

**Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie  
Freie Universität Berlin**

**Inter-individuelle objektive und subjektive kognitive  
Altersveränderungen  
am Beispiel von Arbeitsgedächtnisprozessen und  
subjektiven kognitiven Beschwerden**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Naturwissenschaft (Dr. rer. nat.)

Vorgelegt von  
Alexander F. Lubitz (M.Sc. Psychologie)

Berlin, 2019

Erstgutachter

Prof. Dr. Michael Niedeggen

Zweitgutachter

Prof. Dr. Stefan Krumm

Datum der Disputation: 10. Februar 2020

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Fachbegriffe.....	I
Zusammenfassung.....	II
Abstract .....	III
1. Einleitung .....	1
1.1 Veränderungen der objektiven Leistungsfähigkeit im Alter am Beispiel des Arbeitsgedächtnisses .....	2
1.1.1 Definition Arbeitsgedächtnis und neuroanatomische Grundlagen .....	2
1.1.2 Altersveränderungen der Arbeitsgedächtnisleistung: Reduktion und Kompensation	7
1.2 Veränderungen der subjektiven Leistungsfähigkeit: subjektive kognitive Beschwerden	9
2. Zielstellung.....	12
3. Zusammenfassung der Befunde .....	14
3.1 Lassen sich altersbedingte Veränderungen im Arbeitsgedächtnis zeigen und gibt es innerhalb der Gruppe älterer Personen inter-individuelle Unterschiede?.....	14
3.2 Gibt es verschiedene Beschwerdetypen im Bereich subjektiver kognitiver Beschwerden und Einflussfaktoren, die die Zugehörigkeit zu einem Beschwerdetyp erklären können?...	21
3.3 Unterscheiden sich Personen, die Hilfe aufgrund ihrer kognitiven Beschwerden suchen hinsichtlich psycho-sozialer und kognitiver Variablen von solchen, die keine Hilfe suchen? .....	26
4. Diskussion und Ausblick.....	33
5. Literaturverzeichnis.....	45
6. Originalarbeiten.....	53
6.1 Aging and working memory performance: Electrophysiological correlates of high and low performing elderly .....	54
6.2 Complainer Profile Identification (CPI): properties of a new questionnaire on subjective cognitive complaints.....	65
6.3 Psychosocial and Cognitive Performance Correlates of Subjective Cognitive Complaints in Help-Seeking Versus Non-Help-Seeking Community-Dwelling Adults .....	90
7. Anteilserklärung .....	101
8. Eidesstattliche Erklärung.....	102
Danksagung .....	103

---

## Abkürzungen und Fachbegriffe

Brain maintenance	beschreibt den Erhalt von funktionalen Prozessen oder Strukturen im Gehirn
CFI	Comparative Fit Index
CI	Konfidenzintervall
CPI	Complainer Profile Identification Fragebogen
CRUNCH	Compensation-related utilization of neural circuits hypothesis; beschreibt das Hinzuziehen weiterer neuronaler Strukturen, um Aufgaben erfolgreich bearbeiten zu können und wird als Kompensationsprozess interpretiert
$d'$	d Prime
EEG	Elektroenzephalographie
EKP	Ereigniskorreliertes Potential
ERA-12	Expectancy Regarding Aging Survey
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
GDS	Geriatrische Depressionsskala
HS	Hilfesuchende (aufgrund subjektiver kognitiver Beschwerden)
High Performer	ältere Personen, dessen Leistungsniveau vergleichbar mit dem von jüngeren Personen ist (bezüglich der Arbeitsgedächtnisleistung)
Low Performer	ältere Personen, die eine altersgemäße Leistungsabnahme aufwiesen (bezüglich der Arbeitsgedächtnisleistung)
MANOVA	Multivariate Varianzanalyse
NHS	Nicht-Hilfesuchende (aufgrund subjektiver kognitiver Beschwerden)
PFC	Präfrontaler Kortex
RMSEA	Root Mean Square Error of Approximation
TMT	Trail Making Test

## Zusammenfassung

Die kognitive Leistungsfähigkeit, wie z.B. auch die Arbeitsgedächtnisleistung, nimmt mit zunehmendem Alter ab (Dobbs & Rule, 1989). Damit einhergehend nehmen subjektive kognitive Beschwerden zu (Ponds, Van Boxtel, & Jolles, 2000). Allerdings kann diese Aussage nicht auf alle älteren Personen übertragen werden. So wurden hinsichtlich der tatsächlichen kognitiven Leistung inter-individuelle Leistungsverläufe sichtbar (z.B. Daffner et al., 2010). Auf Seiten der subjektiven kognitiven Beschwerden ist der Zusammenhang zur tatsächlichen Leistungsfähigkeit umstritten, sodass vor allem der Einfluss anderer Faktoren, wie beispielsweise eine depressive Stimmungslage, als ausschlaggebend für das Ausmaß subjektiver kognitiver Beschwerden diskutiert wurde (Jessen et al., 2014).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, objektive und subjektive Altersveränderungen mit Hinblick auf inter-individuelle Leistungsunterschiede und Subgruppen zu betrachten, um genaueren Aufschluss über zugrundeliegende Prozesse zu gewinnen.

Auf objektiver Seite wurde dazu zunächst überprüft, ob eine Abnahme der Arbeitsgedächtnisleistung im Alter sichtbar wurde. Von Interesse waren dann insbesondere diejenigen Älteren, die keine Leistungsabnahme aufwiesen und ob sich bei diesen funktionelle Prozesse abbilden ließen, die hierfür verantwortlich waren.

Auch hinsichtlich der subjektiven kognitiven Beschwerden wurden verschiedene Subgruppen überprüft. Im Fokus standen verschiedene Beschwerdetypen und die Frage, hinsichtlich welcher psychosozialen Variablen, insbesondere der depressiven Stimmung, sich diese unterscheiden. Von weiterem Interesse war darüber hinaus auch der Einfluss der kognitiven Leistungsfähigkeit auf subjektive kognitive Beschwerden sowie mögliche Wirkrichtungen zwischen diesen Faktoren.

Insgesamt wurde deutlich, dass eine objektive Abnahme der Arbeitsgedächtnisleistung nicht zwingend eintreten muss, wofür vor allem erhaltene Prozesse der exekutiven Aufmerksamkeit relevant waren. Auch hinsichtlich subjektiver kognitiver Beschwerden zeigte sich, dass diese nicht generell mit dem Alter zunahmen, sondern dass Personen mit Beschwerden der exekutiven Funktionen eher jünger waren und dies zudem mit einer depressiven Stimmung einherging. Letztere kann zudem zu einer tatsächlichen Leistungsabnahme in höheren Aufmerksamkeitsfunktionen führen, was wiederum die subjektiven kognitiven Beschwerden erklären kann. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse die Notwendigkeit der Berücksichtigung inter-individuelle Leistungsunterschiede sowie Subgruppen in weiterer Forschung sowie klinischer Anwendung, da die Ergebnisse Hinweise auf mögliche Interventionen liefern.

---

## Abstract

Cognitive Performance, including working memory performance, is believed to decline with advancing age (Dobbs & Rule, 1989). Accordingly, subjective cognitive complaints are reported more frequently as people age (Ponds et al., 2000). However, these findings cannot be generalized for all aging people. Regarding objective cognitive performance, like working memory, inter-individual differences became apparent (e.g. Daffner et al., 2010). Regarding subjective cognitive complaints, the relationship with objective cognitive performance is questioned and the influence of other factors, such as depressive affect has been discussed (Jessen et al., 2014).

The aim of this thesis was the differentiated investigation of age-related objective and subjective cognitive changes with a focus on inter-individual performance differences and subgroups, to gain insight into relevant underlying processes.

Regarding objective cognitive performance, this work aimed to investigate whether an age-related decline in working memory became apparent. Of special interest were those older adults who did not decline in their performance and whether functional processes could be identified that could account for this phenomenon.

Regarding subjective cognitive complaints, different subgroups were examined. It was analyzed whether different complainer types could be discriminated with regard to psychosocial variables, especially depressive affect. Of further interest was the influence of cognitive performance on the magnitude of subjective cognitive complaints as well as possible processes, especially of the interplay between affect, objective performance, and subjective cognitive complaints.

Altogether, the results confirmed that not all older adults decline in their working memory performance for which mainly maintained processes of executive attention seemed to be responsible. Accordingly, subjective cognitive complaints were not necessarily reported more frequently with growing age. People with executive complaints were younger and showed a more depressive mood. The latter was also found to result in difficulties in divided attention, which in turn lead to subjective cognitive complaints.

These results underscore the need to consider inter-individual differences as well as different subgroups during future investigation of age-related objective and subjective cognitive changes. Additionally, these findings might point toward more targeted interventions for healthy aging.

## 1. Einleitung

In Deutschland ist derzeit ca. jede fünfte Person 65 Jahre oder älter (Quelle: Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung vom 27.09.2018). Altersveränderungen werden dadurch immer präsenter. Neben körperlichen und sozialen Veränderungen ist das Älterwerden auch durch zunehmende kognitive Veränderungen gekennzeichnet. Diese zeigen sich zum einen durch tatsächlich objektivierbare Abnahmen der kognitiven Leistungsfähigkeit. Vor allem in Langzeitstudien konnte gezeigt werden, dass die Leistung in vielen Domänen, wie z.B. dem schlussfolgernden Denken, der Orientierung oder auch dem verbalen Gedächtnis ab dem 55. Lebensjahr abnimmt (Schaie, 1996). Andererseits finden sich neben den tatsächlichen kognitiven Abnahmen aber auch subjektive kognitive Veränderungen. Einhergehend mit der Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter, nehmen subjektive kognitive Beschwerden zu: Ab einem Alter von 65 Jahren wird die Prävalenz auf 25 bis 50% geschätzt (Jonker, Geerlings, & Schmand, 2000). Zudem wird angenommen, dass subjektive kognitive Beschwerden einen Risikofaktor für einen zukünftigen kognitiven Leistungsabbau und auch für eine folgende demenzielle Entwicklung darstellen (Reid & MacLulich, 2006; Slavin et al., 2015).

Allerdings steht zur Debatte, ob Altersveränderungen zwangsläufig auftreten. Sollte das der Fall sein, könnte dies im schlimmsten Fall bedeuten, dass die zunächst „normalen“ Altersveränderungen schließlich eine Schwelle zum Pathologischen, im Sinne einer demenziellen Erkrankung, überschreiten. Mittlerweile gibt es jedoch Anhaltspunkte darauf, dass es sehr individuelle Verläufe der kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter gibt. Nyberg und Pudas (2019) konnten z.B. in einer Langzeitstudie zum episodischen Gedächtnis zeigen, dass zwar der Trend der Gesamtgruppe auf eine allgemeine Abnahme des episodischen Gedächtnisses hindeutet, allerdings wurden gleichzeitig inter-individuelle Unterschiede sichtbar. So unterschied sich beispielsweise der Grad der Abnahme (leicht oder schwer) zwischen den Personen. Gänzlich gegensätzlich dazu gab es sogar auch Personen, die gar keine Abnahme der Leistung oder teilweise tendenziell sogar eine Verbesserung aufwiesen (Nyberg & Pudas, 2019). Eine generelle Abnahme oder sogar eine pathologische Veränderung ist dementsprechend nicht zwangsweise der Fall. Dennoch ist der gesellschaftliche Einfluss neurodegenerativer Erkrankungen nicht zu unterschätzen. Die Prävalenzrate von demenziellen Erkrankungen in der Altersgruppe der über 65-Jährigen liegt in den Industrienationen derzeit zwischen ca. fünf und neun Prozent, bei exponentieller Zunahme in höheren Lebensjahren (Jahn & Werheid, 2015). Da es bis dato noch keine Heilung gibt, liegt der Fokus vor allem auf Prävention und frühen Interventionen, die angewandt werden können, bevor es zu

Altersveränderungen kommt (Livingston et al., 2017). Da vor allem das Ausbleiben altersbezogener Veränderungen per se erstmal gegen eine Pathologie spricht, stellt sich hier die Frage, worin sich insbesondere diejenigen unterscheiden, die ihre Leistungsfähigkeit erhalten konnten. Perspektivisch könnten dann diesbezügliche Erkenntnisse hilfreich für Prävention oder auch Intervention sein. Für eine frühe Intervention ist zusätzlich eine zeitige Diagnostik relevant. In diesem Zusammenhang werden subjektive kognitive Beschwerden diskutiert, da diese, wie bereits erwähnt, einen Risikofaktor für eine demenzielle Entwicklung darstellen können (z.B. Slavin et al., 2015).

Die nachfolgende Arbeit soll zunächst einen detaillierteren Einblick in objektive und subjektive Altersveränderungen ermöglichen. Auf der einen Seite sollen deshalb objektive Altersveränderungen am Beispiel des Arbeitsgedächtnisses beleuchtet werden. Im Fokus stehen neben allgemeinen Altersveränderungen vor allem auch inter-individuelle Leistungsunterschiede. Auf der anderen Seite geht es um subjektive kognitive Beschwerden, den Zusammenhang mit der objektiven Leistung sowie anderen psychosozialen Maßen. In den folgenden Abschnitten wird dazu zunächst eingehender auf die einzelnen Bereiche eingegangen, bevor daraus schließlich die spezifischen Fragestellungen abgeleitet werden.

## **1.1 Veränderungen der objektiven Leistungsfähigkeit im Alter am Beispiel des Arbeitsgedächtnisses**

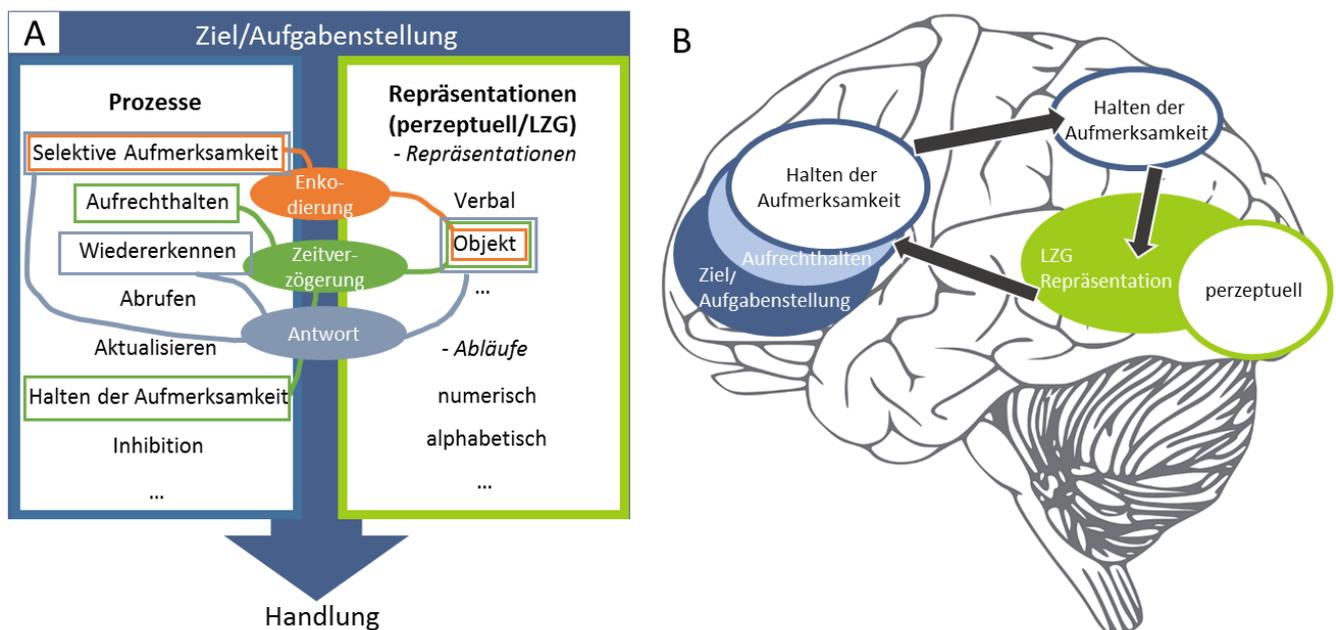
### **1.1.1 Definition Arbeitsgedächtnis und neuroanatomische Grundlagen**

Das Arbeitsgedächtnis wird als die Fähigkeit verstanden, Informationen zu halten und zu manipulieren (Baddeley, 1992, 2003), sei es, wenn es darum geht, eine gesagte Telefonnummer zu wählen, kopfzurechnen oder auch die gerade erhaltene Wegbeschreibung zu merken. Es wird angenommen, dass die Arbeitsgedächtnisleistung mit weiteren kognitiven Prozessen, wie Intelligenz und schlussfolgerndem Denken, Sprachverständnis und Lernen in Verbindung steht (Baddeley, 2003; Conway, Kane, & Engle, 2003). Dies verdeutlicht die Relevanz einer gut ausgeprägten Arbeitsgedächtnisleitung.

Es gibt zahlreiche Definitionen für den Begriff „Arbeitsgedächtnis“ (Cowan, 2017). Am bekanntesten ist jedoch wohl das Multikomponentenmodell von Baddeley und Hitch (1974), welches Prozesse subsumiert, die dafür verantwortlich sind, Informationen für eine kurze Zeit zu halten und zu manipulieren. Neben der *phonologischen Schleife* zum Halten für verbales Material und dem *visuell-räumlichen Notizblock* zum Halten von bildlichem Material, beschreibt das Modell noch die *zentrale Exekutive* sowie den später ergänzten *episodischen*

*Puffer* (Baddeley, 2012). Die zentrale Exekutive beschreibt eine komplexe Einheit, die fähig sein muss, die Aufmerksamkeit zu fokussieren, zu teilen, den Fokus zwischen Aufgabenanforderungen zu wechseln sowie mit dem Langzeitgedächtnis zu interagieren. Da jedoch die Module des visuell-räumlichen Notizblockes und der phonologischen Schleife begrenzt sind und die Annahme bestand, dass die zentrale Exekutive selbst keine Speichereinheit beinhaltet, wurde der episodische Puffer ergänzt. Dieser erlaubt es, dass verschiedene Inhalte – auch aus unterschiedlichen Modalitäten – zu Einheiten oder Episoden integriert und dann gehalten werden können (Baddeley, 2012).

Abbildung 1A zeigt, welche Prozesse an Arbeitsgedächtnisoperationen beteiligt sein können, wobei diese je nach Aufgabenstellung und Anforderung variieren. Soll beispielsweise ein gezeigtes Bild eingeprägt und später mit einer Vorlage abgeglichen werden, sind folgende Prozesse von Bedeutung (vgl. Abb. 1A): Damit das gezeigte Objekt zunächst enkodiert werden kann, sind selektive Aufmerksamkeitsprozesse notwendig, die den Fokus auf das zu memorierende Objekt richten. Zum Aufrechterhalten des Gelernten, ohne dass die Vorlage weiterhin präsent ist, muss das Aufmerksamkeitsniveau aufrechterhalten werden; insbesondere auch deshalb, weil zu haltende Informationen anfällig für Interferenzen sind. Zum späteren Abgleich sind erneut selektive Aufmerksamkeitsprozesse und Wiedererkennensprozesse erforderlich, um das zuvor gesehene Objekt richtig zu identifizieren (Eriksson et al., 2015).



**Abbildung 1.** Schematische Darstellung von Aufrechterhaltungsprozessen im Arbeitsgedächtnis. (A) Interaktion und zeitlicher Ablauf einzelner Prozesse. (B) Schematische Darstellung des beteiligten funktionalen Netzwerkes. LZG = Langzeitgedächtnis. Grafik adaptiert aus Eriksson, Vogel, Lansner, Bergström, and Nyberg (2015).

Anhand des Modells wird deutlich, dass neben einer Interaktion mit dem Langzeitgedächtnis vor allem Aufmerksamkeitsprozesse im Vordergrund stehen, die je nach Aufgabenstellung flexibel eingesetzt werden müssen. Dies entspricht der Aufgabe der zentralen Exekutive gemäß Baddeleys Arbeitsgedächtnismodells (s.o.). Es gibt weitere Arbeitsgedächtnismodelle, die die oben genannten Prozesse ebenfalls subsumieren, sich jedoch auf spezifische Prozesse fokussieren. So beschreibt beispielsweise auch das Embedded-Processes-Modell von Cowan (1999) ähnlich wie Baddeley eine zentrale Exekutive, die für die willentliche Steuerung des Aufmerksamkeitsfokus (entsprechend der selektiven Aufmerksamkeit in Abb. 1A) verantwortlich ist sowie unbewusst ablaufende Orientierungsreaktionen der Aufmerksamkeit. Cowan fokussiert sein Modell jedoch auf die Aktivierung des Langzeitgedächtnisses (entsprechend der rechten Seite in Abb. 1A).

Auch Engle und Kane (2004) unterstützen die Sichtweise der selektiven Aktivierung des Langzeitgedächtnisses, fokussieren sich in ihren Arbeiten jedoch auf die Arbeitsgedächtniskapazität, welche wiederum von der sogenannten exekutiven Aufmerksamkeit abhängt. Diese beschreibt die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf zu haltende Informationen zu lenken. Die Arbeitsgedächtniskapazität steht folglich mit der Fähigkeit in Verbindung, die Aufmerksamkeit zu fokussieren und vor allem ablenkende Reize zu inhibieren (Engle, 2002), was den Prozessen der selektiven Aufmerksamkeit und der Inhibition in Abbildung 1A entspricht.

Trotz der vermeintlichen Unterschiede der Modelle gibt zumindest Baddeley (2012) an, dass diese vor allem die Begrifflichkeiten sowie den Fokus auf einzelne Komponenten und weniger die zugrundeliegenden Prozesse betreffen. Dies wird auch daran deutlich, dass sich die beschriebenen Prozesse der verschiedenen Modelle in den aufgeführten Prozessen aus Abbildung 1A wiederfinden lassen und Überschneidungen sichtbar werden.

