden in keiner der beiden Kategorien berücksichtigt. In den Tabellen 6 sowie 7 sind die resultierenden kognitiv sowie körperlich anspruchsvollen Aktivitäten zusammengefasst. Für die späteren Analysen werden jeweils für jeden Probanden die Zahl sowie die mittlere Ausübungshäufigkeit beider Aktivitätsarten berechnet. Da die Zahl und (mittlere) Häufigkeit ausgeübter kognitiv und körperlich anspruchsvoller Aktivitäten sehr hoch interkorreliert waren, so dass diese im Grunde redundant sind, wird in den folgenden Analysen nur die Anzahl ausgeübter Aktivitäten berücksichtigt. Zudem erfolgte die Erfassung der Ausübungshäufigkeit von Aktivitäten auf kategorial-ordinaler Basis (Abstufungen der Häufigkeiten s. o.), weswegen eine Berechnung der mittleren Häufigkeit über verschiedene Aktivitäten hinweg aufgrund des nicht gegebenen metrischen Skalenniveaus ohnehin problematisch wäre.

Tabelle 6: Kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten gemäß Expertenrating (s. Hercher, 2010)

Bewerteter kognitiver Anspruch				
(0 -10)	Min	Max	M	SD
N = 10 Rater				
Arbeiten / Ehrenamt	5	9	7.70	1.06
Behördengänge	5	10	7.80	1.48
Bücherei	4	9	7.50	1.43
Jemanden (aktiv) begleiten (d. h. abholen/hinbringen)	4	8	6.90	1.45
Weiterbildung	7	10	8.30	1.06

Tabelle 7: Körperlich anspruchsvolle Aktivitäten gemäß Expertenrating (s. Hercher, 2010)

Bewerteter körperlicher Anspruch				
(0 -10)	Min	Max	M	SD
N = 10 Rater				
Einkaufen	7	9	7.20	0.63
Im Garten arbeiten	8	10	8.60	0.84
Sportliche Aktivitäten	7	10	8.80	1.14

8.4 Kontrollvariablen

Als Kontrollvariablen wurden die körperliche Funktionsfähigkeit, Alter, Geschlecht sowie die Jahre an (schulischer und beruflicher) Ausbildung berücksichtigt. Im Folgenden wird beschrieben, wie diese Maße erfasst wurden.

8.4.1 Körperliche Funktionsfähigkeit

Gesundheitliche Einschränkungen können Einbußen der Mobilität sowie Aktivität (Bendall et al., 1989; Clark et al., 1998; Murata et al., 2006) mit sich bringen und sich auch negativ auf weitere Funktionen, etwa die kognitive Leistungsfähigkeit (Amelang et al., 2006; Schä-

fer & Bäckman, 2007), auswirken. Daher ist eine Berücksichtigung und Kontrolle des Gesundheitszustands notwendig.

Zur Erhebung des funktionalen Gesundheitsstatus wurde der SF-36 (Bullinger & Kirchberger, 1998) vorgegeben. Dessen Subskala „Physische Funktionsfähigkeit“, bestehend aus zehn Items, wurde als Indikator der objektiven Gesundheit verwendet. Sie beschreibt das „Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppen Steigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt“ (Bullinger & Kirchberger, 1998), wobei ein Summenscore resultiert, der so transformiert wird, dass er von 0 bis 100 reicht und ein höherer Wert einer besseren körperlichen Funktionsfähigkeit entspricht. Das Maß verfügt – wie der gesamte SF-36 – über eine hohe Reliabilität (Cronbachs $\alpha = .94$) sowie eine hohe konvergente und diskriminante Validität (Bullinger & Kirchberger, 1998).

8.4.2 Soziodemographische Angaben (SD)

Die von den Teilnehmern gemachten soziodemographischen Angaben bezogen sich auf ihr Alter sowie die Dauer ihrer schulischen und beruflichen Ausbildung in Jahren. Diese Bildungsvariable wurde berücksichtigt, da sie sowohl mit kognitiver Leistung (Kliegel et al., 2004; Schäfer & Bäckman, 2007) wie auch mit außerhäuslicher Mobilität und Aktivität – beispielsweise legen ältere Personen mit höherem Bildungsstand auch weitere Entfernungen zurück (Schwanen, Dijst & Dieleman, 2001) – im Zusammenhang steht.

9 Untersuchungsablauf

Mit den Personen, die sich telefonisch zur Teilnahme an der Studie bereit erklärten, wurden zwei Interviews durchgeführt. Die wissenschaftlichen Mitarbeiter und Hilfskräfte, von denen die Interviews durchgeführt wurden, wurden intensiv geschult. Sie assistierten bei Interviews und führten selbst mehrere beaufsichtigte Probe-Gespräche durch, ehe sie ihre Interviewer-Tätigkeit aufnahmen.

Vor Beginn des Erstinterviews wurden die Studienteilnehmer ausführlich über die Inhalte und Ziele der Studie sowie die Funktionsweise der GPS-Geräte informiert und erhielten zudem ein entsprechendes Informationsblatt sowie eine Gebrauchsanweisung für die technischen Geräte. Sie wurden dabei auch ausdrücklich auf die Freiwilligkeit ihrer Teilnahme, die Widerrufbarkeit ihrer Einwilligung und die Anonymisierung ihrer Daten hingewiesen. Dann erklärten sie schriftlich ihr Einverständnis zur Teilnahme.

Zwischen beiden Interviewterminen wurden die Studienteilnehmer wöchentlich telefonisch kontaktiert. Im Rahmen dieser Telefongespräche wurden Fragen und etwaige Probleme der Probanden in Bezug auf die GPS-Tracking-Ausrüstung geklärt und gegebenenfalls Instruktionen zum Gebrauch der Geräte (etwa das Aufladen des Empfängers) wiederholt.

Das Zweitinterview fand ungefähr eine Woche nach Ende des Trackingzeitraums, also ca. fünf Wochen nach dem Erstinterview statt. In einigen Fällen wurde auf Wunsch der Teilnehmer der Trackingzeitraum verkürzt und das abschließende Interview entsprechend vorverlegt. Die Mehrheit der Teilnehmer (72%) nahm aber regulär vier Wochen lang teil.

In einer separaten Sitzung zwischen beiden Interviewterminen, in einigen Fällen (35%) auch im Rahmen des Zweitinterviews, fand die kognitive Testung mit der CERAD-Batterie (Morris et al., 1989) statt.

In der Regel wurden die Interviews im Rahmen von Hausbesuchen bei den Teilnehmern durchgeführt. In einigen wenigen Fällen (bei 4% der Teilnehmer) fanden sie aber – wenn dies von den Teilnehmern so gewünscht wurde – auch in den Projekträumen der Abteilung der Psychologischen Altersforschung statt.

10 Datenauswertung

Zur Prüfung der formulierten Hypothesen sollen neben deskriptiven Analysen (Korrelationen, Mittelwert-Vergleiche) die gängigen Verfahren aus dem allgemeinen linearen Modell (Regressionsanalysen) Verwendung finden. Zur Identifikation übergeordneter kognitiver Dimensionen wird zudem eine Faktorenanalyse durchgeführt.

Zusätzlich wird auch eine kanonische Korrelation (s. Kapitel 16) berechnet, um übergeordnete Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslichem Verhalten (Mobilität sowie Aktivität) zu identifizieren. Außerdem werden Multilevel-Regressionsmodelle (Diez-Roux, 2000; Hox & Kreft, 1994) gerechnet (Kapitel 17), um der „hierarchischen“ Datenstruktur und der intraindividuellen Variabilität in der außerhäuslichen Mobilität Rechnung zu tragen: Eine hierarchische Datenstruktur lag vor, da jede Person von Tag zu Tag intraindividuell variierende und somit bis zu 28 verschiedene Ausprägungen in den jeweiligen Mobilitätsparametern hat und traditionelle „ordinary least squares“ Regressionsmethoden einer solchen Datenstruktur nicht gerecht werden.

Um zu prüfen, ob die aus den tageweisen Fluktuationen resultierenden intraindividuellen Mobilitätsvariabilitäten mit kognitiven Indikatoren zusammenhängen, wurden Regressionen gerechnet, in denen als Kriteriumsvariablen die intraindividuellen Standardabweichungen (ISD) der verschiedenen Mobilitätsmaße eingesetzt wurden (Kapitel 18). Zum Vergleich der Zusammenhänge zwischen außerhäuslichem Verhalten und kognitiver Leistung für kognitiv Unbeeinträchtigte sowie Personen mit MCI werden ebenfalls Regressions- sowie Multilevel-Analysen gerechnet. Für die Analysen wurden die Statistikprogramme SAS 9.2 und PASW Statistics 18 verwendet.

Ergebnisse

Im Folgenden wird die Stichprobe hinsichtlich verschiedener Variablen beschrieben. Dabei werden die zentralen Konstrukte – kognitive Leistungsfähigkeit, außerhäusliche Mobilität sowie Aktivität – zunächst einzeln betrachtet und ihre Bezüge zu soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Maßen untersucht (Kapitel 11-13). Analysiert wird dabei auch die Faktorenstruktur der eingesetzten kognitiven Maße, die relevant für die weiteren Berechnungen ist.

Um der Multidimensionalität der Konstrukte kognitive Leistungsfähigkeit (Schmiedek, 2003), Mobilität (Webber et al., 2010) sowie Aktivität (Gagliardi et al., 2007; Jopp & Hertzog, 2007) gerecht zu werden, wird ein auf verschiedene Analysestrategien gestützter multimethodaler Ansatz gewählt, um Zusammenhänge zwischen diesen Konstrukten zu identifizieren:

In den Kapiteln 14 und 15 werden die Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität sowie Aktivität innerhalb der kognitiv unbeeinträchtigten Studienteilnehmer auf der Grundlage von Regressionsanalysen betrachtet. Geprüft werden dadurch die Hypothesen 1-4 (s. Kapitel 6.3), wonach die episodische Gedächtnisleistung prädiktiv für Maße der globalen Mobilität ist und gemeinsam mit der Arbeitsgedächtnisleistung sowie den exekutiven Funktionen signifikanter Prädiktor für Maße des Aktionsradius ist. Dagegen wird für die – vermutlich stark routiniert und automatisiert ablaufenden – Parameter des Gehens erwartet, dass diese nur schwach mit kognitiven Funktionen zusammenhängen, während außerhäusliche Aktivitäten – je nach inhaltlicher Ausgestaltung – stärker mit kognitiven Indikatoren zusammenhängen sollten.

In Kapitel 16 werden die Ergebnisse von kanonischen Korrelationsanalysen mit den kognitiven Variablen sowie den Indikatoren außerhäuslichen Verhaltens (Mobilität und Aktivität) berichtet. Diese Analysemethode soll aufzeigen, welche Komponenten sich auf der Seite beider Variablengruppen „herauskristallisieren“ und besonders eng zusammenhängen. Auf der Seite der Parameter außerhäuslichen Verhaltens sollten dies vor allem die Aktivitätsmaße sein, da gemäß Hypothese 4 erwartet wird, dass vor allem außerhäusliche Aktivität, die letztlich komplexer und mental anspruchsvoller ist als die GPS-gestützten Mobilitätsmaße, in einem engen Zusammenhang mit der kognitiven Leistungsfähigkeit steht.

Zudem in Kapitel 17 wird auf eine weitere Analysestrategie zurückgegriffen, um der intraindividuellen Variation in den verschiedenen Mobilitätsmaßen Rechnung zu tragen: Mit Hilfe von Multilevel-Regressionsmodellen werden die interindividuell variierenden intraindividuellen Mobilitätsverläufe fokussiert und mit kognitiven Prädiktoren unter Berücksichtigung von Kontrollvariablen in Verbindung gebracht.

Inwieweit allein das Ausmaß an täglichen Fluktuationen in verschiedenen Mobilitätsleistungen durch kognitive (und weitere) Prädiktoren vorhergesagt werden kann, wird in Kapitel 18 untersucht. Dabei werden Regressionsanalysen gerechnet und als Kriteriumsvariable jeweils die intraindividuelle Standardabweichung in den verschiedenen Mobilitätsindikatoren eingesetzt.

Abschließend soll geprüft werden, ob die Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslichem Verhalten (Mobilität und Aktivität) anders ausfallen, wenn zusätzlich zur Substichprobe kognitiv Unbeeinträchtigter Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (MCI) in die Analysen integriert werden (s. Kapitel 19). Verglichen wird die Stärke der Kognitions-Mobilitäts-Zusammenhänge in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit (kognitiv unbeeinträchtigt vs. MCI), und zusätzlich wird auch hier eine Multilevel-Regressionsanalyse durchgeführt (Kapitel 19.3), um den intraindividuellen Verläufen in Mobilitätsmaßen Rechnung zu tragen sowie um mehr „Datenpunkte“ in die Analysen integrieren zu können, was sich positiv auf die Teststärke auswirkt.

11 Kognitive Leistungsfähigkeit

In Tabelle 8 sind deskriptive Angaben zu den verwendeten kognitiven Maßen zusammengefasst. Vergleiche mit Normwerten zeigen auf, dass die Stichprobe kognitiv Gesunder in den Zahlenspannentests (Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts) um maximal eine halbe bis ganze Standardabweichung besser abschneidet als die bei Härting et al.(2000) berichtete Normstichprobe¹. Die durchschnittlich erzielte Leistung bei den Textreproduktionstests liegt sehr nahe an den Normwerten¹ bzw. geringfügig darüber. Dies gilt ebenso für die mittleren Ausprägungen der Indikatoren „Wortliste Gedächtnis unmittelbar“ und „Wortliste Abrufen“, wenn man sie mit den in anderen Studien berichteten Mittelwerten (z. B. Collie, Shafiz-Antonacci, Maruff, Tyler & Currie, 1999; Morris et al., 1989; Satzger et al., 2001; Schreiber et al., 2005) vergleicht. Dagegen liegt die im Durchschnitt benötigte Zeit beim Trail Making Test A und besonders beim Trail Making Test B über den „Norm-Zeitwerten“, die Tombaugh (2004) für 70- bis 74-Jährige² sowie für 75- bis 79-Jährige³ mit einer Ausbildungszeit von 12 und mehr Jahren ermittelte.

¹ Normwerte (für den Altersrange 65-74): M (Zahlennachsprechen vorwärts) = 6.90, SD = 1.71; M (Zahlennachsprechen rückwärts) = 5.93, SD = 1.74; M (Textreproduktion I) = 24.57, SD = 4.90; M (Textreproduktion II) = 20.47, SD = 5.19

² M (TMT A) = 40.13, SD = 14.48; M (TMT B) = 86.27, SD = 24.07

³ M (TMT A) = 41.74, SD = 15.32; M (TMT B) = 100.68, SD = 44.16

Tabelle 8: Kognitive Maße

Variable	N	Mittelwert	Standardabweichung	Range
Zahlennachsprechen vorwärts	99	8.6	2.2	3-12
Zahlennachsprechen rückwärts	99	6.6	2.1	3-12
Trail Making Test A ^a	99	47.4	18.8	19-119
Trail Making Test B ^a	98	112.9	59.3	26-300
Wortliste Gedächtnis unmittelbar	99	21.1	3.7	8-28
Wortliste Abrufen	99	7.5	1.7	0-10
Textreproduktion I	99	25.7	6.8	4-39
Textreproduktion II	98	22.9	7.1	6-39

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a Erfasst wird die Bearbeitungszeit in Sekunden, daher entsprechen niedrigere Werte besseren Leistungen.

Nachfolgend werden zunächst die interkorrelativen Zusammenhänge zwischen den kognitiven Indikatoren beschrieben. Daran anknüpfend wird die Faktorenstruktur dieser kognitiven Maße untersucht. Zudem werden die Zusammenhänge der resultierenden extrahierten kognitiven Faktoren mit soziodemographischen und gesundheitlichen Maßen analysiert.

11.1 Zusammenhänge zwischen den kognitiven Indikatoren

Die meisten Interkorrelationen zwischen den verwendeten kognitiven Indikatoren fallen – erwartungsgemäß – signifikant aus (s. Tabelle 9). Die markantesten, das Signifikanzniveau von $p = .001$ unterschreitenden Zusammenhänge treten dabei zwischen denjenigen Indikatoren auf, die auch konzeptuell derselben übergeordneten kognitiven Funktion (s. Kapitel 6.1) zugewiesen werden können: zwischen den Tests Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts ($r = .55$), die als Maße der Arbeitsgedächtnisleistung verstanden werden können, zwischen den Trail Making Tests A und B ($r = .54$) als Indikatoren exekutiver Funktionen, sowie den Tests Textreproduktion I und II ($r = .81$) als Marker der episodischen Gedächtnisleistung. Ähnlich hohe Interkorrelationen innerhalb der Zahlenspannen-Tests ($r = .36$) sowie der Textreproduktionstests ($r = .81$) wurden auch von Härting et al. (2000) in einer Normstichprobe von 65- bis 74-Jährigen gefunden. Neben diesen Zusammenhängen innerhalb der konzeptuell verwandten Tests treten jedoch auch „domänenübergreifende“ Interkorrelationen von substantieller Größe auf (etwa zwischen „Zahlennachsprechen rückwärts“ und den Textreproduktions-Tests, $r = .31$ und $r = .30$).

Tabelle 9: Interkorrelationen zwischen den kognitiven Maßen

Variable	ZV	ZR	TMTA ^a	TMTB ^a	WL1	WL2	TR I	TR II
Zahlennachsprechen vorwärts (ZV)		.55***	-.24*	-.18(*)	.04	-.06	.06	.05
Zahlennachsprechen rückwärts (ZR)			-.27**	-.30**	.28**	.15	.31**	.30**
Trail Making Test A ^a (TMTA)				.54***	-.25*	-.18(*)	.00	-.10
Trail Making Test B ^a (TMTB)					-.35***	-.21*	-.16	-.21*
Wortliste Gedächtnis unmittelbar (WL1)						.67***	.36***	.35***
Wortliste Gedächtnis Abrufen (WL2)							.36***	.36***
Textreproduktion I (TR I)								.81***
Textreproduktion II (TR II)								

Anmerkungen.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a Erfasst wird die Bearbeitungszeit in Sekunden, daher entsprechen niedrigere Werte *besseren* Leistungen.

11.2 Faktorstruktur der kognitiven Indikatoren

Ausgehend von dem beschriebenen Interkorrelationsmuster der kognitiven Maße wurde eine Faktorenanalyse gerechnet, um die einzelnen Variablen – gemäß der bereits vorgenommenen konzeptuellen Zuordnung (s. Kapitel 6.1) – für weitere Analyseschritte zu „bündeln“ und so die Gesamtparameterzahl in den Regressionsanalysen zur Steigerung der Teststärke zu reduzieren. Gleichzeitig kann durch diese Bündelung von kognitiven Parametern, die hoch untereinander interkorrelieren, das Problem der Multikollinearität (Morrow-Howell, 1994) in den späteren Regressionsanalysen (s. Kapitel 14 und 15) vermieden werden, indem statt der einzelnen kognitiven Indikatoren die entsprechenden Faktoren als Prädiktoren eingesetzt werden können.

Für eine bessere Zuordnung der Variablen zu den Faktoren im Sinne des Einfachstruktur-Kriteriums von Thurstone wurden die Faktoren rotiert. Gewählt wurde dabei eine oblique Faktorenanalyse (Promax-Rotation), da – wie auch die Interkorrelationen der kognitiven Maße aufzeigen (s. Kapitel 11.1) – substantielle Zusammenhänge zwischen den extrahierten kognitiven Faktoren und nicht etwa orthogonale Komponenten zu erwarten sind. Gerechnet wurde mit der Stichprobe der kognitiv Gesunden sowie der Personen mit MCI gemeinsam, damit für die nachfolgenden Analysen auch Faktorwerte für beide Gruppen verfügbar sind. Vereinzelt fehlende Rohwerte innerhalb der kognitiven Maße wurden durch den jeweiligen Mittelwert ersetzt (mean substitution), um für alle Studienteilnehmer Faktorwerte gewinnen zu können.

Tabelle 10: Eigenwerte und erklärte Varianz der extrahierten kognitiven Faktoren

Faktor	Eigenwert	Erklärte Varianz (%)
1	3.66	45.77
2	1.41	17.62
3	1.08	13.46

Auf Basis der Eigenwerte der Faktoren (s. Tabelle 10) ergibt sich eine 3-Faktorenlösung. Wie die Verteilung der Ladungsmuster (Tabelle 11) zeigt, können diese drei Faktoren, übereinstimmend mit ihrer theoretischen Verankerung (s. Kapitel 6.1), den Konstrukten „Episodisches Gedächtnis“, „Exekutive Funktionen“ sowie „Arbeitsgedächtnis“ zugeordnet werden. Die höchsten Ladungen auf dem ersten Faktor, „Episodisches Gedächtnis“, weisen die Tests „Wortliste Gedächtnis unmittelbar“ und „Wortliste Abrufen“ sowie die beiden Textreproduktionstests auf. Auf dem zweiten Faktor, „Exekutive Funktionen“, laden die beiden Trail Making Tests am höchsten, und die Ladungen der Tests „Zahlennachsprechen vorwärts“ sowie „Zahlennachsprechen rückwärts“ konzentrieren sich auf den dritten Faktor „Arbeitsgedächtnis“. Die Kommunalitäten, also die durch die extrahierten Faktoren erklärten Varianzanteile der einzelnen kognitiven Variablen, liegen zwischen $h^2 = .66$ (Wortliste abrufen) und $h^2 = .82$ (Zahlennachsprechen vorwärts und Trail Making Test A) und fallen somit angemessen hoch aus.

Tabelle 11: Ladungsmuster (Strukturmatrix) der kognitiven Variablen nach Promax-Rotation

Variable	Faktor 1 Episodisches Gedächtnis	Faktor 2 Exekutive Funktionen	Faktor 3 Arbeitsgedächtnis
Zahlennachsprechen vorwärts	.16	-.27	.90
Zahlennachsprechen rückwärts	.45	-.34	.85
Trail Making Test A	-.25	.90	-.26
Trail Making Test B	-.42	.85	-.37
Wortliste Gedächtnis unmittelbar	.75	-.53	.14
Wortliste Abrufen	.83	-.40	.09
Textreproduktion I	.86	-.15	.39
Textreproduktion II	.89	-.25	.35

Die Korrelationen zwischen den drei extrahierten Faktoren (s. Tabelle 12) liegen in einem eher niedrigen Bereich (was für die Eigenständigkeit und wechselseitige Unabhängigkeit der drei kognitiven Komponenten spricht): Am höchsten fällt der Zusammenhang zwischen dem episodischen Gedächtnis und den exekutiven Funktionen aus ($r = .37^4$).

Tabelle 12: Interkorrelationen der extrahierten kognitiven Faktoren

Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
Episodisches Gedächtnis	Exekutive Funktionen	Arbeitsgedächtnis
1	.37	.30
	1	.26
		1

In den nachfolgenden Analysen werden anstelle der einzelnen kognitiven Indikatoren die extrahierten Faktoren bzw. daraus die individuellen Faktorenwerte verwendet. Dadurch können Prädiktoren eingespart werden, was sich – angesichts der nicht allzu großen Stichprobe – günstig auf die Teststärke auswirken sollte. Die Faktorwerte wurden über die Regressionsmethode bestimmt. Diese lässt – anders als alternative Berechnungsmethoden – Interkorrelationen zwischen den Faktorwerten zu (Tabachnick & Fidell, 2007), die ja auch angesichts der beschriebenen Zusammenhänge zwischen den Faktoren plausibel und erwartbar sind.

⁴ Da beide Indikatoren der exekutiven Funktionen die benötigte Bearbeitungszeit erfassen und positive Ladungen auf „ihren“ Faktor aufweisen, wurden die resultierenden Faktorwerte zur erleichterten Interpretation der nachfolgenden Ergebnisse so transformiert ($x' = x * (-1)$), dass höhere Werte besseren exekutiven Funktionsleistungen entsprechen.

11.3 Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Variablen

Über Produkt-Moment-Korrelationen wurde analysiert, inwieweit in der vorliegenden Stichprobe Zusammenhänge zwischen den kognitiven Faktoren und soziodemographischen sowie gesundheitsbezogenen Variablen bestehen (s. Tabelle 13): Was das Lebensalter betrifft, zeigen ältere Studienteilnehmer signifikant (bzw. marginal signifikant) niedrigere Leistungen hinsichtlich ihrer exekutiven Funktionen sowie ihres Arbeitsgedächtnisses (vgl. Schäfer & Bäckman, 2007). Zudem zeigen Frauen signifikant bessere episodische (vgl. Aartsen et al., 2004) sowie marginal signifikant bessere Arbeitsgedächtnisleistungen als Männer. Bildung korreliert – erwartungsgemäß – positiv mit allen drei kognitiven Funktionen, davon signifikant mit episodischem Gedächtnis und Arbeitsgedächtnis. Signifikante Zusammenhänge treten auch zwischen körperlicher Funktionsfähigkeit und kognitiver Leistung auf: Ein besserer funktionaler Gesundheitszustand geht mit besseren kognitiven Leistungen (besserer episodischer Gedächtnisleistung und besseren exekutiven Funktionen) einher.

Tabelle 13: Interkorrelationen zwischen den kognitiven Faktoren und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Maßen

Variable	Episodisches Gedächtnis	Exekutive Funktionen	Arbeitsgedächtnis
Alter	-.15	-.34***	-.17(*)
Geschlecht ^a	.24*	.13	.20(*)
Bildung	.35***	.16	.20*
Körperliche Funktionsfähigkeit	.22*	.25*	.14

Anmerkungen.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a 1 = männlich, 2 = weiblich

11.4 Zusammenfassung

Erwartungsgemäß treten überwiegend signifikante Interkorrelationen zwischen den kognitiven Indikatoren auf, weshalb sich eine faktorenanalytische Untersuchung dieser Maße empfiehlt. Diese resultiert in einer auch konzeptuell vertretbaren 3-Faktorenlösung mit den Komponenten episodisches Gedächtnis, exekutive Funktionen und Arbeitsgedächtnis. In den folgenden Analysen werden zur „Parameter-Bündelung“ anstelle der Ausprägungen in den einzelnen kognitiven Indikatoren die entsprechenden Faktorwerte verwendet.

Als Korrelate der extrahierten Faktoren treten gleichermaßen Alter, Geschlecht, Bildung sowie Gesundheit hervor: Bessere kognitive Leistungen treten bei jüngeren Teilnehmern (vgl. Schäfer & Bäckman, 2007; Schaie, 1996; Verhaeghen & Salthouse, 1997; Zimprich, 2004) sowie bei Personen mit besserem Gesundheitszustand (vgl. Amelang et al., 2006) auf. Zudem sind mehr Jahre an schulischer und beruflicher Ausbildung mit besseren kognitiven Leistungen (vgl. Botwinick, 1996), v. a. hinsichtlich der episodischen und Arbeitsgedächtnisleistung, verbunden. In zwei der drei kognitiven Faktoren (nämlich episodisches Gedächtnis und Arbeitsgedächtnis) haben zudem Frauen tendenziell höhere Werte als Männer (vgl. Aartsen et al., 2004).

12 Außerhäusliche Mobilität

Die GPS-gestützt erfassten Variablen außerhäuslicher Mobilität (s. Tabelle 14) werden im Folgenden analysiert. Analysiert wird (analog zum vorigen Kapitel), ob und welche Zusammenhänge zwischen den Mobilitätsvariablen sowie welche Bezüge zu soziodemographischen und gesundheitlichen Variablen bestehen.

Tabelle 14: Maße der außerhäuslichen Mobilität

Variable	N	Mittelwert	Standardabweichung	Range
Globale Mobilität:				
Zeit außer Haus (Stunden)	99	4.6	2.3	1.1-12.5
Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag	99	5.0	1.1	3.0-8.9
Aktionsradius:				
Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	96	5.5	12.5	0.04-80.5
Maximale Entfernung von Zuhause (km)	96	72.4	102.4	1.3-485.1
Gehbasierte Mobilität:				
Gehentfernung pro Strecke (km)	96	0.9	0.5	0.1-2.7
Gehdauer pro Strecke (h)	95	0.2	0.1	0.0-0.7
Gehgeschwindigkeit (km/h)	96	3.9	0.6	2.1-5.1
Zahl der Gehwege pro Tag	98	1.4	1.0	0.0-5.1

Tabelle 14 gibt eine Übersicht über die verfügbaren Mobilitätsvariablen, untergliedert nach den abgeleiteten Dimensionen (s. Kapitel 6.2). Die Stichprobe der kognitiv Gesunden verbringt durchschnittlich 4.6 Stunden pro Tag außer Haus und sucht dabei ca. fünf „Nodes“ auf. Dies stimmt ungefähr mit den Befunden von Horgas et al. (1998) überein, wonach ältere Erwachsene ca. 80% ihrer Zeit Zuhause verbringen. Die mittlere Entfernung von Zuhause liegt bei 5.5 km, was im Einklang mit anderen Befunden steht: Ähnlich ermittelten etwa Föbker und Grotz (2006), dass 50% der Wege älterer Erwachsener eine Entfernung von weniger als 1 km haben. Die maximal zurückgelegte Entfernung dieser Stichprobe liegt bei durchschnittlich 72.3 km.

Die ermittelte durchschnittliche Gehgeschwindigkeit ($M = 3.9$ km/h, $SD = 0.6$) entspricht in etwa den Werten, die in anderen Studien, in denen die Gehgeschwindigkeit gesunder älterer Erwachsener erfasst wurde, berichtet wurden (Ble et al., 2005; Hausdorff et al., 2005; Holtzer et al., 2007; Öberg et al., 1993; Visser, 1983). Teilweise werden auch höhere Durchschnittswerte als die hier ermittelten berichtet (Crosbie, Vachalathiti & Smith, 1997; Waters et al., 1988), was daran liegen kann, dass in diesen Studien – anders als in dieser – Geschwindigkeitsparameter überwiegend im Laborsetting anhand einer festgelegten, häufig sehr kurzen Strecke erfasst wurden. Dagegen beruhen die Geschwindigkeitswerte dieser Untersuchung auf einer Erfassung im „Alltags-Setting“, bei der Streckenart und -länge nicht standardisiert und kontrolliert sind. Dementsprechend handelt es sich bei der hier ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeit vermutlich um eine konservative Schätzung, da kurze Stopps – etwa an Ampeln oder Kreuzungen – zu einer Unterschätzung der eigentlichen Geschwindigkeit führen, was auch die Diskrepanz zu den anderweitig berichteten Normwerten erklärt.

12.1 Zusammenhänge zwischen den Mobilitätsindikatoren

Was die Interkorrelationen zwischen den Mobilitätsvariablen (Tabelle 15) betrifft, liegen diese überwiegend in einem niedrigen bis moderaten Bereich, so dass man von weitgehend unabhängigen Maßen ausgehen kann. Dies ist nicht überraschend, da die ausgewählten Mobilitätsdimensionen sehr unterschiedliche Aspekte abbilden und auch konzeptuell bereits verschiedenen, weitgehend eigenständigen Bereichen zugeordnet wurden (s. Kapitel 6.2).

