



psycholinguistics
laboratories

**Sprache und visuell-räumliche Kognition
bei Alzheimer-Demenz:
Ein empirischer Vergleich
zum gesunden Alterungsprozess**

vorgelegt von

Judith Wulf ([REDACTED])

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Education (Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen)

an der Fakultät Kulturwissenschaften

der Technischen Universität Dortmund

Dortmund, 20. Februar 2019

Erstprüfer: Prof. Dr. Barbara Mertins

Zweitprüfer: Dr. Renate Delucchi-Danhier

Danksagung

Diese Arbeit kann nicht einmal im Ansatz widerspiegeln, welche Bedeutung das Projekt in dem vergangenen Jahr für mich eingenommen hat, welche Erfahrungen es mir geschenkt, wie viel es mich hat reifen lassen. Die Auseinandersetzung mit der Thematik Alzheimer-Demenz hat mich zu so vielen Menschen geführt, die auf unterschiedlichste Art und Weise von der Krankheit betroffen sind und tagtäglich lernen, mit ihr umzugehen.

Vielen Dank an Christine Tschidatz und ihr Team sowie an die Mieter und ihre Angehörigen aus der Demenz-WG in Rotthausen. Ohne ihre Offenheit und Unterstützung hätte ich dieses Projekt nicht fortführen können. Auch den Mitgliedern der Dortmunder Alzheimer Gesellschaft e.V. gilt mein besonderer Dank, insbesondere Johanna und Dieter Koßmann sowie Mirko Pelzer, die das Projekt uneingeschränkt gefördert und sich mir immer als Ansprechpartner zur Verfügung gestellt haben. Gleichermäßen dankbar bin ich dem Team des Sozialen Dienstes des Seniorenhaus Vinzenz, Sara Biercher, Marie-Claire Herbst und Steffi Hiller, welches sich für unsere Studie eingesetzt und uns von Anfang an tatkräftig unterstützt hat. Tiefste Worte der Dankbarkeit gelten außerdem all jenen, die sich unmittelbar als Probanden an der Studie beteiligt und mich wiederum ein Stück weit an ihrem Leben teillassen haben. Es gab so viele Momente, in denen ich von ihrer Herzlichkeit schier überwältigt war.

Die Planung, Organisation und Durchführung des Projekts konnte zudem nur ermöglicht werden, weil viele Personen es durch ihr Wissen, Handeln und ihre Haltung mitgetragen haben. Vielen Dank an Carina Ilgner, die vor knapp einem Jahr mit dem Vertrauen auf mich zu kam, die Studie weiterzuführen. Das gesamte Team der *psycholinguistics laboratories*, insbesondere Wolfgang Schmidt-Sielex und Holger Mertins, hat mir immer wieder technische und methodologische, aber auch moralische Unterstützung zukommen lassen. Zudem haben mir Renate Delucchi-Danhier und Anna Marklová immer wieder eine Perspektive geboten, mit den zeitweiligen Unsicherheiten und Zweifeln umzugehen. Ihnen gilt mein aufrichtiger Dank für alles.

Das Fertigstellen dieser Arbeit wurde maßgeblich durch meine Schwestern, Corinna Lohmann und Linda Wulf, sowie meinen Partner, Max Eric Peters, unterstützt. Alle drei haben sich die Zeit genommen, das Geschriebene zu lesen, und so mit viel Geduld und sprachlichem Feingefühl zur Verbesserung der Arbeit beigetragen.

Meine Dankbarkeit und tiefste Verbundenheit gilt zudem zwei Menschen, die in Bezug auf dieses Projekt einen außergewöhnlichen Stellenwert für mich eingenommen haben: Kim Meitner, die verrückt genug war, sich meinem Vorhaben anzuschließen und mir in den vergangenen Monaten eine unverzichtbare Stütze gewesen ist; und zu guter Letzt Barbara Mertins, die mich durch Ihre Begleitung in den letzten Jahren auf so vielen Ebenen hat wachsen lassen und mich eines, mehr noch als alles andere, gelehrt hat: Demut.

Übergeordnete Gliederung der Arbeit

A. Inhaltsverzeichnis	I
B. Abbildungsverzeichnis	III
C. Tabellenverzeichnis	IV
D. Abkürzungsverzeichnis	V
E. Literaturverzeichnis	VI
F. Anhangsverzeichnis	XVI

A. Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Konzeptueller Hintergrund: Sprache, Kognition und Alter	3
2.1 Zum Zusammenhang von Sprache und Kognition	3
2.2 Der Begriff des Alter(n)s	6
2.2.1 Gesundes kognitives Altern	7
2.2.1.1 Das Konzept der kognitiven Reserve	9
2.2.2 Pathologisches kognitives Altern: Demenz	10
2.2.2.1 Das Demenz-Syndrom.....	11
2.2.2.2 Historische Entwicklung des Demenzbegriffs.....	12
2.2.2.3 Formen der Demenz	14
2.2.2.4 Epidemiologische Kennzahlen: Prävalenz und Inzidenz.....	15
2.2.2.5 Demenz des Alzheimer-Typs	16
2.2.2.5.1 Beginn der Alzheimer-Forschung.....	17
2.2.2.5.2 Neuropathologie der AD.....	17
2.2.2.5.3 Symptomatik und Verlauf.....	19
2.2.2.5.4 Diagnostik.....	22
2.2.2.5.4.1 Allgemein diagnostische Verfahren	22
2.2.2.5.4.2 Neuropsychologische Verfahren	23
2.2.2.5.4.3 Labor- und liquordiagnostische Verfahren.....	24
2.2.2.5.4.4 Zerebrale Bildgebung	25
2.2.2.5.4.5 Elektroenzephalographie	26
2.2.2.5.4.6 Fazit: Problematik der AD-Diagnostik.....	26
2.2.2.5.5 Therapiemöglichkeiten	27
2.2.2.5.6 Schutz- und Risikofaktoren der AD	28
2.3 Fazit: Sprache, Kognition und Alter	30
3. Zum Forschungsstand: Sprache und visuell-räumliche Kognition bei Alzheimer-Demenz	31
3.1 Alzheimer-Demenz und Sprache	31
3.1.1 Mündliche Sprachproduktion.....	31
3.1.2 Schriftliche Sprachproduktion	34
3.1.3 Zusammenfassung zu Sprache bei AD	35
3.2 Alzheimer-Demenz und visuell-räumliche Kognition.....	36
3.2.1 Verhaltensbasierte Studien: Neuropsychologische Tests	36
3.2.2 Experimentelle Studien: Eye-Tracking	38
3.2.3 Zusammenfassung zu visuell-räumlicher Kognition bei AD.....	42