Abbildung 1B zeigt das an diesen Prozessen beteiligte funktionale Netzwerk. Hierbei wird deutlich, dass keine einzelnen Gehirnregionen für Arbeitsgedächtnisprozesse verantwortlich sind, sondern ein breiteres Netzwerk, wobei die aktiven perzeptuellen Regionen abhängig vom Stimulusmaterial sind. Da es sich im beschriebenen Beispiel um visuelles Material handelt, sind die perzeptuellen Regionen in diesem Fall folglich vor allem okzipital zu verorten (Eriksson et al., 2015). Es wird weiterhin angenommen, dass vor allem der Präfrontale Cortex (PFC) eine entscheidende Rolle spielt, indem er vor allem Kontrollfunktionen der Arbeitsgedächtnisleistung übernimmt (Curtis & D'Esposito, 2003; Edin et al., 2009; Ekman, Fiebach, Melzer, Tittgemeyer, & Derrfuss, 2016). Dies steht somit in Einklang mit der zentralen

Exekutive, wie bereits von Baddeley beschrieben (Baddeley, 2012; D'Esposito & Postle, 2015). Die Kontrollfunktion besteht darin, dass der PFC durch die Lenkung der Aufmerksamkeit bei der Aufrechterhaltung von Arbeitsgedächtnisinhalten unterstützt, wobei die eigentliche Speicherung eher in parietalen Arealen erfolgt, sodass insgesamt vor allem auch fronto-parietale Verbindungen mit dem Arbeitsgedächtnis assoziiert sind (Curtis & D'Esposito, 2003; Edin et al., 2009; Linden, 2007).

Die Erforschung der neuroanatomischen Lokalisation sowie beteiligter Prozesse des Arbeitsgedächtnisses erfolgte nicht nur in bildgebenden Verfahren. Von Interesse war außerdem die zeitliche Darstellung von Arbeitsgedächtnisprozessen. Aufgrund der höheren zeitlichen Auflösung wurden diese dementsprechend auch häufig mittels Elektroenzephalografie (EEG) untersucht, wobei ein Fokus auf den Veränderungen ereigniskorrelierter Potentiale (EKPs) lag, welche bei Aufgabenbearbeitung ausgelöst werden (Gevins & Smith, 2000; Gevins et al., 1996; McEvoy, Smith, & Gevins, 1998; Missonnier et al., 2003; Ruchkin, Johnson Jr, Grafman, Canoune, & Ritter, 1992). Wiederholt wurden hier unter anderem zwei relevante Komponenten gefunden, welche in Zusammenhang mit dem Arbeitsgedächtnis stehen: die P200 und die P300 (z.B. Dobbs & Rule, 1989; Gevins et al., 1996; Lefebvre, Marchand, Eskes, & Connolly, 2005; Lijffijt et al., 2009; Tays, Dywan, Mathewson, & Segalowitz, 2008; Zhao, Zhou, & Fu, 2013), dessen Ausprägungen in Abbildung 2 bei der Bearbeitung einer Arbeitsgedächtnisaufgabe exemplarisch dargestellt sind.

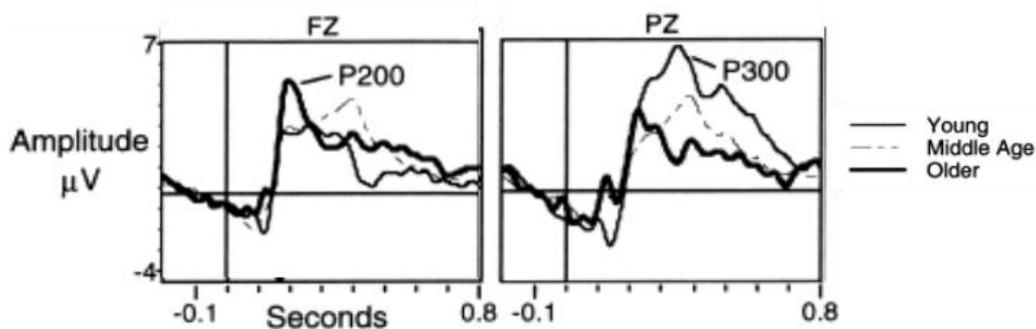


Abbildung 2. Darstellung der frontalen P200 sowie der parietalen P300 bei jüngeren, Personen mittleren Alters und älteren Erwachsenen bei der Bearbeitung einer Arbeitsgedächtnisaufgabe. Adaptiert aus McEvoy, Pellouchoud, Smith, and Gevins (2001).

Die eher fronto-zentral ausgeprägte P200 (vgl. Abb.2) ist eine positive Amplitude mit einem Peak zwischen ca. 170ms – 270ms auf einen Reiz folgend und wurde bisher bezüglich des Arbeitsgedächtnisses insgesamt weniger einheitlich berichtet. Im Arbeitsgedächtniskontext

wurde sie mit verschiedenen Prozessen in Verbindung gebracht. Unter anderem mit der Lenkung der Aufmerksamkeit, der Strategieranwendung (Gevins et al., 1996) oder auch mit dem Lösen der Aufmerksamkeit bzw. der Inhibition nicht relevanter Reize (McEvoy et al., 2001). Zusammengenommen kann die fronto-zentrale P200 dementsprechend – in Anlehnung an Engle (s.o.) – vor allem als Marker für exekutive Aufmerksamkeitsprozesse betrachtet werden (Zhao et al., 2013). Bezüglich der dargestellten Prozesse aus Abbildung 1A beträfe dies also vor allem die selektive Aufmerksamkeit inklusive der Inhibition irrelevanter Stimuli.

Die P300 besteht aus zwei Subkomponenten, der P3a und der P3b, dessen Peak je nach Aufgabenanforderung zwischen 250ms und 500ms liegt, wobei die P3a zeitlich vor der P3b liegt. Ähnlich wie die P200, wird angenommen, dass die eher frontal lokalisierte P3a mit Aufmerksamkeitsprozessen in Verbindung steht und vor allem ausgelöst wird, wenn neue Reize erscheinen (Polich, 2007). Aus Studien, die EEG und funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) kombinierten, wurde geschlussfolgert, dass die P3a einen eher frontalen Ursprung hat (O'Connell et al., 2012).

Bezüglich der vorgestellten Arbeitsgedächtnisprozesse (vgl. Abb. 1A), wird die eher centro-parietal ausgeprägte P3b (vgl. Abb. 2) eher mit dem Speichern von Arbeitsgedächtnisinhalten assoziiert (Polich, 2007) sowie als Marker für Aktualisierungsprozesse im Arbeitsgedächtnis interpretiert (Donchin & Coles, 1988). Höhere Amplituden wurden in diesem Zusammenhang mit einem besseren Aufrechterhalten von Arbeitsgedächtnisinhalten assoziiert (Wild-Wall, Falkenstein, & Gajewski, 2011). Darüber hinaus scheint die P3b ebenso auch mit der Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses in Zusammenhang zu stehen. So konnte gezeigt werden, dass die Amplitude bei stärkerer Belastung geringer ausgeprägt ist, da Ressourcen für andere mentale Prozesse, z.B. dem Halten der Informationen, benötigt werden (Gevins et al., 1996; McEvoy et al., 1998). Es wird angenommen, dass die P3b vor allem einen parieto-temporal bzw. hippocampalen Ursprung hat (O'Connell et al., 2012; Polich, 2007).

Um bei einer einheitlichen Benennung zu bleiben, wird nachfolgend der Begriff „P300“ verwendet und jeweils ergänzt, ob es sich um die eher frontal oder eher centro-parietale Komponente handelt.

Sowohl die Arbeitsgedächtnisfähigkeit als auch die vermeintliche kortikale Verteilung sowie dahinterliegende Prozesse sind jedoch von Alterungsprozessen betroffen, um welche es im Folgenden eingehender gehen soll.

### **1.1.2 Altersveränderungen der Arbeitsgedächtnisleistung: Reduktion und Kompensation**

Beschäftigt man sich mit den Veränderungen der Arbeitsgedächtnisleistung im Alter, so wird angenommen, dass sowohl die Arbeitsgedächtniskapazität als auch die Fähigkeit der Manipulation von Informationen ab ungefähr dem 60. Lebensjahr abnehmen (Dobbs & Rule, 1989; Fisk & Warr, 1996), wobei sich Veränderungen vor allem im visuell-räumlichen Bereich finden ließen (Jenkins, Myerson, Joerding, & Hale, 2000; Park et al., 2002). Beispielsweise konnte gezeigt werden, dass beim Bearbeiten einer Arbeitsgedächtnisaufgabe Personen bereits ab dem 35. Lebensjahr langsamer werden und die Genauigkeit der Bearbeitung ab dem 57. Lebensjahr nachließ (Zarantonello, Schiff, Amodio, & Bisiacchi, 2019).

Hiermit einhergehend ließen sich auch altersbedingte arbeitsgedächtnisbezogene Veränderungen in bildgebenden Verfahren finden (Gazzaley, Cooney, Rissman, & D'Esposito, 2005; Mattay et al., 2006; Reuter-Lorenz et al., 2000). Zum Beispiel konnten Mattay et al. (2006) zeigen, dass ältere Personen im Vergleich zu jüngeren erwartungsgemäß eine schlechtere Leistung in einer räumlich-visuellen Arbeitsgedächtnisaufgabe aufwiesen. Damit einher ging zudem eine reduzierte bilaterale Aktivität im PFC. Die Forschungsgruppe schlussfolgerte somit, dass die Abnahme der Arbeitsgedächtnisleistung damit einhergeht, dass benötigte Regionen (in dem Fall der PFC) nicht genügend bzw. nicht lang genug aktiviert werden können.

Bezogen auf das Modell in Abbildung 1B bedeutet dies, dass die reduzierte Aktivität des PFC damit vor allem Prozesse wie das Lenken der Aufmerksamkeit, also der exekutiven Aufmerksamkeit bzw. der zentralen Exekutive betrifft. Dies lässt annehmen, dass die reduzierte Leistung der zentralen Exekutive somit zu der generellen Abnahme der Arbeitsgedächtnisleistung und somit auch der Kapazität führt.

Auch ERP-Studien deuten auf Altersveränderungen hin. Insbesondere auch die bereits erwähnten relevanten Komponenten, die in Zusammenhang mit der Arbeitsgedächtnisleistung stehen – die P200 und P300 – werden durch das Alter beeinflusst. Bezüglich der P300 zeigten sich bisher relativ konstante Ergebnisse: Die Positivierung, vor allem parietal, reduziert sich mit zunehmendem Alter (McEvoy et al., 2001; Saliassi, Geerligs, Lorist, & Maurits, 2013), wie auch in Abbildung 2 sichtbar wird. Die Veränderungen wurden teilweise bereits ab Mitte des 40. Lebensjahres deutlich, wobei hier jedoch zunächst nur in schwierigen Aufgabenbedingungen Altersunterschiede sichtbar wurden (Wild-Wall et al., 2011).

Die Abnahme der Amplitude steht am ehesten damit in Verbindung, dass die parietalen Generatoren der P300 im Alter vermindert leistungsfähig sind (McEvoy et al., 2001). Bezüglich der aufgeführten Prozesse (s.o.) deutet dies darauf hin, dass somit die Aktualisierungs- sowie Speicherungsprozesse betroffen sind und Veränderungen im Alter aufweisen.

Bezüglich der P200 sind die Befunde heterogener: So zeigte sich in bisherigen Studien sowohl eine Abnahme der P200 mit einhergehender Verschlechterung der Leistung (Missonnier et al., 2004) als auch eine Zunahme selbiger bei unveränderter Leistung (McEvoy et al., 2001). Dies könnte auf inter-individuelle Leistungsunterschiede zwischen den Versuchsgruppen zurückzuführen sein. Gerade wenn sich die Leistung nicht verändert, kann dies auf Kompensationsprozesse hindeuten. Dies bedeutet, dass ältere Personen in dem Fall mehr frontale Ressourcen benötigen, um das Leistungsniveau zu halten (McEvoy et al., 2001).

Ein ähnliches Muster wurde bereits in fMRT-Studien gefunden: Eine Leistungsabnahme von Älteren in einer Arbeitsgedächtnisaufgabe wurde erst bei zunehmender Aufgabenschwierigkeit sichtbar. Allerdings zeigte sich bei Bearbeitung der einfachsten Aufgabe, trotz vergleichbarer Leistung mit den jüngeren Personen, eine erhöhte Aktivität des PFC. Dies legte die Schlussfolgerung nahe, dass bei älteren Personen Kompensationsmechanismen (in Form von gesteigerter neuronaler Aktivität) auftreten, damit das Leistungsniveau vergleichbar mit dem der Jüngeren ist (Mattay et al., 2006). Die Idee der Überaktivierung einzelner Regionen als Kompensation, um das Leistungsniveau zu halten wurde auch von Reuter-Lorenz und Cappell (2008) übernommen und als CRUNCH bezeichnet, also als „compensation-related utilization of neural circuits hypothesis“.

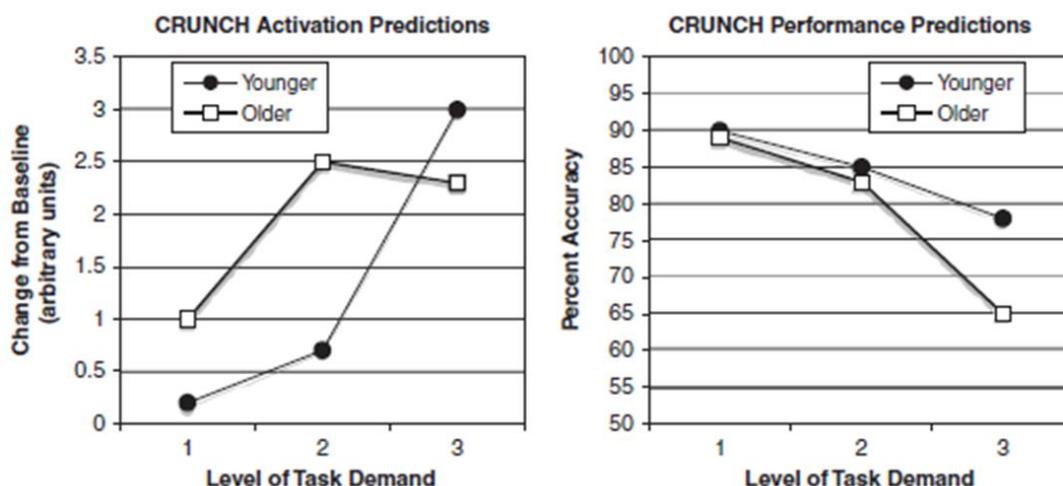


Abbildung 3. Theoretische Darstellung der Zunahme der Hirnaktivität bei jüngeren und älteren Personen (links) bei gleichzeitiger Abnahme der Leistung (rechts). Grafik aus Reuter-Lorenz und Cappell (2008).

Abbildung 3 verdeutlicht den erwarteten Verlauf der Aktivitätssteigerung einer spezifischen Hirnregion bei zunehmender Aufgabenschwierigkeit (vgl. Abb. 3, links) in Zusammenhang mit der gezeigten Leistung (vgl. Abb. 3, rechts). Die Annahme besteht darin, dass um das gleiche Leistungsniveau wie Jüngere zu zeigen, Ältere bereits bei leichteren Aufgaben mehr Ressourcen rekrutieren müssen, was durch gesteigerte neuronale Aktivität sichtbar wird (vgl. Abb. 3, Aufgabenschwierigkeit Stufen 1 und 2). Sobald das Maximum jedoch erreicht ist, nimmt die Aktivität wieder ab, was sich gleichzeitig auch in der Abnahme der Leistung zeigt (vgl. Abb. 3, Aufgabenschwierigkeit Stufe 3) (Reuter-Lorenz & Cappell, 2008).

Es stellte sich zudem heraus, dass die Kompensation vor allem im PFC sichtbar wurde (Reuter-Lorenz & Cappell, 2008), eine Region, die ebenfalls mit exekutiven Funktionen in Zusammenhang gebracht wird (Miller & Cohen, 2001). Dies legt nahe, dass sich das alternde Gehirn mit Hilfe der Exekutivfunktionen auf Veränderungen einstellt, um diesen besser zu begegnen. Betrachtet man zudem noch inter-individuelle Unterschiede, vor allem im Alter, sind auch diese häufig auf Unterschiede in den Exekutivfunktionen zurückzuführen (Reuter-Lorenz & Cappell, 2008). Der PFC steht folglich mit Funktionen der Aufmerksamkeitslenkung, Inhibition und Aufrechterhaltung von Informationen in Verbindung, also mit Funktionen, die auch für das Arbeitsgedächtnis relevant sind (vgl. auch Abb. 1).

Zusammengefasst wurde deutlich, dass altersbedingte Veränderungen auftreten, aber auch, dass es hier inter-individuelle Unterschiede in der Leistung geben kann. Dies, und ob dafür wie vorgestellt, Kompensationsprozesse in Frage kommen oder ob es noch weitere Prozesse gibt, die eine Rolle spielen und inter-individuelle Unterschiede erklären können, soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit genauer untersucht werden.

## **1.2 Veränderungen der subjektiven Leistungsfähigkeit: subjektive kognitive Beschwerden**

Aufgrund der Veränderung der Arbeitsgedächtnisleistung im Alter ist es nicht überraschend, dass Personen insbesondere auch in selbiger die größte subjektive Veränderung ihrer Leistungsfähigkeit bemerken (Newson & Kemps, 2006).

Das Forschungsinteresse hat demnach auch an diesen „subjektiven kognitiven Beschwerden“ zugenommen. Unter diesen werden selbsterlebte kognitive Defizite verstanden, ohne dass diese jedoch auch objektiv nachweisbar sein müssen (Jessen et al., 2014). Gewöhnlich umfassen

diese die Gedächtnisfunktionen und seltener auch die Aufmerksamkeitsfunktionen (z.B. Scholtissen-In de Braek, Hurks, van Boxtel, Dijkstra, & Jolles, 2011). Exekutive Funktionen (z.B. kognitive Flexibilität) wurden lediglich nur kombiniert mit anderen kognitiven Funktionen erfasst (z.B. Beblo et al., 2010; Newson & Kemps, 2006).

In Langzeitstudien hat sich gezeigt, dass subjektive kognitive Beschwerden, vor allem Gedächtnisbeschwerden, einen Risikofaktor für einen zukünftigen kognitiven Leistungsabbau und auch für eine folgende demenzielle Entwicklung darstellen können (Mendonça, Alves, & Bugalho, 2016; Reid & MacLulich, 2006). Das Risiko, an einer Demenz zu erkranken, wenn subjektive Beschwerden vorlagen, wurde zwischen eineinhalb bis dreifach erhöht geschätzt (Mendonça et al., 2016; Mitchell, Beaumont, Ferguson, Yadegarfar, & Stubbs, 2014). Dies verdeutlicht die klinische Relevanz der Erfassung subjektiver kognitiver Beschwerden: Je früher Personen identifiziert werden können, die potenziell gefährdet sind, eine Demenz zu entwickeln, umso eher können frühe kognitive Interventionen eingesetzt werden (Canevelli et al., 2013).

Problematisch ist jedoch, dass weder das Konstrukt „subjektive kognitive Beschwerden“ einheitlich definiert ist, noch, dass diese einheitlich erfasst wurden. „Subjektive Gedächtnisbeschwerden“, „subjektiver Gedächtnisverlust“, „subjektive kognitive Beeinträchtigungen“ sind nur ein paar der bisher bestehenden Bezeichnungen (Abdulrab & Heun, 2008). Daraus geht zudem hervor, dass der Fokus auf Gedächtnisbeschwerden lag, mit der Vernachlässigung anderer kognitiver Bereiche. Sollen subjektive kognitive Beschwerden jedoch erfasst werden, um möglichst frühzeitig demenzielle Veränderungen zu erfassen, ist es problematisch, sich rein auf Gedächtnisprobleme zu beziehen. Nicht alle Demenzarten fallen durch primäre Gedächtnisdefizite auf, weshalb das Erfassen anderer kognitiver Bereiche, wie der Aufmerksamkeit und der exekutiven Funktionen, relevant wird (Graham, Emery, & Hodges, 2004).

Ein weiterer problematischer Punkt ist, dass es bisher kaum valide Messinstrumente gibt, um subjektive kognitive Beschwerden zu erfassen. Eingesetzte Fragebögen wurden bisher selten auf ihre psychometrischen Eigenschaften überprüft. In einer Meta-Analyse zu subjektiven Gedächtnisbeschwerden wurde bei acht der 21 der eingeschlossenen Studien nur eine Frage zum erlebten Gedächtnisverlust gestellt, die häufig auch nur mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden sollte (Reid & MacLulich, 2006).

Die inhaltlichen sowie psychometrischen Probleme mögen erklären, warum der Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und der tatsächlichen kognitiven Leistungsfähigkeit umstritten bleibt.

Auf der einen Seite gibt es Studien, die darauf hindeuten, dass subjektive Beschwerden auch auf eine objektiv schlechtere kognitive Leistung hindeuten. So ließ sich z.B. ein Zusammenhang zwischen subjektiven Gedächtnisbeschwerden und einer zunehmenden Fehleranzahl im räumlichen Gedächtnis nachweisen (Lucas et al., 2016) oder auch mit einer verlangsamten Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Vaskivuo et al., 2018).

Auf der anderen Seite gibt es jedoch auch eine Mehrzahl an Studien, die gezeigt haben, dass subjektive und objektive Leistung nicht in Zusammenhang stehen (Davis, Cockburn, Wade, & Smith, 1995; Jessen et al., 2014; Jungwirth et al., 2004; Slavin et al., 2015). Häufiger wurden Zusammenhänge eher zu psychologisch-affektiven und persönlichkeitsbezogenen Faktoren gefunden, wobei insbesondere Depression und Neurotizismus zu nennen sind (Jungwirth et al., 2004; Reid & MacLulich, 2006). Die Forschungsgruppe um Balash et al. (2013) zeigte, dass subjektive Gedächtnisbeschwerden mit zunehmender depressiver Stimmung zunahmen. Dieses Ergebnis wurde auch in weiteren Studien repliziert (z.B. Mendes et al., 2008) und scheint auch für mehrere Altersgruppen konstant zu sein (Rowell, Green, Teachman, & Salthouse, 2016).