Korrelationen, die den Wert $r = .50$ überschreiten, treten lediglich zwischen der außer Haus verbrachten Zeit und der Zahl aufgesuchter Nodes ($r = .51$), der mittleren Entfernung von Zuhause ($r = .59$) sowie – die einzigen sehr hohen Korrelationen – zwischen der Gehent-

fernung pro Strecke und der Gehdauer pro Strecke ($r = .96$) und zwischen mittlerer und maximaler Entfernung von Zuhause ($r = .82$) auf. Also treten insbesondere zwischen Indikatoren innerhalb derselben Mobilitätskomponenten (globale Mobilität, Aktionsradius, gehbasierte Mobilität) hohe Korrelationen auf. Dass die zurückgelegte Gehentfernung hoch mit der dafür benötigten Zeit korreliert, ist jedoch nicht überraschend, während der Zusammenhang zwischen mittlerem und maximalem Aktionsradius eher unerwartet hoch ist. Allerdings könnte diese hohe Korrelation auch daran liegen, dass der maximale Aktionsradius, also die maximale Entfernung von Zuhause, in die Berechnung des mittleren Aktionsradius eingeht und daher eine entsprechende Abhängigkeit besteht.

Tabelle 15: Interkorrelationen zwischen Mobilitätsvariablen

Variable	Globale Mobilität		Aktionsradius		Gehbasierte Mobilität			
	Zeit außer Haus (Stunden)	Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	Maximale Entfernung von Zuhause (km)	Gehentfernung pro Strecke (km)	Gehdauer pro Strecke (h)	Gehgeschwindigkeit (km/h)	Zahl der Gehwege pro Tag
Zeit außer Haus (Stunden)		.51***	.59***	.49***	-.04	.05	-.20(*)	.01
Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag			.21*	.26*	-.10	.05	-.18(*)	.25***
Mittlere Entfernung von Zuhause (km)				.82***	.05	.11	-.15	-.02
Maximale Entfernung von Zuhause (km)					-.00	.05	-.07	-.03
Gehentfernung pro Strecke (km)						.92***	.28**	.21*
Gehdauer pro Strecke (h)							.00	.18(*)
Gehgeschwindigkeit (km/h)								.10

Anmerkungen.(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

12.2 Zusammenhänge zwischen Mobilitätsvariablen und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Variablen

Ähnlich wie bei den kognitiven Faktoren (s. Kapitel 11.3), sind auch die Mobilitätsindikatoren – zumindest teilweise – signifikant negativ mit dem Alter assoziiert (Bergland et al., 2010b): Ältere Studienteilnehmer suchen etwa weniger Nodes auf (s. Tabelle 16). Ein geschlechtsspezifischer Effekt auf die außerhäusliche Mobilität fällt signifikant aus: So legen Frauen mehr Fußwege zurück, was auf Geschlechtsunterschiede im PKW-Besitz (Mollenkopf, Marcellini, Ruoppila & Flaschenträger, 1997; Schwanen et al., 2001) zurückgehen könnte. Keine signifikanten Zusammenhänge treten zwischen Bildung und außerhäuslicher Mobilität aus.

Stärker als die soziodemographischen Variablen tritt die körperliche Funktionsfähigkeit als Korrelat von Mobilitätsleistungen hervor: Ein besserer funktionaler Gesundheitszustand (körperliche Funktionsfähigkeit) ist mit höheren Ausprägungen in den Mobilitätsparametern verbunden. Dies gilt für die Zahl aufgesuchter Nodes, Gehentfernung, Gehdauer sowie die Zahl zurückgelegter Fußwege (vgl. Bergland, Thorsen & Loland, 2010a; Yaffe et al., 2001).

Tabelle 16: Interkorrelationen der Mobilitätsvariablen mit soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen

Variable	Alter	Geschlecht ^a	Bildung	Körperliche Funktionsfähigkeit
Zeit außer Haus	-.16	-.00	-.06	.11
Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag	-.23*	.08	.04	.24*
Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	-.02	-.10	.07	.15
Maximale Entfernung von Zuhause (km)	-.05	-.07	.10	.14
Gehentfernung pro Strecke (km)	-.08	.03	.16	.29**
Gehdauer pro Strecke (h)	-.01	.00	.16	.24*
Gehgeschwindigkeit (km/h)	-.13	.04	.04	.22*
Zahl der Gehwege pro Tag	.01	.26**	-.15	.08

Anmerkungen.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a 1 = männlich, 2 = weiblich

12.3 Zusammenfassung

Die GPS-basiert erhobenen Mobilitätsmaße korrelieren miteinander überwiegend schwach, was für deren Unabhängigkeit spricht. Auf eine faktorenanalytischen „Bündelung“ dieser Maße, wie dies bei den kognitiven Maßen realisiert wurde (s. Kapitel 11.2), wird aufgrund dieser schwachen Zusammenhänge verzichtet, stattdessen werden die Mobilitätsmaße und ihre Bezüge zu kognitiven Funktionen im Folgenden separat betrachtet.

Bei den Zusammenhängen der Mobilitätsmaße mit soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen sind vor allem die körperliche Funktionsfähigkeit und nachgeordnet das Lebensalter sowie das Geschlecht hervorzuheben: Bei höherem Alter und schlechterer Gesundheit sind basale Mobilitätsparameter (aufgesuchte Nodes) niedriger ausgeprägt, und auch eingeschränkte „Gehleistungen“ (Gehgeschwindigkeit, zurückgelegte Gehentfernungen, Gehdauer) treten bei niedrigerer körperlicher Funktionsfähigkeit auf. Geschlechtsunterschiede zugunsten der Frauen treten in der Zahl zurückgelegter Fußwege auf.

13 Außerhäusliche Aktivität

In Tabelle 17 sind die berücksichtigten Maße außerhäuslicher Aktivität zusammengestellt. Welche Zusammenhangsmuster diese außerhäuslichen Aktivitäten untereinander sowie zu soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen aufweisen, wird im Folgenden untersucht. Dabei werden körperlich anspruchsvolle und kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten unterschieden. Für beide Aktivitätsarten gilt gleichermaßen, dass im Durchschnitt jeweils ca. zwei dieser Aktivitäten ausgeübt werden (s. Tabelle 17).

Tabelle 17: Maße der außerhäuslichen Aktivität

Variable	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Range
Zahl ausgeübter körperlich anspruchsvoller Aktivitäten	100	2.2	0.8	0-3
Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten	100	2.0	1.0	0-5

Anmerkungen.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

13.1 Interkorrelationen innerhalb der Aktivitätsdomänen

Die Korrelation zwischen der Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten und der Zahl physisch anspruchsvoller Aktivitäten liegt nahe bei Null ($r = .09$) und fällt nicht signifikant aus. Offenbar handelt es sich also bei beiden Aktivitätskategorien um unabhängige Verhaltenskomponenten: Wer physisch aktiv ist, ist deswegen nicht zwingend auch kognitiv aktiv. Daher ist es auch sinnvoll, bei den beiden distinkten Kategorien zu bleiben und diese nicht zu einem Aktivitätsindex zusammenzufassen, wie dies auch für die folgenden Analysen gehandhabt wird.

13.2 Zusammenhänge außerhäuslicher Aktivität und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Variablen

Korreliert mit den Aktivitätsindikatoren ist u. a. das Alter: Die Zahl ausgeübter körperlich sowie kognitiver anspruchsvoller Aktivitäten geht mit zunehmendem Lebensalter ($r = -.19$ sowie $r = -.29$) zurück (s. Tabelle 18).

Tabelle 18: Interkorrelationen der Aktivitätsvariablen mit soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen

Variable	Alter	Geschlecht ^a	Bildung	Körperliche Funktionsfähigkeit
Zahl ausgeübter körperlich anspruchsvoller Aktivitäten	-.19(*)	-.01	.03	.35***
Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten	-.29**	.25*	.27**	.20*

Anmerkungen.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a 1 = männlich, 2 = weiblich

Zudem werden mehr kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten von Frauen ausgeübt ($r = .25$). Ebenso korreliert Bildung positiv mit der Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten: Teilnehmer mit mehr Jahren an schulischer und beruflicher Ausbildung üben mehr kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten aus ($r = .27$). Die körperliche Funktionsfähigkeit als Indikator objektiver Gesundheit korreliert mit beiden Aktivitätsindikatoren signifikant positiv in einem Bereich zwischen $r = .20$ und $r = .35$.

13.3 Zusammenfassung

Die Korrelation zwischen beiden Aktivitätsdimensionen (Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten und Zahl ausgeübter physisch anspruchsvoller Aktivitäten) liegt nahe bei Null, was für die Unabhängigkeit beider Komponenten und gegen eine Zusammenfassung zu einem Aktivitätsindex spricht.

Korrelate der Aktivitätsindikatoren sind u. a. das Lebensalter (vgl. Mackinnon et al., 2003) sowie das Geschlecht (Aartsen et al., 2002): Frauen und jüngere Personen berichten eine höhere Anzahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten. Aktiver hinsichtlich Tätigkeiten mit hohem kognitivem Anspruch sind zudem Personen mit mehr Jahren an Bildung. Körperliche Funktionsfähigkeit hängt zudem mit beiden Aktivitätsindikatoren positiv zusammen: Fällt diese höher aus, werden beide Aktivitätsarten in größerer Zahl ausgeübt.

14 Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Mobilität

Berechnet werden mehrere Regressionsanalysen mit den GPS-basierten Mobilitätsparametern als Kriteriumsvariablen. Als Prädiktoren werden jeweils die drei bereits eingeführten kognitiven Faktoren (s. Kapitel 11.2) eingesetzt sowie – in einem erweiterten Modell – die bereits beschriebenen soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen (s. Kapitel 8.4). Dadurch sollen die in den Hypothesen 1 bis 3 formulierten Annahmen zu den Zusammenhängen zwischen spezifischen Mobilitätsmaßen und kognitiven Funktionen überprüft werden.

Konkret soll also getestet werden, ob die episodische Gedächtnisleistung Prädiktor der Indikatoren globaler Mobilität ist (Hypothese 1), ob die Maße der gehbasierten Mobilität tatsächlich nur schwach mit den kognitiven Faktoren zusammenhängen (Hypothese 2), und ob sich bedeutsame Bezüge zwischen allen drei kognitiven Faktoren und den Aktionsradiusmaßen manifestieren (Hypothese 3). Getestet wurde auch, ob nonlineare Zusammenhänge zwischen außerhäuslicher Mobilität und kognitiver Leistungsfähigkeit bestehen. Da diese Modellierung nonlinearer Zusammenhänge auf der Grundlage quadratischer Prädiktorenterme jedoch keine bedeutsamen Zugewinne an aufgeklärter Varianz erbracht hat und die nonlinearen Zusammenhänge selbst durchgehend nicht signifikant ausgefallen sind, werden im Folgenden – und auch für alle weiteren Analysen – ausschließlich die Ergebnisse linearer Regressionsanalysen berichtet.

14.1 Kognitive Prädiktoren der Dimensionen außerhäuslicher Mobilität

Was die beiden Komponenten der globalen Mobilität (Zeit außer Haus, Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag) betrifft, fällt der Effekt der episodischen Gedächtnisleistung signifikant bzw. marginal signifikant aus (s. Tabelle 19): Bessere episodische Gedächtnisleistungen sind mit höheren Ausprägungen in der globalen Mobilität verbunden. Dieser Effekt bleibt auch bestehen, wenn man die Kontrollvariablen zusätzlich in die Regressionsanalysen aufnimmt. Zudem treten ein marginal signifikanter, negativer Effekt der Bildung auf die außer Haus verbrachte Zeit sowie ein ebenfalls marginal signifikanter negativer Effekt des Alters auf die Zahl aufgesuchter Nodes auf. Insofern kann Hypothese 1 (positive Zusammenhänge zwischen episodischem Gedächtnis und globaler Mobilität) als gestützt angesehen werden. Die

Anteile an aufgeklärter Varianz liegen jedoch insgesamt in einem eher niedrigen Bereich (R^2 zwischen .05 und .06, bei Berücksichtigung der Kontrollvariablen zwischen .12 und .13).

Die beiden Maße des Aktionsradius (mittlere und maximale Entfernung von Zuhause) können ebenfalls signifikant auf Grundlage der episodischen Gedächtnisleistung vorhergesagt werden. Dieser Effekt bleibt auch bei Berücksichtigung der nicht-kognitiven Variablen signifikant bzw. marginal signifikant. Zusätzlich ist die Arbeitsgedächtnisleistung marginal signifikant positiv mit der mittleren Entfernung von Zuhause verbunden. Der Effekt der exekutiven Funktionen auf die mittlere Entfernung von Zuhause fällt signifikant und – überraschenderweise – negativ aus. Zudem fällt der Effekt des Geschlechts auf die mittlere Entfernung von Zuhause signifikant aus: Männer haben tendenziell einen größeren mittleren Aktionsradius als Frauen. Die Anteile an aufgeklärter Varianz sind auch für die Aktionsradiusmaße eher niedrig (R^2 zwischen .06 und .12, bei Berücksichtigung der Kontrollvariablen .10 bis .19). Somit ist die Hypothese 2 (signifikante Zusammenhänge der Aktionsradiusmaße mit allen drei kognitiven Funktionsbereichen) zumindest partiell gestützt: Signifikante Effekte treten für die episodische Gedächtnisleistung auf, zudem fällt der Effekt der Arbeitsgedächtnisleistung auf den mittleren Aktionsradius marginal signifikant aus. Unerwartet ist, dass exekutive Funktionen und der mittlere Aktionsradius negativ zusammenhängen.

Für die Maße der gehbasierten Mobilität wurde gemäß Hypothese 3 erwartet, dass die Zusammenhänge mit den kognitiven Indikatoren nicht signifikant ausfallen, da Gehleistungen überwiegend routiniert und automatisiert ablaufen sollten. Tatsächlich treten nur vereinzelte und marginal signifikante Effekte auf: Bei besserer episodischer Gedächtnisleistung werden mehr Wege zu Fuß zurückgelegt, wobei dieser Effekt nicht mehr signifikant ausfällt, wenn zusätzlich die nicht-kognitiven Variablen als Prädiktoren berücksichtigt werden. Dafür fällt dann der Effekt der Arbeitsgedächtnisleistung marginal signifikant aus: Ist diese geringer, fällt die Zahl der zu Fuß gegangenen Wege größer aus. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass bei entsprechenden Gedächtniseinbußen womöglich das Autofahren oder das Benutzen öffentlicher Verkehrsmittel schwerer fällt, was durch zu Fuß zurückgelegte Strecken kompensiert wird.

Tabelle 19: Regressionen mit Mobilitätsvariablen als Outcome

Variable	Globale Mobilität		Aktionsradius		Gehbasierte Mobilität			
	Zeit außer Haus	Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	Maximale Entfernung von Zuhause (km)	Gehentfernung pro Strecke (km)	Gehdauer pro Tag (h)	Gehgeschwindigkeit (km/h)	Zahl der Gehwege pro Tag
Prädiktoren (mit standardisierten Regressionskoeffizienten)								
Episodisches Gedächtnis	.20(*)	.23*	.31**	.22*	.14	.09	.13	.19(*)
Arbeitsgedächtnis	.07	-.06	.15	.10	.02	.02	.03	-.15
Exekutive Funktionen	-.01	.02	-.17	-.10	.06	-.02	.17	-.07
R²	.05	.06	.12	.06	.03	.01	.06	.05
Episodisches Gedächtnis	.30*	.22(*)	.38**	.25*	.07	.00	.13	.17
Arbeitsgedächtnis	.11	-.08	.18(*)	.11	-.02	-.01	.03	-.18(*)
Exekutive Funktionen	-.08	-.10	-.23*	-.17	-.01	-.07	.09	-.08
Alter	-.18	-.19(*)	-.06	-.07	.04	.08	-.03	.07
Geschlecht ^a	-.16	-.02	-.23*	-.16	.04	.05	-.03	.27
Bildung	-.22(*)	-.07	-.10	-.02	.09	.14	-.07	-.15
Körperl. Funktionsfähigkeit	.03	.18	.10	.09	.28*	.26*	.18	.15
R²	.12	.13	.19	.10	.10	.08	.08	.16

Anmerkungen. (*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a 1 = männlich, 2 = weiblich

14.2 Zusammenfassung

Insgesamt fallen die Zusammenhänge zwischen den Variablen außerhäuslicher Mobilität und den kognitiven Faktoren eher schwach aus, wie im Rahmen von Regressionsanalysen aufgezeigt wurde. Bei Hinzunahme der nicht-kognitiven Prädiktoren liegen die Anteile aufgeklärter Varianz (R^2) in einem Bereich zwischen 8 und 19%. Wie gemäß Hypothese 1 postuliert, treten signifikante, positive Zusammenhänge zwischen episodischer Gedächtnisleistung und Maßen der globalen Mobilität (Zeit außer Haus, Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag) auf. Ebenso fallen die Zusammenhänge zwischen den Aktionsradiusmaßen und episodischem Gedächtnis signifikant positiv aus, zudem fällt das Arbeitsgedächtnis als Prädiktor der mittleren Entfernung von Zuhause signifikant aus. Unerwarteterweise besteht darüber hinaus ein negativer Zusammenhang zwischen den Exekutivfunktionen und der mittleren Entfernung von Zuhause, so dass die Erwartungen von Hypothese 2 nur teilweise gestützt sind.

Keine substantiellen Zusammenhänge mit kognitiver Leistung wurden für die Maße des Gehens erwartet, da diese eher automatisiert ablaufen und womöglich kognitiv wenig anspruchsvoll sind. Dies hat sich in den Regressionsanalysen weitgehend bestätigt: Lediglich ein positiver, marginal signifikanter Effekt der episodischen Gedächtnisleistung auf die Zahl zurückgelegter Fußwege tritt auf, der jedoch bei Kontrolle der nicht-kognitiven Variablen nicht signifikant ausfällt. Zudem besteht ein negativer, ebenfalls marginal signifikanter Zusammenhang zwischen der Arbeitsgedächtnisleistung und der Zahl zu Fuß zurückgelegter Wege.

Die Effekte der Kontrollvariablen auf die Mobilitätsmaße spiegeln im Wesentlichen die bivariaten Zusammenhänge, wie sie in Kapitel 12.2 dargestellt wurden, wider: Mit zunehmendem Alter geht die Zahl aufgesuchter Nodes zurück, und bei besserer körperlicher Funktionsfähigkeit fallen die durchschnittliche Gehentfernung sowie -dauer größer aus. Männer legen tendenziell weitere Entfernungen zurück als Frauen (Barnes et al., 2007; Crowe et al., 2008; Murata et al., 2006). Zudem verbringen Personen mit weniger Jahren an Bildung mehr Zeit außer Haus.

15 Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und Aktivität

Analog zur Methode im vorigen Kapitel werden die Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und Aktivität zunächst auf Basis von Regressionsanalysen untersucht. Dabei werden wieder zunächst nur kognitive Prädiktoren eingesetzt und in einem erweiterten Modell auch soziodemographische und gesundheitsbezogene Variablen berücksichtigt.

Getrennt betrachtet werden für beide Analysearten wieder körperlich anspruchsvolle sowie kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten bzw. jeweils deren Zahl. Getestet werden soll die in Hypothese 4 formulierte Annahme, dass enge Kognitions-Aktivitäts-Bezüge bestehen, insbesondere zwischen kognitiven Aktivitäten und Gedächtnisleistung sowie zwischen Arbeitsgedächtnis sowie exekutiven Funktionen und physischen Aktivitäten.

15.1 Kognitive Prädiktoren der Dimensionen außerhäuslicher Aktivität

In den folgenden Regressionen werden wieder zunächst nur kognitive Prädiktoren eingesetzt und geprüft, wie viel Varianz sie in den verschiedenen Aktivitätsmaßen aufklären. In einem erweiterten Modell werden auch soziodemographische Variablen (Alter, Geschlecht, Bildung) sowie funktionale Variablen (Körperliche Funktionsfähigkeit) berücksichtigt.

Tabelle 20: Regressionen mit Aktivitätsindikatoren als Kriteriumsvariablen

Variable	Zahl ausgeübter körperlich anspruchs- voller Aktivitäten	Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten
Prädiktoren (mit standardisierten Regressi- onskoeffizienten)		
Episodisches Ge- dächtnis	.07	.28**
Arbeitsgedächtnis	.13	.10
Exekutive Funktio- nen	.28**	.11
R²	.12	.13
Episodisches Ge- dächtnis	.09	.16
Arbeitsgedächtnis	.14	.01
Exekutive Funktio- nen	.19(*)	.05
Alter	-.04	-.16
Geschlecht ^a	-.11	.18(*)
Bildung	-.14	.19(*)
Körperliche Funkti- onsfähigkeit	.27**	.06
R²	.20	.23

Anmerkungen.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a 1 = männlich, 2 = weiblich

Auf Basis der kognitiven Prädiktoren allein kann bereits eine Varianzaufklärung von 12% bzw. 13% (s. Tabelle 20) erzielt werden, was über den Werten liegt, die durch die „kognitive Prädiktion“ der Mobilitätsleistungen erzielt wurden (s. Kapitel 14). Auch treten deutlich signifikante Effekte auf: Die episodische Gedächtnisleistung steht in einem substantiellen positiven Zusammenhang mit der Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten. Das β -Gewicht der exekutiven Funktionen ist für die Zahl ausgeübter körperlich an-

spruchsvoller Aktivitäten positiv und signifikant, was als Stützung der Hypothese 4 interpretiert werden kann. Diese Effekte der kognitiven Prädiktoren werden allerdings abgeschwächt, wenn zusätzlich die Kontrollvariablen als Prädiktoren mit in die Regressionsmodelle aufgenommen werden.

Eine geringere prädiktive Bedeutung kommt den nichtkognitiven Prädiktoren zu, die nur vereinzelt signifikant ausfallen: So üben etwa Frauen tendenziell mehr kognitiv fordernde Aktivitäten aus (vgl. Aartsen et al., 2002). Mehr Bildung ist mit einer größeren Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten verbunden. Zudem ist eine höhere körperliche Funktionsfähigkeit mit einer höheren Zahl körperlich anspruchsvoller Aktivitäten assoziiert (vgl. Gagliardi et al., 2007), was verschiedene Interpretationsmöglichkeiten zulässt: Womöglich spiegelt sich in diesem Effekt die positive Wirkung physischer Aktivität auf die Gesundheit wider (vgl. Voelcker-Rehage et al., 2005). Ebenso denkbar ist aber, dass das Ausüben (bestimmter) physischer Aktivitäten einen intakten Gesundheitszustand voraussetzt.

15.2 Zusammenfassung

Auf der Grundlage von Regressionsanalysen mit kognitiven (sowie nonkognitiven) Prädiktoren und den Aktivitätsparametern als Kriteriumsvariablen zeigt sich, dass vor allem körperlich fordernde Aktivität und Exekutivfunktionen in einem Zusammenhang stehen sowie dass die Zahl mental anspruchsvoller Aktivitäten positiv mit episodischer Gedächtnisleistung assoziiert sind. Dieses Ergebnismuster entspricht weitgehend der bestehenden empirischen Befundlage sowie den Erwartungen gemäß Hypothese 4, auch wenn diese Effekte der kognitiven Prädiktoren nur noch marginal signifikant bzw. nicht mehr signifikant ausfallen, wenn zusätzlich die nichtkognitiven Prädiktoren in das Regressionsmodell aufgenommen werden.

16 Übergeordnete Zusammenhänge zwischen außerhäuslichem Verhalten und kognitiver Leistungsfähigkeit: Kanonische Korrelationsanalysen

Im Rahmen von kanonischen Korrelationsanalysen wird abschließend geprüft, welche „übergeordneten Zusammenhänge“ zwischen den kognitiven Variablen und den Indikatoren außerhäuslichen Verhaltens bestehen. Dabei werden alle Indikatoren (Mobilität und Aktivität) und daran anknüpfend dann jeweils nur ein reduziertes Set an Indikatoren außerhäuslicher Aktivität berücksichtigt.

Auf kanonische Korrelationsanalysen, die häufig zur Datenexploration eingesetzt werden, wurde zurückgegriffen, da diese als angemessenes Instrument gelten, um Zusammenhänge zwischen multivariaten Variablenkombinationen (Stevens, 1996) – wie sie auch in dieser Untersuchung vorliegen – zu identifizieren. Aus den Ergebnissen kanonischer Korrelationen geht hervor, wie viele voneinander unabhängige Zusammenhänge zwischen zwei Variablensets (hier: kognitive Leistung und außerhäusliches Verhalten) bestehen und wie hoch diese ausfallen.

16.1 Kognitive Leistung und außerhäusliches Verhalten

„Ausgangsvariablen“ sind die kognitiven Faktoren sowie als weiteres Variablenset alle Indikatoren der außerhäuslichen Mobilität sowie Aktivität gemeinsam. Auf Basis dieser Analysemethode können je eine kognitive kanonische Variate sowie eine Variate außerhäuslichen Verhaltens gebildet werden, deren kanonische Korrelation ($r = .59$) hoch signifikant ausfällt (s. Tabelle 21). Wie aus den Korrelationen der kognitiven Variablen mit ihrer zugehörigen kanonischen Variaten hervorgeht, lädt vor allem die episodische Gedächtnisleistung hoch ($r = .82$) auf der kognitiven kanonischen Variaten, während die beiden anderen kognitiven Funktionen zwar ebenfalls substantiell ($r > .50$) und über dem gängigen Cutoff-Wert von $r = .35$ (Tabachnick & Fidell, 2007), jedoch vergleichsweise niedriger auf der kognitiven Variaten laden. Ebenso ist der Zusammenhang mit der Variate außerhäuslichen Verhaltens für die episodische Gedächtnisleistung am größten ($r = .48$) und für die beiden anderen kognitiven Faktoren entsprechend niedriger ($r < .40$).

Die Variate außerhäuslichen Verhaltens wiederum scheint primär durch die Indikatoren kognitiv und physisch anspruchsvoller Aktivitäten ($r > .45$) bestimmt zu sein, die ihrerseits auch vergleichsweise am höchsten mit der kognitiven Variate ($r > .25$) korrelieren. Interessanterweise korrelieren die meisten GPS-Mobilitätsindikatoren relativ niedrig mit beiden kanonischen Variaten. Nur die Zeit außer Haus, die mittlere Entfernung von Zuhause sowie die Gehgeschwindigkeit scheinen einen Anteil an der Variaten außerhäuslichen Verhaltens ($r > .35$) zu haben sowie zumindest moderat mit der kognitiven Variaten ($r > .20$) zu korrelieren.

Tabelle 21: Kanonische Korrelation mit allen Indikatoren außerhäuslichen Verhaltens und den kognitiven Variablen

Variable	Kanonische Variate: kognitive Leistung	Kanonische Variate: Mobilität und Aktivität
Eigenwert		0.52
Kanonische Korrelation		.59**
Korrelationen der kognitiven Variablen mit den kanonischen Variaten:		
Episodisches Gedächtnis	.82	.48
Arbeitsgedächtnis	.53	.31
Exekutive Funktionen	.60	.35
Korrelationen der Variablen außerhäuslichen Verhaltens mit den kanonischen Variaten:		
Zeit außer Haus	.23	.40
Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag	.12	.21
Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	.24	.40
Maximale Entfernung von Zuhause (km)	.18	.31
Gehentfernung pro Strecke (km)	.19	.32
Gehdauer pro Strecke (h)	.09	.15
Gehgeschwindigkeit (km/h)	.26	.44
Zahl der Gehwege pro Tag	-.05	-.09
Zahl ausgeübter körperlich anspruchsvoller Aktivitäten	.27	.46
Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten	.33	.57

Anmerkungen.

(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; markiert sind Korrelationen mit $r \geq .35$.

Die ermittelte, relativ hohe kanonische Korrelation ($r = .66$) bei Berücksichtigung aller Indikatoren außerhäuslichen Verhaltens geht also in erster Linie auf Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslichen Aktivitäten zurück, während außerhäusliche Mobilität allein – vielleicht mit Ausnahme der Gehgeschwindigkeit – nur schwach mit den kognitiven Faktoren assoziiert ist.

16.2 Zusammenfassung

Werden im Rahmen einer kanonischen Korrelationsanalyse die drei kognitiven Faktoren sowie alle Variablen außerhäuslichen Verhaltens (Mobilität und Aktivität) berücksichtigt, kristallisiert sich ein Zusammenhang heraus, der durch die kognitiven Variablen (bzw. besonders die episodische Gedächtnisleistung) auf der einen Seite sowie durch die Indikatoren außerhäuslicher kognitiv und physisch anspruchsvoller Aktivität (und ferner Zeit außer Haus, mittlerer Aktionsradius und Gehgeschwindigkeit) auf der anderen Seite bestimmt wird. Dieser Zusammenhang zwischen außerhäuslicher Aktivität und kognitiver Leistung bzw. besonders episodischer Gedächtnisleistung wurde bereits im Rahmen der Regressionsanalysen (s. Kapitel 15.1) gefunden und ist konform mit Hypothese 4. Ebenso stimmen die Zusammenhänge der Variablen Zeit außer Haus als „globale“ Mobilitätskomponente sowie des Aktionsradius mit der kognitiven Leistung bzw. primär mit dem episodischen Gedächtnis mit den Erwartungen gemäß der Hypothesen 1 und 2 überein.

Diese Befundlage also entspricht weitgehend den Ergebnissen der vorangegangenen Regressionsanalysen: Während die Zusammenhänge zwischen außerhäuslicher Mobilität und kognitiver Leistung eher gering ausfallen, zeigt sich eine deutlich stärkere Verbindung zwischen kognitiven Leistungsindikatoren und außerhäuslicher Aktivität, wenn diese kognitiv oder physisch anspruchsvoll ist.

17 Kognitive Leistungsfähigkeit und tagesbasierte Mobilitätsparameter: Multilevel-Modeling Analysen

Da die GPS-basierten Mobilitätsvariablen nicht nur einmalig, sondern täglich über einen Zeitraum von bis zu 28 Tagen erfasst wurden, bietet es sich an, diese 4-Wochen-Verläufe der außerhäuslichen Mobilität im Rahmen von Multilevel-Analysen (Diez-Roux, 2000; Hox & Kreft, 1994) zu modellieren. Auf diese Weise wird jeder Person nicht einfach nur ihr jeweiliger intraindividuellem Mittelwert des entsprechenden Mobilitätsmaßes über den Gesamtzeitraum zugewiesen (wie in den bisherigen Analysen), vielmehr gehen in die Multilevel-Regressionen alle verfügbaren, tageweise vorliegenden Mobilitätswerte jeder Person mit ein, was die Zahl der Beobachtungen und somit die Teststärke des Analyseverfahrens erhöht. Zudem kann geprüft werden, ob es systematische Trends in der „Mobilitätsentwicklung“ über den 4-wöchigen Erhebungszeitraum gibt sowie ob sich interindividuelle Unterschiede in dieser intraindividuellen Entwicklung, etwa in Abhängigkeit verschiedener anderer Prädiktoren (besonders der kognitiven Faktoren), abzeichnen.

17.1 Ergebnisse der tagesbasierten Analysen

In den Tabellen 22 und 23 sind die Ergebnisse der Multilevel-Modelle für die tageweise vorliegenden Mobilitätsparameter zusammengefasst. Modelliert wurde jeweils der „Trackingtag“ als Verlaufseinheit bzw. „random-slope-Parameter“. Gemeint ist damit, dass der Verlauf der verschiedenen Mobilitätskomponenten über den Trackingzeitraum zwischen den Individuen variieren kann. Multilevel-Analysen mit einer zusätzlichen quadrierten „slope“-Komponente (also „Trackingtag²“) zur Modellierung nonlinearer Verläufe der Mobilitätsindikatoren über den Trackingzeitraum führten für keine der Outcome-Variablen zu einer Verbesserung der Modellgüte, weshalb in den hier berichteten Analysen auf eine Berücksichtigung dieser quadrierten Verlaufskomponente als Prädiktor verzichtet wurde.