3.3 Fazit: Sprache und Kognition bei AD	43
4. Vorstellung der Studie.....	43
4.1 Die Pilotstudie	44
4.2 Zielsetzung, Fragestellungen und Hypothesen	45
4.3 Probanden	47
4.3.1 Die kritische Gruppe: Demenz-Erkrankte.....	48
4.3.2 Die Kontroll-Gruppe: Nicht-Erkrankte	49
4.4 Forschungsdesign und Methoden	50
4.4.1 Mündliche Sprachproduktion: <i>Frog-Story</i>	50
4.4.1.1 Datenerhebung.....	51
4.4.1.2 Auswertungsmethode	51
4.4.2 Visuell-räumliches Verständnis: <i>Act-Out</i>	59
4.4.2.1 Datenerhebung.....	60
4.4.2.2 Auswertungsmethode	61
4.4.3 Visuell-räumliche Wahrnehmung: Eye-Tracking	62
4.4.3.1 Grundlagen zur Technik	62
4.4.3.2 Datenerhebung.....	64
4.4.3.3 Auswertungsmethode	65
5. Ergebnisse.....	69
5.1 Mündliche Sprachproduktion	69
5.1.1. Darstellung	69
5.1.2 Diskussion	72
5.2 Visuell-räumliches Verständnis.....	74
5.2.1 Darstellung	74
5.2.2 Diskussion	78
5.3 Visuell-räumliche Wahrnehmung.....	80
5.3.1 Darstellung	80
5.3.2 Diskussion	88
6. Zusammenführende Diskussion	91
7. Fazit und Ausblick	94

B. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 01: <i>Sprachproduktionsmodell nach Levelt (1989)</i>	5
Abbildung 02: <i>Fortschritt der Demenzerkrankung</i>	13
Abbildung 03: <i>Einteilung des Demenzsyndroms</i>	15
Abbildung 04: <i>Querschnittliche Darstellung eines gesunden und eines an AD erkrankten Gehirns</i> ...	18
Abbildung 05: <i>Seniler Plaque</i>	19
Abbildung 06: <i>Neurofibrillen</i>	19
Abbildung 07: <i>AoI I in einem Beispielstimulus der Built-Kategorie</i>	67
Abbildung 08: <i>AoI II in einem Beispielstimulus der Built-Kategorie</i>	68
Abbildung 09: <i>Anzahl der durchschnittlich produzierten Äußerungsarten</i>	70
Abbildung 10: <i>Anzahl der durchschnittlich korrekt produzierten Äußerungen</i>	70
Abbildung 11: <i>Bearbeitungszeit der Sortierwürfel-Aufgabe im Gruppenvergleich</i>	75
Abbildung 12: <i>Bearbeitungszeit der Wiedererkennens-Aufgabe im Gruppenvergleich</i>	75
Abbildung 13: <i>Bearbeitungszeit der Nachbau-Aufgabe im Gruppenvergleich</i>	76
Abbildung 14: <i>Gesamtvergleichende Gegenüberstellung der gruppenspezifischen Rangfolgen</i>	77
Abbildung 15: <i>Vergleichende G-AoIs der Gruppen für einen Beispielstimulus</i>	81
Abbildung 16: <i>Gruppenvergleichende Heat Map für Fixierung der AoI I in einem Beispielstimulus</i> ..	83
Abbildung 17: <i>Gruppenvergleichende Focus Map für einen Beispielstimulus</i>	84
Abbildung 18: <i>Scanpaths der Kritischen (links) und Kontroll-Gruppe (rechts) für einen exemplarischen Stimulus der Mixed-Kategorie</i>	85
Abbildung 19: <i>Abweichungen in den Scan-Paths zwischen den (Sub-)Gruppen</i>	86

C. Tabellenverzeichnis

Tabelle 01: <i>Inzidenzraten nach Altersgruppen</i>	16
Tabelle 02: <i>Darstellung der Aufgabenbereiche sowie der Punktevergabe des MMST</i>	23
Tabelle 03: <i>Überblick zu den als Pro-Formen ausgezählten Personalpronomen</i>	56
Tabelle 04: <i>Überblick zu den als Pro-Formen ausgezählten Demonstrativa</i>	57
Tabelle 05: <i>Übersicht zur Zusammensetzung der zwei bereinigten Gruppen</i>	66
Tabelle 06: <i>Gegenüberstellung der gesamten und gefilterten Gruppe</i>	66
Tabelle 07: <i>Übersicht der Gesamtäußerungszahl, Äußerungsarten sowie der Fehlerquote</i>	70
Tabelle 08: <i>Nutzung von Pro-Formen im Gruppenvergleich</i>	71
Tabelle 09 <i>Übersicht der Gruppenunterschiede innerhalb der Act-Out-Studie</i>	77
Tabelle 10: <i>Vergleichende Auswertung der gesamten AoI I für alle Built-Stimuli</i>	82
Tabelle 11: <i>Vergleichende Auswertung der AoI I (oben/unten separat) für alle Built-Stimuli</i>	82
Tabelle 12: <i>Vergleichende Auswertung des oberen und unteren Fassadenteils für alle Built-Stimuli</i>	83
Tabelle 13: <i>Gesamtvergleich der durchschnittlichen Fixationsanzahl</i>	87
Tabelle 14: <i>Gesamtvergleich der durchschnittlichen Fixationsdauer</i>	87
Tabelle 15: <i>Gesamtvergleich der durchschnittlichen Entfernung zwischen den Fixationen</i>	88