Es wurde jedoch als problematisch angemerkt, dass diese Schlussfolgerungen vor allem auf freiwilligen Studienteilnehmenden beruhten, welche möglicherweise besorgter um ihre Leistungsfähigkeit sind (Burmester, Leathem, & Merrick, 2016). Insgesamt spiegeln diese Ergebnisse folglich die Uneinheitlichkeit der Befunde wider. Dies kann auch daran liegen, dass bestehende Wirkmechanismen bisher kaum beachtet wurden.

Zusammenfassend stellt sich also heraus, dass die Erfassung subjektiver kognitiver Beschwerden eine wichtige Unterstützung in der frühen Diagnostik von demenziellen Erkrankungen sein könnte. Allerdings liegen auf der einen Seite methodische Schwierigkeiten vor. Auf der einen Seite wurden bisher auch hier inter-individuelle Unterschiede hinsichtlich der Art der kognitiven Beschwerden nicht ausreichend berücksichtigt. Es ist beispielsweise unklar, ob es verschiedene Beschwerdetypen gibt und wie sich diese unterscheiden, oder auch, ob sich Unterschiede zwischen verschiedenen Subpopulationen finden lassen. Dies wirft also die Frage auf, ob ein Fragebogen entwickelt werden kann, der verschiedene kognitive Beschwerden erfassen und Hinweise darauf liefern kann, ob auch hier inter-individuelle Unterschiede bzw. Unterschiede zw. Subpopulationen vorliegen.

## 2. Zielstellung

Am Beispiel der objektiven und subjektiven kognitiven Leistungsveränderungen im Alter wurde deutlich, dass einerseits zwar von generellen subjektiven und objektiven Altersveränderungen ausgegangen wird, andererseits jedoch auch, dass diese keine generelle Gültigkeit haben und dass teilweise widersprüchliche Befunde bestehen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht deshalb darin, mögliche Ursachen für diese Widersprüchlichkeiten genauer zu eruieren, indem vor allem inter-individuelle Unterschiede bzw. unterschiedliche Subpopulationen berücksichtigt und miteinander verglichen werden sollen. Abbildung 4 soll die möglichen Altersveränderungen auf objektiver und subjektiver Seite und deren mögliche Einflussfaktoren schematisch darstellen. Kognitive Bereiche, die hier im Fokus stehen – Gedächtnis, Exekutivfunktionen sowie Aufmerksamkeit – wurden gewählt, da diese im Fokus von Altersveränderungen stehen und deshalb einerseits im Rahmen von subjektiven kognitiven Beschwerden auftreten können. Andererseits lässt sich ebenfalls die Arbeitsgedächtnisleistung unter diesen Prozessen subsumieren, da wie beschrieben, vor allem Aufmerksamkeitsprozesse, in Verbindung mit Kontrollfunktionen (Exekutivfunktionen) für Arbeitsgedächtnisoperationen relevant sind (vgl. auch Abb. 1A, S. 3).

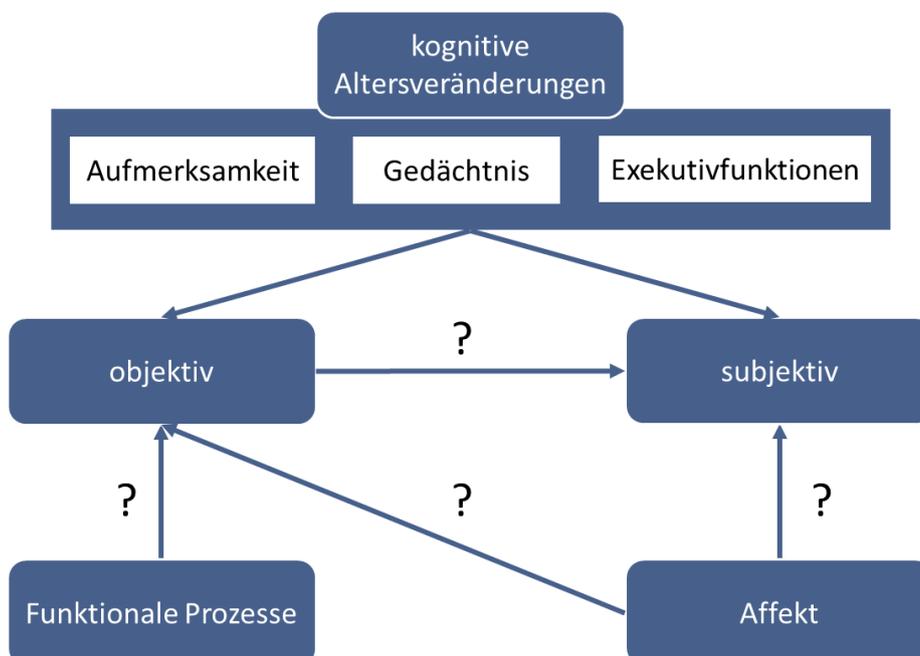


Abbildung 4. Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektiven und objektiven kognitiven Altersveränderungen sowie mögliche beeinflussende Faktoren.

Dementsprechend soll auf der objektiven Seite vor allem auf Arbeitsgedächtnisprozesse fokussiert werden. Hier soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit sich einerseits altersbedingte Veränderungen zeigen, aber vor allem auch andererseits, ob inter-individuelle Leistungsunterschiede gefunden werden können. Im Fokus der inter-individuellen Unterschiede stehen dabei Personen, die einerseits altersbedingte Veränderungen aufweisen und andererseits solche, die keine Leistungsabnahme zeigen. Falls solche Unterschiede sichtbar werden, soll der Frage nachgegangen werden, ob es funktionale Prozesse gibt, die die Leistungsunterschiede erklären können.

Auf der subjektiven Seite stehen die wahrgenommenen kognitiven Probleme im Vordergrund. Wie in Abschnitt 1.2 beschrieben fehlt es jedoch an einem geeigneten Instrument zur Erfassung subjektiver kognitiver Beschwerden, weshalb das erste Ziel die Entwicklung und psychometrische Überprüfung eines Fragebogens zur Erfassung subjektiver kognitiver Beschwerden ist. Dieser soll dann eingesetzt werden, um zu überprüfen, ob es verschiedene Beschwerdetypen gibt und vor allem auch, ob sich Einflussfaktoren finden lassen, die die Zugehörigkeit zu diesen Typen erklären können, mit dem Fokus auf psychosozialen Variablen. Zudem sollen auch Zusammenhänge zwischen subjektiven Beschwerden, objektiver Leistung und psychosozialen Variablen, insbesondere der Affektivität, genauer untersucht werden. Ein Schwerpunkt soll dabei ebenfalls auf verschiedenen Subpopulationen liegen – vor allem zwischen Personen, die aufgrund der Beschwerden Hilfe suchen und solchen, die dies nicht tun.

### 3. Zusammenfassung der Befunde

#### 3.1 Lassen sich altersbedingte Veränderungen im Arbeitsgedächtnis zeigen und gibt es innerhalb der Gruppe älterer Personen inter-individuelle Unterschiede?

Zunächst soll sich gemäß der schematischen Darstellung genauer auf der objektiven Seite kognitiver Veränderungen mit dem Arbeitsgedächtnis und relevanten Prozessen beschäftigt werden (vgl. Abb. 5).

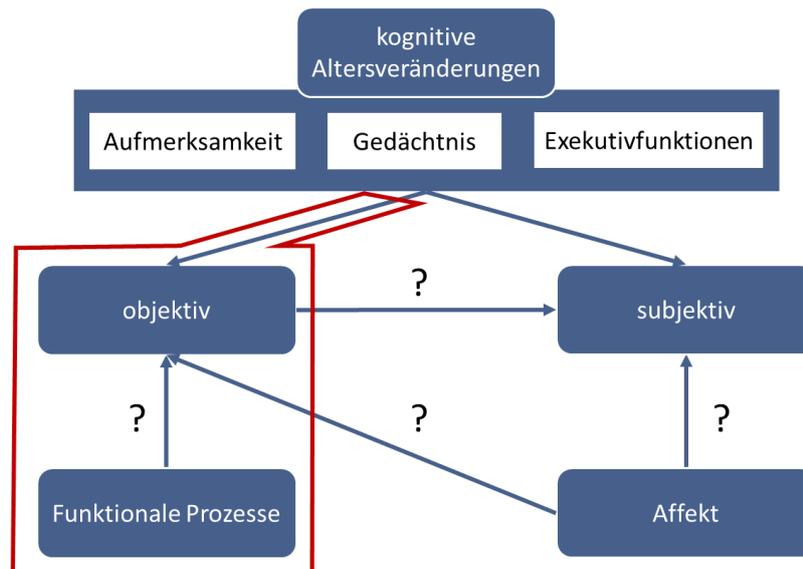


Abbildung 5. Schematische Darstellung möglicher Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven kognitiven Altersveränderungen (vgl. Abbildung 4) und deren Einflussfaktoren, zunächst mit dem Fokus auf objektiven kognitiven Altersveränderungen am Beispiel von Arbeitsgedächtnisprozessen.

#### *Fragestellung und Methode*

Wie eingangs erwähnt, lassen sich hinsichtlich des Arbeitsgedächtnisses Altersunterschiede feststellen, die sich auch elektrophysiologisch abbilden lassen und sich wie in Abschnitt 1.1.2 beschrieben für die EKP-Komponenten der P200 und P300 finden. Allerdings liegen hier unterschiedliche Ergebnisse vor, die vor allem die P200 betreffen. Auf der einen Seite wurde argumentiert, dass höhere Amplituden bei Älteren auf Kompensationsprozesse hindeuten, was dadurch gestützt wird, dass die Leistung der Älteren sich nicht von der der Jüngeren unterschied (McEvoy et al., 2001). Im Gegensatz dazu besteht die Annahme, dass die Abnahme der P200-Amplitude, sofern diese auch mit einer Abnahme der Leistung in Zusammenhang steht, für die Abnahme der kognitiven Reserve spricht (Missonnier et al., 2004). Dies deutet darauf hin, dass zwischen den einzelnen Stichproben möglicherweise unterschiedliche Leistungen der älteren Personen vorgelegen haben, welche nicht berücksichtigt wurden. Wurde die Heterogenität der

Leistung älterer Personen in Studien berücksichtigt, wurden unterschiedliche Muster sichtbar, welche sich bisher jedoch vor allem auf die P300 fokussierten. Beispielsweise konnte die Arbeitsgruppe um Daffner (2010) zeigen, dass die P300 Amplitude bei zunehmender Aufgabenschwierigkeit nur bei Personen zunahm, die generell eine bessere Arbeitsgedächtnisleistung aufwiesen, unabhängig von Alter. Dies deutet darauf hin, dass diese Subgruppe mehr Ressourcen für Aktualisierungsprozesse nutzen konnte.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen war es das Ziel dieser Studie (Studie 1, Lubitz et al., 2017), ebenfalls inter-individuelle Leistungsunterschiede bei der Bearbeitung einer Arbeitsgedächtnisaufgabe zu berücksichtigen. Insgesamt sollten drei Fragestellungen genauer exploriert werden:

*1) Lassen sich behaviorale und elektrophysiologische Alterseffekte nachweisen?*

Ausgehend von vorherigen Befunden wurde die Hypothese formuliert, dass sich bei älteren Personen eine Leistungsabnahme nachweisen lässt. Da sich auch hinsichtlich elektrophysiologischer Korrelate Altersveränderungen konstant bezüglich der EKP-Komponente der P300 nachweisen ließen, erwarteten wir, reduzierte Amplituden der P300 zu finden, sobald die Arbeitsgedächtnisbelastung zunimmt. Ein Prozess, der für ältere Personen nochmals verstärkt auftreten sollte (Gevins et al., 1996; McEvoy et al., 1998).

Aufgrund von vorherigen Studien (McEvoy et al., 2001) erwarteten wir bei älteren Personen, dass bei höherer Arbeitsgedächtnisbeanspruchung auch vermehrt exekutive Prozesse, als Ausdruck von Kompensationsmechanismen, notwendig sind, was sich durch eine Erhöhung der frontalen P200 zeigen sollte.

*2) Stehen die Leistungsunterschiede der Arbeitsgedächtnisleistung mit unterschiedlich ausgeprägten ERP-Komponenten in Verbindung? Und lassen sich darüber hinaus auch Zusammenhänge zu anderen Leistungsvariablen finden?*

Diese Fragestellung war vor allem explorativer Natur, da die Zusammenhänge zu anderen Leistungsvariablen bisher wenig Beachtung fanden. Die Arbeitsgedächtnisleistung steht in Zusammenhang mit anderen kognitiven Leistungen, z.B. Verarbeitungsgeschwindigkeit und fluider Intelligenz (Baddeley, 2003; Conway et al., 2003). Von Interesse war hier vor allem auch, wie dieser Zusammenhang von Alterungsprozessen betroffen ist.

3) Lassen sich Veränderungen der ERP-Komponenten in Bezug auf inter-individuelle Leistungsunterschiede im Alter nachweisen?

Diese Frage zielt spezifisch auf die Leistungsheterogenität im Alter ab. Hier bestand die Hypothese, dass ältere Personen mit vergleichsweise besserer Leistung erhöhte P200 Amplituden im Sinne von Kompensationsprozessen aufweisen (McEvoy et al., 2001).

Um den Fragestellungen nachzugehen wurden zwei Gruppen von Teilnehmenden rekrutiert. Fünfunddreißig jüngere Personen ( $M = 22.43$  Jahre,  $SD = 3.25$  Jahre) wurden mit einer Gruppe von 30 älteren gesunden Personen ( $M = 68.30$  Jahre,  $SD = 5.19$  Jahre) verglichen. Aufgrund des Interesses an inter-individuellen Leistungsunterschieden, wurde die Gruppe der Älteren noch in *High* und *Low Performer* unterteilt, basierend auf deren Leistung in der durchgeführten Arbeitsgedächtnisaufgabe. *High Performer* waren diejenigen, deren Leistung auf dem Niveau der jüngeren Vergleichsgruppe lag, während *Low Performer* einen altersentsprechenden Leistungsabfall aufwiesen. Beide Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich ihres Alters. Alle Teilnehmenden führten eine visuell-räumliche *n-back*-Aufgabe in zwei Schwierigkeitsstufen durch: 1-back und 2-back (vgl. Abb. 6). Teilnehmende sollten also jeweils dann per Tastendruck reagieren, wenn ein gezeigtes „X“ auf dem Bildschirm an der gleichen Stelle war wie das zuvor gezeigte (1-back) oder das vorletzte (2-back).

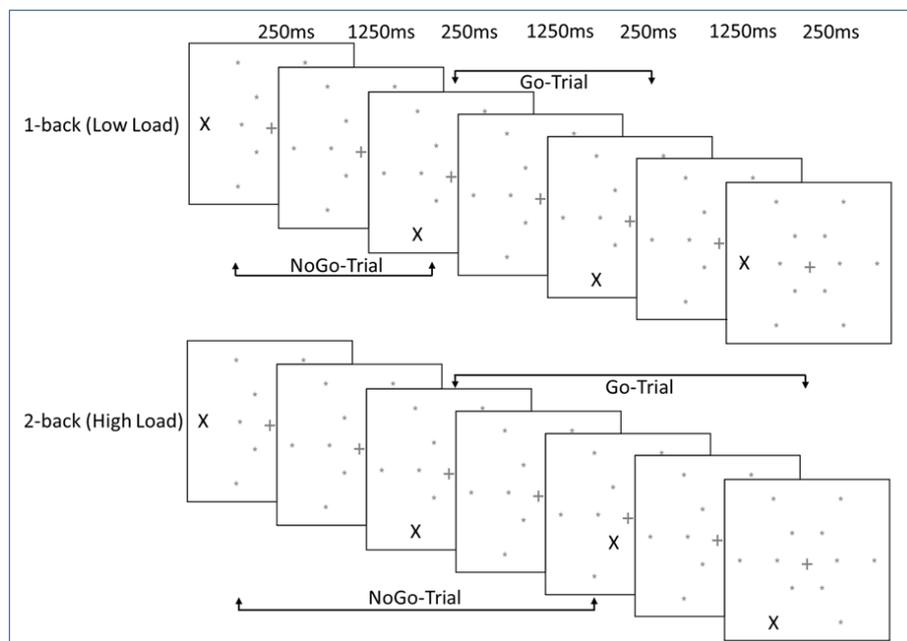


Abbildung 6. Darstellung der *n-back*-Aufgabe in den zwei Schwierigkeitsstufen 1-back (einfach) und 2-back (schwierig). Alle 1,5 Sekunden wurde ein neuer Stimulus präsentiert (Abbildung aus Lubitz, Niedeggen, & Feser, 2017).

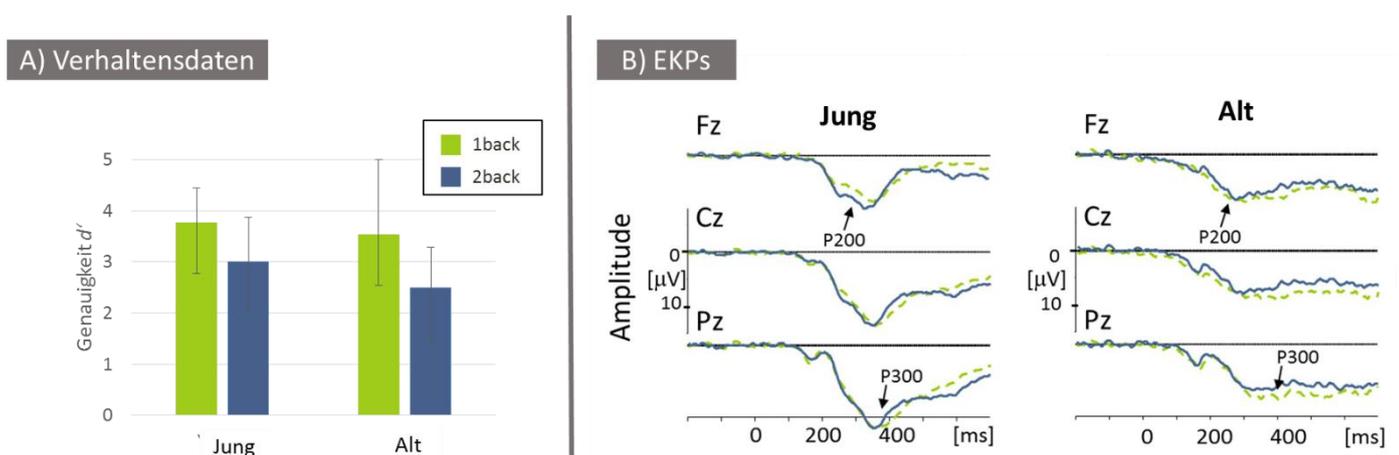
Im Vordergrund für die Auswertung stand die Genauigkeit, welche mit  $d'$  gemessen wurde, da hier Treffer und falsche Alarme berücksichtigt werden.

Während der Durchführung dieser Aufgabe wurden zusätzlich elektrophysiologische Daten mittels drei aktiver Elektroden (Fz, Cz, Pz) erhoben, wobei in der Auswertung auf zwei relevante Zeitbereiche – 240-320ms (nachfolgend P200 genannt) und 350-450ms (nachfolgend P300 genannt) – fokussiert wurde.

Neben der Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe kamen weitere, bereits etablierte Tests der klinischen Neuropsychologie zum Einsatz. Diese standen entweder inhaltlich mit der *n-back*-Aufgabe in Verbindung, da sie ebenfalls die Arbeitsgedächtnisleistung erfassen sollten (z.B. Spannaufgaben) oder sie erfassten Leistungen, die als Grundlage zur Bearbeitung von Arbeitsgedächtnisaufgaben dienen (z.B. Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit) oder aber waren Aufgaben, dessen erfolgreiche Bearbeitung selbst von der Arbeitsgedächtnisleistung abhängig ist (z.B. Lernen oder fluide Intelligenz).

### Zentrale Ergebnisse

Zunächst wurde deutlich, dass die Leistung in beiden Altersgruppen in der Arbeitsgedächtnisaufgabe in der schwierigeren 2-back-Bedingung schlechter ausfiel als in der einfacheren 1-back-Bedingungen (vgl. Abb. 7A). Korrespondierend fand sich hinsichtlich der EKPs in beiden Altersgruppen eine Reduktion der Amplituden der parietalen P300 Komponente bei zunehmender Arbeitsgedächtnisbelastung in beiden Gruppen (vgl. Abb. 7B, Elektrodenposition Pz).



**Abbildung 7.** Darstellung der Genauigkeit (A) und der EKPs (B) getrennt nach Altersgruppe und Schwierigkeit der *n-back*-Aufgabe. A)  $d' = d$  Prime. Fehlerbalken indizieren die Standardfehler. B) Die EKPs beziehen sich auf die „Go-Trials“, also die Trials, in denen der präsentierte Stimulus mit dem letzten (1-back) oder vorletztem (2-back) übereinstimmte und eine Reaktion erfordert war.

Hinsichtlich des Alters, wurde erwartungsgemäß sichtbar, dass die Leistung in der *n-back*-Aufgabe sowohl in der leichten als auch der schwierigen Bedingung von älteren Personen im Vergleich zu den jüngeren insgesamt signifikant schlechter ausfiel (vgl. Abb. 7A). Korrespondierend zeigten sich unterschiedliche EEG-Muster für beide Altersgruppen. Bei Zunahme der Arbeitsgedächtnisbelastung wurde nur bei jüngeren Personen eine Zunahme der frontalen P200-Amplitude sichtbar (vgl. Abb. 7B, Elektrodenposition Fz).

Bei den älteren Teilnehmenden zeigte sich dies nicht. Allerdings wurde in dieser Gruppe eine Verschiebung der P300 sichtbar: Im Vergleich zu den Jüngeren waren die Amplituden zentral und parietal reduziert (vgl. Abb. 6B, Elektrodenposition Cz und Pz).

Zusätzlich wurde der Zusammenhang zwischen den EKP-Komponenten mit der Arbeitsgedächtnisleistung betrachtet. Von Interesse war hier der EKP- sowie Arbeitsgedächtniseffekt. Dazu wurden die Differenz der Amplituden sowie die Differenz der Genauigkeit zwischen der Leistung in der 2-back- und der 1-back-Bedingung berechnet. Ein kleinerer Differenzwert bedeutet demnach, dass die Amplitudengröße bzw. die Leistung in beiden Schwierigkeitsstufen näher beieinander liegen.