Alle übrigen kognitiven und nonkognitiven Prädiktoren wurden als feste Effekte spezifiziert, d. h. ihre jeweiligen β -Koeffizienten werden für die Gesamtstichprobe geschätzt und variieren nicht über die Individuen. Da der Schätzalgorithmus für die Gehdauer nicht konvergierte, können keine Schätzungen für die festen und zufälligen Effekte der Gehdauer-Prädiktoren berichtet werden, und fehlt diese Variable in den Tabellen.

Tabelle 22: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen, feste Effekte

Variable	Zeit außer Haus	Zahl aufgesuchter Nodes	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	Maximale Entfernung von Zuhause (km)	Gehentfernung pro Strecke (km)	Gehgeschwindigkeit (km/h)	Zahl der Gehwege
Prädiktoren (β)							
Intercept	13.71**	7.74**	15049	38975	-1.00	4.16**	-2.52
Trackingtag	-.01	-.01(*)	-129.08	-321.86	-.00	.00	-.01*
Episodisches Gedächtnis	1.12**	.39*	7274.81***	10308**	.01	.10	.22
Arbeitsgedächtnis	.36	-.07	2044.14	2172.18	.01	-.01	-.05
Exekutive Funktionen	-.42	-.14	-4549.99*	-6153.97*	.01	.09	-.20
Alter	-.10(*)	-.05(*)	-72.53	-266.04	.01	-.01	.04
Geschlecht ^a	-.85(*)	-.07	-5542.60*	-8052.46(*)	.05	-.03	.51
Bildung	-.11	-.02	-202.81	-60.35	.02	-.01	-.01
Körperliche Funktionsfähigkeit	.01	.01(*)	70.47	78.09	.01**	.01(*)	.01

Anmerkungen.(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.^a 1 = männlich, 2 = weiblich

Für beide Indikatoren der globalen Mobilität (Zeit außer Haus, Zahl aufgesuchter Nodes) fällt der Effekt der episodischen Gedächtnisleistung signifikant aus: Je besser diese ist, desto mehr Zeit wird außer Haus verbracht und desto mehr Nodes werden pro Tag aufgesucht. Zusätzlich treten für beide Mobilitätskomponenten marginal signifikante, negative Alterseffekte auf: Mit zunehmendem Alter ist der Anteil an außer Haus verbrachter Zeit sowie an aufgesuchten Nodes niedriger. Darüber hinaus verbringen Männer mehr Zeit außer Haus als Frauen, und eine bessere körperliche Funktionsfähigkeit ist mit einer größeren Zahl aufgesuchter Nodes verbunden. Zudem tritt für die Zahl der Nodes ein marginal signifikanter Effekt des Prädiktors „Trackingtag“ auf: Wie die Daten zeigen, werden mit zunehmender Trackingdauer weniger Nodes aufgesucht.

Für die beiden Maße des Aktionsradius, mittlere und maximale Entfernung von Zuhause, treten ebenfalls signifikante positive Effekte der episodischen Gedächtnisleistung als Prädiktor auf. Signifikant, jedoch negativ, fallen auch die exekutiven Funktionen als Prädiktor aus. Zudem haben die Männer der Stichprobe offenbar einen größeren Aktionsradius als Frauen.

Keine signifikanten Effekte kognitiven Prädiktoren treten auf, wenn die Indikatoren der gehbasierten Mobilität als Kriteriumsvariablen eingesetzt werden. Signifikante Prädiktoren sind lediglich die körperliche Funktionsfähigkeit, die jeweils positiv mit Gehentfernung sowie Gehgeschwindigkeit zusammenhängt. Signifikant fällt für die Zahl zurückgelegter Fußwege auch der Effekt des „Trackingtags“ aus: Mit zunehmender Trackingdauer geht die Zahl zurückgelegter Fußwege zurück.

Tabelle 23: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen, random effects und Fit-Indizes

Random-Varianzen, Kovarianzen:	Zeit außer Haus	Zahl aufge- suchter Nodes pro Tag	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	Maximale Entfernung von Zuhause (km)	Gehentfer- nung pro Strecke (km)	Geh- geschwin- digkeit (km/h)	Zahl der Gehwege pro Tag
Intercept	3.56***	.68***	3.17***	2.20E9***	0.35***	.20***	1.01***
Slope	0.00(*)	0	669490***	4327034***	0.00*	.00	0
Kovarianz Intercept- Slope	-.02	.00	-1.23E7***	-9.33E7***	-0.01*	.00	-.01
Residualvarianz	15.02***	4.12***	8.27E8***	1.69E9***	1.12***	.63***	3.04***
-2 Log Likelihood	11310.6	8682.9	56062.8	57861.5	3639.9	3001.6	8090.9
AIC	11336.6	8706.9	56088.8	57887.5	3665.9	3027.6	8114.9
AICC	11336.7	8707.1	56089.0	57887.6	3666.2	3028.0	8115.0
BIC	11370.2	8737.9	56122.4	57921.1	3699.5	3061.3	8145.9

Anmerkungen.(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Für alle Mobilitäts-Variablen liegen deutlich signifikante Variabilitäten hinsichtlich ihrer intercept-Komponente vor (s. Tabelle 23). Auch die Varianz der slope-Komponente fällt für einige der Mobilitätskomponenten signifikant aus. Dies bedeutet, dass es erhebliche interindividuelle Unterschiede hinsichtlich des Ausgangsniveaus sowie des Verlaufs der Variablenausprägungen über den erfassten Zeitraum gibt. Hoch signifikant fällt auch die Residualvarianz für alle Kriteriumsvariablen aus, was aufzeigt, dass – ähnlich für die bereits berichteten Regressionsanalysen (s. Kapitel 14) – auch nach Berücksichtigung der kognitiven Prädiktoren sowie der Kontrollvariablen stets noch ein substantieller Anteil an nicht aufgeklärter Restvariabilität bestehen bleibt.

17.2 Zusammenfassung

Vergleicht man die Ergebnisse dieser Multilevel-Regressionsanalysen mit den Resultaten aus den bereits dokumentierten Regressionen (s. Kapitel 14), bei denen als Kriteriumsvariable jeweils nur ein Mobilitäts-Wert, nämlich der intraindividuelle Mittelwert des jeweiligen Mobilitätsmaßes, einging, nicht aber die tagesbasierten Ausprägungen, so ergeben sich deutliche Übereinstimmungen: So zeigen sich erneut signifikante Zusammenhänge zwischen episodischer Gedächtnisleistung und den Indikatoren globaler Mobilität, wie auch gemäß Hypothese 1 erwartet wurde.

Konform zu Hypothese 2 sind auch die signifikanten, positiven Zusammenhänge zwischen episodischem Gedächtnis und den Maßen des Aktionsradius. Diese hingen jedoch unerwarteterweise negativ mit den exekutiven Funktionen zusammen. Keine signifikanten Zusammenhänge treten zwischen den Faktoren der kognitiven Leistung und den Indikatoren der gehbasierten Mobilität auf, was im Einklang mit der Hypothese 3 ist, wonach Gehleistungen womöglich auf routinierten, habituellen Prozessen beruhen und daher nur geringe Anforderungen an die kognitive Leistung stellen.

Ähnlich wie bei den Regressionsanalysen, in denen nur geringe Anteile an aufgeklärter Varianz für die Mobilitätsmaße auf Grundlage der kognitiven Prädiktoren resultierten, bleiben auch in den Multilevel-Modellen signifikante Residualvarianzen der Mobilitätsindikatoren bestehen. Somit scheint die prädiktive Rolle der kognitiven Faktoren (sowie der Kontrollvariablen) für die außerhäuslichen Mobilitätsmaße insgesamt eingeschränkt zu sein.

18 Kognitive Leistungsfähigkeit und intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität

Um die Zusammenhänge zwischen Mobilitätsfluktuationen und kognitiver Leistung zu analysieren, werden Regressionsanalysen durchgeführt, bei denen jeweils die „intraindividuelle Standardabweichung“ (ISD) in verschiedenen Mobilitätsindikatoren als Kriteriumsvariable dient. Zunächst werden nur die kognitiven Prädiktoren eingesetzt. Dann wird geprüft, ob sich deren Regressionskoeffizienten ändern, wenn weitere, nonkognitive Prädiktoren ins Modell aufgenommen werden (s. Tabelle 24). Verglichen wird jeweils, ob die signifikant ausfallenden Prädiktoren der Mobilitätsschwankungen denjenigen Prädiktoren entsprechen, die auch im Rahmen der Regressionsanalysen mit den jeweiligen intraindividuellen Mobilitäts-Mittelwerten als Kriteriumsvariablen signifikant ausgefallen sind (s. Kapitel 15).

18.1 Ergebnisse

Tabelle 24: Regressionen mit der intraindividuellen Standardabweichung (ISD) in Mobilitätsvariablen als Kriteriumsvariable

Variable	ISD in der Zeit außer Haus	ISD in der Zahl aufge- suchter Nodes	ISD in der mittleren Entfernung von Zuhause pro Tag	ISD in der Gehentfer- nung pro Tag (km)	ISD in der Gehdauer pro Tag (h)	ISD in der mittleren Gehge- schwindigkeit pro Tag (km/h)	ISD in der Zahl der Fußwege pro Tag
Prädiktoren (mit standardisierten Regressionskoeffizien- ten)							
Episodisches Gedäch- tnis	.14	.23*	.27*	.11	.02	-.14	.28**
Arbeitsgedächtnis	.18(*)	-.04	.12	-.01	-.01	.25*	-.12
Exekutive Funktionen	.09	.10	-.12	.16	.09	.04	.00
R²	.08	.07	.09	.04	.01	.07	.08
Episodisches Gedäch- tnis	.22(*)	.20(*)	.32**	-.01	-.11	-.08	.22*
Arbeitsgedächtnis	.23(*)	-.05	.15	-.06	-.05	.29**	-.16
Exekutive Funktionen	.07	.02	-.19(*)	.12	.07	.03	-.06
Alter	.00	-.05	-.07	.11	.14	-.02	.05
Geschlecht ^a	-.16	-.03	-.23*	.12	.14	-.22(*)	.23*
Bildung	-.18	-.06	-.06	.23*	.26*	-.02	-.10
Körperl. Funktionsfähigk.	.04	.29**	.10	.20(*)	.17	-.09	.32**
R²	.12	.15	.04	.11	.09	.12	.21

Anmerkungen.

(*) p < .10; * p < .05; ** p < .01; *** p < .001; ISD = intraindividuelle Standardabweichung

^a 1 = männlich, 2 = weiblich

Die intraindividuelle Streuung in beiden globalen Mobilitätsmaßen steht in einem positiven Zusammenhang mit dem episodischen Gedächtnis, der bei Kontrolle der nichtkognitiven Prädiktoren zumindest noch marginal signifikant ausfällt (s. Tabelle 24). Zudem ist die intraindividuelle Standardabweichung in der außer Haus verbrachten Zeit positiv mit der Arbeitsgedächtnisleistung assoziiert, wobei auch dieser Effekt marginal signifikant ausfällt. Diejenigen Studienteilnehmer, die eine bessere körperliche Funktionsfähigkeit berichten, zeigen außerdem eine größere intraindividuelle Streuung in der Zahl aufgesuchter Nodes.

Die intraindividuelle Streuung im mittleren Aktionsradius kann ebenfalls durch die episodische Gedächtnisleistung vorhergesagt werden, die als Prädiktor positiv und signifikant bzw. marginal signifikant ausfällt. Zudem hängt die exekutive Funktionsleistung negativ mit der intraindividuellen Streuung in der mittleren Entfernung von Zuhause zusammen, und Männer zeigen stärkere Fluktuationen in ihrem mittleren Aktionsradius als Frauen.

Nur zwei signifikante Effekte der kognitiven Leistung treten für die Indikatoren der gehbasierten Mobilität auf: Die Arbeitsgedächtnisleistung hängt positiv mit der intraindividuellen Streuung in der Gehgeschwindigkeit zusammen, und größere Fluktuationen in der Zahl zurückgelegter Fußwege treten bei besserer Arbeitsgedächtnisleistung auf. Zudem fallen einige der nichtkognitiven Prädiktoren signifikant (bzw. marginal signifikant) aus: Personen mit mehr Jahren an Bildung zeigen größere Schwankungen in zurückgelegten Gehentfernungen sowie in der Gehdauer. Bei Männern ist die intraindividuelle Variabilität in der Gehgeschwindigkeit größer, während Frauen größere Variabilität in der Zahl zu Fuß zurückgelegter Wege aufweisen. Zudem ist die intraindividuelle Variabilität in der Gehentfernung sowie der Zahl zurückgelegter Fußwege größer, wenn die körperliche Funktionsfähigkeit besser ausfällt.

18.2 Zusammenfassung

Insgesamt fällt im Vergleich zu den Regressionsanalysen mit den intraindividuellen Mobilitätsmittelwerten als Kriteriumsvariablen (Kapitel 14) auf, dass wiederum vor allem die episodische Gedächtnisleistung signifikant ausfällt, wenn die intraindividuelle Variabilität der Mobilitätsparameter als Outcome-Variable eingeführt wird. Auch fallen die Anteile an aufgeklärter Varianz für die intraindividuellen Streuungen der Mobilitätsmaße ähnlich niedrig aus wie in den vorigen Regressionsanalysen mit Mobilität als Outcome. Über-

wiegend fallen diejenigen Effekte kognitiver Leistungsfähigkeit auf die intraindividuelle Streuung in außerhäuslicher Mobilität, die signifikant werden, positiv aus, so dass also größere Mobilitäts-Fluktuationen bei besserer kognitiver Leistung auftreten.

Interessanterweise ähneln sich die Prädiktionsmuster für Mobilität und für Mobilitätsfluktuationen: So ist die episodische Gedächtnisleistung nicht nur ein signifikanter, positiver Prädiktor der Zeit außer Haus, der Zahl aufgesuchter Nodes und der mittleren Entfernung von Zuhause, sondern hängt ebenso signifikant und positiv mit den intraindividuellen Streuungen dieser Maße zusammen. Zudem ist nicht nur der Effekt der Exekutivfunktionen auf die mittlere Entfernung von Zuhause signifikant, sondern auch auf die Entfernungs-Fluktuation. In beiden Fällen ist dieser Effekt negativ gerichtet.

19 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliches Verhalten – kognitiv Gesunde und leicht kognitive Beeinträchtigte im Vergleich

Im Folgenden wird mit der Gesamtstichprobe gerechnet, in der neben den kognitiv Unbeeinträchtigten ($n = 100$) auch 37 Personen mit MCI (Mild Cognitive Impairment) eingeschlossen sind. Diese unterscheiden sich nicht signifikant von den kognitiv Unbeeinträchtigten hinsichtlich soziodemographischer (Alter, Geschlecht, Bildung) und gesundheitlicher Maße (körperliche Funktionsfähigkeit) (s. Tabelle 25).

Tabelle 25: Unterschiede zwischen kognitiv Gesunden (KG) und Personen mit MCI in soziodemographischen und funktionalen Maßen

Variable	KG	MCI	p
Soziodemographische und funktionale Maße			
Alter (Jahre) M (SD)	70.8 (4.1)	70.4 (6.0)	ns
Geschlecht (n, %)			
männlich	59 (59%)	18 (48.7%)	
weiblich	41 (41%)	19 (51.3%)	ns
Bildung (Jahre) M (SD)	14.7 (4.4)	13.6 (4.4)	ns
Körperliche Funktionsfähigkeit (0-100) M (SD)	86.0 (13.8)	81.7 (17.1)	ns

Anmerkungen.

ns nicht signifikant, (*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Auch in den Maßen der Mobilität und Aktivität treten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf (s. Tabelle 26). Da die Diagnosekriterien einer leichten kognitiven Beeinträchtigung üblicherweise eine intakte (oder nur geringfügig beeinträchtigte) Alltagskompetenz, d. h. keine (oder nur geringe) Einschränkungen bei den Aktivitäten des täglichen Lebens, beinhalten (s. Kapitel 2.4), ist es plausibel, dass auch außerhäusliche Mobilität und Aktivität, die im Zusammenhang mit der Alltagskompetenz stehen bzw. diese voraussetzen, bei Personen mit MCI unbeeinträchtigt sind oder zumindest nicht signifikant vom Niveau kognitiv gesunder älterer Erwachsener abweichen.

Tabelle 26: Unterschiede zwischen kognitiv Gesunden (KG) und Personen mit MCI in außerhäuslicher Mobilität und Aktivität

Variable	KG	MCI	p
Mobilität			
Zeit außer Haus (Stunden)	4.6 (2.3)	4.9 (2.1)	ns
Zahl aufgesuchter Nodes pro Tag	5.0 (1.1)	5.2 (1.2)	ns
Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	5.5 (12.5)	2.7 (4.9)	ns
Maximale Entfernung von Zuhause (km)	72.4 (102.4)	65.9 (92.0)	ns
Gehentfernung pro Strecke (km)	0.9 (0.5)	0.9 (0.7)	ns
Gehdauer pro Strecke (h)	0.2 (0.1)	0.2 (0.2)	ns
Gehgeschwindigkeit (km/h)	3.9 (0.6)	4.0 (0.5)	ns
Zahl der Gehwege pro Tag	1.4 (1.0)	1.2 (0.9)	ns
Außerhäusliche Aktivitäten			
Zahl ausgeübter körperlich anspruchsvoller Aktivitäten	2.2 (0.8)	2.4 (0.7)	ns
Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten	2.0 (1.0)	1.8 (1.0)	ns

Anmerkungen.

ns nicht signifikant, (*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Dafür treten – erwartungsgemäß – Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit zugunsten der kognitiv gesunden Gruppe auf, die für alle vier Tests des episodischen Gedächtnisses, den Test „Zahlennachsprechen vorwärts“ sowie für den Trail Making Test B signifikant ausfallen (s. Tabelle 27). Signifikant fallen die kognitiven Unterschiede – wieder zugunsten der kognitiv Unbeeinträchtigten – auch auf Faktorebene aus, mit Ausnahme der Arbeitsgedächtnisleistung, bei der das Signifikanzniveau der Gruppenunterschiede von $p = .05$ knapp überschritten wird.

Tabelle 27: Unterschiede zwischen kognitiv Gesunden (KG) und Personen mit MCI in kognitiver Leistungsfähigkeit

Variable	KG	MCI	p
Kognitive Indikatoren			
Zahlennachsprechen vorwärts	8.6 (2.2)	7.5 (2.2)	*
Zahlennachsprechen rückwärts	6.6 (2.1)	5.9 (2.6)	(*)
Trail Making Test A (Sekunden)	47.4 (18.8)	54.4 (28.6)	ns
Trail Making Test B (Sekunden)	112.9 (59.3)	147.3 (82.9)	**
Wortliste Gedächtnis unmittelbar	21.1(3.7)	18.5 (4.7)	**
Wortliste Abrufen	7.5 (1.7)	5.4 (2.4)	***
Textreproduktion I	25.7 (6.8)	20.6 (8.9)	***
Textreproduktion II	22.9 (7.1)	15.4 (9.2)	***
Kognitive Faktoren			
Episodisches Gedächtnis	0.2 (0.8)	-0.7 (1.1)	***
Exekutive Funktionen	0.1 (0.9)	-0.3 (1.2)	*
Arbeitsgedächtnis	0.1 (0.9)	-0.3 (1.1)	(*)

Anmerkungen.

ns nicht signifikant, (*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Im Folgenden werden Regressionsanalysen mit Mobilität bzw. Aktivität als Kriteriumsvariablen berechnet, bei der neben den kognitiven Faktoren auch die Zugehörigkeit zur „Diagnosegruppe“ (kognitiv gesund vs MCI) als Prädiktor berücksichtigt wird. Auch soll durch entsprechende Interaktionsterme mit der Diagnosegruppen-Zugehörigkeit geprüft werden, ob die Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslichem

womöglich je nach „Diagnosezugehörigkeit“ unterschiedlich hoch ausfallen und die kognitive Diagnose somit ein Moderator des Zusammenhangs zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslicher Mobilität bzw. Aktivität ist.

Im Folgenden werden Regressionsanalysen berechnet, in denen dieselben Mobilitäts- und Aktivitätsvariablen wie in den Kapiteln 14 und 15, wo die Analysen jedoch auf die Substichprobe der kognitiv Gesunden beschränkt waren, als Kriteriumsvariablen eingesetzt werden. Prädiktoren sind neben der „kognitiven Gruppenzugehörigkeit“ (kognitiv gesund vs MCI) die drei bereits erwähnten kognitiven Faktoren (episodisches Gedächtnis, Arbeitsgedächtnis, exekutive Funktionen). Als zusätzliche Prädiktoren werden Interaktionsterme aus kognitiver Gruppenzugehörigkeit und kognitiven Faktoren berücksichtigt, um zu prüfen, ob sich die Effekte der Prädiktoren in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit unterscheiden. Auf die Berücksichtigung von Kontrollvariablen als weitere Prädiktoren wurde verzichtet, um das Verhältnis aus zu schätzenden Regressionskoeffizienten und vorliegenden Beobachtungen/Studienteilnehmern nicht ins Ungleichgewicht zu bringen (Field, 2005; Green, 1991; Miles & Shevlin, 2001).⁵

19.1 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität

In Tabelle 28 sind die Ergebnisse der Regressionsanalysen mit den verschiedenen Mobilitätsindikatoren als Kriteriumsvariablen zusammengefasst. Signifikanter Prädiktor der außer Haus verbrachten Zeit ist – neben der Gruppenzugehörigkeit (Personen mit MCI verbringen mehr Zeit außer Haus im Vergleich zu kognitiv Gesunden) – die episodische Gedächtnisleistung: Bei besserer episodischer Gedächtnisleistung wird mehr Zeit außer Haus verbracht. Ähnlich treten für die Zahl aufgesuchter Nodes als weiteres Maß globaler Mobilität Gruppenunterschiede zugunsten der Personen mit MCI sowie ein signifikant positiver Effekt der episodischen Gedächtnisleistung auf. Hinzu kommt ein signifikanter Interaktionseffekt aus exekutiver Funktionsleistung und Gruppenzugehörigkeit: Für die kognitiv gesunden Probanden liegt der Zusammenhang zwischen Exekutivfunktionen und der Zahl aufgesuchter Nodes

⁵ Pro Prädiktor sollten 10-15 Beobachtungen vorliegen, um reliable Parameterschätzungen zu erzielen (Field, 2005). Green (1991) schlägt als Daumenregel vor, die Stichprobengröße n nach der Formel $n = 50 + 8k$ anzupassen, wobei k die Zahl der Prädiktoren ist.

um Null (Partialkorrelation $r = .02$, n.s.), während er bei Personen mit MCI negativ und signifikant ausfällt (Partialkorrelation $r = -.42$, $p < .05$).

Prädiktoren der beiden Aktionsradiusmaße (mittlere und maximale Entfernung von Zuhause) sind ebenfalls die episodische Gedächtnisleistung sowie – marginal signifikant – die Interaktion aus Gruppenzugehörigkeit und dem episodischen Gedächtnis: In der Stichprobe der kognitiv Gesunden hängen diese signifikant und positiv zusammen ($r = .30$, $p < .01$, sowie $r = .21$, $p < .05$) während diese Zusammenhänge in der Gruppe der leicht kognitiv Beeinträchtigten nicht signifikant ausfallen ($r = -.00$ und $r = -.16$). Zudem fällt der Effekt der exekutiven Funktionen auf die mittlere Entfernung von Zuhause marginal signifikant und negativ aus.

Fast durchgehend nicht signifikant fallen die Effekte der verschiedenen Prädiktoren auf die gehbasierten Mobilitätsleistungen aus. Lediglich in der Gehentfernung tritt ein marginal signifikanter Unterschied zugunsten der Personen mit MCI auf, und die episodische Gedächtnisleistung ist ein – ebenfalls marginal signifikant – positiver Prädiktor der Zahl zu Fuß zurückgelegter Wege.

Tabelle 28: Regressionen mit Mobilitätsvariablen als Outcome (Kognitiv Gesunde und Personen mit MCI)

Variable	Globale Mobilität		Aktionsradius		Gehbasierte Mobilität			
	Zeit außer Haus	Zahl aufgesuch- ter Nodes pro Tag	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	Maximale Entfernung von Zuhause (km)	Gehentfer- nung pro Strecke (km)	Gehdauer pro Tag (h)	Geh- geschwin- digkeit (km/h)	Zahl der Gehwege pro Tag
Prädiktoren (mit standardisierten Regressionskoeffizien- ten)								
Diagnose (0 = KG, 1 = MCI)	.21*	.19*	-.04	.02	.18(*)	.15	.15	-.06
Episodisches Gedäch- tnis	.25*	.28*	.43**	.28*	.17	.10	.17	.24(*)
Arbeitsgedächtnis	.08	-.06	.18	.11	.02	.02	.04	-.16
Exekutive Funktionen	-.01	.02	-.21(*)	-.11	.06	-.02	.04	-.08
Diagnose* Episodi- sches Gedächtnis	.01	.07	-.28(*)	-.27(*)	.06	.08	.20	-.13
Diagnose* Arbeitsge- dächtnis	.13	.16	-.00	.13	.07	.06	.03	.05
Diagnose* Exekutive Funktionen	-.09	-.26*	.10	.08	-.06	-.01	-.10	.12
R ²	.10	.12	.14	.08	.06	.03	.07	.06

Anmerkungen. (*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

19.2 Kognitive Leistungsfähigkeit und Aktivität

Signifikanter Prädiktor der Zahl ausgeübter körperlich anspruchsvoller Aktivitäten sind die exekutiven Funktionen (s. Tabelle 29): Je besser die exekutive Funktionsleistung ausfällt, desto vielfältiger werden diese Aktivitäten ausgeübt. Zudem tritt ein marginal signifikanter Gruppenunterschied auf: Personen mit MCI üben körperlich anspruchsvolle Aktivitäten in größerer Zahl aus.

Signifikanter, positiver Prädiktor der Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten ist die episodische Gedächtnisleistung. Der Zusammenhang zwischen beiden Maßen fällt für die Gruppe der kognitiv Gesunden enger aus ($r = .28$, $p < .01$) als für die Personen mit MCI ($r = -.00$, n.s.), sodass der entsprechende Interaktionseffekt marginal signifikant ausfällt.

Tabelle 29: Regressionen mit Aktivitätsvariablen als Outcome (Kognitiv Gesunde und Personen mit MCI)

Variable	Zahl ausgeübter körperlich anspruchsvoller Aktivitäten	Zahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten
Prädiktoren (mit standardisierten Regressionskoeffizienten)		
Diagnose (0 = KG, 1 = MCI)	.18(*)	-.02
Episodisches Gedächtnis	.09	.35**
Arbeitsgedächtnis	.14	.10
Exekutive Funktionen	.33**	.13
Diagnose* Episodisches Gedächtnis	-.02	-.24(*)
Diagnose * Arbeitsgedächtnis	-.04	.01
Diagnose * Exekutive Funktionen	-.15	-.12
R ²	.12	.10

Anmerkungen. (*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

19.3 Kognitive Leistungsfähigkeit und tagesbasierte Mobilitätsparameter

Analog zum Vorgehen bei der Substichprobe der kognitiv Unbeeinträchtigten (s. Kapitel 17) werden mit den in täglichen Ausprägungen vorliegenden GPS-basierten Mobilitätsmaßen Multilevel-Regressionen berechnet, so dass eine Person bis zu 28 Ausprägungen in einer Mobilitätsvariable haben konnte. So kann geprüft werden, ob es einen systematischen Verlauf in den Mobilitätsvariablen gibt, also ob der „Trackingtag“ als slope-Komponente signifikant ausfällt. Als weitere Prädiktoren gehen die wiederum dummycodierte Gruppenzugehörigkeit (kognitiv gesund vs MCI), die ausgewählten kognitiven Indikatoren (episodisches Gedächtnis, Arbeitsgedächtnis, exekutive Funktionen), die nonkognitiven Kontrollvariablen (Alter, Geschlecht, Bildung, körperliche Funktionsfähigkeit) und die Interaktionsterme aus Gruppenzugehörigkeit und den kognitiven Maßen ein (s. Tabelle 30).

Auf Grundlage der Interaktionen kann geprüft werden, ob sich je nach Gruppenzugehörigkeit unterschiedliche Zusammenhänge zwischen Mobilitäts- und kognitiven Maßen manifestieren. Die Ergebnisse werden mit den Resultaten der Multilevel-Analysen, bei denen nur kognitiv Gesunde berücksichtigt wurden (s. Kapitel 17), sowie mit den Ergebnissen der „normalen“ Regressionsanalysen mit der Gesamtstichprobe (Kapitel 19.1) verglichen. Erneut konvergierte der Schätzalgorithmus nicht für die Kriteriumsvariable „Gehdauer“, so dass keine Schätzung der Prädiktoren-Effekte für diese Variable vorliegt.

Signifikanter Prädiktor der beiden Komponenten globaler Mobilität, Zeit außer Haus sowie Zahl aufgesuchter Nodes, ist die Gruppenzugehörigkeit: Während kognitiv Gesunde weniger Zeit außer Haus verbringen als Personen mit MCI, ist die Zahl aufgesuchter Nodes bei ihnen höher. Zudem scheint die Zahl aufgesuchter Nodes mit zunehmender Trackingdauer zurückzugehen. Signifikant positiver Prädiktor beider Mobilitätskomponenten ist außerdem die episodische Gedächtnisleistung. Personen mit mehr Jahren an schulischer und beruflicher Ausbildung verbringen außerdem weniger Zeit außer Haus.

Die beiden Aktionsradiusmaße (mittlere und maximale Entfernung von Zuhause) werden signifikant durch die episodische Gedächtnisleistung vorhergesagt, die positiv mit den zurückgelegten Entfernungen zusammenhängt. Zudem sind niedrigere (!) exekutive Funktionsleistungen mit weiteren Aktionsradien verbunden.

Weitere Prädiktoren des mittleren Aktionsradius sind zudem die Arbeitsgedächtnisleistung, der Interaktionsterm aus Gruppenzugehörigkeit und episodischer Gedächtnisleistung.

tung und das Geschlecht: Männer und Personen mit besserem Arbeitsgedächtnis legen weitere Entfernungen zurück, und zudem hängen Aktionsradius und episodische Gedächtnisleistung bei kognitiv Gesunden enger zusammen als bei Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung.

Erneut tritt nur ein signifikanter kognitiver Effekt in Bezug auf die Gehmaße auf: Mehr Fußwege werden bei besserer episodischer Gedächtnisleistung zurückgelegt. Nonkognitive Prädiktoren, die signifikant ausfallen, sind Bildung, körperliche Funktionsfähigkeit, Geschlecht sowie der Trackingtag. Personen mit mehr Jahren an Bildung legen weitere Gehentfernungen zurück, und eine bessere körperliche Funktionsfähigkeit ist ebenfalls mit weiteren Gehentfernungen sowie höheren Gehgeschwindigkeiten verbunden. Frauen legen mehr Wege zu Fuß zurück, und zudem geht die Zahl zurückgelegter Fußwege mit zunehmender Trackingdauer zurück.

In allen Mobilitätsmaßen treten auch nach Modellierung der kognitiven und nonkognitiven Prädiktoren signifikante Residualvarianzen (s. Tabelle 31) auf, so dass also erneut erhebliche Anteile an nicht aufgeklärter Varianz übrigbleiben. Für erhebliche interindividuelle Unterschiede in Mobilitätslevel und -verlauf spricht außerdem die Tatsache, dass die „random effects“ (also die Variabilität) von Intercept und Slope für die meisten Mobilitätsmaße ebenfalls signifikant ausfallen.