D. Abkürzungsverzeichnis

AD	=	Alzheimer-Demenz
ADI	=	<i>Alzheimer's Disease International</i>
AoI	=	<i>Area of Interest</i>
APA	=	Amerikanische Psychiatrische Assoziation
BPSD	=	<i>behavioral and psychological symptoms of dementia</i>
DSM	=	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i>
ET	=	Eye-Tracking
G-AoI	=	<i>Gridded Area of Interest</i>
Hz	=	Hertz
ICD	=	<i>International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems</i>
KPI	=	<i>Key Performance Indicators</i>
LKB	=	Leichte kognitive Beeinträchtigung
M	=	<i>mean</i>
MCI	=	<i>mild cognitive impairment</i>
max	=	Maximalwert
min	=	Minimalwert
MMST	=	<i>Mini-Mental-Status-Test</i>
ms	=	Millisekunden
n	=	Stichprobengröße
NCD	=	<i>neurocognitive disorders</i>
s	=	Sekunden
SD	=	<i>standard deviation</i>
TR	=	<i>Trackingratio</i>
WHO	=	Weltgesundheitsorganisation

1. Einleitung

“More diagnosis means more awareness.
More awareness means less stigma.
Less stigma means more hope.”
(Patterson 2018: 14)

Demenz ist ein klinisches Syndrom, welches sich durch die Einschränkung bis hin zum vollständigen Verlust kognitiver Funktionen sowie alltäglicher Handlungskompetenzen auszeichnet. Ausgelöst werden kann das dementielle Syndrom durch eine Vielzahl von Ursachen (vgl. Kurz et al. 2018: 9 f.). Global betrachtet erkrankt alle drei Sekunden ein Mensch an Demenz. Aufgrund des sich weltweit erhöhenden Altersdurchschnitts wird sich die Anzahl Betroffener innerhalb der nächsten 30 Jahre mehr als verdreifachen (vgl. Patterson 2018: 34). Trotz der Tatsache, dass die Publikation von Studien zu Demenz in den vergangenen Jahren stark zugenommen hat, betont die Vereinigung *Alzheimer’s Disease International* (ADI) in dem aktuellen *World Alzheimer Report*, dass noch immer ein fundamentaler Forschungsbedarf sowie entsprechender Investitionsmangel besteht:

“Compared with the number of people developing dementia [...] the amounts devoted to research are tiny. [...] The global ratio of publications on neurodegenerative disorders versus cancer is an astonishing 1:12. At the same time, not enough people are getting into research on dementia” (Barbarino, CEO ADI, in Patterson 2018: 4).

So konnte bislang keine Ursache für die Alzheimer-Demenz (AD), als die häufigste Form dementieller Erkrankungen, seit ihrer Erstbeschreibung im Jahre 1907 gefunden werden. Die AD zeichnet sich durch einen progressiven, neurodegenerativen Verlauf aus, bei dem eine Diagnose häufig erst dann gestellt wird, wenn bereits ein fortgeschrittenes Krankheitsstadium erreicht wurde. Aus diesem Grund kommt der (Früh-)Diagnose im zukünftigen Umgang mit Demenz ein besonderer Stellenwert zu (vgl. Kurz et al. 2018: 29). Es fehlt an weiterer Grundlagenforschung, um mögliche Biomarker für frühdiagnostische Ansätze zu ermitteln, sowie an innovativen Konzepten, die die Lebensumstände der Erkrankten verbessern und den Leidensdruck entsprechend mildern können.

Die visuelle Raumwahrnehmung, als grundlegende kognitive Fähigkeit des Menschen, stellt einen Bereich dar, der in der bisherigen AD-Forschung kaum berücksichtigt wurde. Dies ist erstaunlich, da es sich dabei um einen Zugang handelt, der hochautomatisiert abläuft und somit kaum durch bewusste Manipulationen verzerrt werden kann. Zudem kann die Untersuchung pathologischer Zuteilungsmuster visueller Aufmerksamkeit weitere Hinweise darauf geben, welchen Einfluss die Erkrankung auf die visuelle Raumwahrnehmung und -verarbeitung hat. Dies kann sowohl für frühdiagnostische als auch für anwendungsorientierte Zwecke, wie beispielsweise demenzgerechte Architektur, einen Mehrwert besitzen. Für die Raumkognition gesunder Menschen konnte bislang in der Forschung gezeigt werden, dass diese, anders als lange angenommen wurde, nicht universell ist. Stattdessen hängt sie von diversen, gruppenbildenden Variablen ab; dabei scheint jegliche Art von Expertise einen besonders prägenden Einfluss zu haben. Systematisch belegt werden konnte dies bislang nur für die Variable Sprache (vgl.

Levinson et al. 2002). Zu der Schnittstelle zwischen Kognition und Sprache bei neurodegenerativen Erkrankungen, wie der AD, liegen bislang so gut wie keine systematischen Untersuchungen vor.

Die vorliegende Masterarbeit setzt an dieser Forschungslücke an und thematisiert Sprache und visuelle Raumwahrnehmung bei AD. Im Zeitraum von Juni 2018 bis Dezember 2018 wurde unter der Leitung von Prof. Barbara Mertins gemeinsam mit Kim Meitner in den *psycholinguistics laboratories* eine Studie durchgeführt, die die mündliche Sprachproduktion sowie visuell-räumliche Wahrnehmung bei AD-Erkrankten untersucht hat. Zentrales Anliegen des Projekts war ein systematischer Vergleich mit altersgleichen, gesunden Kontroll-Probanden, um Unterschiede innerhalb sowie zwischen den Gruppen festzustellen. Die Untersuchung baut auf einer 2017 durchgeführten Pilotstudie mit gleichem Forschungsinteresse auf und stellt daher eine adaptierte Fortführung dar.