Ein Zusammenhang wurde nur in der Gruppe der älteren Personen beobachtet. Hier wurde eine signifikante Korrelation mit der frontalen P200 sichtbar ( $r = .43, p = .02$ ). Ältere Teilnehmende, deren Leistung in der 1-back- und 2-back-Bedingung vergleichbar war, wiesen folglich im Verhältnis auch eine stärker ausgeprägte Amplitude der frontalen P200 auf.

Innerhalb der Gruppe der älteren Personen wurden anschließend *High Performer* mit *Low Performern* verglichen. In Abbildung 8A wird deutlich, dass die Leistung in der *n-back*-Aufgabe von *Low Performern* insgesamt signifikant schlechter war als die der *High Performer*. Dies korrespondierte zudem mit einem unterschiedlichen EKP-Muster. Bei *Low Performern* zeigte sich eine Abnahme der Amplitude der frontalen P200 (vgl. Abb. 8B unten), während sich bei *High Performern* kein Unterschied in den Amplituden der P200 zwischen der 1-back und 2-back-Aufgabe zeigte (vgl. Abb. 8B oben).

Darüber hinaus zeigte sich ein Trend ( $p = .054$ ) einer stärker ausgeprägten frontalen P300 für *High Performer* (nicht abgebildet).

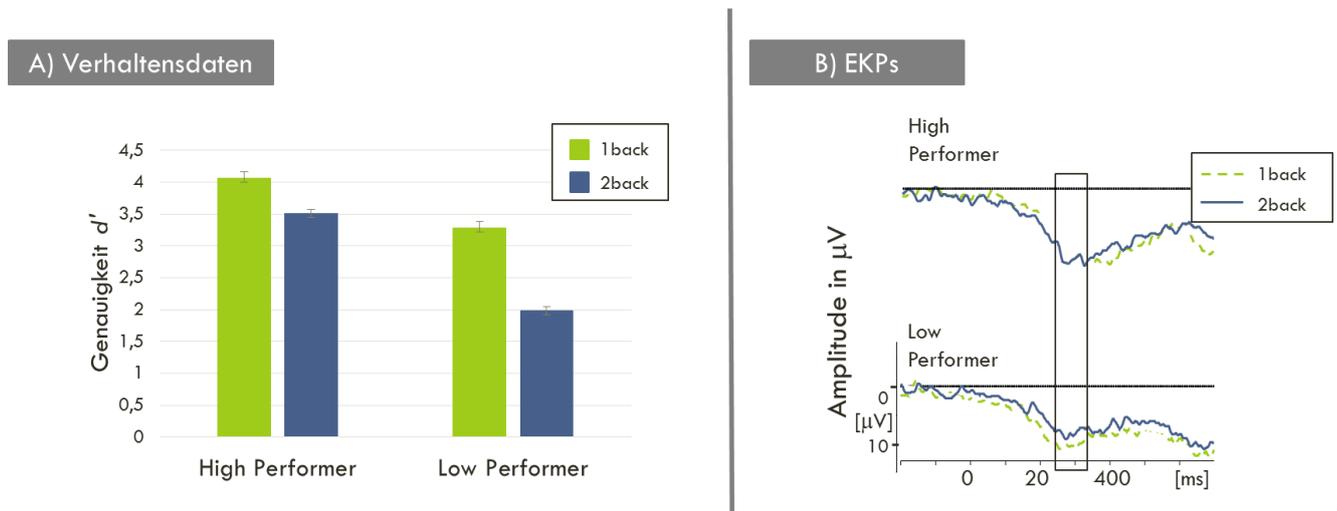


Abbildung 8. Genauigkeit und ERPs getrennt für High und Low Performer. A) Darstellung der Genauigkeit;  $d' = d$  Prime. Fehlerbalken indizieren die Standardfehler. B) Darstellung der EKPs für den Zeitbereich der P200 (markierter Bereich) der frontalen Elektrodenposition (Fz) bei „Go-Trials“. Also Trials, in denen der präsentierte Stimulus mit dem letzten (1-back) oder dem vorletzten (2-back) übereinstimmte und eine Reaktion erforderlich war.

Unabhängig von der Leistung in der  $n$ -back-Aufgabe konnte auch gezeigt werden, dass *High Performer* ebenfalls in der Leistung weiterer neuropsychologischer Tests signifikant besser abschnitten als *Low Performer*. Dazu zählten in erster Linie die Leistungen in einer visuell-räumlichen Spannaufgabe (Bedingung rückwärts), in einer Aufgabe zum schlussfolgernden Denken und einer Aufgabe zum verbalen Arbeitsgedächtnis.

#### Bedeutung der Befunde

Anhand der Daten lässt sich annehmen, dass für höhere Anforderungen an die Arbeitsgedächtnisleistung auch mehr Ressourcen benötigt werden. Bei Jüngeren zeigte sich dies dadurch, dass mehr exekutive Kontrolle erforderlich war, was sich durch höhere P200 Amplituden ausdrückte (Zhao et al., 2013). Die gleichzeitige Abnahme der P300 bei erhöhter Anforderung spricht dafür, dass mehr Ressourcen benötigt werden (Gevins et al., 1996).

In der Gruppe der Älteren zeigte sich die erwartungsgemäße Abnahme der Arbeitsgedächtnisleistung, welche mit reduzierten Amplituden der P200 und P300 einhergingen. Dies lässt schlussfolgern, dass die Prozesse, die bei Jüngeren zu greifen scheinen, bei Älteren nicht mehr so ausgeprägt funktionieren. Eine Abnahme der Leistung in der exekutiven Aufmerksamkeit sowie von Aktualisierungsprozessen führt so insgesamt zu einer Abnahme der Arbeitsgedächtnisleistung im Alter.

Im Gegensatz zu unseren Hypothesen konnten wir bei älteren Personen keine stärker ausgeprägte P200 bei höherer Beanspruchung der Arbeitsgedächtnisleistung finden, die auf Kompensationsprozesse hindeuten würde. Das Bild wurde jedoch differenzierter, sobald man

*High* und *Low Performer* verglichen. Personen, die in ihrer Leistung noch auf dem Niveau der Jüngeren waren (*High Performer*), zeigen mit diesen auch ein vergleichbares EKP-Muster: eine stärker ausgeprägte frontale P200 und geringere Reduzierung der parietalen P300. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass bei älteren *High Performern* zwei Prozesse greifen. Wie eingangs erwähnt scheinen zwar auch Kompensationsprozesse eine Rolle zu spielen (Reuter-Lorenz & Cappell, 2008), aber in erster Linie spielt die funktionelle Erhaltung arbeitsgedächtnisbezogener Prozesse eine Rolle. Da *High Performer* zudem auch in weiteren Aufgaben, die mit dem Arbeitsgedächtnis assoziiert sind eine bessere Leistung zeigten, kann angenommen werden, dass sich diese Prozesse auch auf weitere kognitive Bereiche übertragen lassen.

Da *High* und *Low Performer* sich hinsichtlich ihrer kognitiven Leistungsfähigkeit unterschieden, könnte angenommen werden, dass insbesondere *Low Performer* aufgrund der Altersveränderungen auch mehr Probleme im Alltag bemerkten und daher dementsprechend vermehrt über subjektive kognitive Beschwerden klagten. Beide Gruppen wurden deshalb auch befragt, wie häufig verschiedene kognitive Probleme im Alltag auftreten, ein signifikanter Gruppenunterschied zeigte sich aber nicht ( $t(28) = 0.26, p = 0.80$ ). Das spricht dafür, dass die tatsächliche kognitive Leistungsfähigkeit nicht unbedingt Einfluss auf subjektive kognitive Beschwerden nimmt. Mit dem Fokus auf eben diesen subjektiven kognitiven Beschwerden, soll in den nächsten Abschnitten genauer untersucht werden, welche weiteren Faktoren daher eine

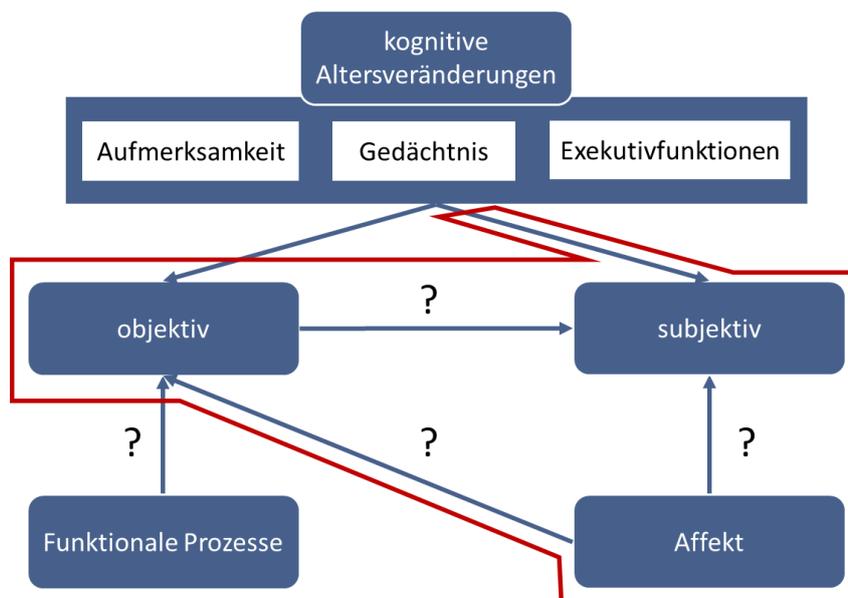


Abbildung 9. Schematische Darstellung möglicher Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven kognitiven Altersveränderungen (vgl. Abbildung 4) und deren Einflussfaktoren, mit dem Fokus auf subjektiven kognitiven Altersveränderungen und dem Zusammenhang zwischen objektiven und affektiven Variablen.

Rolle spielen. Im Fokus steht dabei vor allem die Stimmungslage und wie diese mit der objektiven Leistung in Verbindung steht (vgl. Abb. 9).

### **3.2 Gibt es verschiedene Beschwerdetypen im Bereich subjektiver kognitiver Beschwerden und Einflussfaktoren, die die Zugehörigkeit zu einem Beschwerdetyp erklären können?**

#### *Fragestellung und Methode*

Das Interesse an subjektiven kognitiven Beschwerden hat in den letzten Jahren zugenommen; vor allem der Zusammenhang mit der tatsächlichen kognitiven Leistung und der Einfluss möglicher anderer psychosozialer Variablen. Als problematisch wurde jedoch bereits die bisherige Methodik erwähnt. Dazu zählen vor allem die Vernachlässigung anderer kognitiver Bereiche, wie die Aufmerksamkeit und exekutiven Funktionen, aber auch das Fehlen von evaluierten Fragebögen.

Ziel dieser Studie (Studie 2, Lubitz, Eid, & Niedeggen, 2018) war es aus dem Grund zunächst einen eigens entwickelten Fragebogen für die Erfassung subjektiver kognitiver Beschwerden auf psychometrische Eigenschaften zu überprüfen. Da dieser Fragebogen nicht nur nach Gedächtnis- sondern auch nach Aufmerksamkeits- und exekutiven Beschwerden fragt, war es außerdem das Ziel zu überprüfen, ob sich verschiedene Beschwerdetypen abbilden lassen. Von Bedeutung wäre dies insofern, da das Abbilden unterschiedlicher Beschwerdeprofile auch für die klinische Praxis relevant sein könnte. Einerseits wäre es prognostisch interessant zu überprüfen, ob unterschiedliche Beschwerdetypen womöglich auch andere Verläufe aufweisen (z.B. Übergang zu einer demenziellen Erkrankung). Aber auch für eine sofortige Intervention könnten vor allem auch unterschiedliche Prädiktoren von Bedeutung sein, da diese einen Behandlungsfokus vorgeben (z.B. depressive Stimmung).

Die genauen abgeleiteten Fragestellungen waren folgende:

#### *1) Erlaubt es der eingesetzte Fragebogen drei getrennte kognitive Funktionen zu erfassen?*

Ein bis dato bestehender und evaluierter Fragebogen, welcher ebenfalls Gedächtnis-, Aufmerksamkeits- sowie exekutive Beschwerden erfasste, war der FLei (Fragebogen zur subjektiven Einschätzung der geistigen Leistungsfähigkeit, Beblo et al., 2010). Die Arbeitsgruppe riet jedoch von einer Auswertung dieser einzelnen Beschwerdebereiche ab, da hohe Interkorrelationen zwischen den einzelnen kognitiven Bereichen vorlagen. Untersucht wurde dies jedoch an Personen mit einer psychischen Störung (vor allem Depression). Zudem erfolgte die Überprüfung der Faktoren auf einer explorativen Faktoranalyse. Das Ziel der Studie

2 war es daher, vor allem zu überprüfen, ob es zunächst bei Personen der Allgemeinbevölkerung möglich ist, Beschwerden für getrennte Funktionsbereiche zu erfassen.

*2) Welche psychosozialen Faktoren sagen das Beschwerdeniveau vorher?*

Da, wie bereits beschrieben, in Studien zu subjektiven Beschwerden häufig davon ausgegangen wird, dass vor allem psychosoziale Variablen das Ausmaß der Beschwerden beeinflussen (Reid & MacLulich, 2006), waren diese neben dem Alter der Fokus dieser Fragestellung. Aufgrund des Zusammenhangs mit depressiver Stimmung (Balash et al., 2013; Jungwirth et al., 2004), stand diese im Fokus: Wir erwarteten, dass Personen mit negativerer Stimmung auch mehr subjektive kognitive Beschwerden äußerten. Berücksichtigt wurden explorativ zudem soziale Integration und Altersstereotypen.

*3) Gibt es unterschiedliche Beschwerdetypen und anhand welcher psychosozialen Variablen lassen sich diese unterscheiden?*

Während die Beantwortung der anderen Fragestellungen eher zur Überprüfung der Voraussetzungen diente, steht die dritte Fragestellung im Fokus. Der Einfluss psychosozialer Variablen wurde bisher vor allem nur auf das Gesamtbeschwerdeniveau untersucht – vor allem auch deshalb, da häufig nur Gedächtnisbeschwerden erfasst wurden (vgl. Abschnitt 1.2). Eine direkte Gegenüberstellung verschiedener Beschwerdetypen erfolgte bisher nicht. Nach der Einteilung der Gesamtstichprobe in verschiedene Beschwerdetypen, stellt sich daher die Frage, ob sich diese auch hinsichtlich psychosozialer Variablen (Alter, Stimmung, soziale Integration, Altersstereotypen) unterscheiden.

Für die Beantwortung der Fragestellungen wurden die Daten von insgesamt 734 gesunden erwachsenen Personen (Alter  $M = 43.15$  Jahre,  $SD = 17.17$  Jahre) herangezogen. Von 644 Personen lagen zudem Daten zu psychosozialen Variablen vor. Bei den Teilnehmenden wurden subjektive kognitive Beschwerden mit Hilfe des Complainer Profile Identification Fragebogens (CPI) erhoben, welcher in dieser Studie überprüft werden sollte. Der Fragebogen besteht aus 17 Fragen, die alltägliche Schwierigkeiten in verschiedenen kognitiven Bereichen (Gedächtnis, Aufmerksamkeit, exekutive Funktionen) abfragen und deren Häufigkeit auf einer Skala von „nie“ bis „sehr häufig“ eingeschätzt werden soll (z.B. „Wenn mir jemand etwas sagt, muss ich mir die Information sofort notieren, damit ich sie nicht vergesse“).

Mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse sollte überprüft werden, ob die zuvor festgelegte Faktorstruktur angenommen werden kann. Die psychometrischen Eigenschaften, vor allem die interne Konsistenz, wurde mit Cronbach's  $\alpha$  erfasst.

Zur Überprüfung der Vorhersagekraft von psychosozialen Variablen auf das Beschwerdeniveau mittels multipler Regressionsanalyse wurden neben dem Alter folgende Variablen erfasst: Die Stimmungslage wurde mit der Kurzform der Geriatrischen Depressionsskala (GDS, Yesavage & Sheikh, 1986) erhoben. Soziale Integration wurde mit drei Items des Fragebogens zur sozialen Unterstützung (F-SozU, Fydrich, Sommer, & Brähler, 2007) und Altersstereotypen mit dem Expectations Regarding Aging Fragebogens (ERA-12, Sarkisian, Steers, Hays, & Mangione, 2005) erfasst.

Schließlich wurden vier Beschwerdetypen in Abhängigkeit von den dominierenden Beschwerden in einem der erfassten Bereiche festgelegt. Dementsprechend war der Beschwerdetyp „Gedächtnis“ charakterisiert durch vornehmlich Gedächtnisbeschwerden. Analog dazu gab es den Beschwerdetyp „exekutive Beschwerden“. Um die Gruppengröße vergleichbar zu halten und weil es im Verhältnis weniger Personen mit ausschließlich aufmerksamkeitsbezogenen Beschwerden gab, wurde der Beschwerdetyp „Aufmerksamkeit“ festgelegt. Personen, die diesem Typen zugeordnet wurden, zeichneten sich dadurch aus, dass sie neben den Aufmerksamkeitsbeschwerden noch entweder Gedächtnis- ODER exekutive Beschwerden angaben. Schließlich gab es noch den unspezifischen Beschwerdetypen, wenn in keinem Bereich deutliche Beschwerden herausstachen. Ob sich die einzelnen Typen hinsichtlich verschiedener psychosozialer Variablen unterschieden, wurde mithilfe einer multivariaten Varianzanalyse (MANOVA) überprüft.

### *Zentrale Ergebnisse*

In einem ersten Schritt konnte gezeigt werden, dass die vermutete Faktorstruktur des CPI vorlag, wobei das Modell verbessert werden konnte, sobald zugelassen wurde, dass einzelne Items auch auf mehreren Faktoren laden durften,  $\chi^2 (112) = 318.29, p < .001, CFI = .97, RMSEA = .05$  (95% CI: .04 – .06). Dabei handelte es sich vor allem um Items, die sowohl auf dem Aufmerksamkeits- und zusätzlich entweder auf dem Gedächtnis- oder dem exekutive Funktionen-Faktor luden. Die Doppelladung erschien theoretisch plausibel, weshalb dieses Modell beibehalten wurde. Die interne Konsistenz des Fragebogens konnte insgesamt als gut angesehen werden (Cronbach's  $\alpha = .87$ ).

Regressionsanalytisch konnte gezeigt werden, dass die affektive Stimmungslage (GDS), Altersstereotypen (ERA-12) und das Alter das allgemeine Beschwerdeniveau signifikant vorhersagten,  $F(3, 548) = 81.87, p = .001$ , und 30.9% der Varianz erklärten. Dabei zeigte sich für alle Prädiktoren ein positiver Zusammenhang: ein höherer Wert in der GDS ( $\beta = .48, p < .001$ ), im ERA-12 ( $\beta = .20, p < .001$ ) und ein höheres Alter ( $\beta = .17, p < .001$ ) gingen mit stärker ausgeprägten subjektiven Beschwerden einher.

In einer weiteren Analyse wurde untersucht, ob es verschiedene Beschwerdetypen gab und ob sich diese hinsichtlich des Einflusses der psychosozialen Variablen unterschieden. Dazu wurde die Gesamtgruppe in vier Beschwerdetypen eingeteilt: Gedächtnis, Aufmerksamkeit+, Exekutiv, Unspezifisch (s.o.).

Betrachtet man nun die verschiedenen Beschwerdetypen, konnte gezeigt werden, dass sich diese hinsichtlich von psychosozialen Variablen unterschieden, Pillai's Spur = .08,  $F(12, 1626) = 3.88, p < .001, \eta^2 = .03$ . Unterschiede wurden hier vor allem für den negativen Affekt (GDS),  $F(3, 543) = 9.66, p < .001$ , und Alter,  $F(3, 543) = 4.74, p = .003$ , deutlich. In den post-hoc Tests zeigte sich, dass sich der Beschwerdetyp „exekutive Beschwerden“ von dem Gedächtnisbeschwerdetyp und dem unspezifischen Typ unterschied: Personen mit exekutiven Beschwerden wiesen einen höheren Wert in der GDS auf und waren jünger (vgl. Abb. 10).

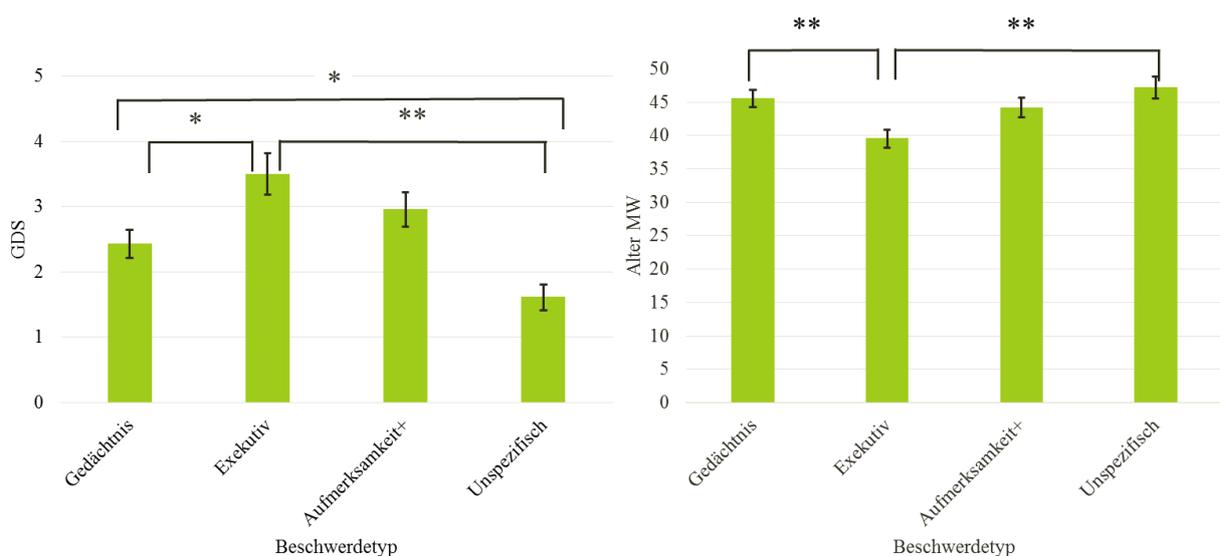


Abbildung 10. Vergleich der einzelnen Beschwerdetypen hinsichtlich der Mittelwerte in der Geriatrischen Depressionsskala (GDS, links) und des Alters (rechts). \* $p < .05$ , \*\* $p < .001$ .