19.4 Zusammenfassung

Die beschriebenen Ergebnisse und Effekte sind den ausschließlich für die Substichprobe der kognitiv Gesunden berichteten Zusammenhängen (s. Kapitel 14) sehr ähnlich: Erneut fallen in den Regressionsanalysen die Zusammenhänge der globalen Mobilitäts- sowie der Aktionsradiusmaße mit der episodischen Gedächtnisleistung signifikant und positiv aus, so dass dieses Zusammenhangsmuster offenbar robust ist, was die formulierten Hypothesen 1 und 2 empirisch stützt. Entgegen der Hypothese 2 tritt jedoch erneut ein negativer Effekt der exekutiven Funktionsleistung auf den mittleren Aktionsradius auf.

Dass – wie schon innerhalb der kognitiv gesunden Substichprobe – auch in der erweiterten Stichprobe die Zusammenhänge der kognitiven Faktoren mit den gehbasierten Mobilitätsleistungen nicht signifikant ausfallen (mit Ausnahme eines marginal signifikanten Effekts der episodischen Gedächtnisleistung auf die Zahl zu Fuß zurückgelegter Wege), stimmt mit Hypothese 3 überein. Drei Interaktionseffekte aus Gruppenzugehörigkeit und den kognitiven

Faktoren fallen signifikant bzw. marginal signifikant aus und indizieren, dass die Mobilitäts-Kognitions-Zusammenhänge für kognitiv Gesunde höher ausfallen als für Personen mit MCI.

Ähnlich wie bei den Regressionsanalysen mit der kognitiv gesunden Subgruppe sind auch in dieser erweiterten Stichprobe die Anteile an aufgeklärter Varianz eher niedrig (R^2 zwischen .03 und .14). Offenbar spielen die kognitiven Indikatoren also keine allzu große Rolle bei der Vorhersage außerhäuslicher Mobilitätsleistungen.

Was die Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslicher Aktivität betrifft, bestätigen auch die Befunde innerhalb der erweiterten Stichprobe die Annahmen von Hypothese 4: Physisch anspruchsvolle Aktivitäten hängen signifikant positiv mit exekutiven Funktionen zusammen (wenn auch nicht mit der Arbeitsgedächtnisleistung), während kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten primär mit der episodischen Gedächtnisleistung positiv assoziiert sind.

Die Befunde der Multilevel-Regressionsanalyse mit der erweiterten Stichprobe zeigen erneut auf, dass die Komponenten globaler Mobilität – wie gemäß Hypothese 1 vermutet – im positiven Zusammenhang mit der episodischen Gedächtnisleistung stehen. Ähnlich hängen erwartungsgemäß die Maße des Aktionsradius mit dem episodischen Gedächtnis, aber auch - unerwarteterweise in negativer Richtung – mit den Exekutivfunktionen zusammen, so dass die Erwartungen aus Hypothese 2 erneut nur partiell bestätigt werden konnten. Konform mit Hypothese 3 ist dagegen das Ergebnis, das die Gehmaße – mit einer marginal signifikanten Ausnahme (episodisches Gedächtnis – Zahl zu Fuß zurückgelegter Wege) – nicht bedeutsam mit den kognitiven Funktionen zusammenhängen. Für die Vermutung, dass in der MCI-Gruppe höhere Kognitions-Mobilitäts-Zusammenhänge auftreten als in der Gruppe der kognitiv Gesunden, fand sich wieder keine empirische Evidenz.

Die beschriebenen Effekte aus Multilevel- und „herkömmlichen“ Regressionsanalysen stimmen weitgehend überein. Ebenso konnten die Multilevel-Analysen mit der Gesamtstichprobe diejenigen kognitiven Effekte replizieren, die innerhalb der Stichprobe kognitiv Gesunder aufgetreten sind (s. Kapitel 17), was für die Robustheit sowie Generalisierbarkeit der beschriebenen Effekte spricht.

Tabelle 30: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen (Kognitive Gesunde und Personen mit MCI), feste Effekte

Variable Prädiktoren (β)	Zeit außer Haus	Zahl aufge- suchter Nodes	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	Maximale Entfernung von Zuhause (km)	Gehentfer- nung pro Strecke (km)	Geh- geschwindig- keit (km/h)	Zahl der Gehwege
Intercept	8.37*	6.02**	3927.06	13340	-.49	4.49***	-1.04
Diagnose (0 = kognitiv gesund, 1 = MCI)	1.25*	.52*	718.20	3041.38	.07	0.20	-.23
Trackingtag	-.01	-.01(*)	-103.32	-254.66	-.00	-.00	-.01*
Episodisches Gedächtnis (EG)	1.11**	.43*	6908.06***	9722.24***	.01	.11	.28(*)
Arbeitsgedächtnis (AG)	.34	-.05	1895.55(*)	1934.51	.01	-.00	-.05
Exekutive Funktionen (EF)	-.30	-.07	-4369.00(*)	-5686.66*	.01	.09	-.18
Diagnose * EG	-.48	.06	-5349.79(*)	-7481.11	.22	.09	-.23
Diagnose * AG	.43	.33	-1259.02	-131.72	-.14	.01	-.03
Diagnose * EF	.01	-.41	4289.30	5788.41	.08	-.06	.36
Alter	-.03	-.02	30.63	-12.00	.01	-.01	.02
Geschlecht ^a	-.54	.01	-4042.98(*)	-5333.10	-.03	-.05	..44*
Bildung	-.12**	-.03	-146.01	2.73	.02*	-.01	-.02
Körperliche Funktionsfä- higkeit	.01	.01	77.59	99.07	.01**	.01*	.01

Anmerkungen.(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.^a 1 = männlich, 2 = weiblich

Tabelle 31: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen (Kognitive Gesunde und Personen mit MCI), random effects und Fit-Indizes

Random-Varianzen, Kovarianzen:	Zeit außer Haus	Zahl aufge- suchter Nodes pro Tag	Mittlere Entfernung von Zuhause (km)	Maximale Entfernung von Zuhause (km)	Gehentfer- nung pro Strecke (km)	Geh- geschwin- digkeit (km/h)	Zahl der Gehwege pro Tag
Intercept	4.09***	.72***	2.51E8***	1.73E9***	.29***	.19***	.75***
Slope	.00*	-	506493***	3291313***	.00*	.00	-
Kovarianz Intercept- Slope	-.05	.00	- 9582911***	-7.24E7***	-.01*	.00	-.00
Residualvarianz	14.86***	4.19***	6.83E8***	1.56E9***	1.05***	.03***	3.12***
-2 Log Likelihood	14814.4	1161.1	73161.7	75847.7	4452.0	3806.4	10700.6
AIC	14848.4	11493.1	73195.7	75881.7	4486.0	3840.4	10732.6
AICC	14848.6	11493.3	73195.9	75881.9	4486.5	3840.8	10732.9
BIC	14897.3	11539.1	73244.6	75930.6	4534.9	3889.2	10778.7

Anmerkungen.(*) $p < .10$; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Diskussion

Im Folgenden werden die in den Kapiteln zuvor ausgeführten Ergebnisse nochmals kurz zusammengefasst und in Bezug auf ihre Übereinstimmung mit den vorab formulierten Hypothesen sowie mit dem bisherigen empirischen Forschungsstand diskutiert. Auch die Einschränkungen dieser Studie und ihre Bedeutung für die aufgetretenen Befundmuster werden thematisiert. Darüber hinaus wird erörtert, welche Implikationen die Befunde dieser Untersuchung mit sich bringen und welche möglichen künftigen Forschungsfragen und -vertiefungen sich aus ihnen ergeben.

20 Diskussion der zentralen Befunde

Die zentralen Befunde dieser Untersuchung werden im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst. Dabei soll auch erörtert werden, inwieweit diese Befunde die vorab spezifizierten Hypothesen sowie den bisherigen empirischen Forschungsstand widerspiegeln und mit diesem verschränkt werden können.

Zunächst werden die gefundenen Zusammenhangsmuster zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität bzw. Aktivität sowie zusätzlich der intraindividuellen Variabilität in Mobilität, jeweils ausschließlich für die Gruppe der kognitiv Gesunden, resümiert (s. Kapitel 20.1 bis 20.3). In Kapitel 20.4 wird dann auf die Befunde eingegangen, die sich auf die erweiterte Stichprobe unter Einbezug der leicht kognitiv Beeinträchtigten beziehen und im Rahmen derer die beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Mobilitäts-Kognitions-Zusammenhänge verglichen wurden.

20.1 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliche Mobilität

Insgesamt traten schwache bis moderate Zusammenhänge zwischen den Variablen außerhäuslicher Mobilität und den kognitiven Faktoren innerhalb der Stichprobe der kognitiv Unbeeinträchtigten auf: Bei Regressionsanalysen mit den Mobilitätsmaßen als Kriteriumsvariablen waren die auf Grundlage der kognitiven Prädiktoren sowie weiterer Kontrollvariablen aufgeklärten Varianzanteile durchgehend niedrig.

Positive und signifikante Effekte der episodischen Gedächtnisleistung traten auf Maße der globalen Mobilität (Zeit außer Haus, Zahl aufgesuchter Nodes) sowie des Aktionsradius (mittlere und maximale Entfernung von Zuhause) auf, wie dies auch gemäß der Hypothesen 1 und 2 erwartet wurde. Dies deutet darauf hin, dass das episodische Gedächtnis benötigt wird, um etwa Zeit außer Haus zu verbringen und zu gestalten oder entsprechende Entfernungen zurückzulegen, wofür beispielsweise das Einprägen und Erinnern von Wegstrecken erforderlich ist. Diese kausale Interpretation ist zwar aufgrund des querschnittlichen Studiendesigns nicht empirisch belegbar, andererseits sind die beschriebenen Zusammenhänge, insbesondere zwischen Aktionsradius-Maßen und kognitiver Leistung, auch schon in anderen Studien – teilweise auch längsschnittlich – beobachtet (vgl. Barnes et al., 2007; Crowe et al., 2003; James et al., 2011; O'Connor et al., 2011; Stalvey et al., 1999) und im Sinne kognitiver Anforderungen, welche die außerhäusliche Mobilität stellt, gedeutet worden.

Erwartet wurde gemäß Hypothese 2 allerdings auch, dass neben dem episodischen Gedächtnis auch die weiteren kognitiven Komponenten, Arbeitsgedächtnis und exekutive Funktionen, signifikant positive Prädiktoren von Aktionsradiusmaßen sind, da das Zurücklegen von Strecken ja beispielsweise auch Handlungsplanung und -initiierung voraussetzt. Zumindest für die Arbeitsgedächtnisleistung trat auch ein solcher, marginal signifikanter Effekt auf, die exekutive Funktionsleistung hing dagegen überraschend negativ mit der mittleren Entfernung von Zuhause zusammen. Möglicherweise legen diejenigen mit geringeren exekutiven Funktionsleistungen aber deswegen tendenziell weitere Wege zurück, weil ihre Handlungsplanungsfähigkeiten eingeschränkt sind, was beispielsweise dazu führen könnte, dass sie eher Umwege machen und auf diese Weise ihr Aktionsradius „artifizial“ größer ausfällt. Andererseits kann man einwenden, dass es sich bei den beiden Trail Making Tests als kognitive Indikatoren um relativ grobe Marker der exekutiven Funktionsleistung handelt. Gelegentlich werden sie auch anderen kognitiven Domänen (die aber mit den Exekutivfunktionen verwandt sind) zugeschrieben, etwa der Aufmerksamkeit, der Arbeitsgedächtnisleistung, der Wahrnehmungs- bzw. Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit oder der mentalen Flexibilität bzw. Umstellungsfähigkeit (Barth et al., 2005; Eggermont et al., 2009; Ferrer et al., 2005; Hilborn et al., 2009; Schmitter-Edgecombe, Woo & Greeley, 2009; Tombaugh, 2004). Die theoretisch-konzeptuelle Einordnung der Trail Making Tests in übergeordnete kognitive Konstrukte ist also nicht unumstritten. Für eine genauere und validere Operationalisierung der exekutiven Funktionen wäre sicherlich die Berücksichti-

gung weiterer Tests nötig gewesen, die in aggregierter Form das Konstrukt der exekutiven Funktionsleistung abbilden können, da für eine umfassende Abbildung der exekutiven Funktionsleistung einzelne Maße eher unzureichend sind (Royall et al., 2002).

Übereinstimmend mit Hypothese 3 fielen die regressionsanalytischen Effekte kognitiver Prädiktoren auf gehbasierte Mobilitätsmaße (Gehentfernung, Gehdauer, Gehgeschwindigkeit sowie Zahl der Gehwege) nahezu durchgehend nicht signifikant aus. Somit scheinen diese Parameter des Gehens offenbar tatsächlich überwiegend automatisiert und routiniert abzulaufen und nicht allzu hohe Anforderungen an kognitive Funktionen zu stellen. Dies scheint zumindest dann der Fall zu sein, wenn gehbasierte Mobilität in der vertrauten Alltagsumwelt älterer Erwachsener erfasst wird und nicht im Labor, wo sich auf der Grundlage hochaufgelöster Geh-Parameter wie Schrittlänge etc. und experimenteller Manipulation der Schwierigkeit der Geh-Bedingungen (Holtzer et al., 2006; Persad et al., 2008) teilweise Zusammenhänge mit Indikatoren der kognitiven Leistung manifestieren (Ble et al., 2005; Camicioli, Howieson, Oken, Sexton & Kaye, 1998; Li, S.-C. et al., 2001).

Die beschriebenen Effekte konnten im Rahmen einer Multilevel-Regressionsanalyse (Diez-Roux, 2000; Hox & Kreft, 1994) weitgehend repliziert werden. In diese Analyse gingen als Kriteriumsvariablen die tageweise vorliegenden Mobilitätsausprägungen ein, so dass im Vergleich zu den vorigen Regressionsanalysen mehr „Datenpunkte“ integriert werden konnten und somit eine größere Teststärke (Bernstein, 2008; Lachin, 1981; Maxwell, Kelley & Rausch, 2008; Sink & Mvududu, 2010; Wilcox, 2008) erzielt wurde. Wieder traten – in Übereinstimmung mit den Hypothesen 1 und 2 – signifikant positive Zusammenhänge zwischen episodischer Gedächtnisleistung und den Indikatoren globaler Mobilität wie auch den Maßen des Aktionsradius auf. Diese hingen jedoch auch erneut negativ mit den exekutiven Funktionen zusammen, was ursprünglich nicht so erwartet wurde. Mögliche Erklärungen für die negative Valenz dieser Zusammenhänge wurden bereits diskutiert.

Auch auf Grundlage der Multilevel-Analysen traten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Faktoren der kognitiven Leistung und den Indikatoren der gehbasierten Mobilität auf, was der Hypothese 3 entspricht, gemäß welcher Gehleistungen eher auf routinierte, automatisierte und habituelle Prozesse zurückgehen und daher nur geringe Anforderungen an kognitive Funktionen und Ressourcen stellen.

Analog zu den Regressionsanalysen, bei denen jeweils nur geringe Anteile aufgeklärter Varianz in den Mobilitätsleistungen resultierten, zeichneten sich auch in den Multilevel-

Analysen hoch signifikante Anteile an Residualvarianzen ab. Offenbar ist also die prädiktive Bedeutung kognitiver Maße für außerhäusliche Mobilität insgesamt – zumindest in dieser Stichprobe und für die hier berücksichtigten GPS-Maße – eher nachrangig. Womöglich spielen Kontextfaktoren (Frank et al., 2007; Li, F. et al., 2005; Patla & Shumway-Cook, 1999; Wendel-Vos et al., 2008; Wirtz & Ried, 1992), wie Wohndichte, Verkehrsaufkommen, Erholungsraum und „Hindernisse“ (wie Treppen, unebene Flächen etc.) sowie die Interaktion aus individuellen und Umweltfaktoren (Shumway-Cook et al., 2003; Shumway-Cook et al., 2005; Webber et al., 2010) eine bedeutsamere Rolle als Determinanten außerhäuslicher Mobilität. Sie sollten daher in künftigen Untersuchungen zur außerhäuslichen Mobilität älterer Erwachsener stärker fokussiert werden.

20.2 Kognitive Leistungsfähigkeit und außerhäusliche Aktivität

Höhere Anteile an aufgeklärter Varianz durch die kognitiven Prädiktoren sowie die Kontrollvariablen resultierten für die Indikatoren außerhäuslicher Aktivität als Kriteriumsvariablen. Dies deutet darauf hin, dass diese mehr kognitive Ressourcen erfordern und entsprechend mental komplexer bzw. anspruchsvoller sind als die berücksichtigten und eher basalen Mobilitätsindikatoren. Allerdings handelt es sich bei dieser Erklärung nur um eine von mehreren möglichen Deutungen, denn das querschnittliche Studiendesign lässt – wie bereits erwähnt – keine definitive Klärung der Frage zu, ob außerhäusliche Aktivität kognitive Leistungen erfordert oder diese vielmehr stimuliert und steigert bzw. welche dieser beiden möglichen Wirkrichtungen dominiert.

Erwartungsgemäß (s. Hypothese 4) verteilten sich die signifikanten Effekte der kognitiven Prädiktoren unterschiedlich auf die beiden berücksichtigten Aktivitätsdimensionen: Die exekutive Funktionsleistung fiel als (positiver) Prädiktor der Zahl ausgeübter körperlich anspruchsvoller Aktivitäten signifikant aus (vgl. Allmer, 2005; Colcombe & Kramer, 2003; Cotman & Berchtold, 2002), während die episodische Gedächtnisleistung positiver und signifikanter Prädiktor der kognitiv anspruchsvollen Aktivitäten war (vgl. Bosma et al., 2003; Wilson, Barnes et al., 2003).

In eine ähnliche Richtung wiesen die Befunde aus einer kanonischen Korrelationsanalyse mit den beiden Variablen-Sets kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten: Die erste kanonische Korrelation fiel signifikant aus ($r = .59$) und wurde primär durch episodisches Gedächtnis auf der einen Seite und kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten

auf der anderen Seite bestimmt. Somit stimmt auch die Befundlage auf Basis dieser Analysetechnik mit der formulierten Hypothese 4 überein. Gleichzeitig bestätigte sich auch mit dem Analyseverfahren der kanonischen Korrelation, dass sich primär außerhäusliche Aktivitäten als Korrelate kognitiver Leistung herauskristallisieren, während die GPS-Mobilitätsmaße insgesamt niedriger mit kognitiven Fähigkeiten zusammenhängen.

20.3 Kognitive Leistungsfähigkeit und intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität

Um auf explorativer Ebene zu untersuchen, ob Fluktuationen in der außerhäuslichen Mobilität in einem systematischen Zusammenhang mit der kognitiven Leistungsfähigkeit stehen, wurden entsprechende Regressionsanalysen mit den intraindividuellen Standardabweichungen in den verschiedenen Mobilitätsmaßen als Kriteriumsvariablen und den kognitiven Faktoren als Prädiktoren berechnet. Primär die episodische Gedächtnisleistung fiel dabei als Prädiktor einiger Fluktuationsmaße (in der Zeit außer Haus, der Zahl aufgesuchter Nodes, der mittleren Entfernung von Zuhause sowie der Zahl zurückgelegter Fußwege) signifikant aus.

Diese Effekte der kognitiven Leistungsfähigkeit bzw. speziell der episodischen Gedächtnisleistung auf die intraindividuelle Streuung in außerhäuslicher Mobilität fielen positiv aus, so dass also größere Mobilitäts-Fluktuationen bei besserer kognitiver Leistung auftraten. Die Ursache dieser Zusammenhänge bedarf sicherlich weiterer Analysen. Zumindest können die beschriebenen Befunde aber als Hinweis darauf gedeutet werden, dass auch intraindividuelle Variabilität in außerhäuslicher Mobilität womöglich mehr repräsentiert als unsystematisches „Rauschen“ und in einem bedeutsamen Zusammenhang mit weiteren Variablen, etwa der kognitiven Leistungsfähigkeit, steht. Dass intraindividuelle Variabilität Trait-Charakter haben kann und nicht gänzlich unsystematisch ist, wurde bereits in anderen Bereichen, etwa Affekt (Eid & Diener, 1999), kognitiver Leistungsfähigkeit (Bielak, Allison A. M. et al., 2010; Holtzer et al., 2008; Lövdén et al., 2007; MacDonald et al., 2003) und Sensomotorik (Li, S.-C. et al., 2001; Strauss et al., 2002), empirisch gezeigt.

Möglich ist, dass Personen mit besseren kognitiven Leistungen eher in der Lage sind, ihre Mobilitätsintensität und -muster tageweise zu variieren, während sich bei eingeschränkter kognitiver Leistungsfähigkeit vielleicht eher ein routiniertes Mobilitätsmuster mit wenig Variation von Tag zu Tag manifestiert, das aufgrund seiner Vertrautheit und Automatisie-

nung weniger kognitive Ressourcen (hinsichtlich Handlungsplanung, Orientierung, Erinnern von Strecken etc.) beansprucht. Diese Interpretation steht auch im Einklang mit Befunden aus dem kognitionspsychologischen Bereichen, die dokumentieren, dass intraindividuelle kognitive Fluktuationen nicht notwendigerweise dysfunktional und indikativ für Vulnerabilität sein müssen (Allaire & Marsiske, 2005; Siegler, R. S., 1994). Offenbar gilt dies ebenso für Fluktuationen in der außerhäuslichen Mobilität.

Allerdings fallen die Anteile an aufgeklärter Varianz für die intraindividuellen Streuungen in den Mobilitätsmaßen ähnlich moderat aus wie in den vorigen Regressionsanalysen mit den intraindividuell gemittelten Mobilitätsmaßen als Outcome. Offenbar sind also auch die Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und Fluktuation in außerhäuslicher Mobilität nicht allzu hoch. Auch für die Streuungsmaße in außerhäuslicher Mobilität könnten also womöglich kontextuelle Faktoren von größerer prädiktiver Bedeutung sein als die kognitive Leistung, was in künftigen Studien näher untersucht werden sollte.

20.4 Vergleich der Zusammenhangsmuster zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten bei kognitiv Unbeeinträchtigten und Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung

Mit Regressionsanalysen unter Einbezug der Personengruppe mit leichter kognitiver Beeinträchtigung ($n = 37$) wurde geprüft, ob sich ähnliche Zusammenhangsmuster zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten ergeben wie innerhalb der kognitiv unbeeinträchtigten Substichprobe allein bzw. ob sich diese Zusammenhänge je nach Gruppenzugehörigkeit (kognitiv unbeeinträchtigt vs MCI) unterscheiden. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Analysen, getrennt nach den Bereichen außerhäusliche Mobilität (Kapitel 20.4.1) und außerhäusliche Aktivität (Kapitel 20.4.2), nochmals zusammengefasst und vor dem Hintergrund der in Kapitel 6.3 aufgestellten Hypothesen sowie der bestehenden empirischen Befundlage diskutiert.

20.4.1 Außerhäusliche Mobilität

Für die Indikatoren der außerhäuslichen Mobilität traten – analog zu den Befunden mit der kognitiv unbeeinträchtigten Substichprobe allein – signifikante Effekte der episodischen Gedächtnisleistung auf die Maße der globalen Mobilität (Zeit außer Haus, Zahl aufgesuchter Nodes), des Aktionsradius sowie ferner auf die Zahl zurückgelegter Gehwege auf. Da

wiederum ansonsten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen gebasierten Mobilitätsmaßen und den kognitiven Faktoren auftraten, konnten auch auf Basis der erweiterten Stichprobe die Hypothesen 1 bis 3 empirisch bestätigt werden. Wie in den vorigen Regressionsanalysen auch fiel der Effekt der exekutiven Funktionsleistung auf die mittlere Entfernung von Zuhause wieder – marginal signifikant – negativ aus, was nicht hypothesenkonform ist und bereits diskutiert wurde.

Keine Interaktionseffekte traten dahingehend auf, dass der Zusammenhang zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität für die Personen mit MCI enger ausfiel als für kognitiv Unbeeinträchtigte. Vielmehr wiesen die drei signifikant bzw. marginal signifikant ausfallenden Interaktionseffekte in die umgekehrte Richtung: Einige Indikatoren der außerhäuslichen Mobilität (Zahl aufgesuchter Nodes, mittlere und maximale Entfernung von Zuhause) hingen in der Substichprobe der kognitiv Unbeeinträchtigten jeweils enger mit einem Indikator der kognitiven Leistung zusammen als in der Personengruppe mit leichter kognitiver Beeinträchtigung. Da es sich jedoch nur um drei von insgesamt 24 möglichen Interaktionseffekten handelt und selbst diese drei zum Teil nur „annähernd“ signifikant ausfielen, ist dieses Interaktionsmuster offenbar wenig konsistent und substantiell. Es soll daher eher vorsichtig und nicht zu intensiv gedeutet werden, da es auch – bei der Vielzahl der getesteten Interaktionen – auf Effekte der Alpha-Fehler-Kumulierung zurückgehen könnte. Zumindest scheint es aber die ursprüngliche Vermutung in Frage zu stellen, dass innerhalb der Personen mit MCI Mobilität stärker an kognitive Ressourcen gebunden ist, da deren Verfügbarkeit – wenn eine gewisse Schwelle kognitiver Rückgänge erreicht ist – eingeschränkt ist. Möglicherweise wurden in dieser Untersuchung Mobilitätskomponenten gewählt und operationalisiert, die auch innerhalb der leicht kognitiv beeinträchtigten Personengruppe noch wenig mental fordernd sind und daher eher niedrig mit kognitiven Parametern zusammenhängen. Dies könnte in Analogie zu Studienergebnissen in Bezug auf die Alltagskompetenz verstanden werden, wonach eine leichte kognitive Beeinträchtigung zwar mit keinen Einschränkungen (oder nur subtilen Defiziten, s. Jefferson et al., 2008) in den basalen, dafür aber in komplexeren instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens assoziiert ist (Allaire, Gamaldo, Ayotte, Sims & Whitfield, 2009; Aretouli & Brandt, 2010; Burton, Strauss, Bunce, Hunter & Hultsch, 2009; Giovannetti et al., 2008; Tuokko, Morris & Ebert, 2005).

Oder aber die ausbleibenden (bzw. „umgekehrt“ gerichteten) Interaktionseffekte sind dem Umstand geschuldet, dass die Personengruppe mit leichter kognitiver Beeinträchtigung

insgesamt sehr heterogen ist, wie ja allgemein schon wiederholt an dem MCI-Konstrukt kritisiert wurde (Dierckx et al., 2007; George, D. & Whitehouse, 2010; Ritchie et al., 2001; Smith et al., 1996). Diese Heterogenität spiegelt sich auch in dieser Stichprobe darin wider, dass die interindividuellen Unterschiede zwischen den leicht kognitiv Beeinträchtigten hinsichtlich ihrer kognitiven Testleistungen erheblich sind: So ist die Varianz dieser Gruppe in den Trail Making Tests, den beiden Textreproduktionstests sowie den extrahierten kognitiven Faktoren exekutive Funktionen und episodisches Gedächtnis signifikant größer als die entsprechenden interindividuellen Variabilitäten in der kognitiv gesunden Kontrollgruppe. Keine signifikanten Varianzunterschiede zwischen den Gruppen traten dagegen (mit Ausnahme der Gehdauer) in den Mobilitäts- und Aktivitätsmaßen auf.

Auch zeigt sich die Heterogenität innerhalb der Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung darin, dass es in dieser Stichprobe einen nicht unbeträchtlichen Anteil von Teilnehmern gibt, deren kognitive Leistung im „Kernbereich“ (d.h. Mittelwert \pm 1 SD) der kognitiv Unbeeinträchtigten liegt: Eine episodische Gedächtnisleistung in diesem definierten „Normbereich“ der kognitiv Gesunden erzielen über ein Drittel (38%) der leicht kognitiv Beeinträchtigten, bei Arbeitsgedächtnis (68%) und exekutiver Funktionsleistung (65%) liegen diese Anteile sogar über 50%. Offenbar gibt es also innerhalb der MCI-Stichprobe eine – was die kognitive Leistung betrifft – sehr unauffällige Subgruppe, was zu einer erheblichen Überlappung der Verteilungen von kognitiv Gesunden und kognitiv Beeinträchtigten hinsichtlich ihrer kognitiven Leistung führt.

Dies könnte eine Erklärung dafür sein, warum sich die beiden Gruppen nicht signifikant hinsichtlich ihrer mittleren Ausprägungen in außerhäuslicher Mobilität und Aktivität unterscheiden: Durch die hohen Anteile kognitiv unauffälliger Personen mit MCI in der Stichprobe, die aufgrund ihrer weitgehend erhaltenen kognitiven Ressourcen keine Mobilitäts- und Aktivitätseinschränkungen aufweisen sollten, treten keine Mittelwertunterschiede im außerhäuslichen Verhalten gegenüber den kognitiv Unbeeinträchtigten auf.

Möglich ist aber auch, dass leicht kognitiv beeinträchtigte Individuen entsprechende Adaptations- und Kompensationsstrategien anwenden, um ihr „Mobilitätslevel“ aufrechterhalten zu können, also etwa weniger (kognitiv) komplexe Umwelten aufsuchen (beispielsweise gibt es offenbar einen Zusammenhang zwischen bevorzugten "Geh-Umgebungen" und der kognitiven Leistungsfähigkeit; s. Prohaska et al., 2009). In diesen weniger komplexen

Umwelten verlangt das Zurücklegen von Fußwegen etc. möglicherweise weniger kognitive Ressourcen ab und ist daher weiterhin uneingeschränkt möglich

Funktional in Bezug auf die Gewährleistung der eigenen Mobilität sind neben solchen (pro)aktiven bzw. problem- und handlungsorientierten Anpassungsformen, die auch in anderen Kontexten im Zusammenhang mit der Diagnose einer leichten kognitiven Beeinträchtigung beobachtet wurden (McIlvane, Popa, Robinson, Houseweart & Haley, 2008), womöglich auch internale Coping-Strategien, wie sie Banningh, Vernooij-Dassen, Rikkert und Teunisse (2008) beispielhaft auf der Grundlage von geführten Interviews mit MCI-Patienten beschreiben: „When I have to go somewhere, I need to visualise the route in advance and then I’m all right“ (S.152). Vielleicht führt also das Auftreten einer leichten kognitiven Beeinträchtigung zwar dazu, dass Mobilitätsleistungen eine intensivere Vorbereitung – wie das beschriebene Antizipieren von Wegstrecken – erfordern, diese aber nach wie vor durchführbar sind und nicht zwingend reduziert werden müssen.

Diese Erklärungsvariante kann jedoch auf der Grundlage der hier vorliegenden Daten nicht hinreichend geprüft werden. Daher sollte die Fragestellung, ob Copingstrategien bzw. Mechanismen der (psychologischen) Kompensation (Bäckman & Dixon, 1992) dazu beitragen können, auch im Zuge kognitiver Beeinträchtigungen weiterhin uneingeschränkt außerhäuslich mobil zu sein, sowie um welche konkreten Strategien es sich dabei handelt und in welchem Ausmaß sie faktisch angewendet werden, zum Gegenstand künftiger Studien gemacht werden.