Der erste Teil der Arbeit widmet sich einer umfassenden Rahmung des Projekts: Dazu bildet das zweite Kapitel konzeptionelle Grundlagen der Thematik ab und fasst aktuelle (theoretische) Annahmen hinsichtlich des kognitiv gesunden sowie pathologischen Alterungsprozesses am Beispiel der Alzheimer-Demenz (AD) zusammen (Kapitel 2). Dort findet sich eine differenzierte Beleuchtung der medizinischen, statistischen, diagnostischen, pathologischen sowie therapeutischen Grundlagen der AD. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung, in der die wichtigsten Aussagen zur konzeptuellen Unterscheidung zwischen einem kognitiv gesunden und pathologischen Alterungsprozess der AD gebündelt dargestellt werden. Im dritten Kapitel werden anschließend evidenzbasierte Erkenntnisse hinzugezogen, indem der aktuelle Forschungsstand zu Sprache und visuell-räumlicher Kognition bei gesunden Älteren sowie an AD erkrankten Menschen skizziert und hinsichtlich zentraler Ergebnisse zusammengefasst wird (Kapitel 3). Dabei werden zum einen psycholinguistische Studien zur Sprachproduktion, zum anderen kognitionswissenschaftliche und verhaltensbasierte Untersuchungen zur visuellen Raumwahrnehmung thematisiert. Die in diesem Kapitel dargestellte Forschungsliteratur bildet eine zentrale Grundlage für die Thesengenerierung der Studie. In einer abschließenden Zusammenfassung des Kapitels werden die einschlägigsten Ergebnisse aus den Bereichen Sprache und visuell-räumliche Kognition für beide Sprechergruppen resümiert und gegenübergestellt.

Der zweite Teil der Arbeit widmet sich dem empirischen Projekt: Kapitel vier umfasst eine detaillierte Darstellung des Forschungsprojekts, bei der sich eine genaue Vorgehensbeschreibung der Studie findet (Kapitel 4). Zunächst wird die Pilotstudie skizziert, welche im letzten Jahr durchgeführt wurde und hinsichtlich der Thematik und Fragestellung eine zentrale Grundlage für die vorliegende Untersuchung darstellt. Im Anschluss daran findet eine Vorstellung der zugrundeliegenden Zielsetzung, Fragestellungen und Hypothesen statt und die Stichprobe wird hinsichtlich ihrer Zusammensetzung beschrieben. Eine ausführliche Beleuchtung des Forschungsdesigns sowie der verwendeten Methoden findet sich im daran anschließenden Abschnitt. Das fünfte Kapitel dient der systematischen Darstellung der Forschungsergebnisse (Kapitel 5). Dazu umfasst das Kapitel drei Unterkapitel, in denen die Ergebnisse jeweils methodenspezifisch wiedergegeben und diskutiert werden. Im darauffolgenden

Kapitel findet sich eine abschließende Diskussion, in welcher die Ergebnisse verknüpfend dargestellt, kritisch beleuchtet sowie in Bezug zur bisherigen Forschungsliteratur gesetzt werden (Kapitel 6).

Die Arbeit schließt mit einem kritischen Fazit und Ausblick (Kapitel 7). In diesem werden zum einen die wichtigsten Erkenntnisse im Hinblick auf die übergeordnete Fragestellung aufgegriffen und zusammengefasst, zum anderen wird auf methodologischen Schwachstellen der Studie sowie bestehende Forschungslücken hingewiesen, die es in zukünftiger, multiperspektivischer Forschung zur AD zu untersuchen gilt.

2. Konzeptueller Hintergrund: Sprache, Kognition und Alter

Das Thema der vorliegenden Arbeit sind die durch Alzheimer-Demenz bedingten Veränderungen von Sprache und Kognition im Vergleich zum gesunden Alterungsprozess. Das zweite Kapitel dient daher zunächst einer differenzierten Darstellung jener Konzepte und Begrifflichkeiten, die für die weitere Auseinandersetzung grundlegend sind. Bevor überhaupt auf mögliche Unterschiede eingegangen werden kann, scheint es sinnvoll, zunächst den Zusammenhang von Sprache und Kognition per se zu beleuchten (Kapitel 2.1). Im Anschluss daran widmet sich der umfassendere Teil dieses Kapitels dem kognitiven Alterungsprozess (Kapitel 2.2): Einführend wird das Konstrukt des Alters aus verschiedenen Perspektiven betrachtet, am nachfolgend einen konzeptuellen Vergleich von ‚gesund‘ und ‚pathologisch‘ am Beispiel der AD ziehen zu können. Bei einer solchen Gegenüberstellung ergeben sich grundsätzlich viele Fragen, deren Klärung für den weiteren Verlauf der Arbeit relevant sind: Was genau macht einen gesunden Alterungsprozess aus? Woran liegt es, dass einige Menschen bis ins hohe Alter kognitiv gesund bleiben? Gibt es Schutz- und Risikofaktoren, die Einfluss auf den (kognitiven) Alterungsprozess nehmen? Diese sowie weitere Fragen gilt es, in dem vorliegenden Teil der Arbeit aufzugreifen. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass bei der Beantwortung eine konzeptuelle Perspektive eingenommen wird, d.h., dass verschiedene Theorien, Konzepte und Kriterien herangezogen werden, die in der medizinischen Praxis sowie im aktuellen theoretischen Diskurs mehrheitlich Vertretung finden.