### *Bedeutung der Befunde*

Die angenommene Faktorstruktur des CPI-Fragebogens konnte bestätigt werden. Im bereits bestehenden Fragebogen zur Erfassung subjektiver kognitiver Beschwerden, dem FLei, wurden aufgrund der hohen Interkorrelationen der einzelnen Bereiche keine trennbaren Faktoren extrahiert. Aufgrund dessen wurde abgeraten, einzelne Funktionsbereiche zu erfassen (Beblo et al., 2010). Im Gegensatz dazu erlaubt der CPI die Erfassung einzelner kognitiver Domänen. Die gute interne Konsistenz deutet zudem darauf hin, dass die Items ein ähnliches Konstrukt erfassen. Die Abklärung der Faktorstruktur sowie der psychometrischen Eigenschaften erlaubt nun auch den weiterführenden Einsatz des CPI als Instrument zur Erfassung subjektiver Beschwerden.

Zur Vorhersage des Beschwerdeniveaus konnte unsere Hypothese bestätigt werden, dass vor allem ein negativer Affekt zu höheren Beschwerden führt, was in Einklang mit bisherigen Studien steht (eine Übersicht findet sich z.B. bei Abdulrab & Heun, 2008). Altersstereotype und Alter per se hatten im Verhältnis einen geringeren Einfluss. Dies ist interessant, wenn man davon ausgeht, dass die Beschwerden mit höherem Alter zunehmen (Buckley et al., 2013). Eine mögliche Erklärung liefert hier jedoch die Tatsache, dass Beschwerden in verschiedenen kognitiven Bereichen miterhoben wurden. So waren Personen mit Gedächtnis- und unspezifischen Beschwerden tendenziell älter, vor allem gegenüber denjenigen mit exekutiven Beschwerden. Gleichzeitig sind Personen mit exekutiven Beschwerden dementsprechend jünger und zeigten zudem vermehrt depressive Symptome. Dies deutet darauf hin, dass diese Personen im Alltag vor allem Überforderung wahrnehmen (erfasst durch die Fragen des CPI zu exekutiven Funktionen) und weniger Gedächtnisprobleme.

Für den klinischen Kontext bedeutet dies, dass es sinnvoll ist, nicht nur nach Gedächtnisbeschwerden zu fragen, sondern mehrere kognitive Bereiche zu erfassen, da Personen mit unterschiedlichen Charakteristika auch andere Beschwerden angeben. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Art der Beschwerden dementsprechend genutzt werden kann, um rückzuschließen, ob z.B. eine depressive Symptomatik im Vordergrund stehen könnte.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass das Beschwerdeniveau der Teilnehmenden in dieser Studie generell gering ausgeprägt war, da nur Personen der Allgemeinbevölkerung nach Beschwerden gefragt wurden. Diese Personen sind jedoch eher nicht im klinischen Setting anzutreffen. Die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ist daher beschränkt. Es ist daher von Bedeutung, Personen zu berücksichtigen, die Hilfe aufgrund der Beschwerden suchen, da sich diese von Personen unterscheiden können, die keine Hilfe in Anspruch nehmen. Dies zu

untersuchen und spezifischer Charakteristika von hilfeschenden Personen zu explorieren war Fokus der dritten Studie.

### **3.3 Unterscheiden sich Personen, die Hilfe aufgrund ihrer kognitiven Beschwerden suchen hinsichtlich psycho-sozialer und kognitiver Variablen von solchen, die keine Hilfe suchen?**

#### *Fragestellung und Methode*

In der zuvor aufgeführten Studie (Lubitz et al., 2018) konnten wir den Einfluss von depressiver Stimmung auf subjektive Beschwerden nachweisen. Der Einfluss depressiver Symptome auf subjektive kognitive Beschwerden wurde zwar gehäuft gefunden (z.B. Balash et al., 2013), aber es gibt auch gegensätzliche Befunde, die den Einfluss depressiver Stimmung nicht nachweisen konnten. Ein Zusammenhang wurde hier zur tatsächlichen Leistungsfähigkeit sichtbar (z.B. Lucas et al., 2016). Eine Möglichkeit, die die Unterschiede erklären kann, bezieht sich auf die untersuchten Stichproben. Viele Studien beziehen sich entweder auf Personen der Allgemeinbevölkerung, die subjektive kognitive Beschwerden nicht in dem Ausmaß beklagen, dass sie deshalb Hilfe aufsuchen, wie auch die zuvor aufgeführte eigene Studie (Lubitz et al., 2018). Andere beziehen sich ausschließlich auf klinische Gruppen, z.B. Personen mit subjektiven kognitiven Beschwerden im Rahmen von einem Mild Cognitive Impairment (MCI; z.B. Ryu, Lee, Kim, & Lee, 2015).

Um zu überprüfen, ob die Ergebnisse der Studie 2 auch auf Hilfesuchende übertragen werden können oder hier andere Faktoren zur Erklärung subjektiver kognitiver Beschwerden berücksichtigt werden müssen, war es Ziel dieser Studie (Studie 3, Lubitz et al., 2019), Personen, die Hilfe aufgrund von subjektiven kognitiven Beschwerden suchen mit denjenigen zu vergleichen, die es nicht tun. Im Fokus stand neben psychosozialen Einflussfaktoren auch die kognitive Leistungsfähigkeit (bei Hilfesuchenden).

Darüber hinaus wurden in Studien, die den Einfluss von depressiven Symptomen und Leistungsmaßen auf das subjektive kognitive Beschwerdeniveau untersuchten, das genaue Zusammenspiel bzw. genaue Wirkmechanismen (z.B. Mediationseffekte) zwischen objektiven Leistungsmaßen und depressiven Symptomen nicht genauer untersucht. In Studie 3 sollte daher insbesondere auch das Zusammenspiel zwischen psychosozialen Variablen, objektiver Leistungsfähigkeit sowie subjektiver kognitiver Beschwerden genauer exploriert werden. Die genauen Fragestellungen wurden daher folgendermaßen spezifiziert:

*1) Unterscheidet sich der Einfluss von depressiver Stimmung bei Hilfesuchenden und Nicht-Hilfesuchenden?*

Aufgrund des in der Vielzahl von Studien beschriebenen Einflusses der depressiven Stimmungslage auf die subjektiven Beschwerden (s.o.), bestand die Hypothese, dass bei beiden Gruppen ein Zusammenhang existiert: die depressive Stimmungslage sagt das Beschwerdeniveau vorher. Da es Hinweise darauf gibt, dass hilfesuchende Personen, ein höheres Depressionsniveau aufweisen (z.B. Perrotin et al., 2017), wurde zudem davon ausgegangen, dass der Zusammenhang zwischen depressiver Stimmungslage und Beschwerden bei Personen, die Hilfe suchen, verstärkt ist.

*2) Sagt die objektive Leistungsfähigkeit subjektive Beschwerden bei Hilfesuchenden vorher?*

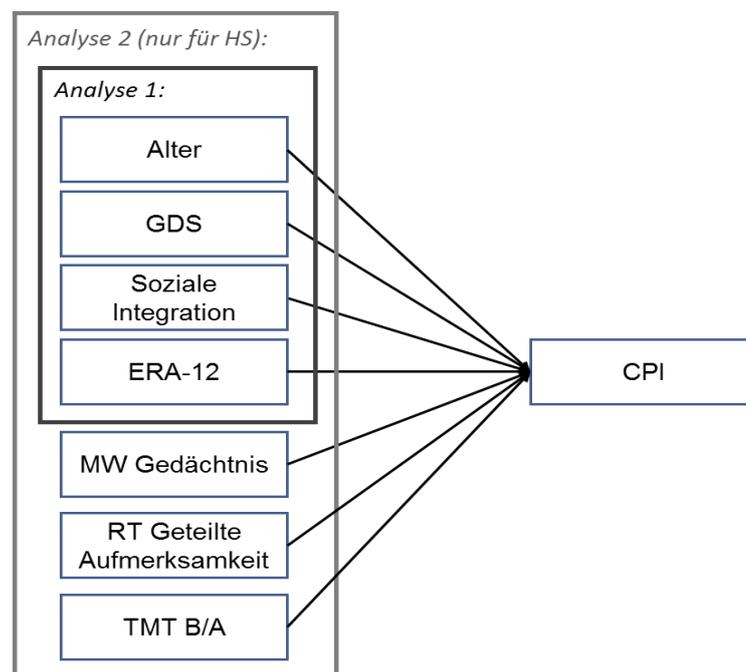
Es gibt Hinweise darauf, dass gerade bei Personen, die Hilfe suchen, auch die objektive Leistungsfähigkeit Einfluss auf die subjektiven Beschwerden nimmt, insbesondere dann, wenn diese ausgiebig untersucht wurden (Burmester et al., 2016). Deshalb wurde die Hypothese aufgestellt, dass dies auch bei den hilfesuchenden Personen dieser Studie deutlich wird. Daraus ergibt sich zudem die Folgefrage, ob ein Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden, Affekt und kognitiver Leistungsfähigkeit besteht.

Zur Überprüfung der Fragestellungen wurden 55 Personen ohne neurologische Vordiagnose, die Hilfe aufgrund ihrer kognitiven Beschwerden gesucht haben (Hilfesuchende (HS); Alter  $M = 60.18$  Jahre,  $SD = 11.95$  Jahre) mit 55 gesunden Personen (Nicht-Hilfesuchend (NHS), Alter  $M = 59.64$  Jahre,  $SD = 12.08$  Jahre) verglichen. Die Gruppen wurden hinsichtlich Alter, Geschlecht und Bildungsniveau parallelisiert.

Von den Teilnehmenden lagen sowohl Daten des CPI (Lubitz et al., 2018) zur Erfassung der subjektiven kognitiven Beschwerden, als auch Auskunft über depressive Stimmung (GDS, Yesavage & Sheikh, 1986), soziale Integration (drei Fragen des F-SozU, Fydrich et al., 2007) und Altersstereotypen (ERA-12, Sarkisian et al., 2005) vor. Neben dem Alter wurden diese psychosozialen Variablen in ein Regressionsmodell aufgenommen, um herauszufinden, welche Variablen das Beschwerdeniveau jeweils für die HS und NHS vorhersagen (vgl. Abb. 11, Analyse 1).

Für HS wurde zudem die kognitive Leistungsfähigkeit erfasst. Analog zu den Beschwerdebereichen Gedächtnis, Aufmerksamkeit und exekutive Funktionen wurden standardisierte neuropsychologische Tests eingesetzt. Im Gedächtnisbereich waren dies Aufgaben zum Wortlistenlernen, wobei hier der Lernaufbau über die einzelnen Durchgänge

sowie der freie verzögerte Abruf erhoben wurden und zu einem Gedächtniswert zusammengefasst wurden. Im Aufmerksamkeitsbereich wurde eine computerisierte Aufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit angewandt, wobei hier die Reaktionszeiten erfasst wurden. Als Maß für die exekutive Leistungsfähigkeit wurde der Quotient des Trail Making Tests (TMT, Reitan, 1979) Part B durch Part A (TMT B/A) herangezogen, welcher als Maß für die Umstellfähigkeit steht. Auch diese Variablen wurden schließlich in ein Regressionsmodell aufgenommen und auf deren Vorhersagewert bezüglich des subjektiven Beschwerdeniveaus überprüft (vgl. Abb. 11, Analyse 2).



**Abbildung 11.** Darstellung der gerechneten Regressionsmodelle (Analyse 1 und 2), mit jeweils den psychosozialen und kognitiven Variablen. CPI: Complainer Profile Identification Fragebogen; GDS: Geriatrische Depressionsskala; ERA-12: Expectancy Regarding Aging Survey; MW Gedächtnis: Mittelwert der Leistung im Lernaufbau und freien Abruf; RT Geteilte Aufmerksamkeit: Mittlere Reaktionszeit in der Aufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit; TMT B/A: Trail Making Test Part B dividiert durch Trail Making Test Part A. HS: Hilfesuchende.

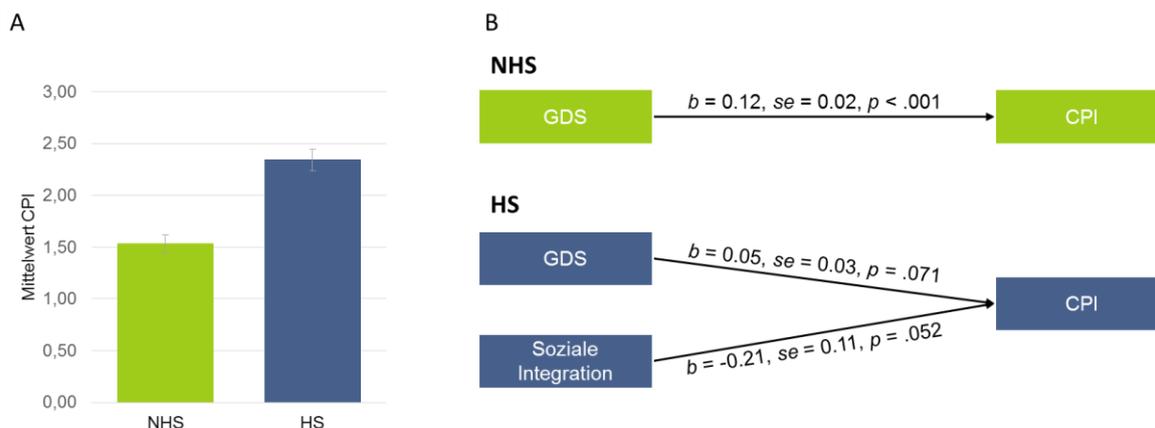
Schließlich wurde als explorativer Schritt noch ein Mediationsmodell sowie zur Absicherung des Effekts auch ein alternatives Mediationsmodell aufgestellt und überprüft. Aufgrund der Ergebnisse der zuvor beschriebenen Regressionsanalysen wurde der Zusammenhang zwischen subjektiven kognitiven Beschwerden, depressiver Stimmungslage und kognitiver Performanz auf mögliche Mediationseffekte hin untersucht.

### Zentrale Ergebnisse

Zunächst wurde deutlich, dass HS ein höheres Beschwerdeniveau aufwiesen als NHS,  $t(54) = 6.05, p < .001$ , (vgl. Abb. 12A).

Nach Aufnahme aller psychosozialen Variablen zeigte sich in beiden Gruppen ein signifikantes Regressionsmodell zur Vorhersage der subjektiven kognitiven Beschwerden durch psychosoziale Variablen (HS:  $F(4, 46) = 3.98, p = .007$ ; NHS:  $F(4, 49) = 12.01, p < .001$ ). Allerdings zeigten sich deutliche Unterschiede hinsichtlich der Vorhersagekraft einzelner Variablen und der Varianzaufklärung. Bei den NHS konnten insgesamt 49,5% Varianz aufgeklärt werden, wobei die GDS ( $\beta = .61, p < .001$ ) als einziger signifikanter Prädiktor einging (vgl. Abb. 12B, NHS).

Bei den HS klärten die psychosozialen Variablen 25,7% der Varianz auf. Allerdings wurden nur Trends für den Einfluss einzelner Variablen sichtbar (GDS:  $\beta = .28, p < .071$ ; soziale Integration:  $\beta = -.29, p < .052$ ) (vgl. Abb. 12B, HS). In beiden Gruppen deutet dies darauf hin, dass eine negativere Stimmungslage mit vermehrt berichteten subjektiven Beschwerden in Zusammenhang stand. Der Trend des Einflusses der sozialen Integration bei HS deutet darauf hin, dass Personen, die weniger sozial integriert sind, tendenziell mehr Probleme berichten.



**Abbildung 12.** (A) Darstellung des mittleren Beschwerdeniveaus für Nicht-Hilfesuchende (NHS) und Hilfesuchende (HS). Fehlerbalken indizieren die Standardfehler. (B) Darstellung der separaten Regressionsmodelle mit den relevanten Prädiktoren.  $R^2$  (NHS) = .495 (95% Konfidenzintervall (KI) = .245 – .607);  $R^2$  (HS) = .257 (95% KI = .022 – .397). CPI: Complainer Profile Identification Fragebogen. GDS: Geriatrische Depressionsskala.

In den nächsten Analyseschritten stand ausschließlich die Gruppe der HS im Vordergrund. Betrachtet man in dieser Gruppe zusätzlich noch die kognitiven Variablen, zeigte sich erneut ein signifikantes Regressionsmodell,  $F(7, 35) = 5.12, p < .001$ , welches 50,7% der Varianz des CPI-Wertes erklärte. Als einzig signifikanter Prädiktor stellte sich die Reaktionszeit in der Aufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit heraus ( $\beta = .57, p < .001$ ). Das bedeutet, dass Personen,

die langsamer in der geteilten Aufmerksamkeit waren, auch mehr Beschwerden angeben. Aufgrund des deutlich stärkeren Einflusses der kognitiven Leistungsfähigkeit und des geringeren Einflusses der psychosozialen Variablen war schließlich der Zusammenhang dieser Variablen von Interesse.

In einem Mediationsmodell (vgl. Abb. 13) wurde überprüft, ob der Zusammenhang zwischen depressiver Stimmung und subjektiven Beschwerden über die Leistung in der geteilten Aufmerksamkeit vermittelt wird. Betrachtet man nur den Einfluss der Stimmungslage (erhoben durch die GDS) auf das Beschwerdeniveau (CPI-Wert) zeigte sich ein signifikanter totaler Effekt ( $b = .08$ ,  $SE = 0.02$ ,  $p < .05$ ). Nimmt man nun die Reaktionszeit der geteilten Aufmerksamkeit hinzu, ist der direkte Effekt der GDS auf den CPI-Wert nicht mehr signifikant ( $b = .04$ ,  $SE = 0.02$ ,  $p = .08$ ). Der indirekte Effekt war gleichzeitig signifikant ( $b = .04$ ,  $SE = 0.02$ , 95% CI: 0.012-0.080). Das Modell deutete dementsprechend auf einen signifikanten Mediationseffekt hin. Eine negativere Stimmungslage führt zu einer schlechteren Leistung in der geteilten Aufmerksamkeit, was wiederum zu höheren subjektiven kognitiven Beschwerden führt (vgl. Abb. 13). Der Effekt des alternativ gerechneten Modells, in dem die GDS den Zusammenhang zwischen der Leistung in der geteilten Aufmerksamkeit und dem CPI mediiert, war sehr klein ( $b = 0.001$ ,  $SE = 0.00$ , 95% CI: 0.000-0.002), weshalb ein Mediationseffekt unwahrscheinlich ist.

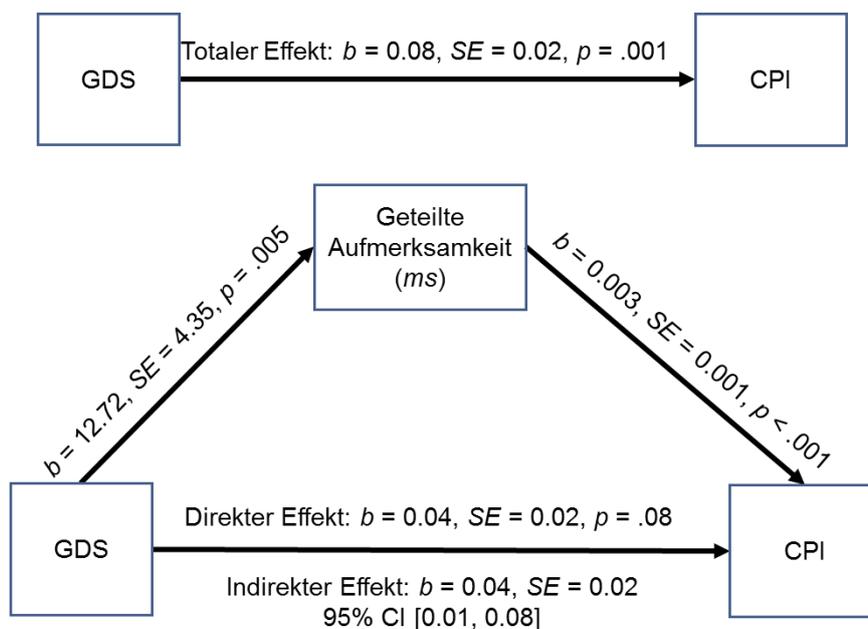


Abbildung 13. Pfaddiagramme des totalen, direkten und indirekten Effektes des Einflusses der Geriatriischen Depressionsskala (GDS) auf den Complainer Profile Identification Fragebogen (CPI), mit der Reaktionszeit in der geteilten Aufmerksamkeit als Mediator. Adaptiert aus Lubitz, Eid, and Niedeggen (2019).

### *Bedeutung der Befunde*

Wie auch in vorherigen Studien zeigte sich, dass eine depressivere Stimmung mit einem höheren Beschwerdeniveau in Zusammenhang stand (Abdulrab & Heun, 2008; Lubitz et al., 2018). Eine Erklärung hierfür ist, dass eine negative Stimmungslage zu einer negativen Verzerrung der eigenen Wahrnehmung führen kann (Zimprich, Martin, & Kliegel, 2003). Allerdings zeigte sich dieses Muster vor allem für gesunde Personen, die keine Hilfe aufsuchten.

Für Personen, die sich an Hilfestellen aufgrund ihrer Beschwerden wandten, musste die tatsächliche Leistungsfähigkeit mitberücksichtigt werden. Hier konnte die Varianzaufklärung durch Hinzunahme der kognitiven Variablen von ca. 25% auf ca. 50% erhöht werden. Im Vordergrund standen hier weniger das Lernen und der freie Abruf (als Maß für die Gedächtnisleistung) sowie die Umschaltfähigkeit, sondern die Reaktionsgeschwindigkeit in der geteilten Aufmerksamkeit. Dies steht im Gegensatz zu Studien, die keinen Einfluss der objektiven Leistungsfähigkeit gefunden haben (z.B. Balash et al., 2013; Zlatar, Moore, Palmer, Thompson, & Jeste, 2014), wobei in diesen Studien entweder auf reine Gedächtnisbeschwerden fokussiert wurde oder nur Personen der Allgemeinbevölkerung berücksichtigt wurden.

Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, subjektive Beschwerden und objektive Funktionen nicht nur auf den Gedächtnisbereich zu beschränken, sondern umfassender zu erheben (Burmester et al., 2016). Auch die Personen der vorliegenden Studie wiesen keine Probleme in den grundlegenden Funktionen des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeit auf, sondern erst in komplexeren Aufgaben, wie der der Aufmerksamkeitsteilung. Berücksichtigt man nun den Zusammenhang zwischen der Leistung in der geteilten Aufmerksamkeit, der Stimmungslage und den subjektiven Beschwerden, kann anhand des Mediationsmodelles vermutet werden, dass eine depressive Stimmung zu einer Leistungsminderung in der geteilten Aufmerksamkeit führt, was wiederum zu erhöhten Beschwerden führt. Dies kann ein entscheidender Faktor sein, warum Hilfe gesucht wird.

Aufgrund des Querschnittsdesigns kann dieser Zusammenhang zwar nur mit Vorsicht, aber jedoch mit Unterstützung von theoretischen Annahmen diskutiert werden: Defizite in der geteilten Aufmerksamkeit wurden als charakteristisches Merkmal für depressive Personen beschrieben (Beblo, 2010). Unterstützt wird dies durch bildgebende Befunde, die auf eine reduzierte Aktivität des dorsolateralen Präfrontalen Cortex (DLPFC) bei depressiven Personen hinweisen (Koenigs & Grafman, 2009), einer Region, die auch für das Teilen der Aufmerksamkeit verantwortlich ist (Loose, Kaufmann, Auer, & Lange, 2003). Dies

---

verdeutlicht den Zusammenhang zwischen depressiver Stimmungslage und der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung.

Zusammengefasst kann also gesagt werden, dass Personen zwar mit depressiverer Stimmung auch eher mehr Beschwerden angeben, sobald diese jedoch aufgrund dieser Hilfe aufsuchen, kann angenommen werden, dass eine Verschlechterung der Aufmerksamkeitsleistung vorliegt, sodass es möglicherweise zu Überforderungsgefühlen im Alltag kommt. Die tatsächliche Leistungsfähigkeit muss also berücksichtigt werden. Für die neuropsychologische Praxis bedeutet das außerdem, dass bei Personen, die über subjektive kognitive Beschwerden klagen, vor allem auch neuropsychologische Tests zum Einsatz kommen sollten, die anspruchsvollere kognitive Funktionen erfassen, da sich hier Auffälligkeiten zeigen können. Da hier dennoch auch ein Zusammenhang zur depressiven Stimmung besteht, sollte auch die Stimmungslage mit erhoben werden.

## 4. Diskussion und Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand in der genaueren Betrachtung von kognitiven Altersveränderungen, vor allem unter Berücksichtigung inter-individueller Leistungsunterschiede und Subgruppen. Auf der einen Seite wurde als objektives Leistungsmaß die Arbeitsgedächtnisleistung herangezogen, um herauszufinden, welche Prozesse für inter-individuelle Leistungsunterschiede verantwortlich sind. Auf der anderen Seite wurden subjektive kognitive Beschwerden herangezogen, um zu überprüfen, welche unterschiedlichen Einflussfaktoren eine Rolle in der Erklärung dieser spielen, vor allem wenn verschiedene Subpopulationen berücksichtigt werden (Beschwerdetypen; Hilfesuchende vs. Nicht-Hilfesuchende).

Zusammengefasst wurden zunächst hinsichtlich der Arbeitsgedächtnisprozesse erwartete Altersveränderungen sichtbar, die jedoch nicht für alle älteren Personen zutrafen. Es wurden inter-individuelle Leistungsunterschiede sichtbar, die in erster Linie auf den Erhalt von zugrundeliegenden und nachrangig auf ergänzende kompensatorische Prozesse zurückzuführen waren (Studie 1).

Hinsichtlich subjektiver kognitiver Beschwerden konnte zunächst bestätigt werden, dass der CPI geeignet ist, um subjektive kognitive Beschwerden zu erfassen und dieser es erlaubt, zwischen verschiedenen Beschwerdetypen zu unterscheiden. Es wurde deutlich, dass diese sich vor allem hinsichtlich des Alters und des Affekts unterschieden und dass das Ausmaß der Beschwerden durch die Stimmungslage moduliert wurde (Studie 2). Unter Berücksichtigung verschiedener Subpopulationen, nämlich vor allem derer, die aufgrund der Beschwerden Hilfe suchen, sowie der objektiven Leistungsfähigkeit wurden schließlich mögliche Wirkmechanismen zwischen subjektiven kognitiven Beschwerden, depressiver Stimmung sowie objektiver Leistung aufgedeckt (Studie 3). Die einzelnen Ergebnisse sollen im Folgenden ausführlicher diskutiert werden.

### *Objektive und subjektive kognitive Altersveränderungen unter Berücksichtigung von inter-individuellen Unterschieden*

Insgesamt wurde verdeutlicht, dass es von großem Wert ist, inter-individuelle Unterschiede bzw. unterschiedliche Subpopulationen zu berücksichtigen. Abbildung 14 erweitert die zuvor aufgestellte schematische Darstellung (vgl. Abb. 4, S. 12) um die gewonnenen Erkenntnisse.

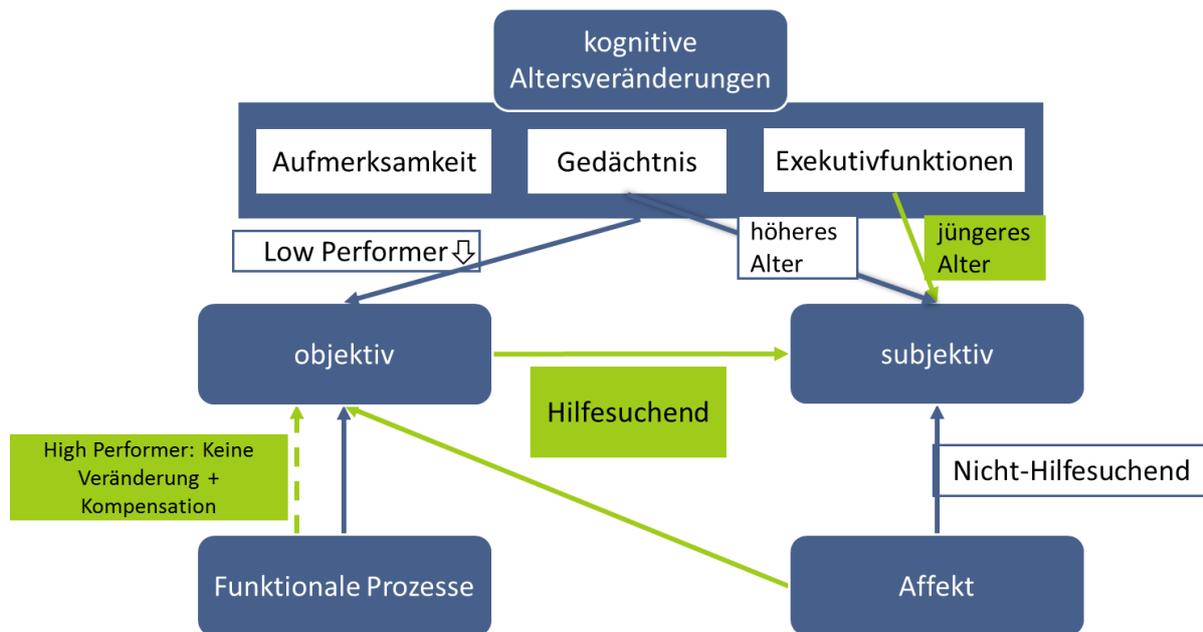


Abbildung 14. Vereinfachte schematische Darstellung von angenommenen subjektiven und kognitiven Altersveränderungen unter Berücksichtigung inter-individueller Unterschiede (grün hervorgehoben).

Hinsichtlich der Frage, ob sich objektive Veränderungen in der Arbeitsgedächtnisleistung zeigten (vgl. Abb. 14, linker Pfad), wurde zunächst eine erwartete altersentsprechende Leistungsabnahme sichtbar (Studie 1, Lubitz et al., 2017). Dies ging mit der Veränderung von beteiligten funktionalen Prozessen einher, nämlich der Abnahme der Leistung in der exekutiven Aufmerksamkeit sowie Aktualisierungsprozessen von Arbeitsgedächtnisinhalten (vgl. auch beteiligte Prozesse der Arbeitsgedächtnisleistung in Abb. 1A, S. 3).

Dieser Befund konnte jedoch nicht für alle älteren Personen generalisiert werden. Wie erwartet, wurden auf Verhaltensebene inter-individuelle Leistungsunterschiede sichtbar. Ein Anteil der älteren Personen, die *High Performer*, lag mit ihre Leistung auf dem Niveau der Jüngeren und zeigte somit nicht den erwarteten Leistungsabfall. In Anlehnung an Rowe und Kahn (1987) beschreibt dies sogenanntes „erfolgreiches Altern“, was bezeichnet, wenn typische Altersveränderungen, wie die der *Low Performer* (vgl. Abb. 14), nicht sichtbar werden.

Von Interesse sind nun Prozesse, die hier zwischen den Personen unterscheiden, die erfolgreich altern und denen, die einen altersbedingten Leistungsabfall aufweisen. Die Ergebnisse von Studie 1 sprechen dafür, dass insbesondere die Regulation der exekutiven Aufmerksamkeit (ausgedrückt durch die frontale P200) zwischen Personen unterschied, die normale Alterungsprozesse aufwiesen und solchen, die „erfolgreich altern“. Da eine ähnliche Regulation auch bei jüngeren Personen beobachtet wurde, spricht dies dafür, dass bei älteren, die

erfolgreich altern, diese Regulationsprozesse noch erhalten sind. Hinzu kam das stärkere Hinzuziehen weiterer präfrontaler Ressourcen (ausgedrückt durch eine tendenziell stärker ausgeprägte frontale P300), was ebenfalls für das Hinzuziehen weiterer Aufmerksamkeitsprozesse spricht und als Kompensationsprozess gewertet wurde (van Dinteren, Arns, Jongma, & Kessels, 2014). Dies ist in Einklang mit der Annahme, dass unterschiedliche Entwicklungsverläufe im Alter vor allem durch unterschiedlich ausgeprägte Steuerungs- und Regulationsprozesse (wie auch die Steuerung der Aufmerksamkeit) bedingt sind, die vor allem durch den PFC reguliert werden (Friedman, 2003; Reuter-Lorenz & Cappell, 2008).

Zusammengenommen deuten die Ergebnisse folglich darauf hin, dass für den Erhalt der Arbeitsgedächtnisleistung zwar auch Kompensationsprozesse verantwortlich sind, aber in erster Linie der Erhalt der dahinterliegenden Prozesse eine Rolle spielt (vgl. Abb. 14, funktionale Prozesse).

Die Befunde stehen zwar in Einklang mit vorherigen Ergebnissen, ergänzen diese jedoch. Reuter-Lorenz und Cappell (2008) deuteten mit ihrer CRUNCH-Hypothese darauf hin, dass im höheren Alter vor allem Kompensationsmechanismen zum Tragen kommen, also das zusätzliche Heranziehen weiterer neuronaler Ressourcen. Dadurch kann, bis zu einem gewissen Maß, eine Leistung gesteigert bzw. aufrechterhalten werden.

Dies wurde auch durch elektrophysiologische Befunde hinsichtlich der Arbeitsgedächtnisleistung im Alter gestützt. Hier wurde ebenfalls davon ausgegangen, dass vor allem weitere präfrontale Ressourcen (angezeigt durch die Zunahme der frontalen EKP der P300) zur erfolgreichen Bearbeitung von anspruchsvolleren Arbeitsgedächtnisaufgaben nötig sind (Daffner et al., 2010).

Die Befunde von Studie 1 deuten jedoch auf ein komplexeres Zusammenspiel hin und stehen eher in Einklang mit den Überlegungen von Cabeza et al. (2018), die annehmen, dass nicht nur ein Prozess verantwortlich sein muss, sondern mehrere verschiedene Prozesse miteinander interagieren können. Dazu zählen neben den bereits aufgeführten Kompensationsprozessen die Prozesse der kognitiven Reserve sowie der Erhalt von Strukturen und/ oder Funktionen. Unter kognitiver Reserve wird dabei verstanden, dass neuronale Ressourcen ausgebaut werden (z.B. durch eine längere Schulbildung) und so kognitivem Abfall entgegenwirken (Cabeza et al., 2018).

Sind neuronale Strukturen und Prozesse größtenteils erhalten und zeigen nicht die erwartungsgemäßen Altersveränderungen, wird von sogenannter *brain maintenance* gesprochen, welche auch als zentraler Anteil für das sogenannte „erfolgreiche Altern“ gewertet wird (Nyberg, Lövdén, Riklund, Lindenberger, & Bäckman, 2012).

Unsere Ergebnisse unterstützen folglich die Annahme, dass neben Kompensationsprozessen in erster Linie aber die *brain maintenance* (in dem Fall der Erhalt von Prozessen der exekutiven Aufmerksamkeit) verantwortlich dafür ist, wenn ältere Personen in ihrer Arbeitsgedächtnisleistung keine Altersveränderungen zeigen (vgl. Abb. 14).

Die Erkenntnisse aus Studie 1 ergänzen somit auch die Ergebnisse von Nyberg und Pudas (2019), welche sich in ihrer Arbeit hauptsächlich auf das episodische Gedächtnis beziehen: Faktoren für „erfolgreiches Altern“, also vornehmlich die *brain maintenance*, können auch auf weitere kognitive Prozesse, wie das Arbeitsgedächtnis, übertragen werden.

Neben der Abnahme in der Arbeitsgedächtnisleistung zeigten *Low Performer* auch in weiteren erfassten kognitiven Bereichen eine schlechtere Leistung als solche, die „erfolgreich altern“. Es wäre also denkbar, dass diese Personen auch mehr subjektive kognitive Beschwerden angeben. Dem war jedoch nicht so. Von Interesse ist folglich, welche Faktoren das Ausmaß von subjektiven kognitiven Beschwerden beeinflussen (vgl. Abb. 14, rechter Pfad).

Auch bezüglich der subjektiven kognitiven Beschwerden deuten die Befunde auf ein gemischtes Bild hin, sobald verschiedene Subgruppen berücksichtigt werden (Studie 2, Lubitz et al., 2018). Wird zunächst betrachtet, ob das Alter generell einen Einfluss auf das Ausmaß subjektiver kognitiver Beschwerden hatte, wurde sichtbar, dass dies zur Vorhersage von subjektiven kognitiven Beschwerden eher eine untergeordnete Rolle spielte.

Das ist damit zu erklären, dass verschiedene Altersgruppen über unterschiedliche subjektive kognitive Probleme berichteten. Deutlich wurde dies dadurch, da der CPI erlaubt, verschiedene Beschwerdetypen zu erfassen. Werden diese genauer betrachtet, wurde Folgendes deutlich: Ein höheres Alter war vor allem mit Gedächtnisbeschwerden assoziiert, während exekutive Beschwerden eher mit einem jüngeren Alter in Verbindung standen (vgl. Abb. 14). Dies verdeutlicht, dass nicht alle subjektive Beschwerden mit dem Alter zunehmen müssen, wie generell angenommen wurde (Chen et al., 2014; Jonker et al., 2000; Ponds et al., 2000).

Die Differenzierung in einzelne Beschwerdetypen bzw. auch die Berücksichtigung einzelner Beschwerdebereiche erlaubt folglich Aufschluss darüber, warum sich die Ergebnisse von

Studie 2 von vorherigen Befunden unterscheiden. Eine Erklärung ist, dass in vorherigen Studien vor allem auf subjektive Gedächtnisprobleme Bezug genommen wurde (z.B. Chen et al., 2014; Jonker et al., 2000). In diesem Fall sind diese Befunde in Einklang mit den Ergebnissen von Studie 2, da gerade Personen mit Gedächtnisbeschwerden älter waren. Es ist denkbar, dass dies die normalen Altersveränderungen widerspiegelt, die Personen erleben. Gestützt wird die Annahme dadurch, dass Personen, die im Langzeitverlauf eine stärkere Abnahme der Gedächtnisleistung aufwiesen auch stärker über subjektive kognitive Probleme berichten (Zimprich et al., 2003). Dies lässt schlussfolgern, dass Personen ihre Leistung zu einem früheren Zeitpunkt als Referenzpunkt nutzen, um die aktuelle Leistungsfähigkeit einzuschätzen. Gestützt wird dies ebenfalls durch Studien, in denen nach Veränderungen der geistigen Leistungsfähigkeit im Vergleich zu einem früheren Zeitpunkt gefragt wird. War dies der Fall, nahmen auch die subjektiven kognitiven Beschwerden über das Alter generell zu (Ponds et al., 2000). Der CPI fragt hingegen nur nach der Häufigkeit der aktuellen Beschwerden, was ebenfalls erklärt, warum der Zusammenhang zum Alter nicht zwangsweise für alle Beschwerden zunahm.

Bedenkt man zusätzlich allerdings auch, dass die *Low Performer* aus Studie 1 trotz verhältnismäßig schlechterer Leistung keine Unterschiede hinsichtlich subjektiver kognitiver Beschwerden angaben, verdeutlicht dies, dass nicht nur die tatsächliche kognitive Leistung bzw. eine altersbedingte Leistungsabnahme Einfluss auf das Ausmaß subjektiver kognitiver Beschwerden nehmen kann. Zu berücksichtigen sind hier andere Variablen. So spielten zur Erklärung subjektiver kognitiver Beschwerden Altersstereotype eine größere Rolle als das Alter selbst. Aber insgesamt trugen auch diese relativ wenig zur Varianzaufklärung subjektiver kognitiver Beschwerden bei. Von besonderer Bedeutung ist hingegen vor allem der Zusammenhang zur depressiven Stimmungslage, welche mit einem jüngeren Alter in Verbindung stand und vor allem einen Einfluss auf die subjektiven exekutiven Beschwerden hatte.

Generell wurde eine depressive Stimmungslage als bedeutsamster Einflussfaktor auf das Ausmaß der subjektiven kognitiven Beschwerden diskutiert (Balash et al., 2013; Jungwirth et al., 2004; Ponds et al., 2000; Reid & MacLulich, 2006). Der Einfluss des negativen Affekts auf das Ausmaß subjektiver kognitiver Beschwerden konnte auch in Studie 2 und 3 beobachtet werden (vgl. Abb. 14, Einfluss des Affekts) und eine negativere Stimmungslage ging mit vermehrt berichteten subjektiven kognitiven Beschwerden einher (Lubitz et al., 2018, 2019).

Dies ist zunächst in Einklang mit der Annahme, dass eine depressive Stimmung dazu führt, dass die eigene Leistung negativ verzerrt wahrgenommen wird (Zimprich et al., 2003), was wiederum erklärt, warum Personen mit vermehrten depressiven Symptomen auch über mehr subjektive kognitive Probleme berichten.

Allerdings wäre dies eine zu einfache Betrachtung, denn auch bezüglich des Einflusses des Affekts stellten sich differenzierte Ergebnisse dar, sobald verschiedene Subgruppen betrachtet wurden.

Die Ergebnisse von Studie 2 verdeutlichen, dass vor allem Personen mit exekutiven Beschwerden eine depressivere Stimmungslage aufwiesen (Lubitz et al., 2018). D.h., diejenigen, die angaben, sich häufiger im Alltag überfordert zu fühlen, wenn etwas nicht routinemäßig verläuft oder wenn sie viel zu erledigen haben und dies koordinieren müssen, hatten auch eine negativere Stimmung.

Der Einfluss der Richtung ist hierbei jedoch erstmal unklar. Einerseits wird angenommen, dass unter anderem Probleme der Exekutivfunktionen im Rahmen von einer depressiven Störung auftreten (Veiel, 1997), wobei angemerkt werden muss, dass Teilnehmende aus Studie 2 nicht klinisch depressiv waren. Das ließe schlussfolgern, dass Personen bereits Probleme der Überforderung bemerken und diese berichten, auch wenn noch keine klinisch relevante depressive Störung vorliegt (Lubitz et al., 2018).

Andererseits ist es aber auch möglich, dass Personen aufgrund einer erlebten Überforderung im Alltag eine negativere Stimmung aufweisen. Ähnliche Annahmen über diesen zweiten Zusammenhang zwischen kognitiver Leistung und depressiver Stimmung wurden bereits in Betracht gezogen. Simons et al. (2009) fanden beispielsweise, dass Probleme im episodischen Gedächtnis, nicht aber die psychomotorische Geschwindigkeit, einen Risikofaktor für eine spätere depressive Episode darstellten, was bedeutet, dass die kognitiven Probleme der depressiven Störung vorausgingen. Auch dies wurde damit erklärt, dass die Defizite zu Alltagsproblemen führen und darauf mit einer depressiven Stimmung reagiert wird. Dies erklärt jedoch nicht, warum das episodische Gedächtnis einen Einfluss auf die spätere Stimmungslage hat und die psychomotorische Geschwindigkeit hingegen nicht (Simons et al., 2009).

Ein Aufschluss über mögliche Wirkmechanismen zwischen objektiver Leistung, depressiver Stimmungslage und subjektiven kognitiven Beschwerden bringt die Betrachtung der Ergebnisse von Studie 3 (Lubitz et al., 2019). Durch die Berücksichtigung von verschiedenen

Subgruppen – Hilfesuchenden vs. Nicht-Hilfesuchenden – zeigte sich zunächst auch ein differenzierterer Einfluss der depressiven Stimmung.

Der Einfluss des negativen Affekts auf subjektive kognitive Beschwerden war für Personen, die aktiv Hilfe suchten, deutlich geringer ausgeprägt als bei Personen der Allgemeinbevölkerung, die nicht aktiv Hilfe aufsuchten (vgl. Abb. 14, Einfluss des Affekts). Gleichzeitig war die Stimmungslage von Personen, die Hilfe suchten, depressiver und ca. die Hälfte dieser Personen wies eine depressive Störung auf.