Erneut sind die Anteile an durch die kognitiven Prädiktoren aufgeklärter Varianz in den Maßen außerhäuslicher Mobilität auch in der erweiterten Stichprobe niedrig ausgefallen, was die bereits formulierte Annahme unterstützt, dass die Rolle der kognitiven Leistung als Mobilitäts-Determinante offenbar eher von nachgeordneter Bedeutung ist. Diese niedrigen Anteile an aufgeklärter Varianz für die Stichprobe der kognitiv Gesunden können damit nicht allein der eingeschränkten Spannbreite in der kognitiven Leistungsfähigkeit geschuldet sein, die durch den Einbezug der kognitiv Beeinträchtigten erweitert wurde, ohne dass die resultierende Varianzaufklärung in außerhäuslicher Mobilität substantiell gesteigert werden konnte.

Die beschriebenen Befunde zu den Zusammenhängen zwischen kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslichem Verhalten in der erweiterten Stichprobe konnten wiederum auf der Basis von Multilevel-Analysen weitgehend repliziert werden: Auch bei Aggregation

von Datenpunkten durch Betrachtung der tageweisen Mobilitätsausprägungen als erste Analyseebene, hierarchisch „geschachtelt“ in die Individuen als übergeordnete Ebene, fiel die episodische Gedächtnisleistung als positiver Prädiktor der globalen Mobilitätsmaße (Zeit außer Haus, Zahl aufgesuchter Nodes) sowie der Aktionsradius-Indikatoren (mittlere und maximale Entfernung von Zuhause) signifikant aus. Erneut war der Zusammenhang zwischen exekutiver Funktionsleistung und Aktionsradius negativ, während die gehbasierten Mobilitätsmaße – mit einer Ausnahme (ein positiver Effekt des episodisches Gedächtnisses auf die Zahl zurückgelegter Fußwege) – nicht signifikant durch die kognitiven Funktionen prädiziert werden konnten.

Alle Residualvarianzen der Mobilitätsmaße fielen in den Multilevel-Regressionsanalysen signifikant aus, was erneut bestätigt, dass die kognitive Leistungsfähigkeit – bzw. diejenigen kognitiven Indikatoren, die in dieser Untersuchung operationalisiert wurden – nur bedingt prädiktiv für außerhäusliche Mobilität ist und nur eine begrenzte Varianzaufklärung leisten kann. Dies gilt gleichermaßen für die kognitiv gesunde wie auch für die erweiterte Stichprobe.

Auch scheinen diese geringen Anteile an aufgeklärter Varianz nicht auf die Analysemethode oder eine aufgrund der kleinen Stichprobe zu geringen Teststärke zurückzugehen: Auch die Befunde auf der Grundlage von Multilevel-Analysen, die den maximalen Datenpool nutzt⁶, spiegeln hohe Anteile in der „Mobilitätsvarianz“ wider, die unabhängig von der kognitiven Leistung sind.

20.4.2 Außerhäusliche Aktivität

Auch innerhalb der erweiterten Stichprobe sind die Zusammenhänge zwischen Aktivität und kognitiven Fähigkeiten in dem Muster aufgetreten, wie es gemäß Hypothese 4 erwartet und bereits innerhalb der Stichprobe der kognitiv Gesunden gefunden wurde: Signifikanter Prädiktor der Zahl ausgeübter physisch anspruchsvoller Aktivitäten waren die Exekutivfunk-

⁶ Gemeint ist, dass bei den Multilevel-Analysen etwa die Gehgeschwindigkeitsausprägungen jedes Probanden für jeden „getrackten“ Tag in die Analyse miteingingen, so dass die Stichprobengröße der Zahl der „Datenpunkte“ bzw. Beobachtungen, also dem Produkt aus Individuen und Tagen, entspricht (also bei 129 Individuen mit verfügbaren GPS-Daten für durchschnittlich 20 valide Trackingtage: $n_{\text{Beobachtungen}} = 129 \text{ Individuen} \times 20 \text{ Tage} = 2580 \text{ Datenpunkte}$)

tionen, während der Effekt der episodischen Gedächtnisleistung auf die Anzahl ausgeübter kognitiv anspruchsvoller Aktivitäten signifikant ausfiel.

Denkbar ist, dass ältere Erwachsene im Hinblick auf kognitive Ressourcen und deren Steigerung oder Erhalt von kognitiv und physisch anspruchsvollen Aktivitäten profitieren. Möglicherweise besteht also im Sinne der kognitiven Reserve (Hollmann & Strüder, 2000; Richards & Deary, 2005; Richards & Sacker, 2003; Scarmeas & Stern, 2003; Stern, 2002, 2003, 2007) eine Modifizierbarkeit der kognitiven Leistung, etwa durch (physisch und/oder mental fordernde) Aktivität. Allerdings unterstellt dieser Erklärungsansatz eine Kausalität, die – wie bereits erwähnt – zumindest auf Basis der hier vorliegenden Daten nicht gesichert ist und die im Rahmen künftiger Untersuchungen intensiver getestet werden sollte.

21 Einschränkungen dieser Studie

Vor der Zusammenfassung der zentralen Untersuchungsergebnisse sind einige grundsätzliche Einschränkungen dieser Studie zu nennen, die bei der Interpretation der Befunde berücksichtigt werden sollten. Wie bereits erwähnt, stammen die Daten dieser Untersuchung aus dem Forschungsprojekt „SenTra“. Einschränkungen hinsichtlich des Studiendesigns und der Stichprobe dieses Forschungsprojektes betreffen daher auch diese Untersuchung. Dazu gehören die (potentielle) Selektivität der Stichprobe, die begrenzte Interpretierbarkeit der querschnittlich analysierten Zusammenhangsmuster sowie Probleme und Grenzen der GPS-gestützten Mobilitätserschfassung wie auch der fragebogenbasierten Erhebung außerhäuslicher Aktivitäten.

21.1 Stichprobenselektivität

Die mögliche Selektivität von Stichproben (vgl. Lüdtkke, Tomasik & Lang, 2003) ist ein grundsätzliches Problem empirischer Analysen (z. B. Baltes, P. B. & Smith, 1997) und könnte auch in dieser Untersuchung aufgetreten sein: Die Quote der Teilnahmezusagen, gemessen an allen angeschriebenen potentiellen Studienteilnehmern, war relativ gering (die Teilnahmequote für die gesamte SenTra-Stichprobe lag bei 14.7%), was vermutlich auf die recht hohen Anforderungen der Studie (Tragen eines GPS-Geräts über vier Wochen, zwei zeitintensive Interviews mit kognitiver Testung etc.) zurückgeht. Zudem wurde eine selektive Stichprobe rekrutiert, indem von vornherein diejenigen Personen ausgeschlossen wurden, die nicht mehr außerhäuslich mobil oder auf Gehhilfen angewiesen waren. Insofern liegt der Verdacht nahe, dass die Stichprobe im Hinblick auf gesundheitlich-funktionale Indikatoren und Parameter der außerhäuslichen Mobilität sowie Aktivität, aber womöglich auch hinsichtlich kognitiver Maße positiv selektiert und somit nicht gänzlich repräsentativ für die Grundgesamtheit älterer Erwachsener ist.

Tatsächlich weist etwa die mittlere Ausprägung der körperlichen Funktionsfähigkeit innerhalb der kognitiv gesunden Stichprobe (und auch innerhalb der Personen mit MCI) – verglichen mit den von Bullinger und Kirchberger (1998) berichteten Normwerten – auf eine positive Selektion hin, wie bereits dargestellt wurde (s. Kapitel 7). Für die Zahlenspannentests als kognitive Maße liegen offenbar ebenfalls Selektionseffekte zugunsten der kognitiv

gesunden Untersuchungsstichprobe gegenüber Normstichproben vor (s. Kapitel 11). Keine bzw. nur geringe Abweichungen von Norm- bzw. Vergleichswerten treten für die Indikatoren des episodischen Gedächtnisses auf (beide Textreproduktionstests, Wortliste Gedächtnis unmittelbar und Wortliste Abrufen) auf. In den Trail Making Tests weichen die mittleren Leistungen (d. h. die im Durchschnitt benötigte Bearbeitungszeit) der Stichprobe kognitiv Gesunder von der entsprechenden Normstichprobe (Tombaugh, 2004) ab, allerdings indiziert dieser Effekt – der nicht sehr stark ausfällt – schwächere Trail-Making-Leistungen für die hier vorliegende Stichprobe.

Die Ausprägungsmuster der erfassten Mobilitätsparameter ähneln dagegen, soweit sie bereits verwendet wurden, den in diesen Studien berichteten. Dies gilt etwa für die außer Haus verbrachte Zeit (Horgas et al., 1998) oder den (mittlere) Aktionsradius (Föbker & Grotz, 2006). Dass die hier ermittelte mittlere Gehgeschwindigkeit kognitiv unbeeinträchtigter ältere Erwachsener teilweise – jedoch nicht erheblich – von berichteten Normwerten (Ble et al., 2005; Hausdorff et al., 2005; Holtzer et al., 2007; Öberg et al., 1993; Visser, 1983) abweicht, liegt möglicherweise daran, dass in dieser Untersuchung die Gehgeschwindigkeit im Alltags-Setting und nicht im Labor erfasst wurde und somit auch keine Standardisierung der Gehstrecke, ihrer Länge und Beschaffenheit sowie weiterer Faktoren vorgenommen werden konnte. Die Studienteilnehmer waren in sehr verschiedenen Umgebungen zu Fuß unterwegs, so dass allein externe Kontexteinflüsse zu Unterschieden in der Gehgeschwindigkeit geführt haben könnten. Da jedoch für jeden Teilnehmer eine über alle Fußwege intraindividuell gemittelte Gehgeschwindigkeit berechnet wurde, ist anzunehmen, dass der Einfluss dieser externen Faktoren durch die Aggregation über alle Fußwege entsprechend „herausgemittelt“ bzw. zumindest reduziert wurde.

Insgesamt scheint die Stichprobe also zwar positiv selektiv im Hinblick auf körperliche Funktionsfähigkeit und vereinzelte kognitive Maße zu sein, andererseits sind diese beschriebenen Selektionseffekte – soweit feststellbar – nicht allzu groß. Was die Mobilitätsleistungen der Untersuchungsstichprobe betrifft, scheinen diese durchaus im Normbereich zu liegen und somit repräsentativ zu sein. Dennoch ist eine gewisse Vorsicht bei der Interpretation und Generalisierung der Befunde aus dieser Untersuchung geboten: So könnten etwa neben den Mittelwerten in einigen kognitiven Maßen auch deren Varianzen von der Population abweichen, da kognitiv weniger Leistungsfähige in der Untersuchung vermutlich eher unterrepräsentiert sind und dadurch die Variation innerhalb der Stichprobe geringer ausfällt. Dies impliziert jedenfalls der Vergleich mit den Normwerten zumindest für einige kognitive

Maße. Diese Varianzreduktion aufgrund eines eingeschränkt erfassten Leistungsbereichs („restriction of range effect“) wiederum könnte zu verringerten Zusammenhängen der kognitiven Indikatoren mit anderen Konstrukten, etwa der außerhäuslichen Mobilität und Aktivität, geführt haben. Andererseits haben sich diese Zusammenhänge durch Hinzunahme der Personengruppe mit MCI und somit eine Erweiterung der kognitiven Spannbreite nicht wesentlich verändert, was gegen das Vorliegen eines solchen „restriction of range effect“ spricht.

21.2 Querschnittliche Datenanalyse

Aufgrund der querschnittlich erhobenen Maße ist eine empiriegestützte kausale Auflösung der gefundenen korrelativen bzw. regressionsanalytisch geprüften Zusammenhänge zwischen außerhäuslichem Verhalten und kognitiver Leistung nicht möglich. Welche Mechanismen oder Ursachen den gefundenen Zusammenhängen zugrunde liegen, kann somit lediglich vermutet werden.

Was beispielsweise die aufgetretenen Zusammenhänge zwischen Aktivität und kognitiver Leistungsfähigkeit betrifft (s. Kapitel 15), bieten sich – wie bereits ausgeführt (s. Kapitel 5.2) – verschiedene Erklärungsmuster an: Das Ausüben verschiedener Aktivitäten hat möglicherweise – wie häufig postuliert wird (Allmer, 2005; Crowe et al., 2008; Dik et al., 2003; Fratiglioni et al., 2004; Ghisletta et al., 2006; Weuve et al., 2004; Wilson, Mendes de Leon et al., 2002; Wilson et al., 2007) – eine protektive Wirkung auf die kognitive Leistungsfähigkeit, könnte also kognitiv stimulierend wirken. Denkbar ist jedoch auch, dass die Aktivitäten ein gewisses Mindestmaß an kognitiver Leistung voraussetzen und diese somit nicht beeinflussen, sondern selbst von ihr abhängig sind, so dass kognitive Leistung Prädiktor und nicht „Outcome“ von Aktivität ist (vgl. Aartsen et al., 2002; Hultsch et al., 1999). Auch sind reziproke Zusammenhänge zwischen kognitiven und Aktivitätsmaßen möglich (Bosma et al., 2002; Schooler & Mulatu, 2001). Nicht zuletzt könnten Drittvariablen für den Zusammenhang zwischen kognitiver Leistung und Aktivität (mit)verantwortlich sein, wobei die als am bedeutsamsten erachteten potentiellen Drittvariablen in dieser Studie berücksichtigt und in den Analysen adäquat kontrolliert wurden, ohne dass dadurch die Zusammenhänge auf ein nicht signifikantes Niveau reduziert worden sind.

21.3 (Technische) Probleme und Einschränkungen bei der GPS-gestützten Mobilitätsfassung

Grundsätzlich erlaubt der Einsatz von GPS-Technologie, wie bereits erörtert (s. Kapitel 8.2), eine sehr akkurate Erfassung von Mobilitätsparametern (Murakami & Wagner, 1999; Rainham et al., 2010; Shoval et al., 2010; Shoval & Isaacson, 2006; Terrier & Schutz, 2005; Witte & Wilson, 2004). Dennoch können Störungen auftreten und zu Verzerrungen der beobachteten Mobilitätsmuster führen: So war etwa eine Anforderung an die Teilnehmer, den GPS-Empfänger täglich aufzuladen, um seine Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Dies wurde jedoch teilweise vergessen, so dass temporäre Ausfälle der Geräte auftraten und das außerhäusliche Verhalten nicht immer kontinuierlich dokumentiert und aufgezeichnet werden konnte.

Ebenso wurde von einigen Studienteilnehmern gelegentlich vergessen, den GPS-Empfänger bei jeder außerhäuslichen Aktivität mit sich zu führen. Daher unterschätzen die berichteten Mobilitätswerte – etwa die Zahl zurückgelegter (Fuß)Wege oder die außer Haus verbrachte Zeit – womöglich die „wahren“ Ausprägungen außerhäuslicher Mobilität. Störungen beim „GPS-Tracking“ bzw. beim Erfassen und Speichern der relevanten Daten traten zudem vereinzelt auch unabhängig vom Ladezustand der Geräte auf und führten zu fehlenden Daten bzw. zu nicht-validen Trackingtagen.

Als valide Tage wurden zudem nur diejenigen Tracking-Tage berücksichtigt, an denen außerhäusliches Verhalten aufgetreten ist (s. Kapitel 8.2). Tage, die vollständig Zuhause verbracht wurden, wurden zu den nicht-validen Tagen gezählt und gingen also nicht in die Analysen mit ein. Dieses Ausschlusskriterium wurde gewählt, da der Fokus dieser Untersuchung auf außerhäuslichem Verhalten lag. Allerdings hat der Ausschluss von rein „innerhäuslichen“ Tagen auch die Konsequenz, dass die berichteten Parameter wie die außer Haus verbrachte Zeit nicht auf alle Tage bezogen sind und auf diese Weise in ihrer Ausprägung eher überschätzt werden (da es sich beispielsweise um die Zeit außer Haus nur an außerhäuslichen Tagen handelt).

Für die Berechnung der Gehgeschwindigkeit wurden zudem alle mit einer Geschwindigkeit von unter 5 km/h zurückgelegten Strecken als Fußwege betrachtet wurden. Daher kann es zu vereinzelt Fehlklassifikationen, etwa von mit dem Fahrrad zurückgeleg-

ten Wegen, gekommen sein, was eine tendenzielle Überschätzung der Gehgeschwindigkeiten impliziert.

Trotz dieser Störeinflüsse bzw. Einschränkungen und einiger vorzeitig beendeter Trackingphasen liegen aber für jeden Studienteilnehmer – wie bereits berichtet – durchschnittlich über 20 valide „GPS-Tage“ vor, was bei einer Tracking-Gesamtdauer von 28 Tagen einem beträchtlichen Anteil von über 70% entspricht. Somit ist – mit wenigen Ausnahmen (s. Kapitel 8.2) – pro Teilnehmer reichhaltiges Datenmaterial vorhanden, was eine genaue und repräsentative Mobilitäts erfassung sicherstellen sollte. Zudem sind die beschriebenen Störeinflüsse unsystematisch aufgetreten und sollten die Schätzung der Kognitions-Mobilitäts-Zusammenhänge sowie der Unterschiede zwischen kognitiv Gesunden sowie Leicht Kognitiv Beeinträchtigten nicht grundsätzlich verzerrt haben, auch wenn einige mittlere Ausprägungen – etwa der beschriebenen Zeit außer Haus – mit Vorsicht zu interpretieren sind.

Über die beschriebenen Einschränkungen und technischen Probleme hinsichtlich der GPS-gestützten Mobilitäts erfassung hinaus ist es möglich, dass einige Teilnehmer im GPS-Trackingzeitraum besonders viel außerhäuslich aktiv waren, um die Technologie zu „testen“ sowie ihre intakte Mobilität im Sinne von „demand-Effekten“ bzw. sozialer Erwünschtheit (Paulhus, 1991, 2002) zu demonstrieren. Somit ist die im Trackingzeitraum abgebildete Mobilität nicht zwingend repräsentativ für die generelle Alltagsmobilität der Studienteilnehmer. Allerdings wurden alle Probanden zu Beginn ihrer Studienteilnahme gebeten, ihre „normalen“ Alltags-Mobilitätsmuster beizubehalten. Zudem wurde bewusst ein relativ langes Trackingintervall von 28 Tagen gewählt, was die Generalisierbarkeit der resultierenden Mobilitätsmuster erhöhen sowie die Gefahr einer im Vergleich zu sonst permanent gesteigerten Mobilität verringern sollte. Alle Teilnehmer wurden außerdem nach Abschluss ihres Trackings gefragt, ob sie ihr außerhäusliches Verhalten im Rahmen ihrer Untersuchungsteilnahme bzw. nach Erhalt der GPS-Technik verändert hatten. Dies wurde lediglich in drei Fällen bejaht (zwei Teilnehmer berichteten, aufgrund privater Belastung bzw. wegen schlechten Wetters weniger als sonst außerhäuslich aktiv gewesen zu sein; ein Teilnehmer gab an, mit Wegstrecken „experimentiert“ und diese variiert zu haben, um die Funktionsfähigkeit seines GPS-Geräts testen zu können).

21.4 Probleme und Einschränkungen bei der Aktivitätserfassung

Die Häufigkeit und Zahl ausgeübter Aktivitäten konnte nicht GPS-basiert erfasst werden, sondern wurde fragebogengestützt auf der Grundlage einer Aktivitätsliste (vgl. Mollenkopf, 2005) erfasst. Dieser Erhebungsmodus bringt jedoch die Gefahr subjektiver Verzerrungen (Paulhus, 1991; Schwarz, 1999) – etwa Einflüsse sozialer Erwünschtheit (Paulhus, 2002) – mit sich, so dass die Validität der Aktivitätsangaben womöglich eingeschränkt ist. Insbesondere bei Selbstberichten zum Engagement in physischer Aktivität etwa scheinen – gemäß empirischer Befunde – Tendenzen zu verzerrten (Mundal, Erikssen & Rodahl, 1987) oder sozial erwünschten (Adams et al., 2005) Angaben zu bestehen, so dass diese subjektiven Angaben entsprechend vorsichtig interpretiert werden sollten.

Für die erhobenen kognitiv und physisch anspruchsvollen Aktivitäten gilt außerdem, dass sie nur *außerhäusliche* Tätigkeiten einschließen (also etwa nicht Lektüre, die zuhause stattfindet) und somit nur einen limitierten Ausschnitt der Alltagsaktivität abbilden. Ohnehin ist die zugrundeliegende Aktivitätsliste als Erhebungsinstrument sicherlich nicht erschöpfend, um Alltagsaktivitäten holistisch abzubilden. Die Einteilung in physisch vs kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten, wie sie hier auf der Grundlage von Expertenratings (Hercher, 2010; s. Beschreibung in Kapitel 9.3) vorgenommen wurde, ist zudem insofern problematisch, da viele Aktivitäten gleichermaßen körperliche und mentale Anforderungen stellen und daher kaum einer Kategorie zugeordnet werden können, sondern vielmehr – in unterschiedlicher Gewichtung – beiden Dimensionen angehören (Karp et al., 2006).

21.5 Implikationen und Ausblick auf künftige Forschungsfragen

Wie schon erwähnt, lassen die querschnittlich gefundenen Zusammenhänge zwischen kognitiver Leistung und außerhäuslicher Mobilität bzw. Aktivität offen, welche kausalen Wirkrichtungen und welche Mechanismen diesen Zusammenhängen zugrunde liegen. Insbesondere die Frage, inwieweit außerhäusliche Aktivitäten kognitive Fähigkeiten voraussetzen oder ob sie diese vielmehr stimulieren, erfordert längsschnittliche Untersuchungen, um die Größe beider möglichen Wirkrichtungen quantifizieren und vergleichen zu können. Auf der Grundlage von Längsschnittstudien könnte zudem analysiert werden, ob bestimmte Mobilitätsmuster prädiktiv für das spätere Auftreten kognitiver Beeinträchtigungen (wie MCI) sein können. Angesichts der schwachen Mobilitäts-Kognitions-Zusammenhänge, wie

sie in dieser Untersuchung ermittelt worden sind, erscheint dies eher unwahrscheinlich, andererseits sind aber bereits ähnliche Befunde – etwa bedeutsame Zusammenhänge zwischen Gangmustern (Verghese et al., 2002; Verghese et al., 2007) oder Gehgeschwindigkeit (Abbott et al., 2004; Atkinson et al., 2005; Camicioli et al., 1998) und kognitiven Rückgängen bzw. dem prospektiven Demenzrisiko – berichtet worden.

Eine „Auflösung“ des kausalen Zusammenhangs zwischen außerhäuslichem Verhalten und kognitiven Fähigkeiten hätte auch die praktische Relevanz, dass geklärt werden könnte, inwieweit mobilitätsgestützte Interventionen zu einem Erhalt der kognitiven Leistungsfähigkeit beitragen können. Die umgekehrte Kausalität, also ein protektiver Effekt von kognitiven Trainings auf die außerhäusliche Mobilität, wurde bereits in einigen Studien empirisch gestützt (s. Review von O'Connor et al., 2011). Gegenstand zukünftiger Interventionsstudien könnte zudem die bereits aufgeworfene Frage sein, ob sich die stimulierende Wirkung bestimmter Aktivitätsformen auf die kognitive Leistungsfähigkeit im Zuge kognitiver Beeinträchtigungen abschwächt.

Die für diese Untersuchung verwendete GPS-Technologie ist einerseits ein viel versprechendes Instrument, um außerhäusliche und alltägliche Mobilität akkurat, objektiv und valide abzubilden (Murakami & Wagner, 1999; Rainham et al., 2010; Shoval et al., 2010; Terrier & Schutz, 2005; Witte & Wilson, 2004), andererseits kann diese Technologie eine umfassende Kontrolle von Umgebungsvariablen, wie sie üblicherweise experimentell realisiert werden kann, jedoch nicht ohne Weiteres leisten. Als Beispiel wurde bereits erwähnt, dass zwar die mittlere Gehgeschwindigkeit aller Studienteilnehmer bestimmt werden konnte, diese könnte jedoch dadurch „verfälscht“ sein, dass die Probanden in ganz unterschiedlichen Umgebungen zu Fuß unterwegs waren. Generell sollte in künftigen Untersuchungen zur außerhäuslichen Mobilität angestrebt werden, derartige Kontexteinflüsse zu kontrollieren, ohne dabei auf ein (vollständig) experimentelles Setting zurückzugreifen, das wiederum wenig geeignet wäre, um alltägliche Außerhaus-Mobilität ökologisch valide zu untersuchen.

Eine Kontrolle von Kontextvariablen könnte zudem ermöglichen, deren Einflussgröße auf das außerhäusliche Verhalten mit dem kognitiver und anderer Faktoren zu vergleichen. Auf diese Weise könnte die hier vor dem Hintergrund der relativ schwachen kognitiven Effekte formulierte Annahme, dass Umgebungseinflüsse relevanter für die außerhäusliche Mobilität sind als kognitive Ressourcen, empirisch geprüft werden. Auch könnte untersucht werden, ob – wie bereits vermutet wurde – die in dieser Untersuchung

nicht signifikanten Mobilitätsunterschiede zwischen kognitiv Gesunden und Personen mit MCI darauf zurückgehen, dass im Zuge leichter kognitiver Beeinträchtigungen weniger komplexe Umwelten aufgesucht werden, in denen eine unbeeinträchtigte Mobilität weiterhin gesichert ist. Eine solche Berücksichtigung von Kontextfaktoren sowie deren Komplexität ist jedoch eine methodisch und auch praktisch sehr anspruchsvolle Herausforderung, die eine Integration verschiedener, über die GPS hinausgehender Erhebungsinstrumente erfordert.

Die bereits beschriebene geringe Varianzaufklärung in außerhäuslicher Mobilität durch die verwendeten Indikatoren der kognitiven Leistungsfähigkeit wirft zudem die Frage auf, ob die über die GPS-Technik gewonnenen Mobilitätsparameter womöglich zu wenig kognitiv fordernd sind und daher nur niedrig bis moderat mit den erhobenen kognitiven Maßen zusammenhängen. Die Klärung dieser Frage erfordert letztlich eine Art Taxonomie der kognitiven Komplexität von Mobilitätsmaßen. Gegenstand künftiger Studien sollte es sein, eine solche Taxonomie aus einer Reihe - primär experimenteller - Untersuchungen, vorzugsweise auch unter zusätzlicher Berücksichtigung bildgebender Verfahren, abzuleiten. Ebenso sollte – daran anknüpfend – in künftigen GPS-gestützten Mobilitätsuntersuchungen nach Wegen gesucht werden, um auch komplexere Mobilitätsleistungen (als die hier verwendeten) operationalisieren zu können. Womöglich würden dann auch bei einer Kontrastierung verschiedener kognitiver Beeinträchtigungsgrade Unterschiede in diesen komplexen Mobilitätsleistungen auftreten, die sich in dieser primär auf basale Mobilitätsparameter gestützten Untersuchung nicht manifestiert hatten.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1</i> : Klassifikation außerhäuslicher Verhaltensdimensionen.....	45
<i>Abbildung 2</i> : Integratives Modell zu kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Mobilität im Alter.	89
<i>Abbildung 3</i> : Integratives Modell zu kognitiver Leistungsfähigkeit und außerhäuslicher Aktivität im Alter	89

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung (Kognitiv Unbeeinträchtigte, n = 100).....	96
Tabelle 2: Stichprobenbeschreibung (Personen mit MCI, n = 37).....	97
Tabelle 3: Interkorrelationen der soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen (n = 100).....	98
Tabelle 4: Verwendete kognitive Maße aus der CERAD-Testbatterie sowie der Wechsler Memory Scale (WMS-R)	100
Tabelle 5: Eingesetzte GPS-basierte Mobilitätsdimensionen und ihre Indikatoren	107
Tabelle 6: Kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten gemäß Expertenrating (s. Hercher, 2010).....	109
Tabelle 7: Körperlich anspruchsvolle Aktivitäten gemäß Expertenrating (s. Hercher, 2010).....	109
Tabelle 8: Kognitive Maße	116
Tabelle 9: Interkorrelationen zwischen den kognitiven Maßen	118
Tabelle 10: Eigenwerte und erklärte Varianz der extrahierten kognitiven Faktoren.....	119
Tabelle 11: Ladungsmuster (Strukturmatrix) der kognitiven Variablen nach Promax-Rotation.....	120
Tabelle 12: Interkorrelationen der extrahierten kognitiven Faktoren.....	121
Tabelle 13: Interkorrelationen zwischen den kognitiven Faktoren und soziodemographisch-gesundheitsbezogenen Maßen	122
Tabelle 14: Maße der außerhäuslichen Mobilität	124
Tabelle 15: Interkorrelationen zwischen Mobilitätsvariablen	127
Tabelle 16: Interkorrelationen der Mobilitätsvariablen mit soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen.....	129
Tabelle 17: Maße der außerhäuslichen Aktivität.....	131

Tabelle 18: Interkorrelationen der Aktivitätsvariablen mit soziodemographischen und gesundheitsbezogenen Variablen.....	132
Tabelle 19: Regressionen mit Mobilitätsvariablen als Outcome.....	136
Tabelle 20: Regressionen mit Aktivitätsindikatoren als Kriteriumsvariablen.....	139
Tabelle 21: Kanonische Korrelation mit allen Indikatoren außerhäuslichen Verhaltens und den kognitiven Variablen.....	142
Tabelle 22: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen, feste Effekte.....	145
Tabelle 23: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen, random effects und Fit-Indizes.....	147
Tabelle 24: Regressionen mit der intraindividuellen Standardabweichung (ISD) in Mobilitätsvariablen als Kriteriumsvariable	150
Tabelle 25: Unterschiede zwischen kognitiv Gesunden (KG) und Personen mit MCI in soziodemographischen und funktionalen Maßen	153
Tabelle 26: Unterschiede zwischen kognitiv Gesunden (KG) und Personen mit MCI in außerhäuslicher Mobilität und Aktivität.....	154
Tabelle 27: Unterschiede zwischen kognitiv Gesunden (KG) und Personen mit MCI in kognitiver Leistungsfähigkeit	155
Tabelle 28: Regressionen mit Mobilitätsvariablen als Outcome (Kognitiv Gesunde und Personen mit MCI)	158
Tabelle 29: Regressionen mit Aktivitätsvariablen als Outcome (Kognitiv Gesunde und Personen mit MCI)	159
Tabelle 30: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen (Kognitive Gesunde und Personen mit MCI), feste Effekte	163
Tabelle 31: Multilevel-Regressionen mit Mobilitätsvariablen (Kognitive Gesunde und Personen mit MCI), random effects und Fit-Indizes	164

Literaturverzeichnis

- Aartsen, M. J., Martin, M. & Zimprich, D. (2004). Gender Differences in Level and Change in Cognitive Functioning: Results from the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *Gerontology*, 50(1), 35-38.
- Aartsen, M. J., Smits, C. H. M., van Tilburg, T., Knipscheer, K. C. P. M. & Deeg, D. J. H. (2002). Activity in older adults: Cause or consequence of cognitive functioning? A longitudinal study on everyday activities and cognitive performance in older adults. *Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*(2), P153-p162.
- Abbott, R. D., White, L. R., Ross, G. W., Masaki, K. H., Curb, J. D. & Petrovitch, H. (2004). Walking and Dementia in Physically Capable Elderly Men. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 292(12), 1447-1453.
- Abreu, S. & Caldas, C. (2008). Gait speed, balance and age: a correlational study among elderly women with and without participation in a therapeutic exercise program. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12, 324-330.
- Ackerman, P. L., Beier, M. E. & Boyle, M. O. (2005). Working Memory and Intelligence: The Same or Different Constructs? *Psychological Bulletin*, 131(1), 30-60.
- Adams, S. A., Matthews, C. E., Ebbeling, C. B., Moore, C. G., Cunningham, J. E., Fulton, J. et al. (2005). The Effect of Social Desirability and Social Approval on Self-Reports of Physical Activity. *American Journal of Epidemiology*, 161(4), 389-398.
- Aebi, C. (2002). *Validierung der neuropsychologischen Testbatterie CERAD-NP - eine Multicenterstudie*. Dissertation. Universität Basel.
- Albert, M. S., Jones, K., Savage, C. R., Berkman, L., Seeman, T., Blazer, D. et al. (1995). Predictors of cognitive change in older persons: MacArthur studies of successful aging. *Psychology and Aging*, 10(4), 578-589.
- Allaire, J. C., Gamaldo, A., Ayotte, B. J., Sims, R. & Whitfield, K. (2009). Mild cognitive impairment and objective instrumental everyday functioning: The Everyday Cognition Battery Memory Test. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(1), 120-125.
- Allaire, J. C. & Marsiske, M. (2005). Intraindividual Variability May Not Always Indicate Vulnerability in Elders' Cognitive Performance. *Psychology and Aging*, 20(3), 390-401.
- Alley, D., Suthers, K. & Crimmins, E. (2007). Education and Cognitive Decline in Older Americans. *Research on Aging*, 29(1), 73-94.
- Allmer, H. (2005). Physical activity and cognitive functioning in aging. *Journal of Public Health*, 13(4), 185-188.
- Alwin, D. F. (2009). History, cohorts, and patterns of cognitive aging. In H. B. Bosworth & C. Hertzog (Hrsg.), *Aging and cognition: Research methodologies and empirical advances*. (S. 9-38). Washington, DC US: American Psychological Association.
- Amelang, M., Bartussek, D., Stemmler, G. & Hagemann, D. (Hrsg.). (2006). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung* (6. ed.). Stuttgart: Kohlhammer.