Ein Fazit am Ende des Kapitels wirft einen kritischen Blick auf den aktuellen Wissensstand zu den drei Begrifflichkeiten und die Schnittstelle zwischen Sprache und Kognition im Alter (Kapitel 3.2).

2.1 Zum Zusammenhang von Sprache und Kognition

Was genau die Verbindung zwischen dem Menschen und Sprache ausmacht, ist eine alte Fragestellung und stellt eine anhaltende, disziplinübergreifende Debatte in der Wissenschaft dar. Aus der Linguistik ist insbesondere der Ansatz der Universalgrammatik von Noam Chomsky (1980) bekannt, in welchem davon ausgegangen wird, dass der Mensch mit einer speziellen genetischen Ausstattung für Sprache geboren wird. Vertreter aus der Kognitionspsychologie sind hingegen der Meinung, dass „die

Besonderheit in den menschlichen intellektuellen Fähigkeiten“ (Anderson 2007: 427) des Menschen liegt, durch welche er dazu in der Lage ist, mit Sprache zu kommunizieren.

Ein besonderes Forschungsinteresse innerhalb dieses Diskurses gilt der Beziehung zwischen Sprache und Kognition. Unter dem Begriff Kognition werden grundsätzlich all jene Prozesse und Strukturen verstanden, die der Mensch bei der Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung von Informationen benötigt. Dazu zählen u.a. Wahrnehmung, Gedächtnis und Problemlösefertigkeiten (vgl. Hänsel et al. 2016: 24). Es lassen sich gegenwärtig drei Standpunkte ausmachen, die innerhalb dieser Forschungsdebatte vertreten sind:

- (1) Sprache hängt von den allgemeinen kognitiven Fähigkeiten des Menschen ab. Diese Annahme wurde bereits in der antiken griechischen Philosophie vor über 2300 Jahren von Platon und Aristoteles vertreten. Sie stützt sich im Wesentlichen auf die Argumente, dass der Mensch sowohl in der Ontogenese als auch in der Phylogenese wesentlich früher die Fähigkeit des Denkens entwickelt hat als die Fähigkeit des Sprechens (vgl. Elberfeld 2012: 19).
- (2) Sprache beeinflusst die Art und Weise, wie jemand denkt oder die Welt wahrnimmt. Bereits Wilhelm von Humboldt positionierte sich Anfang des 19. Jahrhunderts diesbezüglich. Er bezeichnete Sprache als „bildendes Organ des Gedankens“ (von Humboldt 1820: 24) und begründete damit die klare Position, dass Sprache einen maßgeblichen Einfluss auf die Kognition habe. Dieser Standpunkt findet sich auch in der Theorie des linguistischen Relativismus sowie der sogenannten Sapir-Whorf-Hypothese wieder, welche vornehmlich mit dem Ethnologe Franz Boas (1858-1942) sowie dem Linguisten Edward Sapir (1884-1939) und seinem Schüler Benjamin Lee Whorf (1897-1941) in Verbindung gebracht werden. Ihnen gemein ist die Annahme, dass „bestimmte sprachstrukturelle Merkmale einer Sprache eine entscheidende Auswirkung auf die Wahrnehmung der Außenwelt und so auf deren sprachliche Beschreibung haben“ (Mertins 2018: 10).
- (3) Sprache und Denken sind voneinander unabhängig. Diese Position findet sich u.a. in den Arbeiten von Chomsky wieder. Die sogenannte Modularität (1980) geht davon aus, dass Sprache eine separate Komponente bildet, die unabhängig von der Kognition arbeitet. Als Beleg für diese These werden beispielsweise Personen mit Erkrankungen gesehen, bei denen die allgemeine Kognition gestört ist, jedoch keine die Sprachverarbeitung betreffenden Einschränkungen auftreten.

Die nunmehr sehr alte Fragestellung konnte in den vergangenen Jahren insbesondere durch die Anwendung neuer, experimenteller Methoden der Psycholinguistik neu aufgenommen und empirisch untersucht werden (vgl. Mertins 2018: 3). Seitdem wurden zahlreiche Forschungen durchgeführt, die in den verschiedensten Bereichen der Kognition einen Einfluss von Sprache belegen konnten: z.B. auf die Wahrnehmung von Raum (vgl. Levinson et al. 2002), Zahlen (vgl. Gordon 2004) und Bewegungsereignisse (vgl. von Stutterheim et al. 2012). Die Wahrnehmung, Kategorisierung, Versprachlichung und Erinnerung der Umwelt ist demnach nicht universell, wie lange Zeit

angenommen wurde, sondern abhängig davon, welche Sprache ein Mensch spricht bzw. genauer gesagt welche grammatikalisierten Kategorien dieser Sprache zugrunde liegen (vgl. Mertins 2018: 9 f.).

Ein psycholinguistisches Modell, welches die der Sprachproduktion zugrundeliegenden kognitiven Prozesse abbildet und daher im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit von Relevanz ist, ist das Sprachproduktionsmodell von Willem J. M. Levelt (1989). Dieses bezieht sich auf den modularen Produktionsprozess gesunder Sprecher und scheint daher eine geeignete Grundlage zu sein, um abweichende Abbauerscheinungen der Sprachproduktion bei AD darzustellen. Diesem Modell zufolge sind drei Prozesskomponenten in der Sprachproduktion involviert: Der *Conceptualizer* dient dazu, eine präverbale Nachricht herzustellen, bei welcher der Inhalt festgelegt wird. Dafür sind pragmatische Aspekte, wie z.B. der sprachliche Kontext oder das Weltwissen, von Bedeutung. Es handelt sich dabei demnach um eine Art pragmatisch-konzeptuelle Verarbeitungsstufe (vgl. Levelt 1989: 9 f.). Die dort festgelegte präverbale Nachricht wird dann zu der nächsten Prozesskomponente weitergeleitet, dem *Formulator*. Hier wird die konzeptuelle Struktur, sprich der Inhalt, in eine entsprechende sprachliche Struktur übertragen. Bei dieser ist die grammatische sowie die phonologische Enkodierung für die spezifische Umwandlung relevant. Dabei wird auf Repräsentationen im mentalen Lexikon, also auf das gesamte sprachliche Wissen wie Grammatik und Wortschatz, zurückgegriffen (vgl. Levelt 1989: 11 f.). Die dort exakt formulierte syntaktisch-phonologische Struktur wird im nächsten Prozessabschnitt, dem *Articulator*, schließlich motorisch umgesetzt und durch eine konkrete Äußerung wiedergegeben (vgl. Levelt 1989: 12 f.). Abbildung 01 stellt das Model grafisch dar.