Da dennoch die Stimmungslage bei diesen Personen wider Erwarten nur geringen Einfluss auf die subjektiven Beschwerden hatte, musste die objektive Leistungsfähigkeit in Betracht gezogen werden. Diese war in der Gruppe der Hilfesuchenden von größerer Bedeutung: Personen berichteten über mehr subjektive kognitive Probleme, wenn sie größere Schwierigkeiten in der geteilten Aufmerksamkeit aufwiesen. Letztere stand wiederum mit der depressiven Stimmung in Verbindung, d.h. Personen mit stärker ausgeprägten depressiven Symptomen zeigten langsamere Reaktionszeiten in der Aufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit. Dieser Zusammenhang zwischen subjektiven kognitiven Beschwerden und objektiver Leistungsfähigkeit deutete demnach darauf hin, dass eine tatsächliche Abnahme der Leistungsfähigkeit der geteilten Aufmerksamkeit, die verstärkt bei Personen mit depressiven Symptomen zu beobachten war, zu vermehrten subjektiven kognitiven Beschwerden führte (vgl. Abb. 14, Beziehung zw. den subjektiven und objektiven kognitiven Veränderungen). Unterstützt wurden die Befunde einerseits durch ein alternatives Modell mit umgekehrter Wirkrichtung (Einfluss der Leistung auf die negative Stimmung, welche dann zu subjektiven Beschwerden führt), in welchem ein Mediationseffekt unwahrscheinlich war. Andererseits wurden unter anderem auch Defizite in der geteilten Aufmerksamkeit als charakteristisch für Personen mit Depression beschrieben (Beblo, 2010).

Darüber hinaus wird die Annahme, dass eine depressive Stimmung zu einer schlechteren objektiven Leistung und somit zu vermehrten kognitiven Beschwerden führt, auch durch neuere Ergebnisse gestützt (Söllner, Lubitz, Lüscho, & Niedeggen, submitted). Hilfesuchende Personen aufgrund subjektiver kognitiver Probleme mit und ohne depressive Störung wurden miteinander verglichen. Hilfesuchende mit Depression wiesen einerseits ein höheres Beschwerdeniveau auf und andererseits war auch in dieser Gruppe die objektive kognitive Leistung von Bedeutung. Eine verlangsamte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit stand bei Hilfesuchenden mit Depression in Verbindung zu mehr berichteten subjektiven kognitiven Problemen. Dies ist vergleichbar zu den Ergebnissen in Studie 3. Dass hier jedoch vor allem

die Geschwindigkeit in der geteilten Aufmerksamkeit als Prädiktor relevant wurde und nicht wie in der Studie von Söllner et al. (submitted) die allgemeine Verarbeitungsgeschwindigkeit kann mit der Stichprobenzusammensetzung erklärt werden: Aufgrund der fehlenden Unterteilung in Personen mit und ohne depressive Störung ist es möglich, dass hier die Effekte erst bei anspruchsvolleren Aufgaben sichtbar wurden.

Des Weiteren berichteten Hilfesuchende mit Depression neben aufmerksamkeitsbezogenen Problemen vor allem subjektive exekutive Beschwerden (Söllner et al., submitted). Dies verdeutlicht, dass der Zusammenhang zwischen der Stimmungslage und exekutiven Beschwerden sowie zur tatsächlichen kognitiven Leistung, wie auch in Studien 2 und 3 beobachtet, dementsprechend nochmal spezifischer auf Personen mit einer depressiven Störung zutrifft und wie aber auch bei Personen der Allgemeinbevölkerung (Studie 2) vor allem mit Überforderungsgefühlen im Alltag in Verbindung steht (Lubitz et al., 2018).

#### *Praktische Implikationen und Ausblick*

Was ergibt sich nun aus diesen Befunden für die weitere Forschung sowie klinische Praxis?

Hinsichtlich der weiteren Forschung zu subjektiven kognitiven Beschwerden untermauern die Ergebnisse, dass es sinnvoll ist, einzelne Subpopulationen zu berücksichtigen, da subjektive kognitive Beschwerden in verschiedenen Gruppen durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst werden, so beispielsweise bei Personen der Allgemeinbevölkerung (Studie 2), bei Personen, die Hilfe suchen (Studie 3) oder auch bei noch feinerer Trennung, innerhalb derjenigen Gruppe, die Hilfe aufsuchen (Söllner et al., submitted).

Die Unterteilung erlaubt es zudem herauszufinden, welche Personen Hilfe aufsuchen und welche Faktoren berücksichtigt werden müssen. Die Ergebnisse deuten zusammengenommen darauf hin, dass das Vorliegen einer depressiven Störung berücksichtigt werden muss. Nicht nur, weil hier eine negative Verzerrung der Wahrnehmung vorliegt, wie bisher angenommen (Zimprich et al., 2003) – was vor allem auf Personen der Allgemeinbevölkerung zuzutreffen scheint – sondern auch vor allem da die tatsächlich schlechtere kognitive Leistungsfähigkeit subjektive kognitive Beschwerden begünstigt.

Darüber hinaus verdeutlichen die Ergebnisse auch die Notwendigkeit, dass der Fokus nicht nur auf Gedächtnisbeschwerden und der objektiven Gedächtnisleistung liegen sollte (Burmester et al., 2016), wobei sich gezeigt hat, dass der CPI eingesetzt werden kann, um verschiedene kognitive Beschwerdebereiche zu erfassen.

Indem umfassende subjektive und objektive kognitive Funktionsbereiche betrachtet werden, können komplexere Zusammenhänge aufgedeckt werden, wie beispielsweise der Zusammenhang zwischen exekutiven Beschwerden und depressiven Symptomen (Lubitz et al., 2018). Suchen diese Personen dann zusätzlich Hilfe aufgrund der subjektiven kognitiven Beschwerden, kann auch die tatsächliche Leistung schlechter sein (Lubitz et al., 2019).

Der Schwerpunkt der berichteten kognitiven Beschwerden kann demnach Aufschluss über mögliche Ursachen hindeuten, wie z.B. eine depressive Stimmungslage. Dies sollte einerseits miterhoben und dann ebenfalls bei einer kognitiven Testung mitberücksichtigt werden, sodass auch Tests zur Anwendung kommen sollten, die die Leistung der Aufmerksamkeit und höhere Funktionen mit einschließen sollten. Andererseits hat dies ebenfalls Einfluss auf den Schwerpunkt des weiteren Vorgehens. Bei einer vorliegenden depressiven Störung wäre dementsprechend eine Mitbehandlung dieser indiziert.

Auch hinsichtlich der weiteren Forschung zu kognitiven Altersveränderungen verdeutlichen die Ergebnisse, dass inter-individuelle Leistungsverläufe mitberücksichtigt werden sollten. Einerseits wären größere Stichproben, insbesondere der *High Performer*, wünschenswert, da diese Gruppe in der vorliegenden Arbeit verhältnismäßig klein ausfiel. Andererseits sollte neben der *brain maintenance* und Kompensation zudem auch die kognitive Reserve mit berücksichtigt werden, da wie oben beschrieben, diese Prozesse miteinander interagieren können (Cabeza et al., 2018). Als indirektes Maß für die kognitive Reserve wurde zwar in Studie 1 die Schulbildung miterhoben, allerdings wiesen die älteren Teilnehmenden insgesamt ein hohes Bildungsniveau auf, um besser mit der Gruppe der jüngeren vergleichbar zu sein. Für weitere Studien wäre daher auch in dieser Hinsicht eine heterogene Gruppe wünschenswerter. Ein weiterer Punkt ist, dass inter-individuelle Leistungsunterschiede bereits in jüngeren Jahren vorzufinden sind (Daffner et al., 2010). Da die Ergebnisse der Studie 1 auf Querschnittsdaten beruhen ist nicht auszuschließen, dass *High Performer* ein generell sehr hohes Ausgangsniveau hatten und vielleicht doch Altersveränderungen aufwiesen. Dies sollte im Langzeitverlauf geprüft werden.

Generell können aufgrund der Querschnittsdaten sowohl für subjektive kognitive Beschwerden als auch für objektive kognitive Altersveränderungen keine Aussagen zum weiteren Verlauf getroffen werden. Vor allem der weitere Verlauf einzelner Subgruppen wäre für weitere Studien von Interesse. Langfristig könnte so beispielsweise überprüft werden, ob einzelne Gruppen, wie beispielsweise die *Low Performer*, ein höheres Risiko haben, eine Demenz zu entwickeln.

Die Ergebnisse deuten zwar darauf hin, dass objektive und subjektive kognitive Altersveränderungen zunächst nicht zwangsweise eintreten müssen. Der weitere zeitliche Verlauf bleibt jedoch unklar: Setzen bei den Personen, die „erfolgreich altern“, die Veränderungen erst zu einem späteren Zeitpunkt ein? Überschreiten die Personen mit den bereits eingesetzten kognitiven Altersveränderungen irgendwann eine Schwelle zum Pathologischen, im Sinne einer neurodegenerativen Erkrankung?

Diskutiert wurde bereits, ob Personen mit stärkeren subjektiven kognitiven Beschwerden auch eher an einer demenziellen Entwicklung erkranken (Mendonça et al., 2016). Aber haben unterschiedliche Subpopulationen mit subjektiven kognitiven Beschwerden auch ein unterschiedliches Risiko? Unter Berücksichtigung des Einflusses der depressiven Stimmungslage und der Zusammenhang zur objektiven Leistung und zu subjektiven kognitiven Beschwerden, kann zumindest gesagt werden, dass frühere Studien darauf hindeuteten, dass depressive Personen gefährdeter sind, an einer Demenz zu erkranken (Dotson, Beydoun, & Zonderman, 2010), insbesondere im höheren Lebensalter (Singh-Manoux et al., 2017). Die genaue Beantwortung dieser Fragen bleibt jedoch in Langzeitstudien zu klären.

Da jedoch bereits auf der einen Seite diskutiert wird, ob subjektive kognitive Beschwerden einen Risikofaktor für eine demenzielle Entwicklung darstellen (Mendonça et al., 2016) und auf der anderen Seite „erfolgreiches Altern“ bzw. *brain maintenance* als Schutzfaktor gesehen werden kann, soll dennoch diskutiert werden, ob und welche frühen Interventionen bzw. präventive Möglichkeiten unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse für gesundes kognitives Altern in Betracht kommen.

Da der Erhalt von Strukturen und Prozessen (*brain maintenance*) zunächst einmal gegen eine pathologische Entwicklung spricht, liegt die Frage nahe, ob diese gefördert werden kann. Es wird angenommen, dass die *brain maintenance* durch Gen- und Umweltfaktoren beeinflusst werden kann (Cabeza et al., 2018). Da vor allem Umweltfaktoren beeinflussbar sind, sollten Interventionen an diesen ansetzen. Zu den Umweltfaktoren, die insbesondere im höheren Alter Einfluss nehmen, zählen vor allem sportliche und geistige, aber auch insbesondere soziale Aktivität (Wang, MacDonald, Dekhtyar, & Fratiglioni, 2017). Bezüglich letzter wurde gezeigt, dass die Abnahme des Gedächtnisses bei stärker sozial integrierten älteren Personen halb so stark ausgeprägt war wie bei nicht sozial integrierten Personen (Ertel, Glymour, & Berkman, 2008).

Bezüglich sportlicher Aktivität wiesen im Langzeitverlauf Personen, die mindestens zweimal pro Woche für mindestens 20 Minuten sportlich aktiv waren, nach 21 Jahren ein 50% geringeres

Risiko auf, an einer Demenz zu erkranken (Rovio et al., 2005). Zudem konnte auch gezeigt werden, dass sportliche Ältere unter anderem ein größeres Volumen des PFC und damit einhergehend insgesamt bessere exekutive und mnestiche Leistungen aufwiesen (Erickson, Hillman, & Kramer, 2015). Da dies auch Strukturen sind, die für die Arbeitsgedächtnisleistung relevant sind (Curtis & D'Esposito, 2003) (vgl. auch Abb. 1, S. 6), wäre es in weiteren Studien interessant zu überprüfen, ob beispielsweise insbesondere *Low Performer*, also solche mit altersbedingter Leistungsabnahme, besonders von diesen generellen Interventionen profitieren. Der Einfluss spezifischer Interventionen, die sportliche, mentale und soziale Aktivität fördern, ist hingegen noch umstritten, wird aber aufgrund der zuvor aufgeführten positiven Befunde der Langzeitstudien zumindest dennoch empfohlen (Livingston et al., 2017).

Der Einfluss einer depressiven Stimmung auf die Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit und somit auf das Ausmaß subjektiver kognitiver Beschwerden legt nahe, dass Interventionen auch an dieser ansetzen sollten. Auch hinsichtlich der Verbesserung der kognitiven Leistung und der Stimmung bei Personen mit depressiver Störung werden sportliche und soziale Aktivität sowie spezifische kognitive Interventionen diskutiert.

Es hat sich gezeigt, dass sich sportliche Aktivität auch zumindest kurzfristig positiv auf die Stimmungslage auswirken kann (Blake, Mo, Malik, & Thomas, 2009). Allerdings zeigte sich, dass kognitive Defizite (vor allem attentiv und exekutiv) auch trotz remittierter depressiver Störung bestehen bleiben können (Bortolato, F. Carvalho, & S. McIntyre, 2014; Rock, Roiser, Riedel, & Blackwell, 2013). D.h., dass neben gesundheitsbezogenen Faktoren, die zur Verbesserung der Stimmung und der Kognition diskutiert werden, wie die bereits aufgeführte sportliche Aktivität (Blake et al., 2009), aber auch die Förderung sozialer Aktivitäten (Bortolato et al., 2014), diskutiert wird, ob ein gezieltes Training der kognitiven Funktionen angestrebt werden sollte.

Porter, Bowie, Jordan und Malhi (2013) stellen in ihrem Übersichtsartikel neun Studien vor, die Hinweise darauf liefern, dass kognitives Training einen positiven Effekt auf die kognitive Leistungsfähigkeit bei Personen mit depressiver Störung hat. In einem neueren Review zeigten sich ebenfalls Hinweise darauf, dass die Aufmerksamkeitsfunktionen, das Arbeitsgedächtnis und das generelle Funktionsniveau durch computerisiertes kognitives Training verbessert werden können (Motter et al., 2016). Dies legt nahe, dass sich ein ergänzendes Training positiv unterstützend auf die Leistungsfähigkeit bei Personen mit depressiver Störung auswirken kann und als zusätzliche Intervention eingesetzt werden sollte. Inwiefern sich dies auch positiv auf subjektive kognitive Beschwerden auswirkt, bleibt ebenfalls in weiteren Studien zu klären.

Zusammengefasst werden folglich sowohl zur Förderung der kognitiven Funktionen bei gesunden Personen als auch bei Personen mit depressiven Symptomen vor allem sportliche, soziale aber auch kognitive Interventionen vorgeschlagen. Inwieweit aber auch hier inter-individuelle Unterschiede zum Tragen kommen sollte ebenfalls Thema weiterer Forschung sein. Die vorliegenden Ergebnisse verdeutlichen zumindest, dass inter-individuelle Leistungsunterschiede und Subpopulationen einerseits in der Forschung berücksichtigt werden sollten und deren Berücksichtigung sich andererseits auch für die klinische Praxis bzw. spezifische Interventionen als hilfreich erweisen kann.

## 5. Literaturverzeichnis

- Abdulrab, K., & Heun, R. (2008). Subjective memory impairment. A review of its definitions indicates the need for a comprehensive set of standardised and validated criteria. *European Psychiatry*, 23(5), 321-330. doi:10.1016/j.eurpsy.2008.02.004
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559. doi:10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nat Rev Neurosci*, 4(10), 829-839.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29. doi:10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In G. H. Bower (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-89): Academic Press.
- Balash, Y., Mordechovich, M., Shabtai, H., Giladi, N., Gurevich, T., & Korczyn, A. D. (2013). Subjective memory complaints in elders: depression, anxiety, or cognitive decline? *Acta Neurologica Scandinavica*, 127(5), 344-350. doi:10.1111/ane.12038
- Beblo, T. (2010). Neuropsychologie affektiver Störungen. In S. Lautenbacher & S. Gauggel (Eds.), *Neuropsychologie psychischer Störungen* (pp. 199-218). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Beblo, T., Kunz, M., Brokate, B., Scheurich, A., Weber, B., Albert, A., . . . Lautenbacher, S. (2010). Entwicklung eines Fragebogens zur subjektiven Einschätzung der geistigen Leistungsfähigkeit (FLei) bei Patienten mit psychischen Störungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21(3), 143-151. doi:doi:10.1024/1016-264X/a000013
- Blake, H., Mo, P., Malik, S., & Thomas, S. (2009). How effective are physical activity interventions for alleviating depressive symptoms in older people? A systematic review. *Clinical rehabilitation*, 23(10), 873-887. doi:10.1177/0269215509337449
- Bortolato, B., F. Carvalho, A., & S. McIntyre, R. (2014). Cognitive Dysfunction in Major Depressive Disorder: A State-of-the-Art Clinical Review. *CNS & Neurological Disorders - Drug Targets- CNS & Neurological Disorders*, 13(10), 1804-1818.
- Buckley, R., Saling, M. M., Ames, D., Rowe, C. C., Lautenschlager, N. T., Macaulay, S. L., . . . Ellis, K. A. (2013). Factors affecting subjective memory complaints in the AIBL aging study: biomarkers, memory, affect, and age. *International Psychogeriatrics*, 25(Special Issue 08), 1307-1315. doi:doi:10.1017/S1041610213000665
- Burmester, B., Leatham, J., & Merrick, P. (2016). Subjective Cognitive Complaints and Objective Cognitive Function in Aging: A Systematic Review and Meta-Analysis of Recent Cross-Sectional Findings. *Neuropsychology Review*, 26(4), 376-393. doi:10.1007/s11065-016-9332-2
- Cabeza, R., Albert, M., Belleville, S., Craik, F. I. M., Duarte, A., Grady, C. L., . . . Rajah, M. N. (2018). Maintenance, reserve and compensation: the cognitive neuroscience of healthy ageing. *Nature Reviews Neuroscience*, 19(11), 701-710. doi:10.1038/s41583-018-0068-2
- Canevelli, M., Adali, N., Tainturier, C., Bruno, G., Cesari, M., & Vellas, B. (2013). Cognitive interventions targeting subjective cognitive complaints. *American Journal of*

- Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 28(6), 560-567.  
doi:10.1177/1533317513494441
- Chen, S. T., Siddarth, P., Ercoli, L. M., Merrill, D. A., Torres-Gil, F., & Small, G. W. (2014). Modifiable Risk Factors for Alzheimer Disease and Subjective Memory Impairment across Age Groups. *PLoS ONE*, 9(6), e98630. doi:10.1371/journal.pone.0098630
- 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.  
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.005
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory*. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
- Cowan, N. (2017). The many faces of working memory and short-term storage. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(4), 1158-1170. doi:10.3758/s13423-016-1191-6
- Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(9), 415-423.  
doi:https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00197-9
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The Cognitive Neuroscience of Working Memory. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 115-142. doi:10.1146/annurev-psych-010814-015031
- Daffner, K. R., Chong, H., Sun, X., Tarbi, E. C., Riis, J. L., McGinnis, S. M., & Holcomb, P. J. (2010). Mechanisms Underlying Age- and Performance-related Differences in Working Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(6), 1298-1314.  
doi:10.1162/jocn.2010.21540
- Davis, A. M., Cockburn, J. M., Wade, D. T., & Smith, P. T. (1995). A subjective memory assessment questionnaire for use with elderly people after stroke. *Clinical rehabilitation*, 9(3), 238-244. doi:10.1177/026921559500900310
- Dobbs, A. R., & Rule, B. G. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 4(4), 500-503. doi:10.1037/0882-7974.4.4.500
- Donchin, E., & Coles, M. G. H. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, 11(3), 357-374.  
doi:10.1017/S0140525X00058027
- Dotson, V. M., Beydoun, M. A., & Zonderman, A. B. (2010). Recurrent depressive symptoms and the incidence of dementia and mild cognitive impairment. *Neurology*, 75(1), 27-34. doi:10.1212/WNL.0b013e3181e62124
- Edin, F., Klingberg, T., Johansson, P., McNab, F., Tegnér, J., & Compte, A. (2009). Mechanism for top-down control of working memory capacity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(16), 6802-6807.  
doi:10.1073/pnas.0901894106
- Ekman, M., Fiebach, C. J., Melzer, C., Tittgemeyer, M., & Derrfuss, J. (2016). Different roles of direct and indirect frontoparietal pathways for individual working memory capacity. *Journal of Neuroscience*, 36(10), 2894-2903. doi:10.1523/JNEUROSCI.1376-14.2016
- Engle, R. W. (2002). Working Memory Capacity as Executive Attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 19-23. doi:10.1111/1467-8721.00160

- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive Attention, Working Memory Capacity, and a Two-Factor Theory of Cognitive Control *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory, Vol. 44.* (pp. 145-199). New York, NY, US: Elsevier Science.
- Erickson, K. I., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2015). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences, 4*, 27-32.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.01.005>
- Eriksson, J., Vogel, Edward K., Lansner, A., Bergström, F., & Nyberg, L. (2015). Neurocognitive Architecture of Working Memory. *Neuron, 88*(1), 33-46.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.020>
- Ertel, K. A., Glymour, M. M., & Berkman, L. F. (2008). Effects of Social Integration on Preserving Memory Function in a Nationally Representative US Elderly Population. *American Journal of Public Health, 98*(7), 1215-1220. doi:10.2105/ajph.2007.113654
- Fisk, J. E., & Warr, P. (1996). Age and working memory: The role of perceptual speed, the central executive, and the phonological loop. *Psychology and Aging, 11*(2), 316-323.  
doi:10.1037/0882-7974.11.2.316
- Friedman, D. (2003). Cognition and Aging: A Highly Selective Overview of Event-Related Potential (ERP) Data. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 25*(5), 702-720. doi:10.1076/jcen.25.5.702.14578
- Fydrich, T., Sommer, G., & Brähler, E. (2007). *Fragebogen zur Sozialen Unterstützung: F-SozU; Manual*: Hogrefe Göttingen.
- Gazzaley, A., Cooney, J. W., Rissman, J., & D'Esposito, M. (2005). Top-down suppression deficit underlies working memory impairment in normal aging. *Nature Neuroscience, 8*(10), 1298-1300. doi:10.1038/nn1543
- Gevins, A., & Smith, M. E. (2000). Neurophysiological Measures of Working Memory and Individual Differences in Cognitive Ability and Cognitive Style. *Cerebral Cortex, 10*(9), 829-839. doi:10.1093/cercor/10.9.829
- Gevins, A., Smith, M. E., Le, J., Leong, H., Bennett, J., Martin, N., . . . Whitfield, S. (1996). High resolution evoked potential imaging of the cortical dynamics of human working memory. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 98*(4), 327-348.  
doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694\(96\)00288-X](http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694(96)00288-X)
- Graham, N. L., Emery, T., & Hodges, J. R. (2004). Distinctive cognitive profiles in Alzheimer's disease and subcortical vascular dementia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry, 75*(1), 61-71.
- Jahn, T., & Werheid, K. (2015). *Demenzen* (Vol. 15): Hogrefe Verlag.
- Jenkins, L., Myerson, J., Joerding, J. A., & Hale, S. (2000). Converging evidence that visuospatial cognition is more age-sensitive than verbal cognition. *Psychology and Aging, 15*(1), 157-175. doi:10.1037/0882-7974.15.1.157
- Jessen, F., Amariglio, R. E., van Boxtel, M., Breteler, M., Ceccaldi, M., Chetelat, G., . . . Subjective Cognitive Decline Initiative Working, G. (2014). A conceptual framework for research on subjective cognitive decline in preclinical Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement, 10*(6), 844-852. doi:10.1016/j.jalz.2014.01.001

- Jonker, C., Geerlings, M. I., & Schmand, B. (2000). Are memory complaints predictive for dementia? A review of clinical and population-based studies. *Int J Geriatr Psychiatry, 15*(11), 983-991. doi:10.1002/1099-1166(200011)15:11%3C983::AID-GPS238%3E3.0.CO;2-5
- Jungwirth, S., Fischer, P., Weissgram, S., Kirchmeyr, W., Bauer, P., & Tragl, K. H. (2004). Subjective memory complaints and objective memory impairment in the Vienna-Transdanube aging community. *Journal of the American Geriatrics Society, 52*(2), 263-268. doi:10.1111/j.1532-5415.2004.52066.x
- Koenigs, M., & Grafman, J. (2009). The functional neuroanatomy of depression: Distinct roles for ventromedial and dorsolateral prefrontal cortex. *Behavioural Brain Research, 201*(2), 239-243. doi:https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.03.004
- Lefebvre, C. D., Marchand, Y., Eskes, G. A., & Connolly, J. F. (2005). Assessment of working memory abilities using an event-related brain potential (ERP)-compatible digit span backward task. *Clinical Neurophysiology, 116*(7), 1665-1680. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2005.03.015
- Lijffijt, M., Lane, S. D., Meier, S. L., Boutros, N. N., Burroughs, S., Steinberg, J. L., . . . Swann, A. C. (2009). P50, N100, and P200 sensory gating: Relationships with behavioral inhibition, attention, and working memory. *Psychophysiology, 46*(5), 1059-1068. doi:10.1111/j.1469-8986.2009.00845.x
- Linden, D. E. J. (2007). The Working Memory Networks of the Human Brain. *The Neuroscientist, 13*(3), 257-267. doi:10.1177/1073858406298480
- Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., Ames, D., . . . Mukadam, N. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet*. doi:https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6
- Loose, R., Kaufmann, C., Auer, D. P., & Lange, K. W. (2003). Human prefrontal and sensory cortical activity during divided attention tasks. *Human Brain Mapping, 18*(4), 249-259. doi:doi:10.1002/hbm.10082
- Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M. (2018). Complainer Profile Identification (CPI): properties of a new questionnaire on subjective cognitive complaints. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 25*(1), 99-121. doi:10.1080/13825585.2016.1267325
- Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M. (2019). Psychosocial and Cognitive Performance Correlates of Subjective Cognitive Complaints in Help-Seeking Versus Non-Help-Seeking Community-Dwelling Adults. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology, 0*(0), 0891988719856691. doi:10.1177/0891988719856691
- Lubitz, A. F., Niedeggen, M., & Feser, M. (2017). Aging and working memory performance: Electrophysiological correlates of high and low performing elderly. *Neuropsychologia, 106*(Supplement C), 42-51. doi:https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.09.002
- Lucas, H. D., Monti, J. M., McAuley, E., Watson, P. D., Kramer, A. F., & Cohen, N. J. (2016). Relational memory and self-efficacy measures reveal distinct profiles of subjective memory concerns in older adults. *Neuropsychology, 30*(5), 568-578. doi:10.1037/neu0000275

- Mattay, V. S., Fera, F., Tessitore, A., Hariri, A. R., Berman, K. F., Das, S., . . . Weinberger, D. R. (2006). Neurophysiological correlates of age-related changes in working memory capacity. *Neuroscience Letters*, *392*(1–2), 32–37. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2005.09.025>
- McEvoy, L. K., Pellouchoud, E., Smith, M. E., & Gevins, A. (2001). Neurophysiological signals of working memory in normal aging. *Cognitive Brain Research*, *11*(3), 363–376. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0926-6410\(01\)00009-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0926-6410(01)00009-X)
- McEvoy, L. K., Smith, M. E., & Gevins, A. (1998). Dynamic cortical networks of verbal and spatial working memory: effects of memory load and task practice. *Cerebral Cortex*, *8*(7), 563–574. doi:10.1093/cercor/8.7.563
- Mendes, T., Ginó, S., Ribeiro, F., Guerreiro, M., Sousa, G. d., Ritchie, K., & de Mendonça, A. (2008). Memory complaints in healthy young and elderly adults: Reliability of memory reporting. *Aging & Mental Health*, *12*(2), 177–182. doi:10.1080/13607860701797281
- Mendonça, M. D., Alves, L., & Bugalho, P. (2016). From Subjective Cognitive Complaints to Dementia: Who Is at Risk?: A Systematic Review. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, *31*(2), 105–114. doi:10.1177/1533317515592331
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*(1), 167–202. doi:10.1146/annurev.neuro.24.1.167
- Missonnier, P., Gold, G., Leonards, U., Costa-Fazio, L., Michel, J.-P., Ibáñez, V., & Giannakopoulos, P. (2004). Aging and working memory: early deficits in EEG activation of posterior cortical areas. *Journal of Neural Transmission*, *111*(9), 1141–1154. doi:10.1007/s00702-004-0159-2
- Missonnier, P., Leonards, U., Gold, G., Palix, J., Ibanez, V., & Giannakopoulos, P. (2003). A new electrophysiological index for working memory load in humans. *NeuroReport*, *14*(11), 1451–1455. doi:10.1097/01.wnr.0000080101.90506.9b
- Mitchell, A. J., Beaumont, H., Ferguson, D., Yadegarfar, M., & Stubbs, B. (2014). Risk of dementia and mild cognitive impairment in older people with subjective memory complaints: meta-analysis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *130*(6), 439–451. doi:10.1111/acps.12336
- Motter, J. N., Pimontel, M. A., Rindskopf, D., Devanand, D. P., Doraiswamy, P. M., & Sneed, J. R. (2016). Computerized cognitive training and functional recovery in major depressive disorder: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, *189*, 184–191. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.09.022>
- Newson, R. S., & Kemps, E. B. (2006). The Nature of Subjective Cognitive Complaints of Older Adults. *The International Journal of Aging and Human Development*, *63*(2), 139–151. doi:10.2190/leap-fe20-pdwy-m6p1
- Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(5), 292–305. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.005>
- Nyberg, L., & Pudas, S. (2019). Successful Memory Aging. *Annual Review of Psychology*, *70*(1), 219–243. doi:10.1146/annurev-psych-010418-103052
- O'Connell, R. G., Balsters, J. H., Kilcullen, S. M., Campbell, W., Bokde, A. W., Lai, R., . . . Robertson, I. H. (2012). A simultaneous ERP/fMRI investigation of the P300 aging

- effect. *Neurobiology of Aging*, 33(10), 2448-2461.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.12.021>
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychol Aging*, 17(2), 299-320. doi:10.1037/0882-7974.17.2.299
- Perrotin, A., La Joie, R., de La Sayette, V., Barré, L., Mézenge, F., Mutlu, J., . . . Chételat, G. (2017). Subjective cognitive decline in cognitively normal elders from the community or from a memory clinic: Differential affective and imaging correlates. *Alzheimer's & Dementia*, 13(5), 550-560. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.08.011>
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128-2148.  
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>
- Ponds, R. W. H. M., Van Boxtel, M. P. J., & Jolles, J. (2000). AGE-RELATED CHANGES IN SUBJECTIVE COGNITIVE FUNCTIONING. *Educational Gerontology*, 26(1), 67-81. doi:10.1080/036012700267402
- Porter, R. J., Bowie, C. R., Jordan, J., & Malhi, G. S. (2013). Cognitive remediation as a treatment for major depression: A rationale, review of evidence and recommendations for future research. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 47(12), 1165-1175. doi:10.1177/0004867413502090
- Reid, L. M., & MacLulich, A. M. J. (2006). Subjective memory complaints and cognitive impairment in older people. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 22(5-6), 471-485. doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000096295>
- Reitan, R. (1979). *Trail-making test*. Arizona: Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Cappell, K. A. (2008). Neurocognitive Aging and the Compensation Hypothesis. *Current Directions in Psychological Science*, 17(3), 177-182.  
doi:10.1111/j.1467-8721.2008.00570.x
- Reuter-Lorenz, P. A., Jonides, J., Smith, E. E., Hartley, A., Miller, A., Marshuetz, C., & Koeppel, R. A. (2000). Age Differences in the Frontal Lateralization of Verbal and Spatial Working Memory Revealed by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 174-187. doi:10.1162/089892900561814
- Rock, P. L., Roiser, J. P., Riedel, W. J., & Blackwell, A. D. (2013). Cognitive impairment in depression: a systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 44(10), 2029-2040. doi:10.1017/S0033291713002535
- Rovio, S., Kåreholt, I., Helkala, E.-L., Viitanen, M., Winblad, B., Tuomilehto, J., . . . Kivipelto, M. (2005). Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 4(11), 705-711.  
doi:[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(05\)70198-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(05)70198-8)
- Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1987). Human aging: usual and successful. *Science*, 237, 143+.
- Rowell, S. F., Green, J. S., Teachman, B. A., & Salthouse, T. A. (2016). Age does not matter: Memory complaints are related to negative affect throughout adulthood. *Aging & Mental Health*, 20(12), 1255-1263. doi:10.1080/13607863.2015.1078284
- Ruchkin, D. S., Johnson Jr, R., Grafman, J., Canoune, H., & Ritter, W. (1992). Distinctions and similarities among working memory processes: an event-related potential study.

- Cognitive Brain Research*, 1(1), 53-66. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0926-6410\(92\)90005-C](http://dx.doi.org/10.1016/0926-6410(92)90005-C)
- Ryu, S. Y., Lee, S. B., Kim, T. W., & Lee, T. J. (2015). Subjective memory complaints, depressive symptoms and instrumental activities of daily living in mild cognitive impairment. *International Psychogeriatrics*, 28(3), 487-494. doi:10.1017/S1041610215001945
- Saliasi, E., Geerligs, L., Lorist, M. M., & Maurits, N. M. (2013). The Relationship between P3 Amplitude and Working Memory Performance Differs in Young and Older Adults. *PLoS ONE*, 8(5), e63701. doi:10.1371/journal.pone.0063701
- Sarkisian, C. A., Steers, W. N., Hays, R. D., & Mangione, C. M. (2005). Development of the 12-item Expectations Regarding Aging survey. *The Gerontologist*, 45(2), 240-248. doi:10.1093/geront/45.2.240
- Schaie, K. W. (1996). *Intellectual development in adulthood: The Seattle longitudinal study*: Cambridge University Press.
- Scholtissen-In de Braek, D. M. J. M., Hurks, P. P. M., van Boxtel, M. P. J., Dijkstra, J. B., & Jolles, J. (2011). The Identification of Attention Complaints in the General Population and Their Effect on Quality of Life. *Journal of Attention Disorders*, 15(1), 46-55. doi:10.1177/1087054709347260
- Simons, C. J. P., Jacobs, N., Derom, C., Thiery, E., Jolles, J., Van Os, J., & Krabbendam, L. (2009). Cognition as predictor of current and follow-up depressive symptoms in the general population. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 120(1), 45-52. doi:10.1111/j.1600-0447.2008.01339.x
- Singh-Manoux, A., Dugravot, A., Fournier, A., Abell, J., Ebmeier, K., Kivimäki, M., & Sabia, S. (2017). Trajectories of Depressive Symptoms Before Diagnosis of Dementia: A 28-Year Follow-up Study. *JAMA Psychiatry*, 74(7), 712-718. doi:10.1001/jamapsychiatry.2017.0660
- Slavin, M. J., Sachdev, P. S., Kochan, N. A., Woolf, C., Crawford, J. D., Giskes, K., . . . Brodaty, H. (2015). Predicting cognitive, functional, and diagnostic change over 4 years using baseline subjective cognitive complaints in the Sydney memory and ageing study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(9), 906-914. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jagp.2014.09.001>
- Söllner, A., Lubitz, A. F., Lüscho, A., & Niedeggen, M. (submitted). Predictors of subjective cognitive impairments (SCI) in help-seekers with and without symptoms of a major depression.
- Tays, W. J., Dywan, J., Mathewson, K. J., & Segalowitz, S. J. (2008). Age Differences in Target Detection and Interference Resolution in Working Memory: An Event-related Potential Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(12), 2250-2262. doi:10.1162/jocn.2008.20158 %M 18457511
- van Dinteren, R., Arns, M., Jongsma, M. L. A., & Kessels, R. P. C. (2014). Combined frontal and parietal P300 amplitudes indicate compensated cognitive processing across the lifespan. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6(294). doi:10.3389/fnagi.2014.00294
- Vaskivuo, L., Hokkanen, L., Hänninen, T., Antikainen, R., Bäckman, L., Laatikainen, T., . . . Ngandu, T. (2018). Associations between Prospective and Retrospective Subjective Memory Complaints and Neuropsychological Performance in Older Adults: The

- Finger Study. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 24(10), 1099-1109. doi:10.1017/S135561771800053X
- Veiel, H. O. F. (1997). A preliminary profile of neuropsychological deficits associated with major depression. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 19(4), 587-603. doi:10.1080/01688639708403745
- Wang, H.-X., MacDonald, S. W. S., Dekhtyar, S., & Fratiglioni, L. (2017). Association of lifelong exposure to cognitive reserve-enhancing factors with dementia risk: A community-based cohort study. *PLOS Medicine*, 14(3), e1002251. doi:10.1371/journal.pmed.1002251
- Wild-Wall, N., Falkenstein, M., & Gajewski, P. (2011). Age-Related Differences in Working Memory Performance in A 2-Back Task. *Frontiers in Psychology*, 2(186). doi:10.3389/fpsyg.2011.00186
- Yesavage, J. A., & Sheikh, J. I. (1986). Geriatric Depression Scale (GDS). *Clinical Gerontologist*, 5(1-2), 165-173. doi:10.1300/J018v05n01\_09
- Zarantonello, L., Schiff, S., Amodio, P., & Bisiacchi, P. (2019). The effect of age, educational level, gender and cognitive reserve on visuospatial working memory performance across adult life span. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 1-18. doi:10.1080/13825585.2019.1608900
- Zhao, X., Zhou, R., & Fu, L. (2013). Working Memory Updating Function Training Influenced Brain Activity. *PLoS ONE*, 8(8), e71063. doi:10.1371/journal.pone.0071063
- Zimprich, D., Martin, M., & Kliegel, M. (2003). Subjective cognitive complaints, memory performance, and depressive affect in old age: A change-oriented approach. *The International Journal of Aging and Human Development*, 57(4), 339-366. doi:10.2190/g0er-arnm-bqvuykijn
- Zlatar, Z. Z., Moore, R. C., Palmer, B. W., Thompson, W. K., & Jeste, D. V. (2014). Cognitive Complaints Correlate With Depression Rather Than Concurrent Objective Cognitive Impairment in the Successful Aging Evaluation Baseline Sample. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 27(3), 181-187. doi:10.1177/0891988714524628

## 6. Originalarbeiten

Die Dissertation basiert auf folgenden Forschungsartikeln:

- 1 Lubitz, A. F., Niedeggen, M., & Feser, M. (2017). Aging and working memory performance: Electrophysiological correlates of high and low performing elderly. *Neuropsychologia*, *106*, 42-51.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.09.002>
  
- 2 Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M. (2018). Complainer Profile Identification (CPI): properties of a new questionnaire on subjective cognitive complaints. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *25*(1), 99-121.  
<https://doi.org/10.1080/13825585.2016.1267325>
  
- 3 Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M. (2019). Psychosocial and Cognitive Performance Correlates of Subjective Cognitive Complaints in Help-Seeking Versus Non-Help-Seeking Community-Dwelling Adults. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*.  
<https://doi.org/10.1177/0891988719856691>

## **6.1 Aging and working memory performance: Electrophysiological correlates of high and low performing elderly**

Lubitz, A. F., Niedeggen, M., & Feser, M.

## **6.2 Complainer Profile Identification (CPI): properties of a new questionnaire on subjective cognitive complaints**

Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M.

### **6.3 Psychosocial and Cognitive Performance Correlates of Subjective Cognitive Complaints in Help-Seeking Versus Non-Help-Seeking Community-Dwelling Adults**

Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M.

## 7. Anteilserklärung

Lubitz, A. F., Niedeggen, M., & Feser, M. (2017). Aging and working memory performance: Electrophysiological correlates of high and low performing elderly. *Neuropsychologia*, *106*, 42-51.

Entwicklung und Konzeption (in Teilen)  
Literaturrecherche (mehrheitlich)  
Versuchsdesign (in Teilen)  
Datenerhebung (in Teilen)  
Datenauswertung (mehrheitlich)  
Ergebnisdiskussion (mehrheitlich)  
Anfertigung der ersten Version des Manuskripts (mehrheitlich)  
Einreichung des Manuskripts und Korrespondenz (vollständig)  
Überarbeitung des Manuskripts (mehrheitlich)

Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M. (2018). Complainer Profile Identification (CPI): properties of a new questionnaire on subjective cognitive complaints. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *25*(1), 99-121.

Entwicklung und Konzeption (in Teilen)  
Literaturrecherche (mehrheitlich)  
Versuchsdesign (mehrheitlich)  
Datenerhebung (vollständig)  
Datenauswertung (in Teilen)  
Ergebnisdiskussion (mehrheitlich)  
Anfertigung der ersten Version des Manuskripts (vollständig)  
Einreichung des Manuskripts und Korrespondenz (vollständig)  
Überarbeitung des Manuskripts (mehrheitlich)

Lubitz, A. F., Eid, M., & Niedeggen, M. (2019). Psychosocial and Cognitive Performance Correlates of Subjective Cognitive Complaints in Help-Seeking Versus Non-Help-Seeking Community-Dwelling Adults. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 0891988719856691.

Entwicklung und Konzeption (mehrheitlich)  
Literaturrecherche (vollständig)  
Versuchsdesign (mehrheitlich)  
Datenerhebung (mehrheitlich)  
Datenauswertung (mehrheitlich)  
Ergebnisdiskussion (mehrheitlich)  
Anfertigung der ersten Version des Manuskripts (vollständig)  
Einreichung des Manuskripts und Korrespondenz (vollständig)  
Überarbeitung des Manuskripts (mehrheitlich)

---

## 8. Eidesstattliche Erklärung

Eidesstattliche Erklärung nach §7 Abs. 4 der gemeinsamen Promotionsordnung zum Dr. rer. nat./ Ph. D. des Fachbereichs Erziehungswissenschaft und Psychologie der Freien Universität Berlin vom 8. August 2016:

Hiermit erkläre ich, dass ich nur die angegebenen Hilfsmittel und Hilfen benutzt habe. Auf dieser Grundlage habe ich die Arbeit selbstständig und ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst. Weiterhin erkläre ich, dass die Dissertation weder in Teilen noch in ihrer Gesamtheit einer anderen wissenschaftlichen Hochschule zur Begutachtung in einem Promotionsverfahren vorliegt oder vorgelegen hat.

---

Datum

---

Unterschrift

## Danksagung

In erster Linie möchte ich meinem Doktorvater Michael Niedeggen für die sehr umfangreiche Unterstützung und die sehr angenehme Arbeitsatmosphäre in den letzten Jahren danken. Ich habe es sehr geschätzt, dass er sich für alle Fragen und Probleme stets Zeit nahm und immer sehr wertvolle Hilfestellungen und Anmerkungen gab.

Mein Dank gilt auch Prof. Dr. Michael Eid, der insbesondere bei statistischen Fragen ein wertvoller Ansprechpartner war und Prof. Dr. Stefan Krumm, der sich für die Zweitbegutachtung bereit erklärte. Ich danke ebenfalls Dr. Sascha Tamm, der die Programmierung der *n-back*-Aufgabe übernahm und auch bei technischen Problemen immer Zeit fand, diese schnell zu lösen.

Mein Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen des Arbeitsbereiches Allgemeine Psychologie und Neuropsychologie, Gesche Winther, Katharina Schuck, Lea Kern und Ina Nordwald für den fachlichen und nichtfachlichen Austausch in sehr angenehmer Atmosphäre, wie auch den studentischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, insbesondere Diane Hirte und Maximilian Feser, die tatkräftig bei der Datenerhebung und -auswertung unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt schließlich meiner Familie, die mich in all meinen Jahren immer sehr unterstützt hat, vor allem auch meiner Oma, die auch ohne Sprachkenntnisse alle Fachartikel gelesen hat. Ich danke auch meinen Freunden und Freundinnen, für die emotionale Unterstützung aber auch für den wissenschaftlichen Austausch bei diversen Abendessen. Und nicht zuletzt danke Sophie, für die Liebe und den Rückhalt, für die genommene Zeit, für den Glauben an mich.