- Aretouli, E. & Brandt, J. (2010). Everyday functioning in mild cognitive impairment and its relationship with executive cognition. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(3), 224-233.
- Argyle, M. (1999). Causes and correlates of happiness. In D. Kahneman, E. Diener & N. Schwarz (Hrsg.), *Well-being: The foundations of hedonic psychology*. (S. 353-373). New York, NY US: Russell Sage Foundation.
- Atkinson, H. H., Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Penninx, B. W. J. H., Fried, L. P., Guralnik, J. M. et al. (2005). Predictors of Combined Cognitive and Physical Decline. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(7), 1197-1202.
- Atkinson, H. H., Rosano, C., Simonsick, E. M., Williamson, J. D., Davis, C., Ambrosius, W. T. et al. (2007). Cognitive Function, Gait Speed Decline, and Comorbidities: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(8), 844-850.
- Bäckman, L. & Dixon, R. A. (1992). Psychological compensation: A theoretical framework. *Psychological Bulletin*, 112(2), 259-283.
- Bäckman, L. & MacDonald, S. W. S. (2006). Death and cognition: Synthesis and outlook. *European Psychologist*, 11(3), 224-235.
- Bäckman, L., Small, B. J. & Fratiglioni, L. (2001). Stability of the preclinical episodic memory deficit in Alzheimer's disease. *Brain*, 124(1), 96-102.
- Baker, L. A., Cahalin, L. P., Gerst, K. & Burr, J. A. (2005). Productive Activities and Subjective Well-Being among Older Adults: The Influence of Number of Activities and Time Commitment. *Social Indicators Research*, 73(3), 431-458.
- Baker, P. S., Bodner, E. V. & Allman, R. M. (2003). Measuring Life-Space Mobility in Community-Dwelling Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51, 1610-1614.
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M. et al. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 288(18), 2271-2281.
- Baltes, M. M., Maas, I., Wilms, H.-U. & Borchelt, M. (1996). Alltagskompetenz im Alter: Theoretische Überlegungen und empirische Befunde. In P. B. Baltes & K. U. Mayer (Hrsg.), *Die Berliner Altersstudie*. Berlin: Akademie Verlag.
- Baltes, M. M., Maas, I., Wilms, H.-U., Borchelt, M., Little, T. D., Baltes, P. B. et al. (1999). Everyday competence in old and very old age: Theoretical considerations and empirical findings. In P. B. Baltes & K. U. Mayer (Hrsg.), *The Berlin Aging Study: Aging from 70 to 100*. (S. 384-402). New York, NY US: Cambridge University Press.
- Baltes, M. M., Wahl, H.-W. & Schmid-Furstoss, U. (1990). The daily life of elderly Germans: Activity patterns, personal control, and functional health. *Journals of Gerontology*, 45(4), P173-PP179.
- Baltes, M. M. & Wilms, H.-U. (1995). Alltagskompetenz im Alter. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Baltes, P. B. (1990). Entwicklungspsychologie der Lebensspanne: Theoretische Leitsätze. *Psychologische Rundschau*, 41(1), 1-24.

- Baltes, P. B. (1999). Alter und Altern als unvollendete Architektur der Humanontogenese. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 32(6), 433-448.
- Baltes, P. B., Dittmann-Kohli, F. & Dixon, R. A. (1984). New perspectives on the development of intelligence in adulthood: Toward a dual-process conception and a model of selective optimization with compensation. In P. B. Baltes & O. G. Brim (Hrsg.), *Life-span development and behavior* (Bd. 6, S. 33-76). New York: Academic Press.
- Baltes, P. B. & Kliegl, R. (1992). Further testing of limits of cognitive plasticity: Negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Developmental Psychology*, 28(1), 121-125.
- Baltes, P. B. & Lindenberger, U. (1988). On the range of cognitive plasticity in old age as a function of experience: 15 years of intervention research. *Behavior Therapy*, 19(3), 283-300.
- Baltes, P. B. & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging*, 12(1), 12-21.
- Baltes, P. B., Lindenberger, U. & Staudinger, U. M. (2006). Life-span theory in developmental psychology. In W. Damon & R. M. Lerner (Hrsg.), *Handbook of child psychology*. New York: Wiley.
- Baltes, P. B. & Smith, J. (1997). A systemic-wholistic view of psychological functioning in very old age: Introduction to a collection of articles from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging*, 12(3), 395-409.
- Baltes, P. B. & Smith, J. (2003). New Frontiers in the Future of Aging: From Successful Aging of the Young Old to the Dilemmas of the Fourth Age. *Gerontology*, 49(2), 123-135.
- Bandein-Roche, K., Xue, Q.-L., Ferrucci, L., Walston, J., Guralnik, J. M., Chaves, P. et al. (2006). Phenotype of Frailty: Characterization in the Women's Health and Aging Studies. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(3), 262-266.
- Banningh, L. J.-W., Vernooij-Dassen, M., Rikkert, M. O. & Teunisse, J.-P. (2008). Mild cognitive impairment: Coping with an uncertain label. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(2), 148-154.
- Barnes, L. L., Wilson, R. S., Bienias, J. L., de Leon, C. F. M., Kim, H.-J. N., Buchman, A. S. et al. (2007). Correlates of life space in a volunteer cohort of older adults. *Experimental Aging Research*, 33(1), 77-93.
- Barnes, L. L., Wilson, R. S., Schneider, J. A., Bienias, J. L., Evans, D. A. & Bennett, D. A. (2003). Gender, cognitive decline, and risk of AD in older persons. *Neurology*, 60(11), 1777-1781.
- Barth, S., Schönknecht, P., Pantel, J. & Schröder, J. (2005). Neuropsychologische Profile in der Demenzdiagnostik: Eine Untersuchung mit der CERAD-NP-Testbatterie. *Fortschritte der Neurologie, Psychiatrie*, 73(10), 568-576.
- Bendall, M. J., Bassey, E. J. & Pearson, M. B. (1989). Factors Affecting Walking Speed of Elderly People. *Age and Ageing*, 18(5), 327-332.
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L. & Williams, J. T. (1992). Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health*, 83, 7-11.

- Bergland, A., Thorsen, K. & Loland, N. W. (2010a). The relationship between coping, self-esteem and health on outdoor walking ability among older adults in Norway. *Ageing & Society*, 30(6), 949-963.
- Bergland, A., Thorsen, K. & Loland, N. W. (2010b). The relationship between coping, self-esteem and health on outdoor walking ability among older adults in Norway. *Ageing & Society*, 30(06), 949-963.
- Bernstein, B. A. (2008). An introduction to sample size and power. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 29(6), 516-522.
- Bielak, A. A. M. (2010). How Can We Not "Lose It" if We Still Don't Understand How to "Use It"? Unanswered Questions about the Influence of Activity Participation on Cognitive Performance in Older Age - A Mini-Review. *Gerontology*, 56(5), 507-519.
- Bielak, A. A. M., Hughes, T. F., Small, B. J. & Dixon, R. A. (2007). It's never too late to engage in lifestyle activities: Significant concurrent but not change relationships between lifestyle activities and cognitive speed. *The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62B(6), P331-P339.
- Bielak, A. A. M., Hulstsch, D. F., Strauss, E., MacDonald, S. W. S. & Hunter, M. A. (2010). Intraindividual Variability Is Related to Cognitive Change in Older Adults: Evidence for Within-Person Coupling. *Psychology and Aging*, 25(3), 575-586.
- Biessels, G. J. & Gispen, W. H. (2005). The impact of diabetes on cognition: What can be learned from rodent models? *Neurobiology of Aging*, 26(1, Supplement 1), 36-41.
- Bischkopf, J., Busse, A. & Angermeyer, M. C. (2002). Mild cognitive impairment a review of prevalence, incidence and outcome according to current approaches. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 106, 403-414.
- Black, S. A. & Rush, R. D. (2002). Cognitive and Functional Decline in Adults Aged 75 and Older. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(12), 1978-1986.
- Blalock, H. M. (1963). Correlated independent variables: The problem of multicollinearity. *Social Forces*, 42(2), 233-237.
- Blaum, C. S., Ofstedal, M. B. & Liang, J. (2002). Low cognitive performance, comorbid disease, and task-specific disability: Findings from a nationally representative survey. *Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*(8), M523-m531.
- Ble, A., Volpato, S., Zuliani, G., Guralnik, J. M., Bandinelli, S., Lauretani, F. et al. (2005). Executive Function Correlates with Walking Speed in older Persons: The InCHI-ANTI Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(3), 410-415.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20--79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*, 26(1), 15-19.
- Bohannon, R. W., Andrews, A. W. & Thomas, M. W. (1996). Walking Speed: Reference Values and Correlates for Older Adults. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 24(2), 86-90.
- Boker, S. M. (2001). Differential models and 'differential structural equation modeling of intraindividual variability'. In L. M. Collins & A. G. Sayer (Hrsg.), *New methods for*

- the analysis of change.* (S. 5-27). Washington, DC US: American Psychological Association.
- Bortz, W. M. (1982). Disuse and Aging. *Journal of the American Medical Association*, 248(10), 1203-1208.
- Bortz, W. M. (2002). A Conceptual Framework of Frailty. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(5), M283-M288.
- Bosma, H., van Boxtel, M. P. J., Ponds, R. W. H. M., Houx, P. J. H. & Jolles, J. (2003). Education and age-related cognitive decline: The contribution of mental workload. *Educational Gerontology*, 29(2), 165-173.
- Bosma, H., van Boxtel, M. P. J., Ponds, R. W. H. M., Jelicic, M., Houx, P., Metsemakers, J. et al. (2002). Engaged lifestyle and cognitive function in middle and old-aged, non-demented persons: A reciprocal association? *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 35(6), 575-581.
- Botwinick, J. (1996). Intellectual Abilities. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Hrsg.), *Handbook of The Psychology of Aging* (4. ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Brehmer, Y., Li, S.-C., Straube, B., Stoll, G., von Oertzen, T., MÃ¼ller, V. et al. (2008). Comparing memory skill maintenance across the life span: Preservation in adults, increase in children. *Psychology and Aging*, 23(2), 227-238.
- Bullinger, M. & Kirchberger, I. (1998). *SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Burton, C. L., Strauss, E., Bunce, D., Hunter, M. A. & Hultsch, D. F. (2009). Functional abilities in older adults with mild cognitive impairment. *Gerontology*, 55(5), 570-581.
- Burton, C. L., Strauss, E., Hultsch, D. F., Moll, A. & Hunter, M. A. (2006). Intraindividual Variability as a Marker of Neurological Dysfunction: A Comparison of Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(1), 67-83.
- Busse, A., Bischof, J., Riedel-Heller, S. G. & Angermeyer, M. C. (2003a). Mild cognitive impairment: prevalence and predictive validity according to current approaches. *Acta Neurologica Scandinavica*, 108(2), 71-81.
- Busse, A., Bischof, J., Riedel-Heller, S. G. & Angermeyer, M. C. (2003b). Subclassifications for mild cognitive impairment: prevalence and predictive validity. *Psychological Medicine*, 33(06), 1029-1038.
- Busse, A., Hensel, A., Gühne, U., Angermeyer, M. C. & Riedel-Heller, S. G. (2006). Mild cognitive impairment: Long-term course of four clinical subtypes. *Neurology*, 67(12), 2176-2185.
- Cahn-Weiner, D. A., Malloy, P. F., Boyle, P. A., Marran, M. & Salloway, S. (2000). Prediction of functional status from neuropsychological tests in community-dwelling elderly individuals. *Clinical Neuropsychologist*, 14(2), 187-195.
- Camicioli, R., Howieson, D., Oken, B., Sexton, G. & Kaye, J. (1998). Motor slowing precedes cognitive impairment in the oldest old. *Neurology*, 50(5), 1496-1498.
- Cesari, M. (2011). Role of Gait Speed in the Assessment of Older Patients. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 305(1), 93-94.

- Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Penninx, B. W. H. J., Nicklas, B. J., Simonsick, E. M., Newman, A. B. et al. (2005). Prognostic Value of Usual Gait Speed in Well-Functioning Older People - Results from the Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(10), 1675-1680.
- Chang, M., Cohen-Mansfield, J., Ferrucci, L., Leveille, S., Volpato, S., de Rekeneire, N. et al. (2004). Incidence of Loss of Ability to Walk 400 Meters in a Functionally Limited Older Population. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(12), 2094-2098.
- Chodosh, J., Kado, D. M., Seeman, T. E. & Karlamagla, A. S. (2007). Depressive symptoms as a predictor of cognitive decline: MacArthur Studies of Successful Aging. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(5), 406-415.
- Christensen, H., Korten, A., Jorm, A. F., Henderson, A. S., Scott, R. & Mackinnon, A. J. (1996). Activity Levels and Cognitive Functioning in an Elderly Community Sample. *Age Ageing*, 25(1), 72-80.
- Clark, D. O., Stump, T. E., Hui, S. L. & Wolinsky, F. D. (1998). Predictors of Mobility and Basic ADL Difficulty among Adults Aged 70 Years and Older. *Journal of Aging and Health*, 10(4), 422-440.
- Clarkson-Smith, L. & Hartley, A. A. (1989). Relationships between physical exercise and cognitive abilities in older adults. *Psychology and Aging*, 4(2), 183-189.
- Clarkson-Smith, L. & Hartley, A. A. (1990). Structural equation models of relationships between exercise and cognitive abilities. *Psychology and Aging*, 5(3), 437-446.
- Colcombe, S., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., McAuley, E. et al. (2003). Aerobic Fitness Reduces Brain Tissue Loss in Aging Humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(2), M176-180.
- Colcombe, S., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E. et al. (2006). Aerobic Exercise Training Increases Brain Volume in Aging Humans. *Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1166-1170.
- Colcombe, S. & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14(2), 125-130.
- Collie, A., Shafiz-Antonacci, R., Maruff, P., Tyler, P. & Currie, J. (1999). Norms and the effects of demographic variables on a neuropsychological battery for use in healthy ageing Australian populations. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 33(4), 568-575.
- Comijs, H. C., Dik, M. G., Deeg, D. J. H. & Jonker, C. (2004). The Course of Cognitive Decline in Older Persons: Results from the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 17(3), 136-142.
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J. & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30(2), 163-184.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J. & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 547-552.
- Corrigan, J. D. & Hinkeldey, N. S. (1987). Relationships between Parts A and B of the Trail Making Test. *Journal of Clinical Psychology*, 43(4), 402-409.

- Cotman, C. W. & Berchtold, N. C. (2002). Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25(6), 295-301.
- Coyle, J. T. (2003). Use It or Lose It -- Do Effortful Mental Activities Protect against Dementia? *N Engl J Med*, 348(25), 2489-2490.
- Craik, F. I. (2000). Age-related changes in human memory. In D. C. Park & N. Schwarz (Hrsg.), *Cognitive aging: A primer*. (S. 75-92). New York, NY US: Psychology Press.
- Craik, F. I. & Byrd, M. (1982). Aging and cognitive deficits: The role of attentional resources. In F. I. M. Craik & S. Trehub (Hrsg.), *Aging and Cognitive Processes*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Craik, F. I. & McDowd, J. M. (1987). Age differences in recall and recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(3), 474-479.
- Crosbie, J., Vachalathiti, R. & Smith, R. (1997). Age, gender and speed effects on spinal kinematics during walking. *Gait & Posture*, 5(1), 13-20.
- Crowe, M., Andel, R., Pedersen, N. L., Johansson, B. & Gatz, M. (2003). Does Participation in Leisure Activities Lead to Reduced Risk of Alzheimer's Disease? A Prospective Study of Swedish Twins. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 58(5), P249-P255.
- Crowe, M., Andel, R., Wadley, V. G., Okonkwo, O. C., Sawyer, P. & Allman, R. M. (2008). Life-Space and Cognitive Decline in a Community-Based Sample of African American and Caucasian Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(11), 1241-1245.
- Cunningham, D. A., Rechnitzer, P. A., Pearce, M. E. & Donner, A. P. (1982). Determinants of Self-Selected Walking Pace Across Ages 19 to 66. *Journal of Gerontology*, 37(5), 560-564.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L. & Neely, A. S. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 720-730.
- de Frias, C. M., Lövdén, M., Lindenberger, U. & Nilsson, L.-G. (2007). Revisiting the dedifferentiation hypothesis with longitudinal multi-cohort data. *Intelligence*, 35(4), 381-392.
- Diehl, M. (1998). Everyday competence in later life: Current status and future directions. *The Gerontologist*, 38(4), 422-433.
- Diehl, M. & Marsiske, M. (2005). Alltagskompetenz und Alltagsproblemlösen im mittleren und höheren Erwachsenenalter. In S.-H. Filipp & U. M. Staudinger (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Band 6. Entwicklungspsychologie des mittleren und höheren Erwachsenenalters* (S. 655-682). Göttingen: Hogrefe.
- Diehl, M. & Willis, S. L. (2003). Everyday competence and everyday problem solving in aging adults: Role of the physical and social context. In H.-W. Wahl, R. Scheidt & P. Windley (Hrsg.), *Annual Review of Gerontology and Geriatrics: Vol. 23. Aging in context: Socio-physical environments* (S. 130-166). New York: Springer.

- Diehl, M., Willis, S. L. & Schaie, K. W. (1995). Everyday problem solving in older adults: Observational assessment and cognitive correlates. *Psychology and Aging, 10*(3), 478-491.
- Dierckx, E., Engelborghs, S., De Raedt, R., De Deyn, P. P. & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2007). Mild Cognitive Impairment: What's in a Name? *Gerontology, 53*(1), 28-35.
- Diez-Roux, A. V. (2000). Multilevel analysis in public health research. *Annual Review of Public Health, 21*, 171-192.
- Dik, M. G., Deeg, D. J. H., Visser, M. & Jonker, C. (2003). Early life physical activity and cognition at old age. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 25*(5), 643-653.
- Ding-Greiner, C. & Lang, E. (2004). Alternsprozesse und Krankheitsprozesse - Grundlagen. In A. Kruse (Hrsg.), *Enzyklopädie der Gerontologie*. Bern: Huber.
- DiPietro, L. (2001). Physical activity in aging: Changes in patterns and their relationship to health and function. *The Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 56A*(11,SpecIssue), 13-22.
- Duchek, J. M., Balota, D. A., Tse, C.-S., Holtzman, D. M., Fagan, A. M. & Goate, A. M. (2009). The utility of intraindividual variability in selective attention tasks as an early marker for Alzheimer's disease. *Neuropsychology, 23*(6), 746-758.
- Duff, K., Mold, J. W. & Roberts, M. M. (2008). Walking speed and global cognition: Results from the OKLAHOMA study. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 15*(1), 1-9.
- Eckroth-Bucher, M. C. & Siberski, J. (2009). Preserving Cognition Through an Integrated Cognitive Stimulation and Training Program. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*.
- Edwards, J. D., Wadley, V. G., Vance, D. E., Wood, K., Roenker, D. L. & Ball, K. K. (2005). The impact of speed of processing training on cognitive and everyday performance. *Aging & Mental Health, 9*(3), 262-271.
- Eggermont, L. H. P., Milberg, W. P., Lipsitz, L. A., Scherder, E. J. A. & Leveille, S. G. (2009). Physical activity and executive function in aging: The MOBILIZE Boston Study. *Journal of the American Geriatrics Society, 57*(10), 1750-1756.
- Eid, M. & Diener, E. (1999). Intraindividual variability in affect: Reliability, validity, and personality correlates. *Journal of Personality and Social Psychology, 76*(4), 662-676.
- Eizenman, D. R., Nesselroade, J. R., Featherman, D. L. & Rowe, J. W. (1997). Intraindividual variability in perceived control in a older sample: The MacArthur successful aging studies. *Psychology and Aging, 12*(3), 489-502.
- Elwood, R. W. (1991). The Wechsler Memory Scale—Revised: Psychometric characteristics and clinical application. *Neuropsychology Review, 2*(2), 179-201.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E. & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 128*(3), 309-331.
- Espinoza, S. & Walston, J. D. (2005). Frailty in older adults: insights and interventions. *Cleveland Clinic Journal of Medicine, 72*(12), 1105-1112.

- Ettema, D. F., Timmermans, H. & van Vehoel, L. (1996). Effects of data collection methods in travel and activity research. *European Institute of Retailing and Services Studies*.
- Fahn, S. & Elton, R. (1987). Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In S. Fahn, C. Marsden, M. Goldstein & D. Calne (Hrsg.), *Recent developments in Parkinson's disease* (Bd. 12, S. 153-163). Florhan Park, NJ: MacMillan Healthcare Information.
- Farias, S. T., Cahn-Weiner, D. A., Harvey, D. J., Reed, B. R., Mungas, D., Kramer, J. H. et al. (2009). Longitudinal changes in memory and executive functioning are associated with longitudinal change in instrumental activities of daily living in older adults. *The Clinical Neuropsychologist*, 23(3), 446-461.
- Farias, S. T., Mungas, D. & Jagust, W. (2005). Degree of discrepancy between self and other-reported everyday functioning by cognitive status: dementia, mild cognitive impairment, and healthy elders. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 20, 827-834.
- Ferrer-Caja, E., Crawford, J. R. & Bryan, J. (2002). A Structural Modeling Examination of the Executive Decline Hypothesis of Cognitive Aging Through Reanalysis of Crawford et al.'s (2000) Data. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 9(3), 231 - 249.
- Ferrer, E., Salthouse, T. A., McArdle, J. J., Stewart, W. F. & Schwartz, B. S. (2005). Multivariate Modeling of Age and Retest in Longitudinal Studies of Cognitive Abilities. *Psychology and Aging*, 20(3), 412-422.
- Ferrer, E., Salthouse, T. A., Stewart, W. F. & Schwartz, B. S. (2004). Modeling Age and Retest Processes in Longitudinal Studies of Cognitive Abilities. *Psychology and Aging*, 19(2), 243-259.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA US: Sage Publications, Inc.
- Filipp, S.-H. & Aymanns, P. (2005). Verlust und Verlustverarbeitung. In F. S.-H. & U. M. Staudinger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie des mittleren und höheren Erwachsenenalters*. Göttingen: Hogrefe.
- Fillenbaum, G. G. (1978). Reliability and validity of the OARS multidimensional functional assessment questionnaire. In Duke University Center for the Study of Aging (Hrsg.), *Multidimensional functional assessment: The OARS methodology*. Durham, NC: Duke University Press.
- Flicker, C., Ferris, S. H. & Reisberg, B. (1991). Mild cognitive impairment in the elderly: Predictors of dementia. *Neurology*, 41(7), 1006-1009.
- Föbker, S. & Grotz, R. (2006). Everyday mobility of elderly people in different urban settings: The example of the city of Bonn, Germany. *Urban Studies*, 43(1), 99-118.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. & McHugh, P. R. (1975). Mini-mental state: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.
- Ford, A. B., Folmar, S. J., Salmon, R. B., Medalie, J. H., Roy, A. W. & Galazka, S. S. (1988). Health and function in the old and very old. *Journal of the American Geriatrics Society*, 36, 187-197.
- Frank, L., Kerr, J., Chapman, J. & Sallis, J. (2007). Urban form relationships with walk trip frequency and distance among youth. *American Journal of Health Promotion*, 21(4), 305-311.

- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S. & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *The Lancet Neurology*, 3(6), 343-353.
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J. et al. (2001). Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(3), M146-157.
- Fries, J. F. (2000). Compression of morbidity in the elderly. *Vaccine*, 18(16), 1584-1589.
- Fries, J. F. (2002). Aging, natural death, and the compression of morbidity. *Bulletin of the World Health Organization*, 80, 245-250.
- Frisoni, G. B., Fratiglioni, L., Fastbom, J., Guo, Z., Viitanen, M. & Winblad, B. (2000). Mild Cognitive Impairment in the Population and Physical Health. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(6), M322-M328.
- Gagliardi, C., Spazzafumo, L., Marcellini, F., Mollenkopf, H., Ruoppila, I., Tacken, M. et al. (2007). The outdoor mobility and leisure activities of older people in five European countries. *Ageing & Society*, 27(5), 683-700.
- Gaßmann, K.-G., Rupperecht, R. & Freiberger, E. (2009). Predictors for occasional and recurrent falls in community-dwelling older people. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 42(1), 3-10.
- Gauthier, S. & Touchon, J. (2005). Mild Cognitive Impairment Is Not a Clinical Entity and Should Not Be Treated. *Archives of Neurology*, 62(7), 1164-1166.
- George, D. & Whitehouse, P. J. (2010). Dementia and Mild Cognitive Impairment in Social and Cultural Context. In D. Dannefer & C. Phillipson (Hrsg.), *The SAGE handbook of social gerontology* (S. 343-356). London: SAGE Publications.
- George, L. K. (2006). Perceived Quality of Life. In R. H. Binstock & L. K. George (Hrsg.), *Handbook of aging and the social sciences (6th ed.)*. (S. 320-336). Amsterdam Netherlands: Elsevier.
- Ghisletta, P., Bickel, J.-F. & Lövdén, M. (2006). Does Activity Engagement Protect Against Cognitive Decline in Old Age? Methodological and Analytical Considerations. *The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 61B(5), P253-P261.
- Ghisletta, P. & de Ribaupierre, A. (2005). A dynamic investigation of cognitive dedifferentiation with control for retest: Evidence from the Swiss Interdisciplinary Longitudinal Study on the Oldest Old. *Psychology and Aging*, 20(4), 671-682.
- Ghisletta, P. & Lindenberger, U. (2003). Age-Based Structural Dynamics Between Perceptual Speed and Knowledge in the Berlin Aging Study: Direct Evidence for Ability Dedifferentiation in Old Age. *Psychology and Aging*, 18(4), 696-713.
- Ghisletta, P. & Lindenberger, U. (2004). Static and Dynamic Longitudinal Structural Analyses of Cognitive Changes in Old Age. *Gerontology*, 50(1), 12-16.
- Ghisletta, P. & Lindenberger, U. (2005). Exploring structural dynamics within and between sensory and intellectual functioning in old and very old age: Longitudinal evidence from the Berlin aging study. *Intelligence*, 33(6), 555-587.
- Ghisletta, P., Nesselroade, J. R., Featherman, D. L. & Rowe, J. W. (2002). Structure and predictive power of intraindividual variability in health and activity measures. *Swiss*

Journal of Psychology/Schweizerische Zeitschrift für Psychologie/Revue Suisse de Psychologie, 61(2), 73-83.

- Giovannetti, T., Bettcher, B. M., Brennan, L., Libon, D. J., Burke, M., Duey, K. et al. (2008). Characterization of Everyday Functioning in Mild Cognitive Impairment: A Direct Assessment Approach. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 25(4), 359-365.
- Gispén, W. H. & Biessels, G.-J. (2000). Cognition and synaptic plasticity in diabetes mellitus. *Trends in Neurosciences*, 23(11), 542-549.
- Glass, T. A., de Leon, C. M., Marottoli, R. A. & Berkman, L. F. (1999). Population based study of social and productive activities as predictors of survival among elderly Americans. *BMJ*, 319(7208), 478-483.
- Gould, E., Tanapat, P., McEwen, B. S., Flugge, G. & Fuchs, E. (1998). Proliferation of granule cell precursors in the dentate gyrus of adult monkeys is diminished by stress. *Proceedings of the National Academy of Science*, 95(16), 3168-3171.
- Graham, J. E., Ostir, G. V., Fisher, S. R. & Ottenbacher, K. J. (2008). Assessing walking speed in clinical research: a systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 14(4), 552-562.
- Graham, J. E., Ostir, G. V., Kuo, Y.-F., Fisher, S. R. & Ottenbacher, K. J. (2008). Relationship Between Test Methodology and Mean Velocity in Timed Walk Tests: A Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(5), 865-872.
- Green, S. B. (1991). How many subjects does it take to do a regression analysis? *Multivariate Behavioral Research*, 26(3), 499-510.
- Grigsby, J., Kaye, K. & Robbins, L. J. (1995). Behavioral disturbance and impairment of executive functions among the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 21(2), 167-177.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M. & Ferrucci, L. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of Gerontology*, 49, M85-M94.
- Härting, C., Markowitsch, H.-J., Neufeld, H., Calabrese, P., Deisinger, K. & Kessler, J. (2000). *Wechsler Gedächtnistest - revidierte Fassung WMS-R ; deutsche Adaptation der revidierten Fassung der Wechsler Memory Scale* (1. Aufl.). Bern ; Göttingen ; Toronto [u.a.]: Huber.
- Hasher, L. & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Hrsg.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 22. (S. 193-225). San Diego, CA US: Academic Press.
- Hauer, K., Pfisterer, M., Weber, C., Wezler, N., Kliegel, M. & Oster, P. (2003). Cognitive Impairment Decreases Postural Control During Dual Tasks in Geriatric Patients with a History of Severe Falls. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(11), 1638-1644.
- Hausdorff, J., M., Yogev, G., Springer, S., Simon, E. S. & Giladi, N. (2005). Walking is more like catching than tapping: gait in the elderly as a complex cognitive task. *Experimental Brain Research*, 164, 541-548.