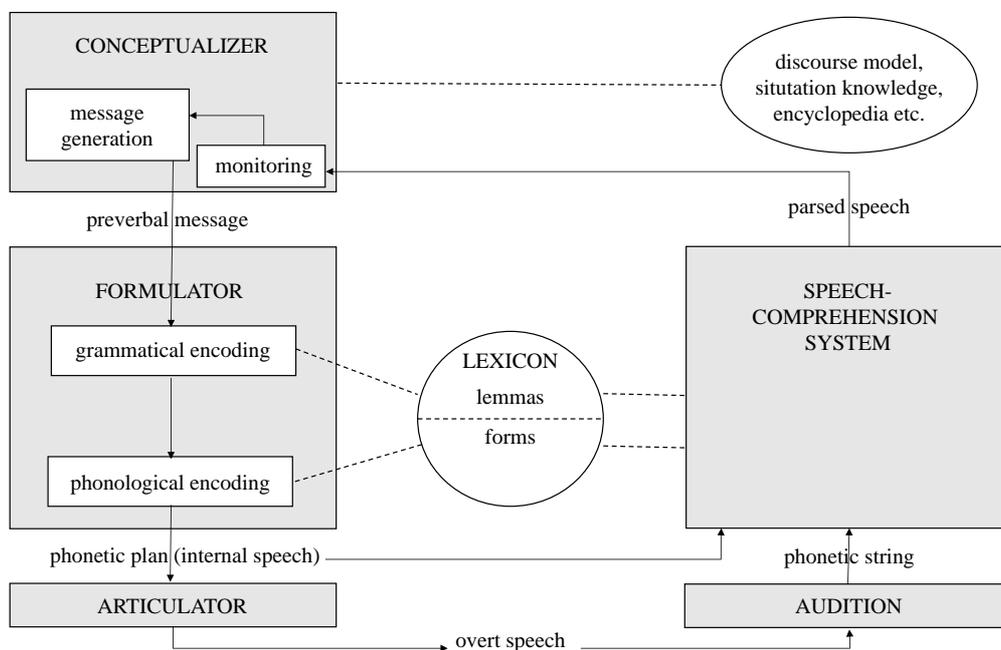


Abbildung 01: Sprachproduktionsmodell nach Levelt (vgl. 1989: 9)

Zusätzlich übernimmt das sogenannte *Self-Monitoring* in der Sprachverarbeitung eine wesentliche Funktion, da durch dieses die eigenen Äußerungen überwacht und gegebenenfalls adaptiert werden können. Da Sprechen i.d.R. eine intentionale Aktivität darstellt, lässt sich festhalten, dass die kognitive

Verarbeitung nicht auf komplett automatisierten Prozessen basieren kann. Stattdessen bedarf die in dem *Conceptualizer* präverbalisierte Äußerung sowie der Prozess des *Monitorings* einer hohen exekutiven Kontrolle. Dabei stellt das Arbeitsgedächtnis eine limitierte Ressource dar; ein Umstand, der wiederum sprachproduktionsbezogene Störungen gesunder sowie pathologischer Sprechergruppen erklärt (vgl. Levelt 1989: 20). Die Untersuchung von pathologischen Gruppen, bei denen im progressiven Krankheitsverlauf sowohl Sprache als auch weitere Kognitionsbereiche betroffen sind, kann daher wichtige Erkenntnisse liefern, um ein tieferes Verständnis dieses Zusammenhangs zu gewinnen: „The inner workings of a highly complex system are often revealed by the way in which the system breaks down [...] (Dell 1986: 284). Zudem lassen sich andersherum Sprache und kognitive Leistungen bei Erkrankten als wichtige Indikatoren nutzen, um den Krankheitsprozess sowie die damit einhergehenden Veränderungen abzubilden.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Untersuchung visuell-räumlicher Wahrnehmung und Sprachproduktion zwei Zugänge sind, von denen auf die dahinterliegenden kognitiven Verarbeitungsprozesse geschlossen werden kann. Der Vergleich zwischen gesunden und pathologischen Probanden bildet dabei ein Kontinuum ab, durch welches entsprechende Abweichungen in den kognitiven Leistungen sichtbar gemacht werden können.

2.2 Der Begriff des Alter(n)s

Die Entwicklungsstufe des hohen Alters ist eine mögliche, jedoch keine notwendige Lebensphase des Menschen. Dennoch nimmt sie einen immer wichtigeren Stellenwert in Gesellschaft, Politik und Forschung ein, da sich in Deutschland gleichzeitig eine rückläufige Geburtenrate und kontinuierliche Steigerung der durchschnittlichen Lebenserwartung abzeichnet (vgl. Scholz 2011: 23). Diese beiden Entwicklungen führen dazu, dass im Jahre 2060 die Altersgruppe von über 65-Jährigen ca. ein Drittel der Bevölkerung ausmachen wird (vgl. Statistisches Bundesamt 2015: online). Dem Faktor Alter wird somit in vielen sowohl alltäglichen als auch wissenschaftlichen Belangen des Lebens eine enorme Bedeutung zugeschrieben. Dabei ist jedoch zu klären, was genau das Konzept des Alter(n)s eigentlich ausmacht. Die umgangssprachliche Thematisierung des Alters bezieht sich dabei zumeist auf die Anzahl der Lebensjahre, die eine Person durchlaufen hat (chronologisches Alter). Der Alterungsprozess stellt diesem Verständnis zufolge einen natürlichen Verlauf dar, der die zunehmende Anzahl an Lebensjahren und die damit einhergehenden Veränderungen abbildet. Beispiele für den Einfluss des Alters auf unsere (Lern-)Fähigkeiten finden sich in zahlreichen Sprichwörtern, wie z.B.: „Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr“ oder „alte Bäume lassen sich nicht biegen“.

Das wissenschaftliche Verständnis dieser Begrifflichkeiten ist hingegen weitaus umfassender. Neben dem chronologischen Alter gibt es weitere, je nach Disziplin spezifizierte Definitionen von Alter: Das psychologische Alter, das neuro-biologische Alter, das kognitive Alter sowie das psychosoziale Alter (vgl. Mahr 2016: 218). Innerhalb zahlreicher Forschungsdisziplinen wird der Einfluss dieser Variablen auf unterschiedliche Bereiche und Fähigkeiten untersucht. Die wissenschaftlichen Begriffe

des Alterns lassen sich trotz der unterschiedlichen Definitionen auf eine gemeinsame Minimalbedeutung zurückführen: Das Alter bezeichnet dabei den mindestens „letzten möglichen Lebensabschnitt, der durch Abnahme oder Verlust von Fähigkeiten [...] gekennzeichnet ist“ (Mahr 2016: 223). Aus dieser Auffassung ergibt sich jedoch gleichermaßen die Frage, wie der letzte mögliche Lebensabschnitt überhaupt von den anderen Phasen des Lebens abgegrenzt werden kann. Es verdeutlicht sich die Problematik einer unscharfen Grenze des Alterns (vgl. Mahr 2016: 224). Alter kann folglich nicht nominal gedacht oder behandelt werden: Es gibt nicht „die Alten“ oder „die Jungen“. Stattdessen handelt es sich dabei um ein relatives Konstrukt, welches „ordinal organisiert ist“ (Saake 2002: 11).

2.2.1 Gesundes kognitives Altern

Die kognitive Altersforschung befasst sich mit altersbezogenen Veränderungen im Wahrnehmen, Denken und Handeln, welche durch die Verknüpfung neuronaler und kognitiver Mechanismen erklärt werden (vgl. Lindenberger 2008: 72). Auf neuronaler Ebene ist zunächst zu betonen, dass strukturelle Veränderungen des Gehirns ein Leben lang auftreten: Auf der einen Seite zeigt sich bereits im frühen Erwachsenenalter ein Nachlassen der dopaminergen Neuromodulation, welche als eines der wichtigsten Kennzeichen des kognitiven Alterungsprozesses bezeichnet wird. Auf der anderen Seite ist auch im hohen Alter die Bildung neuer Nervenzellen (die sogenannte adulte Neurogenese) sowie neuer Synapsen (Synaptogenese) nachweisbar (vgl. Kempermann 2008: 47). Ein Gleichsetzen von Seneszenz, also dem degenerativen Prozess des Alters, und Altern selbst wäre demnach schlichtweg falsch. Stattdessen ist das Gehirn innerhalb der Lebensspanne eines Menschen einem kontinuierlichen Entwicklungsprozess unterworfen, welcher auch im hohen Alter keinen Stillstand findet. Es lassen sich, trotz Berücksichtigung dieser Erkenntnis sowie der interindividuellen Varianz, drei neuronale Prozesse benennen, die für die altersbedingte Reifung des Gehirns als wesentlich gesehen werden:

- (1) Quantitative Verschiebung von grauer zu weißer Substanz;
- (2) vermehrte Ausbildung von Verbindungsstellen zwischen Synapsen;
- (3) langsame Reduktion der Gesamtzahl von Hirnzellen, was wiederum mit einer Reduktion des Gesamtvolumens einhergeht (vgl. Streffer 2011: 77).

Neuronal gesehen unterscheiden sich ein gesunder und pathologischer Alterungsprozess folglich darin, dass die neuronalen Veränderungen bei AD (im Gegensatz zum gesunden Altern) musterhaft und rein degenerativ verlaufen (siehe Kapitel 2.2.2.5.2). Es gibt demnach weniger Varianz innerhalb des krankheitsbedingten Abbaus neuronaler Strukturen, als es im gesunden Alterungsprozess der Fall ist. Im pathologischen Verlauf sind spezifische Hirnareale (z.B. der Hippocampus) betroffen, die rein altersbedingt nur in sehr eingeschränktem Maße einen solchen Abbau aufweisen (vgl. Reischies/Lindenberger 2010: 383).

Auf kognitiver Ebene scheint sich nur schwer eine klare Trennlinie zwischen einem „normalen“ und pathologischen Alterungsprozess ziehen zu lassen, da die Hochaltrigkeitsforschung besondere

methodologische Herausforderungen mit sich bringt (vgl. Schumacher/Martin 2011: 141 ff.). So stellen beispielsweise Kohorteneffekte¹ in einer generationsübergreifenden Langzeituntersuchung mit hochaltrigen Menschen einen Einfluss dar, der mitberücksichtigt werden muss (vgl. Reischies/Lindenberger 2010: 396).

Ein Konzept, welches in der aktuellen kognitiven Alterungsforschung besonders viel Aufmerksamkeit erfährt, ist die kognitive Plastizität bzw. Gehirnplastizität, also die Veränderbarkeit kognitiver Entwicklungsverläufe (vgl. Lindenberger 2008: 74). Dieses Konzept meint

„die Fähigkeit des Gehirns, interne Strukturen und Verbindungen zu reorganisieren. Dies führt dazu, dass das Gehirn [...] in der Lage ist, sich einerseits mit Lernprozessen zu verändern und andererseits Schädigungen zu kompensieren“ (Sattler 2011: 36).