- Helzner, E. P., Scarmeas, N., Cosentino, S., Portet, F. & Stern, Y. (2007). Leisure activity and cognitive decline in incident Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, *64*(12), 1749-1754.
- Hercher, H. (2010). *Zum Zusammenhang zwischen außerhäuslichen Aktivitäten, Wohlbefinden und kognitiver Beeinträchtigung bei älteren Erwachsenen*. Diplomarbeit. Universität Heidelberg.
- Hertzog, C. (2009). Use it or lose it: An old hypothesis, new evidence, and an ongoing case study. In H. B. Bosworth & C. Hertzog (Hrsg.), *Aging and cognition: Research methodologies and empirical advances*. (S. 161-179). Washington, DC US: American Psychological Association.
- Hertzog, C., Hulstsch, D. F. & Dixon, R. A. (1999). On the problem of detecting effects of lifestyle on cognitive change in adulthood: Reply to Pushkar et al. (1999). *Psychology and Aging*, *14*(3), 528-534.
- Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S. & Lindenberger, U. (2008). Enrichment effects on adult cognitive development: Can the functional capacity of older adults be preserved and enhanced? *Psychological Science in the Public Interest*, *9*(1), 1-65.
- Hilborn, J. V., Strauss, E., Hulstsch, D. F. & Hunter, M. A. (2009). Intraindividual variability across cognitive domains: Investigation of dispersion levels and performance profiles in older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *31*(4), 412-424.
- Himann, J. E., Cunningham, D. A., Rechnitzer, P. A. & Paterson, D. H. (1988). Age-related changes in speed of walking. *Medicine and science in sports and exercise*, *20*(2), 161-166.
- Ho, S. C., Woo, J., Yuen, Y. K., Sham, A. & Chan, S. G. (1997). Predictors of mobility decline: The Hong Kong Old-old study. *The Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *52A*(6), M356-M362.
- Hofer, S. M., Sliwinski, M. J. & Flaherty, B. P. (2002). Understanding ageing: Further commentary on the limitations of cross-sectional designs for ageing research. *Gerontology*, *48*(1), 22-29.
- Hoffman, L. (2007). Multilevel models for examining individual differences in within-person variation and covariation over time. *Multivariate Behavioral Research*, *42*(4), 609-629.
- Hollmann, W. & Strüder, H. K. (2000). Gehirn, Psyche und körperliche Aktivität. *Der Orthopäde*, *29*(11), 948-956.
- Holtzer, R., Friedman, R., Lipton, R. B., Katz, M., Xue, X. & Verghese, J. (2007). The relationship between specific cognitive functions and falls in aging. *Neuropsychology*, *21*(5), 540-548.
- Holtzer, R., Verghese, J., Wang, C., Hall, C. B. & Lipton, R. B. (2008). Within-person across-neuropsychological test variability and incident dementia. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, *300*(7), 823-830.
- Holtzer, R., Verghese, J., Xue, X. & Lipton, R. B. (2006). Cognitive processes related to gait velocity: Results from the Einstein aging study. *Neuropsychology*, *20*(2), 215-223.
- Horgas, A. L., Wilms, H.-U. & Baltes, M. M. (1998). Daily life in very old age: Everyday activities as expression of successful living. *The Gerontologist*, *38*(5), 556-568.

- Horn, J. L. & Cattell, R. B. (1967). Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychologica*, 26, 107-129.
- Hox, J. J. & Kreft, I. G. G. (1994). Multilevel Analysis Methods. *Sociological Methods & Research*, 22(3), 283-299.
- Hultsch, D. F., Hertzog, C., Small, B. J. & Dixon, R. A. (1999). Use it or lose it: Engaged lifestyle as a buffer of cognitive decline in aging? *Psychology and Aging*, 14(2), 245-263.
- Hultsch, D. F., MacDonald, S. W. S., Hunter, M. A., Levy-Bencheton, J. & Strauss, E. (2000). Intraindividual variability in cognitive performance in older adults: Comparison of adults with mild dementia, adults with arthritis, and healthy adults. *Neuropsychology*, 14(4), 588-598.
- Huxhold, O., Li, S.-C., Schmiedek, F. & Lindenberger, U. (2006). Dual-tasking postural control: Aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Research Bulletin*, 69(3), 294-305.
- Huxhold, O., Li, S.-C., Schmiedek, F., Smith, J. & Lindenberger, U. (2011). Age differences in processing fluctuations in postural control across trials and across days. *Psychology and Aging*, Advance online publication. doi: 10.1037/a0024146.
- Huxhold, O., Schäfer, S. & Lindenberger, U. (2009). Wechselwirkungen zwischen Sensomotorik und Kognition im Alter. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 42(2), 93-98.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J. & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829-6833.
- James, B. D., Boyle, P. A., Buchman, A. S., Barnes, L. L. & Bennett, D. A. (2011). Life Space and Risk of Alzheimer Disease, Mild Cognitive Impairment, and Cognitive Decline in Old Age. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, Publish Ahead of Print, 10.1097/JGP.1090b1013e318211c318219.
- Jedrzejewski, M. K., Lee, V. M. Y. & Trojanowski, J. Q. (2007). Physical activity and cognitive health. *Alzheimer's and Dementia*, 3(2), 98-108.
- Jefferson, A. L., Byerly, L. K., Vanderhill, S., Lambe, S., Wong, S., Ozonoff, A. et al. (2008). Characterization of Activities of Daily Living in Individuals With Mild Cognitive Impairment. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 16(5), 375-383.
- Jensen, A. R. & Weng, L.-J. (1994). What is a good g? *Intelligence*, 18(3), 231-258.
- Jobe, J. B., Smith, D. M., Ball, K., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Willis, S. L. et al. (2001). Active: A cognitive intervention trial to promote independence in older adults. *Controlled clinical trials*, 22(4), 453-479.
- Johansson, B., Zarit, S. H. & Berg, S. (1992). Changes in Cognitive Functioning of the Oldest Old. *Journal of Gerontology*, 47(2), P75-P80.
- Johnson, J. K., Lui, L.-Y. & Yaffe, K. (2007). Executive function, more than global cognition, predicts functional decline and mortality in elderly women. *The Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(10), 1134-1141.

- Jopp, D. & Hertzog, C. (2007). Activities, self-referent memory beliefs, and cognitive performance: Evidence for direct and mediated relations. *Psychology and Aging*, 22(4), 811-825.
- Jung, Y., Gruenewald, T. L., Seeman, T. E. & Sarkisian, C. A. (2009). Productive Activities and Development of Frailty in Older Adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 65B(2), 256-261.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W. & Engle, R. W. (2004). The Generality of Working Memory Capacity: A Latent-Variable Approach to Verbal and Visuospatial Memory Span and Reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189-217.
- Karp, A., Paillard-Borg, S., Wang, H. X., Silverstein, M., Winblad, B. & Fratiglioni, L. (2006). Mental, Physical and Social Components in Leisure Activities Equally Contribute to Decrease Dementia Risk. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 21(2), 65-73.
- Katz, S., Ford, A. B., Moskowitz, R. W., Jackson, B. A. & Jaffe, M. W. (1963). Studies of Illness in the Aged: The Index of ADL: A Standardized Measure of Biological and Psychosocial Function. *Journal of the American Medical Association*, 185(12), 914-919.
- Kemper, S., Herman, R. E. & Lian, C. H. T. (2003). The costs of doing two things at once for young and older adults: Talking while walking, finger tapping, and ignoring speech of noise. *Psychology and Aging*, 18(2), 181-192.
- Klein, T. (2004). Lebenserwartung - gesellschaftliche und gerontologische Bedeutung eines demographischen Konzepts. In A. Kruse (Hrsg.), *Enzyklopädie der Gerontologie*. Bern: Huber.
- Kliegel, M., Zimprich, D. & Rott, C. (2004). Life-long intellectual activities mediate the predictive effect of early education on cognitive impairment in centenarians: A retrospective study. *Aging & Mental Health*, 8(5), 430-437.
- Kliegl, R., Smith, J. & Baltes, P. B. (1989). Testing-the-limits and the study of adult age differences in cognitive plasticity of a mnemonic skill. *Developmental Psychology*, 25(2), 247-256.
- Klumb, P. L. & Maier, H. (2007). Daily Activities and Survival at Older Ages. *Journal of Aging and Health*, 19, 594-611.
- Koltyn, K. F. (2001). The Association Between Physical Activity and Quality of Life in Older Women. *Women's Health Issues*, 11(6), 471-480.
- Kramer, A. F., Erickson, K. I. & Colcombe, S. J. (2006). Exercise, cognition, and the aging brain. *Journal of Applied Physiology*, 101(4), 1237-1242.
- Kramer, A. F. & Willis, S. L. (2002). Enhancing the cognitive vitality of older adults. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 173-177.
- Krampe, R. T., Rapp, M. A., Bondar, A. & Baltes, P. B. (2003). Selektion, Optimierung und Kompensation in Doppelaufgaben. *Nervenarzt*, 74(3), 211-218.
- Kruger, J., Buchner, D. M. & Prohaska, T. R. (2009). The Prescribed Amount of Physical Activity in Randomized Clinical Trials in Older Adults. *Gerontologist*, 49(S1), S100-107.

- Kruse, A. (2007). Präventions- und Trainingsansätze im höheren Alter. In J. Brandtsstädter & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie der Lebensspanne*. (S. 624-655). Stuttgart: Kohlhammer.
- Kuo, H. K., Leveille, S. G., Yu, Y. H. & Milberg, W. P. (2007). Cognitive Function, Habitual Gait Speed, and Late-Life Disability in the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2002. *Gerontology*, 53(2), 102-110.
- La Grow, S., Ponchillia, P., Ihrke, E., Sullins, C., Owiti, M. & Lewis, L. (2009). User perceptions of accessible GPS as a wayfinding tool. *AER Journal: Research and Practice in Visual Impairment and Blindness*, 2, 111-120.
- Lachin, J. M. (1981). Introduction to sample size determination and power analysis for clinical trials. *Controlled clinical trials*, 2(2), 93-113.
- LaCroix, A. Z., Guralnik, J. M., Berkman, L. F., Wallace, R. B. & Satterfield, S. (1993). Maintaining Mobility in Late Life
- II. Smoking, Alcohol Consumption, Physical Activity, and Body Mass Index. *American Journal of Epidemiology*, 137(8), 858-869.
- Lan, T.-Y., Deeg, D. J. H., Guralnik, J. M. & Melzer, D. (2003). Responsiveness of the Index of Mobility Limitation: Comparison With Gait Speed Alone in the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(8), M721-M727.
- Larrieu, S., Letenneur, L., Orgogozo, J. M., Fabrigoule, C., Amieva, H., Le Carret, N. et al. (2002). Incidence and outcome of mild cognitive impairment in a population-based prospective cohort. *Neurology*, 59(10), 1594-1599.
- Laurin, D., Verreault, R., Lindsay, J., MacPherson, K. & Rockwood, K. (2001). Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Archives of Neurology*, 58(3), 498-504.
- Lawton, M. P. & Brody, E. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9(3), 179-185.
- Lecerf, T., Ghisletta, P. & Jouffray, C. (2004). Intraindividual Variability and Level of Performance in Four Visuo-Spatial Working Memory Tasks. *Swiss Journal of Psychology/Schweizerische Zeitschrift für Psychologie/Revue Suisse de Psychologie*, 63(4), 261-272.
- Leiper, C. I. & Craik, R. L. (1991). Relationships Between Physical Activity and Temporal-Distance Characteristics of Walking in Elderly Women. *Physical Therapy*, 71(11), 791-803.
- Leveille, S. G., Penninx, B. W. J. H., Melzer, D., Izmirlian, G. & Guralnik, J. M. (2000). Sex differences in the prevalence of mobility disability in old age: The dynamics of incidence, recovery, and mortality. *Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*(1), S41-s50.
- Levy, R. (1994). Aging-associated cognitive decline. Working Party of the International Psychogeriatric Association in collaboration with the World Health Organization. *International Psychogeriatrics*, 6(1), 63-68.

- Li, F., Fisher, K. J., Brownson, R. C. & Bosworth, M. (2005). Multilevel modelling of built environment characteristics related to neighbourhood walking activity in older adults. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 59(7), 558-564.
- Li, K. Z. H., Lindenberger, U., Freund, A. M. & Baltes, P. B. (2001). Walking while memorizing: Age-related differences in compensatory behavior. *Psychological Science*, 12(3), 230-237.
- Li, S.-C., Aggen, S. H., Nesselroade, J. R. & Baltes, P. B. (2001). Short-term fluctuations in elderly people's sensorimotor functioning predict text and spatial memory performance: The MacArthur Successful Aging Studies. *Gerontology*, 47(2), 100-116.
- Li, S.-C., Lindenberger, U., Hommel, B., Aschersleben, G., Prinz, W. & Baltes, P. B. (2004). Transformations in the Couplings Among Intellectual Abilities and Constituent Cognitive Processes Across the Life Span. *Psychological Science*, 15(3), 155-163.
- Lin, M.-R., Hwang, H.-F., Hu, M.-H., Wu, H.-D. I., Wang, Y.-W. & Huang, F.-C. (2004). Psychometric Comparisons of the Timed Up and Go, One-Leg Stand, Functional Reach, and Tinetti Balance Measures in Community-Dwelling Older People. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(8), 1343-1348.
- Lindenberger, U. (2000). Intellektuelle Entwicklung über die Lebensspanne: Überblick und ausgewählte Forschungsbefunde. *Psychologische Rundschau*, 51(3), 135-145.
- Lindenberger, U. (2002). Intellektuelle Entwicklung im mittleren und höheren Erwachsenenalter. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (5. ed.). Weinheim: Beltz.
- Lindenberger, U. (2008). Was ist kognitives Altern? Begriffsbestimmung und Forschungstrends. In U. M. Staudinger & H. Häfner (Hrsg.), *Was ist Alter(n)? Neue Antworten auf eine scheinbar einfache Frage (Schriften der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Heidelberger Akademie der Wissenschaften No. 18)* (S. 69-82). Heidelberg: Springer.
- Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (1994). Sensory functioning and intelligence in old age: A strong connection. *Psychology and Aging*, 9(3), 339-355.
- Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (1997). Intellectual functioning in old and very old age: Cross-sectional results from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging*, 12(3), 410-432.
- Lindenberger, U. & Ghisletta, P. (2009). Cognitive and sensory declines in old age: Gauging the evidence for a common cause. *Psychology and Aging*, 24(1), 1-16.
- Lindenberger, U. & Kray, J. (2005). Kognitive Entwicklung. In S.-H. Filipp & U. M. Staudinger (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Vol. C, V, 6. Entwicklungspsychologie des mittleren und höheren Erwachsenenalters* (S. 299-341). Göttingen: Hogrefe.
- Lindenberger, U., Marsiske, M. & Baltes, P. B. (2000). Memorizing while walking: Increase in dual-task costs from young adulthood to old age. *Psychology and Aging*, 15(3), 417-436.
- Lindenberger, U., Singer, T. & Baltes, P. B. (2002). Longitudinal selectivity in aging populations: Separating mortality-associated versus experimental components in the Berlin Aging Study (BASE). *The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 57(6), P474-PP482.

- Lövdén, M., Bergman, L., Adolfsson, R., Lindenberger, U. & Nilsson, L.-G. (2005). Studying Individual Aging in an Interindividual Context: Typical Paths of Age-Related, Dementia-Related, and Mortality-Related Cognitive Development in Old Age. *Psychology and Aging, 20*(2), 303-316.
- Lövdén, M., Ghisletta, P. & Lindenberger, U. (2004). Cognition in the Berlin Aging Study (BASE): The first 10 years. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 11*(2), 104-133.
- Lövdén, M., Ghisletta, P. & Lindenberger, U. (2005). Social Participation Attenuates Decline in Perceptual Speed in Old and Very Old Age. *Psychology and Aging, 20*(3), 423-434.
- Lövdén, M., Li, S.-C., Shing, Y. L. & Lindenberger, U. (2007). Within-person trial-to-trial variability precedes and predicts cognitive decline in old and very old age: Longitudinal data from the Berlin Aging Study. *Neuropsychologia, 45*(12), 2827-2838.
- Lövdén, M., Schaefer, S., Pohlmeier, A. E. & Lindenberger, U. (2008). Walking Variability and Working-Memory Load in Aging: A Dual-Process Account Relating Cognitive Control to Motor Control Performance. *Journal of Gerontology, 63B*(3), P121-P128.
- Lüdtke, O., Tomasik, M. J. & Lang, F. R. (2003). Teilnahmewahrscheinlichkeit und Stichprobenselektivität in altersvergleichenden Erhebungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 35*(3), 171-180.
- MacDonald, S. W. S., Hulstsch, D. F. & Dixon, R. A. (2003). Performance Variability Is Related to Change in Cognition: Evidence From the Victoria Longitudinal Study. *Psychology and Aging, 18*(3), 510-523.
- MacDonald, S. W. S., Hulstsch, D. F. & Dixon, R. A. (2008). Predicting impending death: Inconsistency in speed is a selective and early marker. *Psychology and Aging, 23*(3), 595-607.
- MacDonald, S. W. S., Li, S.-C. & Bäckman, L. (2009). Neural underpinnings of within-person variability in cognitive functioning. *Psychology and Aging, 24*(4), 792-808.
- MacDonald, S. W. S., Nyberg, L. & Bäckman, L. (2006). Intra-individual variability in behavior: links to brain structure, neurotransmission and neuronal activity. *Trends in Neurosciences, 29*(8), 474-480.
- Mackinnon, A., Christensen, H., Hofer, S. M., Korten, A. E. & Jorm, A. F. (2003). Use It and Still Lose It? The Association Between Activity and Cognitive Performance Established Using Latent Growth Techniques in a Community Sample. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 10*(3), 215-229.
- Maier, H. & Klumb, P. L. (2005). Social participation and survival at older ages: Is the effect driven by activity content or context? *European Journal of Ageing, 2*(1), 31-39.
- Marquis, S., Moore, M., Howieson, D. B., Sexton, G., Payami, H., Kaye, J. A. et al. (2002). Independent Predictors of Cognitive Decline in Healthy Elderly Persons. *Archives of Neurology, 59*, 601-606.
- Marshall, G. A., Rentz, D. M., Frey, M. T., Locascio, J. J., Johnson, K. A. & Sperling, R. A. (2011). Executive function and instrumental activities of daily living in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Alzheimer's & dementia : the journal of the Alzheimer's Association, 7*(3), 300-308.

- Marsiske, M., Delius, J., Maas, I., Lindenberger, U., Scherer, H. & Tesch-Römer, C. (1996). Sensorische Systeme im Alter. In P. B. Baltes & K. U. Mayer (Hrsg.), *Die Berliner Altersstudie* (S. 379-403). Berlin: Akademie Verlag.
- Martin, M., Clare, L., Altgassen, A. M., Cameron, M. H. & Zehnder, F. (2011). Cognition-based interventions for healthy older people and people with mild cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011(1).
- Martin, M. & Hofer, S. M. (2004). Intraindividual Variability, Change, and Aging: Conceptual and Analytical Issues. *Gerontology*, 50(1), 7-11.
- Maxwell, S. E., Kelley, K. & Rausch, J. R. (2008). Sample size planning for statistical power and accuracy in parameter estimation. *Annual Review of Psychology*, 59, 537-563.
- May, D., Nayak, U. S. L. & Isaacs, B. (1985). The life-space diary: A measure of mobility in old people at home. *Disability & Rehabilitation*, 7(4), 182-186.
- McArdle, J. J., Ferrer-Caja, E., Hamagami, F. & Woodcock, R. W. (2002). Comparative longitudinal structural analyses of the growth and decline of multiple intellectual abilities over the life span. *Developmental Psychology*, 38(1), 115-142.
- McCabe, D. P., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A. & Hambrick, D. Z. (2010). The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive Functioning: Evidence for a Common Executive Attention Construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222-243.
- McIlvane, J. M., Popa, M. A., Robinson, B., Houseweart, K. & Haley, W. E. (2008). Perceptions of illness, coping, and well-being in persons with mild cognitive impairment and their care partners. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 22(3), 284-292.
- Melzer, D., Lan, T.-Y. & Guralnik, J. M. (2003). The predictive validity for mortality of the index of mobility-related limitation - results from the EPESE study. *Age and Ageing*, 32(6), 619-625.
- Menec, V. H. (2003). The relation between everyday activities and successful aging: A 6-year longitudinal study. *Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*(2), S74-s82.
- Menz, H. B., Lord, S. R. & Fitzpatrick, R. C. (2003). Age-related differences in walking stability. *Age and Ageing*, 32(2), 137-142.
- Metz, D. H. (2000). Mobility of older people and their quality of life. *Transport Policy*, 7(2), 149-152.
- Miles, J. & Shevlin, M. (2001). *Applying regression & correlation : a guide for students and researchers*. London [u.a.]: Sage Publications.
- Milwain, E. (2000). Mild cognitive impairment: further caution. *The Lancet*, 355(9208), 1018.
- Mollenkopf, H. (Hrsg.). (2005). *Enhancing mobility in later life Personal coping environmental resources and technical support. The out-of-home mobility of older adults in urban and rural regions of five European countries* (Bd. 17). Amsterdam [u.a.]: IOS Pr.
- Mollenkopf, H., Marcellini, F., Ruoppila, I. & Flaschenträger, P. (1997). Outdoor mobility and social relationships of elderly people. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 24(3), 295-310.

- Montero-Odasso, M., Schapira, M., Soriano, E. R., Varela, M., Kaplan, R., Camera, L. A. et al. (2005). Gait Velocity as a Single Predictor of Adverse Events in Healthy Seniors Aged 75 Years and Older. *Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*(10), 1304-1309.
- Moore, S., Sandman, C. A., McGrady, K. & Kesslak, J. P. (2001). Memory training improves cognitive ability in patients with dementia. *Neuropsychological Rehabilitation, 11*(3), 245-261.
- Morris, J. C., Heyman, A., Mohs, R. C. & Hughes, J. P. (1989). The consortium to establish a registry for Alzheimer's disease (CERAD): I. Clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease. *Neurology, 39*(9), 1159-1165.
- Morrison, C. M. (2003). Interpret with Caution: Multicollinearity in Multiple Regression of Cognitive Data. *Perceptual and Motor Skills, 97*(1), 80-82.
- Morrow-Howell, N. (1994). The M word: Multicollinearity in multiple regression. *Social Work Research, 18*(4), 247-251.
- Moseley, A. M., Lanzarone, S., Bosman, J. M., van Loo, M. A., de Bie, R. A., Hassett, L. et al. (2004). Ecological Validity of Walking Speed Assessment After Traumatic Brain Injury: A Pilot Study. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 19*(4), 341-348.
- Mundal, R., Erikssen, J. & Rodahl, K. (1987). Assessment of physical activity by questionnaire and personal interview with particular reference to fitness and coronary mortality. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 56*(3), 245-252.
- Murakami, E. & Wagner, D. P. (1999). Can using global positioning system (GPS) improve trip reporting? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 7*(2-3), 149-165.
- Murata, C., Kondo, T., Tamakoshi, K., Yatsuya, H. & Toyoshima, H. (2006). Factors Associated With Life Space Among Community-Living Rural Elders in Japan. *Public Health Nursing, 23*(4), 324-331.
- Nayak, M. S. & Isaacs, B. (1986). Balance in elderly patients: the "get up and go" test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 67*, 387-389.
- Nelson, M. E., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D. et al. (2004). The Effects of Multidimensional Home-Based Exercise on Functional Performance in Elderly People. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 59*(2), M154-M160.
- Nesselroade, J. R. (2001). Intraindividual variability in development within and between individuals. *European Psychologist, 6*(3), 187-193.
- Nesselroade, J. R. (2004). Intraindividual Variability and Short-Term Change. *Gerontology, 50*(1), 44-47.
- Nesselroade, J. R. & Ram, N. (2004). Studying Intraindividual Variability: What We Have Learned That Will Help Us Understand Lives in Context. *Research in Human Development, 1*(1), 9 - 29.
- Nesselroade, J. R. & Salthouse, T. A. (2004). Methodological and theoretical implications of intraindividual variability in perceptual-motor performance. *The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 59B*(2), P49-P55.

- Noack, H., Lövdén, M., Schmiedek, F. & Lindenberger, U. (2009). Cognitive plasticity in adulthood and old age: Gauging the generality of cognitive intervention effects. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27(5), 435-453.
- O'Connor, M. L., Hudak, E. M. & Edwards, J. D. (2011). Cognitive Speed of Processing Training Can Promote Community Mobility among Older Adults: A Brief Review. *Journal of Aging Research*, 2011.
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O. & Süß, H.-M. (2005). Working Memory and Intelligence--Their Correlation and Their Relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 61-65.
- Öberg, T., Karsznia, A. & Öberg, K. (1993). Basic gait parameters: Reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 30(2), 210.
- Oswald, F., Wahl, H.-W. & Kaspar, R. (2005). Psychological aspects of outdoor mobility in later life. In H. Mollenkopf, F. Marcellini, I. Ruoppila, Z. Szémann & M. Tacken (Hrsg.), *The out-of-home mobility of older adults in urban and rural regions of five European countries*. Amsterdam: IOS Press.
- Oswald, F., Wahl, H.-W., Voss, E., Schilling, O., Freytag, T., Auslander, G. et al. (2010). The Use of Tracking Technologies for the Analysis of Outdoor Mobility in the Face of Dementia: First Steps into a Project and Some Illustrative Findings From Germany. *Journal of Housing For the Elderly*, 24(1), 55-73.
- Oswald, W. D. (2004). Kognitive und körperliche Aktivität: Ein Weg zur Erhaltung von Selbstständigkeit und zur Verzögerung demenzieller Prozesse? *Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie*, 17(3), 147-159.
- Oswald, W. D., Hagen, B., Rupprecht, R. & Gunzelmann, T. (2002). Bedingungen der Erhaltung und Förderung von Selbstständigkeit im höheren Lebensalter (SIMA)--Teil XVII: Zusammenfassende Darstellung der langfristigen Trainingseffekte. *Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie*, 15(1), 13-31.
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S. et al. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465(7299), 775-778.
- Owsley, C., McGwin, G. J., Sloane, M. E., Stalvey, B. T. & Wells, J. (2001). Timed Instrumental Activities of Daily Living Tasks: Relationship to Visual Function in Older Adults. *Optometry & Vision Science*, 78(5), 350-359.
- Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L., Lee, I.-M., Jung, D. L. & Kampert, J. B. (1993). The Association of Changes in Physical-Activity Level and Other Lifestyle Characteristics with Mortality among Men. *New England Journal of Medicine*, 328(8), 538-545.
- Papp, K. V., Walsh, S. J. & Snyder, P. J. (2009). Immediate and delayed effects of cognitive interventions in healthy elderly: A review of current literature and future directions. *Alzheimer's and Dementia*, 5(1), 50-60.
- Pas, E. I. (1987). Intrapersonal variability and model goodness-of-fit. *Transportation Research Part A: General*, 21(6), 431-438.
- Pas, E. I. & Koppelman, F. S. (1987). An examination of the determinants of day-to-day variability in individuals' urban travel behavior. *Transportation*, 14(1), 3-20.

- Pas, E. I. & Sundar, S. (1995). Intrapersonal variability in daily urban travel behavior: Some additional evidence. *Transportation*, 22(2), 135-150.
- Patel, K. V., Coppin, A. K., Manini, T. M., Bandinelli, S., Guralnik, J. M., Ferrucci, L. et al. (2006). Midlife Physical Activity and Mobility in Older Age: The InCHIANTI Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 31(3), 217-224.
- Paterniti, S., Verdier-Taillefer, M.-H., Dufouil, C. & Alperovitch, A. (2002). Depressive symptoms and cognitive decline in elderly people: Longitudinal study. *British Journal of Psychiatry*, 181(5), 406-410.
- Patla, A. & Shumway-Cook, A. (1999). Dimensions of mobility: defining the complexity and difficulty associated with community mobility. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7(1), 7-19.
- Paulhus, D. L. (1991). Measurement and control of response bias. In J. P. Robinson, P. R. Shaver & L. S. Wrightsman (Hrsg.), *Measures of personality and social psychological attitudes*. (S. 17-59). San Diego, CA US: Academic Press.
- Paulhus, D. L. (2002). Socially desirable responding: The evolution of a construct. In H. I. Braun, D. N. Jackson & D. E. Wiley (Hrsg.), *The role of constructs in psychological and educational measurement*. (S. 49-69). Mahwah, NJ US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Peel, C., Baker, P. S., Roth, D. L., Brown, C. J., Bodner, E. V. & Allman, R. M. (2005). Assessing Mobility in Older Adults: The UAB Study of Aging Life-Space Assessment. *Physical Therapy*, 85(10), 1008-1019.
- Peres, K., Verret, C., Alioum, A. & Barberger-Gateau, P. (2005). The disablement process: Factors associated with progression of disability and recovery in French elderly people. *Disability and Rehabilitation: An International, Multidisciplinary Journal*, 27(5), 263-276.
- Persad, C. C., Jones, J. L., Ashton-Miller, J. A., Alexander, N. B. & Giordani, B. (2008). Executive Function and Gait in Older Adults With Cognitive Impairment. *Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(12), 1350-1355.
- Pettersson, A. F., Olsson, E. & Wahlund, L.-O. (2007). Effect of Divided Attention on Gait in Subjects With and Without Cognitive Impairment. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 20(1), 58-62.
- Plemons, J. K., Willis, S. L. & Baltes, P. B. (1978). Modifiability of Fluid Intelligence in Aging: A Short-Term Longitudinal Training Approach. *Journal of Gerontology*, 33(2), 224-231.
- Podewils, L. J., Guallar, E., Kuller, L. H., Fried, L. P., Lopez, O. L., Carlson, M. et al. (2005). Physical Activity, APOE Genotype, and Dementia Risk: Findings from the Cardiovascular Health Cognition Study. *American Journal of Epidemiology*, 161(7), 639-651.
- Prince, F., Corriveau, H., Hébert, R. & Winter, D. A. (1997). Gait in the elderly. *Gait & Posture*, 5(2), 128-135.
- Prohaska, T. R., Eisenstein, A. R., Satariano, W. A., Hunter, R., Bayles, C. M., Kurtovich, E. et al. (2009). Walking and the Preservation of Cognitive Function in Older Populations. *Gerontologist*, 49(S1), S86-93.

- Rabbitt, P., Diggle, P., Smith, D., Holland, F. & Mc Innes, L. (2001). Identifying and separating the effects of practice and of cognitive ageing during a large longitudinal study of elderly community residents. *Neuropsychologia*, 39(5), 532-543.
- Rainham, D., McDowell, I., Krewski, D. & Sawada, M. (2010). Conceptualizing the healthscape: Contributions of time geography, location technologies and spatial ecology to place and health research. *Social Science & Medicine*, 70, 668-676.
- Ram, N., Lindenberger, U. & Blanchard-Fields, F. (2009). Introduction to the special section on intraindividual variability and aging. *Psychology and Aging*, 24(4), 775-777.
- Ram, N., Rabbitt, P., Stollery, B. & Nesselroade, J. R. (2005). Cognitive performance inconsistency: Intraindividual change and variability. *Psychology and Aging*, 20(4), 623-633.
- Rapp, S. R., Brenes, G. & Marsh, A. P. (2002). Memory enhancement training for older adults with mild cognitive impairment: A preliminary study. *Aging & Mental Health*, 6(1), 5-11.
- Reischies, F. M. & Lindenberger, U. (1996). Grenzen und Potentiale kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter. In K. U. Mayer & P. B. Baltes (Hrsg.), *Die Berliner Altersstudie* (S. 351-377). Berlin: Akademie Verlag.
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 271-276.
- Riby, L. M., Perfect, T. J. & Stollery, B. T. (2004). The effects of age and task domain on dual task performance: A meta-analysis. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(6), 868-891.
- Richards, M. & Deary, I. J. (2005). A life course approach to cognitive reserve: A model for cognitive aging and development? *Annals of Neurology*, 58(4), 617-622.
- Richards, M. & Sacker, A. (2003). Lifetime antecedents of cognitive reserve. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(5), 614-624.
- Ritchie, K., Artero, S. & Touchon, J. (2001). Classification criteria for mild cognitive impairment. *Neurology*, 56(1), 37-42.
- Rosano, C., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Brach, J., Visser, M. et al. (2005). Association between Physical and Cognitive Function in Healthy Elderly: The Health, Aging and Body Composition Study. *Neuroepidemiology*, 24(1-2), 8-14.
- Rosow, I. & Breslau, N. (1966). A Guttman health scale for the aged. *Journal of Gerontology*, 21, 556-559.
- Rovio, S., Kareholt, I., Helkala, E.-L., Viitanen, M., Winblad, B., Tuomilehto, J. et al. (2005). Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *Lancet neurology*, 4(11), 705-711.
- Royall, D. R., Chiodo, L. K., Mouton, C. & Polk, M. J. (2007). Cognitive predictors of mortality in elderly retirees: Results from the Freedom House Study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(3), 243-251.
- Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I. et al. (2002). Executive control function: A review of its promise and challenges for clinical research: A report from the committee on research of the American Neuro-

- psychiatric Association. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 14(4), 377-405.
- Royall, D. R., Palmer, R., Chiodo, L. K. & Polk, M. J. (2004). Declining Executive Control in Normal Aging Predicts Change in Functional Status: The Freedom House Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(3), 346-352.
- Royall, D. R., Palmer, R., Chiodo, L. K. & Polk, M. J. (2005). Executive Control Mediates Memory's Association with Change in Instrumental Activities of Daily Living: The Freedom House Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(1), 11-17.
- Salthouse, T. A. (1992). Influence of processing speed on adult age differences in working memory. *Acta Psychologica*, 79(2), 155-170.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428.
- Salthouse, T. A. (1999). Theories of cognition. In V. L. Bengtson & K. W. Schaie (Hrsg.), *Handbook of theories of aging*. (S. 196-208). New York, NY US: Springer Publishing Co.
- Salthouse, T. A. (2005). Relations Between Cognitive Abilities and Measures of Executive Functioning. *Neuropsychology*, 19(4), 532-545.
- Salthouse, T. A. (2006). Mental exercise and mental aging. *Perspectives on Psychological Science*, 1(1), 68-87.
- Salthouse, T. A. (2007a). Implications of within-person variability in cognitive and neuropsychological functioning for the interpretation of change. *Neuropsychology*, 21(4), 401-411.
- Salthouse, T. A. (2007b). Reply to Schooler: Consistent Is Not Conclusive. *Perspectives on Psychological Science*, 2(1), 30-32.
- Salthouse, T. A. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging*, 30(4), 507-514.
- Salthouse, T. A. (2010a). Influence of age on practice effects in longitudinal neurocognitive change. *Neuropsychology*, 24(5), 563-572.
- Salthouse, T. A. (2010b). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(05), 754-760.
- Salthouse, T. A., Atkinson, T. M. & Berish, D. E. (2003). Executive Functioning as a Potential Mediator of Age-Related Cognitive Decline in Normal Adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(4), 566-594.
- Salthouse, T. A., Berish, D. E. & Miles, J. D. (2002). The role of cognitive stimulation on the relations between age and cognitive functioning. *Psychology and Aging*, 17(4), 548-557.
- Salthouse, T. A. & Davis, H. P. (2006). Organization of cognitive abilities and neuropsychological variables across the lifespan. *Developmental Review*, 26(1), 31-54.
- Salthouse, T. A. & Nesselroade, J. R. (2010). Dealing With Short-term Fluctuation in Longitudinal Research. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 65B(6), 698-705.

- Salthouse, T. A., Nesselroade, J. R. & Berish, D. E. (2006). Short-Term Variability in Cognitive Performance and the Calibration of Longitudinal Change. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 61(3), P144-P151.
- Salthouse, T. A. & Pink, J. (2008). Why is working memory related to fluid intelligence? *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(2), 364-371.
- Salthouse, T. A. & Tucker-Drob, E. M. (2008). Implications of short-term retest effects for the interpretation of longitudinal change. *Neuropsychology*, 22(6), 800-811.
- Salva, A., Bolibar, I., Pera, G. & Arias, C. (2004). *Incidence and consequences of falls among elderly people living in the community* (Bd. 122). Barcelona, ESPAGNE: Elsevier.
- Sapolsky, R. M. (1996). Why stress is bad for your brain. *Science*, 273(5276), 749-750.
- Satzger, W., Hampel, H., Padberg, F., Bürger, K., Nolde, T., Ingrassia, G. et al. (2001). Zur praktischen Anwendung der CERAD-Testbatterie als neuropsychologisches Demenzscreening. *Der Nervenarzt*, 72(3), 196-203.
- Saxton, J., Snitz, B. E., Lopez, O. L., Ives, D. G., Dunn, L. O., Fitzpatrick, A. et al. (2009). Functional and cognitive criteria produce different rates of mild cognitive impairment and conversion to dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 80(7), 737-743.
- Sayers, S. P., Brach, J. S., Newman, A. B., Heeren, T. C., Guralnik, J. M. & Fielding, R. A. (2004). Use of Self-Report to Predict Ability to Walk 400 Meters in Mobility-Limited Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(12), 2099-2103.
- Scarmeas, N., Levy, G., Tang, M. X., Manly, J. & Stern, Y. (2001). Influence of leisure activity on the incidence of Alzheimer's disease. *Neurology*, 57(12), 2236-2242.
- Scarmeas, N., Luchsinger, J. A., Schupf, N., Brickman, A. M., Cosentino, S., Tang, M. X. et al. (2009). Physical Activity, Diet, and Risk of Alzheimer Disease. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 302(6), 627-637.
- Scarmeas, N. & Stern, Y. (2003). Cognitive reserve and lifestyle. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(5), 625-633.
- Schäfer, S. & Bäckman, L. (2007). Normales und pathologisches kognitives Altern. In J. Brandtsstädter & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie der Lebensspanne* (S. 245-269). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schäfer, S., Huxhold, O. & Lindenberger, U. (2006). Healthy mind in healthy body? A review of sensorimotor-cognitive interdependencies in old age. *European Review of Aging and Physical Activity*, 3(2), 45-54.
- Schaie, K. W. (1996). Intellectual Development in Adulthood. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Hrsg.), *Handbook of The Psychology of Aging* (4. ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Schaie, K. W., Willis, S. L. & Pennak, S. (2005). An historical framework for cohort differences in intelligence. *Research in Human Development*, 2(1), 43-67.
- Schilling, O. (2006). Development of life satisfaction in old age: Another view on the 'paradox.'. *Social Indicators Research*, 75(2), 241-271.

- Schmiedek, F. (2003). The structure of cognitive abilities in old and very old age : on the importance of specific group factors in a dedifferentiated factor space: Dissertation, Freie Universität Berlin.
- Schmiedek, F., Bauer, C., Lövdén, M., Brose, A. & Lindenberger, U. (2010). Cognitive enrichment in old age: Web-based training programs. *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, 23(2), 59-67.
- Schmiedek, F., Lövdén, M. & Lindenberger, U. (2009). On the relation of mean reaction time and intraindividual reaction time variability. *Psychology and Aging*, 24(4), 841-857.
- Schmiedek, F., Lövdén, M. & Lindenberger, U. (2010). Hundred Days of Cognitive Training Enhance Broad Cognitive Abilities in Adulthood: Findings from the COGITO Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2(27).
- Schmitter-Edgecombe, M., Woo, E. & Greeley, D. R. (2009). Characterizing multiple memory deficits and their relation to everyday functioning in individuals with mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 23(2), 168-177.
- Schooler, C. (2007). Use It - and Keep It, Longer, Probably: A Reply to Salthouse (2006). *Perspectives on Psychological Science*, 2(1), 24-29.
- Schooler, C. & Mulatu, M. S. (2001). The reciprocal effects of leisure time activities and intellectual functioning in older people: A longitudinal analysis. *Psychology and Aging*, 16(3), 466-482.
- Schreiber, Y. A., Ackl, N., Sonntag, A. & Zihl, J. (2005). Charakterisierung kognitiver Einbußen von Patienten mit 'Mild Cognitive Impairment' (MCI) in der CERAD-Screeningbatterie. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 16(3), 139-149.
- Schröder, J., Kratz, B., Pantel, J., Minnemann, E., Lehr, U. & Sauer, H. (1998). Prevalence of mild cognitive impairment in an elderly community sample. *Journal of Neural Transmission Supplementum*, 54, 51-59.
- Schröder, J., Pantel, J. & Förstl, H. (2004). Demenzielle Erkrankungen - Ein Überblick. In A. Kruse (Hrsg.), *Enzyklopädie der Gerontologie*. Bern: Huber.
- Schuit, A. J., Feskens, E. J. M., Launer, L. J. & Kromhout, D. (2001). Physical activity and cognitive decline, the role of the apolipoprotein e4 allele. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), 772-777.
- Schwanen, T., Dijst, M. & Dieleman, F. M. (2001). Leisure trips of senior citizens: determinants of modal choice. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 92(3), 347-360.
- Schwarz, N. (1999). Self-reports: How the questions shape the answers. *American Psychologist*, 54(2), 93-105.
- Seidl, U., Pantel, J., Re, S. & Schröder, J. (2004). Depressive Störung und Spätdepression. In A. Kruse & M. Martin (Hrsg.), *Enzyklopädie der Gerontologie*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Shelton, J. T., Elliott, E. M., Matthews, R. A., Hill, B. D. & Gouvier, W. D. (2010). The relationships of working memory, secondary memory, and general fluid intelligence: Working memory is special. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(3), 813-820.

- Shinkai, S., Watanabe, S., Kumagai, S., Fujiwara, Y., Amano, H., Yoshida, H. et al. (2000). Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age and Ageing*, 29(5), 441-446.
- Shoval, N., Auslander, G., Cohen-Shalom, K., Isaacson, M., Landau, R. & Heinik, J. (2010). What can we learn about the mobility of the elderly in the GPS era? *Journal of Transport Geography*, 18(5), 603-612.
- Shoval, N., Auslander, G., Freytag, T., Landau, R., Oswald, F., Seidl, U. et al. (2008). The use of advanced tracking technologies for the analysis of mobility in Alzheimer's disease and related cognitive diseases. *BMC Geriatrics*, 8(1), 7.
- Shoval, N. & Isaacson, M. (2006). Application of Tracking Technologies to the Study of Pedestrian Spatial Behavior. *The Professional Geographer*, 58(2), 172-183.
- Shumway-Cook, A., Guralnik, J. M., Phillips, C. L., Coppin, A. K., Ciol, M. A., Bandinelli, S. et al. (2007). Age-associated declines in complex walking task performance: The Walking InCHIANTI Toolkit. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(1), 58-65.
- Shumway-Cook, A., Patla, A., Stewart, A., Ferrucci, L., Ciol, M. A. & Guralnik, J. M. (2003). Environmental Components of Mobility Disability in Community-Living Older Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(3), 393-398.
- Shumway-Cook, A., Patla, A., Stewart, A. L., Ferrucci, L., Ciol, M. A. & Guralnik, J. M. (2005). Assessing Environmentally Determined Mobility Disability: Self-Report Versus Observed Community Mobility. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 700-704.
- Siegler, I. C. & Botwinick, J. (1979). A long-term longitudinal study of intellectual ability of older adults: The matter of selective subject attrition. *Journal of Gerontology*, 34(2), 242-245.
- Siegler, R. S. (1994). Cognitive variability: A key to understanding cognitive development. *Current Directions in Psychological Science*, 3(1), 1-5.
- Simonsick, E. M., Newman, A. B., Visser, M., Goodpaster, B., Kritchevsky, S. B., Rubin, S. et al. (2008). Mobility Limitation in Self-Described Well-Functioning Older Adults: Importance of Endurance Walk Testing. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(8), 841-847.
- Singer, T., Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (2003). Plasticity of memory for new learning in very old age: A story of major loss? *Psychology and Aging*, 18(2), 306-317.
- Singer, T., Verhaeghen, P., Ghisletta, P., Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (2003). The fate of cognition in very old age: Six-year longitudinal findings in the Berlin Aging Study (BASE). *Psychology and Aging*, 18(2), 318-331.
- Sink, C. A. & Mvududu, N. H. (2010). Statistical Power, Sampling, and Effect Sizes. *Counseling Outcome Research and Evaluation*, 1(2), 1-18.
- Sitzer, D. I., Twamley, E. W. & Jeste, D. V. (2006). Cognitive training in Alzheimer's disease: A meta-analysis of the literature. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 114(2), 75-90.
- Sliwinski, M. J., Hofer, S. M., Hall, C., Buschke, H. & Lipton, R. B. (2003). Modeling Memory Decline in Older Adults: The Importance of Preclinical Dementia, Attrition, and Chronological Age. *Psychology and Aging*, 18(4), 658-671.

- Sliwinski, M. J., Stawski, R. S., Hall, C. B., Katz, M., Verghese, J. & Lipton, R. (2006). Distinguishing preterminal and terminal cognitive decline. *European Psychologist*, *11*(3), 172-181.
- Small, B. J. & Bäckman, L. (1999). Time to death and cognitive performance. *Current Directions in Psychological Science*, *8*(6), 168-172.
- Small, B. J., Herlitz, A., Fratiglioni, L., Almkvist, O. & Bäckman, L. (1997). Cognitive Predictors of Incident Alzheimer's Disease: A Prospective Longitudinal Study. *Neuropsychology*, *11*(3), 413-420.
- Smith, G. E., Petersen, R. C., Parisi, J. E., Ivnik, R. J., Kokmen, E., Tangalos, E. G. et al. (1996). Definition, course, and outcome of mild cognitive impairment. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *3*(2), 141 - 147.
- Snowden, M., Steinman, L., Mochan, K., Grodstein, F., Prohaska, T. R., Thurman, D. J. et al. (2011). Effect of Exercise on Cognitive Performance in Community-Dwelling Older Adults: Review of Intervention Trials and Recommendations for Public Health Practice and Research. *Journal of the American Geriatrics Society*, *59*(3).
- Spearman, C. (1904). 'General intelligence,' objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, *15*(2), 201-293.
- Spren, O. & Strauss, E. (1991). *A compendium of neuropsychological tests administration, norms, and commentary* (3. [print.]). New York [u.a.]: Oxford Univ. Pr.
- Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E. S. & Hausdorff, J. M. (2006). Dual-Tasking Effects on Gait Variability: The Role of Aging, Falls, and Executive Function. *Movement Disorders*, *21*(7), 950-957.
- Stalvey, B. T., Owsley, C., Sloane, M. E. & Ball, K. (1999). The Life Space Questionnaire: A measure of the extent of mobility of older adults. *Journal of Applied Gerontology*, *18*(4), 460-478.
- Staudinger, U. M. (2000). Viele Gründe sprechen dagegen, und trotzdem geht es vielen Menschen gut: Das Paradox des subjektiven Wohlbefindens. *Psychologische Rundschau*, *51*(4), 185-197.
- Steffen, T. M., Hacker, T. A. & Mollinger, L. (2002). Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and Gait Speeds. *Physical Therapy*, *82*(2), 128-137.
- Steffens, D. C. & Potter, G. G. (2008). Geriatric depression and cognitive impairment. *Psychological Medicine*, *38*(02), 163-175.
- Stephens, A., Kimbell, J. & Basford, P. (1998). Exercise and the experience and appraisal of daily stressors: A naturalistic study. *Journal of Behavioral Medicine*, *21*(4), 363-374.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *8*(03), 448-460.
- Stern, Y. (2003). The concept of cognitive reserve: A catalyst for research. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*(5), 589-593.
- Stern, Y. (Hrsg.). (2007). *Cognitive reserve : theory and applications*. New York [u.a.]: Taylor & Francis.

-
- Sternberg, R. J. (2008). Increasing fluid intelligence is possible after all. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6791-6792.
- Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (3. ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stine-Morrow, E. A. L., Parisi, J. M., Morrow, D. G., Greene, J. & Park, D. C. (2007). An Engagement Model of Cognitive Optimization Through Adulthood. *Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62(suppl_Special_Issue_1), 62-69.
- Strauss, E., MacDonald, S. W. S., Hunter, M., Moll, A. & Hultsch, D. F. (2002). Intraindividual variability in cognitive performance in three groups of older adults: Cross-domain links to physical status and self-perceived affect and beliefs. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(07), 893-906.
- Studenski, S. (2009). Bradypedia: Is gait speed ready for clinical use? *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(10), 878-880.
- Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M. et al. (2011). Gait Speed and Survival in Older Adults. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 305(1), 50-58.
- Sturman, M. T., Morris, M. C., de Leon, C. F. M., Bienias, J. L., Wilson, R. S. & Evans, D. A. (2005). Physical Activity, Cognitive Activity, and Cognitive Decline in a Biracial Community Population. *Archives of Neurology*, 62(11), 1750-1754.
- Sumic, A., Michael, Y. L., Carlson, N. E., Howieson, D. B. & Kaye, J. A. (2007). Physical Activity and the Risk of Dementia in Oldest Old. *Journal of Aging and Health*, 19(2), 242-259.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5. ed.). Boston, Mass. ; Munich [u.a.]: Pearson Allyn and Bacon.
- Teng, E. L. & Chui, H. C. (1987). The Modified Mini-Mental State (3MS) examination. *Journal of Clinical Psychiatry*, 48(8), 314-318.
- Terrier, P. & Schutz, Y. (2005). How useful is satellite positioning system (GPS) to track gait parameters? A review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2(1), 28.
- Tesch-Römer, C. (2001). *Schwerhörigkeit im Alter: Belastung, Bewältigung, Rehabilitation*. Heidelberg: Median-Verlag.
- Thalman, B., Urs Monsch, A., Schneitter, M., Bernasconi, F., Aebi, C., Camachova-Davet, Z. et al. (2000). The cerad neuropsychological assessment battery (Cerad-NAB)--A minimal data set as a common tool for German-speaking Europe. *Neurobiology of Aging*, 21(Supplement 1), 30-30.
- Thomas, V. S., Rockwood, K. & McDowell, I. (1998). Multidimensionality in Instrumental and Basic Activities of Daily Living. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(4), 315-321.
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34, 119-126.
- Tombaugh, T. N. (2004). Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(2), 203-214.

- Torpy, J. M., Lynn, C. & Glass, R. M. (2006). Frailty in Older Adults. *Journal of the American Medical Association*, 296(18), 2280.
- Tractenberg, R. E., Fillenbaum, G., Aisen, P. S., Liebke, D. E., Yumoto, F. & Kuchibhatla, M. N. (2010). What the CERAD Battery Can Tell Us about Executive Function as a Higher-Order Cognitive Faculty. *Current Gerontology and Geriatrics Research*, vol. 2010, Article ID 510614, 10 pages, 2010. doi:10.1155/2010/510614.
- Troyer, A. K., Graves, R. E. & Cullum, C. M. (1994). Executive functioning as a mediator of the relationship between age and episodic memory in healthy aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 1(1), 45-53.
- Tuokko, H., Morris, C. & Ebert, P. (2005). Mild cognitive impairment and everyday functioning in older adults. *Neurocase*, 11(1), 40-47.
- van Boxtel, M. P. J., Langerak, K., Houx, P. J. & Jolles, J. (1996). Self-reported physical activity, subjective health, and cognitive performance in older adults. *Experimental Aging Research*, 22(4), 363-379.
- van den Berg, E., Kessels, R. P. C., de Haan, E. H. F., Kappelle, L. J. & Biessels, G. J. (2005). Mild impairments in cognition in patients with type 2 diabetes mellitus: the use of the concepts MCI and CIND. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 76(10), 1466-1467.
- Vasunilashorn, S., Coppin, A. K., Patel, K. V., Lauretani, F., Ferrucci, L., Bandinelli, S. et al. (2009). Use of the Short Physical Performance Battery Score to Predict Loss of Ability to Walk 400 Meters: Analysis From the InCHIANTI Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64A(2), 223-229.
- Vaupel, J. (2000). Setting the Stage: A Generation of Centenarians? *The Washington Quarterly*, 23(3), 197-200.
- Verghese, J., Lipton, R. B., Hall, C. B., Kuslansky, G., Katz, M. J. & Buschke, H. (2002). Abnormality of gait as a predictor of non-Alzheimer's dementia. *New England Journal of Medicine*, 347(22), 1761-1768.
- Verghese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G. et al. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *New England Journal of Medicine*, 348(25), 2508-2516.
- Verghese, J., Wang, C., Lipton, R. B., Holtzer, R. & Xue, X. (2007). Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78:, 929-935.
- Verhaegen, P., Borchelt, M. & Smith, J. (2003). Relation Between Cardiovascular and Metabolic Disease and Cognition in Very Old Age: Cross-Sectional and Longitudinal Findings From the Berlin Aging Study. *Health Psychology*, 22(6), 559-569.
- Verhaeghen, P., Marcoen, A. & Goossens, L. (1992). Improving Memory Performance in the Aged Through Mnemonic Training: A Meta-Analytic Study. *Psychology and Aging*, 7(2), 242-251.
- Verhaeghen, P. & Salthouse, T. A. (1997). Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. *Psychological Bulletin*, 122(3), 231-249.

- Vinkers, D. J., Gussekloo, J. & Westendorp, R. G. J. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly: Comment. *New England Journal of Medicine*, 349(13), 1290-1291.
- Visser, H. (1983). Gait and balance in senile dementia of Alzheimer's Type. *Age and Ageing*, 12(4), 296-301.
- Voelcker-Rehage, C., Godde, B. & Staudinger, U. M. (2005). Bewegung, körperliche und geistige Mobilität im Alter. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 49, 558-566.
- von Bonsdorff, M., Rantanen, T., Laukkanen, P., Suutama, T. & Heikkinen, E. (2006). Mobility Limitations and Cognitive Deficits as Predictors of Institutionalization among Community-Dwelling Older People. *Gerontology*, 52(6), 359-365.
- von Renteln-Kruse, W. (2009). Mobilität älterer Menschen – Befunde aktueller Studien. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 42(1), 1-2.
- Wahl, H.-W. (1998). Alltagskompetenz: Ein Konstrukt auf der Suche nach einer Identität. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 31, 243-249.
- Wahl, H.-W. & Heyl, V. (2007). Sensorik und Sensusmotorik. In J. Brandtstädter & U. Lindenberger (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie der Lebensspanne*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Wahl, H.-W., Schmitt, M., Danner, D. & Coppin, A. (2010). Is the Emergence of Functional Ability Decline in Early Old Age Related to Change in Speed of Cognitive Processing and Also to Change in Personality? *Journal of Aging and Health*, 22(6), 691-712.
- Wahlund, L.-O., Pihlstrand, E. & Eriksdotter Jönhagen, M. (2003). Mild cognitive impairment: Experience from a memory clinic. *Acta Neurologica Scandinavica*, 107(Suppl179), 21-24.
- Waite, L. M., Grayson, D. A., Piguet, O., Creasey, H., Bennett, H. P. & Broe, G. A. (2005). Gait slowing as a predictor of incident dementia: 6-year longitudinal data from the Sydney Older Persons Study. *Journal of the Neurological Sciences*, 229-230, 89-93.
- Walston, J., Hadley, E. C., Ferrucci, L., Guralnik, J. M., Newman, A. B., Studenski, S. A. et al. (2006). Research Agenda for Frailty in Older Adults: Toward a Better Understanding of Physiology and Etiology: Summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(6), 991-1001.
- Wang, L., Larson, E. B., Bowen, J. D. & van Belle, G. (2006). Performance-Based Physical Function and Future Dementia in Older People. *Archives of Internal Medicine*, 166(10), 1115-1120.
- Warr, P., Butcher, V. & Robertson, I. (2004). Activity and psychological well-being in older people. *Aging & Mental Health*, 8(2), 172-183.
- Warren, E. J., Grek, A., Conn, D. & Herrmann, N. (1989). A correlation between cognitive performance and daily functioning in elderly people. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 2(2), 96-100.
- Waters, R. L., Lunsford, B. R., Perry, J. & Byrd, R. (1988). Energy-speed relationship of walking: Standard tables. *Journal of Orthopaedic Research*, 6(2), 215-222.

- Webber, S. C., Porter, M. M. & Menec, V. H. (2010). Mobility in Older Adults: A Comprehensive Framework. *The Gerontologist*, 50(4), 443-450.
- Welsh, K. A., Butters, N., Hughes, J. P., Mohs, R. C. & Heyman, A. (1992). Detection and Staging of Dementia in Alzheimer's Disease: Use of the Neuropsychological Measures Developed for the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease. *Archives of Neurology*, 49(5), 448-452.
- Wendel-Vos, G. C. W., van Hooijdonk, C., Uitenbroek, D., Agyemang, C., Lindeman, E. M. & Droomers, M. (2008). Environmental attributes related to walking and bicycling at the individual and contextual level. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 62(8), 689-694.
- Weuve, J., Kang, J. H., Manson, J. E., Breteler, M. M. B., Ware, J. H. & Grodstein, F. (2004). Physical Activity Including Walking, and Cognitive Function in Older Women. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 292(12), 1454-1461.
- Whitehouse, P. J. & Juengst, E. T. (2005). Antiaging Medicine and Mild Cognitive Impairment: Practice and Policy Issues for Geriatrics. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(8), 1417-1422.
- Whitehouse, P. J. & Moody, H. R. (2006). Mild cognitive impairment. *Dementia*, 5(1), 11-25.
- Wilcox, R. R. (2008). Sample size and statistical power. In A. M. Nezu & C. M. Nezu (Hrsg.), *Evidence-based outcome research: A practical guide to conducting randomized controlled trials for psychosocial interventions*. (S. 123-134). New York, NY US: Oxford University Press.
- Williamson, J. D., Espeland, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., King, A. C., Pahor, M. et al. (2009). Changes in cognitive function in a randomized trial of physical activity: Results of the lifestyle interventions and independence for elders pilot study. *The Journals of Gerontology: Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64A(6), 688-694.
- Willis, S. L., Jay, G. M., Diehl, M. & Marsiske, M. (1992). Longitudinal change and prediction of everyday task competence in the elderly. *Research on Aging*, 14(1), 68-91.
- Willis, S. L. & Nesselroade, C. S. (1990). Long-Term Effects of Fluid Ability Training in Old-Old Age. *Developmental Psychology*, 26(6), 905-910.
- Willis, S. L., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Elias, J., Morris, J. N., Unverzagt, F. W. et al. (2006). Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 296(23), 2805-2814.
- Wilson, R. S., Barnes, L. L. & Bennett, D. A. (2003). Assessment of lifetime participation in cognitively stimulating activities. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(5), 634-642.
- Wilson, R. S., Barnes, L. L., Mendes de Leon, C. F., Aggarwal, N. T., Schneider, J. S., Bach, J. et al. (2002). Depressive symptoms, cognitive decline, and risk of AD in older persons. *Neurology*, 59(3), 364-370.
- Wilson, R. S., Beckett, L. A., Barnes, L. L., Schneider, J. A., Bach, J., Evans, D. A. et al. (2002). Individual differences in rates of change in cognitive abilities of older persons. *Psychology and Aging*, 17(2), 179-193.

- Wilson, R. S., Beckett, L. A., Bienias, J. L., Evans, D. A. & Bennett, D. A. (2003). Terminal decline in cognitive function. *Neurology*, 60(11), 1782-1787.
- Wilson, R. S. & Bennett, D. A. (2003). Cognitive activity and risk of Alzheimer's disease. *Current Directions in Psychological Science*, 12(3), 87-91.
- Wilson, R. S., Bennett, D. A., Bienias, J. L., Aggarwal, N. T., Mendes de Leon, C. F., Morris, M. C. et al. (2002). Cognitive activity and incident AD in a population-based sample of older persons. *Neurology*, 59(12), 1910-1914.
- Wilson, R. S., Mendes de Leon, C., Barnes, L. L., Schneider, J. A., Bienias, J. L., Evans, D. A. et al. (2002). Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 287(6), 742-748.
- Wilson, R. S., Mendes de Leon, C. F., Bennett, D. A., Bienias, J. L. & Evans, D. A. (2004). Depressive symptoms and cognitive decline in a community population of older persons. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 75(1), 126-129.
- Wilson, R. S., Scherr, P. A., Schneider, J. A., Tang, Y. & Bennett, D. A. (2007). Relation of cognitive activity to risk of developing Alzheimer disease. *Neurology*, 69(20), 1911-1920.
- Wilson, R. S., Schneider, J. A., Beckett, L. A., Evans, D. A. & Bennett, D. A. (2002). Progression of gait disorder and rigidity and risk of death in older persons. *Neurology*, 58(12), 1815-1819.
- Winblad, B., Palmer, K., Kivipelto, M., Jelic, V., Fratiglioni, L., Wahlund, L. O. et al. (2004). Mild cognitive impairment – beyond controversies, towards a consensus: report of the International Working Group on Mild Cognitive Impairment. *Journal of Internal Medicine*, 256, 240-246.
- Wirtz, P. & Ried, G. (1992). The pace of life - reanalysed: Why does walking speed of pedestrians correlate with city size? *Behaviour*, 123(1-2), 77-83.
- Witte, T. H. & Wilson, A. M. (2004). Accuracy of non-differential GPS for the determination of speed over ground. *Journal of Biomechanics*, 37(12), 1891-1898.
- Xue, Q.-L., Fried, L. P., Glass, T. A., Laffan, A. & Chaves, P. H. M. (2007). Life-Space Constriction, Development of Frailty, and the Competing Risk of Mortality: The Women's Health and Aging Study I. *American Journal of Epidemiology*, kwm270.
- Yaffe, K., Barnes, D., Nevitt, M., Lui, L.-Y. & Covinsky, K. (2001). A Prospective Study of Physical Activity and Cognitive Decline in Elderly Women: Women Who Walk. *Archives of Internal Medicine*, 161(14), 1703-1708.
- Yasuda, T., Lawrenz, C., Van Whitlock, R., Lubin, B. & Lei, P.-W. (2004). Assessment of Intraindividual Variability in Positive and Negative Affect Using Latent State-Trait Model Analyses. *Educational and Psychological Measurement*, 64(3), 514-530.
- Yehuda, R. & Sapolsky, R. M. (1997). Stress and Glucocorticoid. *Science*, 275(5306), 1662-1664.
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M. & Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. *Movement Disorders*, 23(3), 329-342.
- Yuan, K., Steedle, J., Shavelson, R., Alonzo, A. & Oppezzo, M. (2006). Working memory, fluid intelligence, and science learning. *Educational Research Review*, 1(2), 83-98.

-
- Zarit, S. H., Johansson, B. & Berg, S. (1993). Functional impairment and co-disability in the oldest old: A multidimensional approach. *Journal of Aging and Health, 5*(3), 291-305.
- Zelinski, E. M. & Burnight, K. P. (1997). Sixteen-Year Longitudinal and Time Lag Changes in Memory and Cognition in Older Adults. *Psychology and Aging, 12*(3), 503-513.
- Zijlstra, W. & Aminian, K. (2007). Mobility assessment in older people: New possibilities and challenges. *European Journal of Ageing, 4*(1), 3-12.
- Zimprich, D. (2004). Kognitive Leistungsfähigkeit im Alter. In A. Kruse (Hrsg.), *Enzyklopädie der Gerontologie*. Bern: Huber.
- Zimprich, D., Martin, M., Kliegel, M., Dellenbach, M., Rast, P. & Zeintl, M. (2008). Cognitive abilities in old age: Results from the Zurich Longitudinal Study on Cognitive Aging. *Swiss Journal of Psychology, 67*(3), 177-195.