Die Plastizität des Gehirns stellt demnach eine grundlegende Bedingung dafür dar, dass Menschen ihr Leben lang lernen können. Bei Betrachtung der vielzähligen Studien, die kognitive Plastizität im Alter untersuchen, ergibt sich ein durchwachsenes Bild: Zum einen zeigt sich, dass geistig gesunde ältere Menschen durchaus kognitiv von Trainingseinheiten profitieren können. Zum anderen muss dabei jedoch berücksichtigt werden, dass es dabei nicht zu einer generellen Verbesserung jener Fähigkeiten kommt, denen die Trainingsaufgabe zugehörig ist, sondern lediglich zu einer aufgabenspezifischen Leistungsverbesserung (vgl. Lindenberger 2008: 74).

Als „Grenzen“ kognitiver Leistungsfähigkeit konnte bislang eine lineare Abnahme der Leistungsfähigkeit mit dem Alter in den Fähigkeitsbereichen Denkfähigkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Gedächtnis, Wissen und Wortflüssigkeit bei Älteren ab 70 Jahren festgesellt werden. Diese negative Korrelation ist in fluiden² Intelligenzbereichen (z.B. Gedächtnis) jedoch stärker ausgeprägt als in „wissensbasierten pragmatisch-kristallinen“ (Reischies/Lindenberger 2010: 375) Bereichen. Mögliche „Potentiale“ einer hohen kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter stehen im Zusammenhang mit sozial-strukturell-biographischen (z.B. Bildung), behavioralen (z.B. Größe des sozialen Netzwerks), medizinisch-biologischen (z.B. Anzahl der Diagnosen, Sehschärfe) und psychologischen (z.B. positive emotionale Befindlichkeit) Faktoren. Dabei scheinen medizinisch-biologische Indikatoren einen größeren Vorhersagewert bei der Erklärung interindividuelle Leistungsunterschiede im hohen Alter zu besitzen als sozialstrukturell-biographische (vgl. Reischies/Lindenberger 2010: 375).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die kognitive Leistungsfähigkeit im Alter immer ein Ergebnis von dem Zusammenspiel vieler Faktoren ist. Nicht das chronologische Alter ist somit per se entscheidend, wie stark der individuelle Leistungsabbau ausgeprägt ist, sondern die soziokulturellen, psychischen, sozioökonomischen und biologischen Bedingungen, denen man sein Lebtag ausgesetzt

¹Als Kohorteneffekte werden Unterschiede (z.B. auf die Verteilung von Intelligenz) zwischen früher und später geborenen Bevölkerungsgruppen (Kohorten) bezeichnet. Als mögliche Gründe wird eine Reihe von tiefgehenden Veränderungen in umweltbezogenen, sozialen, medizinischen und den Lebensstil betreffenden Faktoren diskutiert (vgl. Luck et al. 2018: 124).

²Die Theorie der fluiden und kristallinen Intelligenz nach Cattell (1971) unterscheidet in die weitestgehend wissensunabhängigen Fähigkeiten (fluide Intelligenz) und die wissensabhängigen Fähigkeiten (kristalline Intelligenz) (Reischies/Lindenberger 2010: 375).

war (vgl. Prang 2015: 5). Daraus ergibt sich – und dies zeigt auch die Vielzahl an Studien – dass die gesunde Kognition im Alter individuell geprägt ist und eine Normalverteilung aufweist, was bei Erkrankten nicht der Fall ist (vgl. Prang 2015: 5). Gesundes und pathologisches Altern lassen sich somit weniger als zwei kategoriale Ausprägungen verstehen, sondern eher als eine Art Kontinuum, dessen Übergang fließend, vielschichtig und multifaktoriell ist. Zudem lässt sich der Erhalt der Lernfähigkeit als ein qualitativer Unterschied zwischen dem gesunden kognitiven und dem pathologischen Alterungsprozess bezeichnen (vgl. Reischies/Lindenberger 2010: 392 ff.).

2.2.1.1 Das Konzept der kognitiven Reserve

Ein Konzept, welchem hinsichtlich der Abgrenzung des gesunden vom pathologischen Altern eine besondere Bedeutung zukommt, ist das der kognitiven Reserve: Dies meint das „Potenzial des Gehirns, Schädigungen, wie sie etwa bei chronischen Hirnerkrankungen (z.B. Alzheimer-Demenz) auftreten, bis zu einem gewissen Grad kompensieren zu können“ (Sattler/Schröder 2014: 121). Dabei wird davon ausgegangen, dass pathologische Veränderungen umso länger kompensiert werden können, desto ausgeprägter das vorhandene Ausmaß der kognitiven Reserve eines Erkrankten ist.

Zurückzuführen ist diese Annahme auf eine post mortem durchgeführte Studie von Katzmann et al. (1988), in welcher 137 ehemalige Bewohner³ eines Pflegeheims untersucht wurden. Die Ergebnisse widerlegten erstmals die bis dato vertretene Hypothese, dass die neuropathologischen Korrelate der AD immer dieselben klinischen Symptomen bei den Betroffenen hervorrufen würden. Bei zehn Probanden konnte eine eindeutige Neuropathologie der AD nachgewiesen werden, obwohl für keinen von ihnen zuvor symptomatische Auffälligkeiten bekannt gewesen wären. Die Studie verwies das erste Mal darauf, dass anatomische Faktoren, wie neuronale Dichte und Gehirngröße, einen Einfluss darauf zu haben scheinen, ab wann sich die pathologischen Veränderungen des Gehirns im Verhalten der Erkrankten deutlich machen (vgl. Katzmann et al. 1988: 143 f.).

Die Forschungsgruppe um Baltes führte den Begriff der kognitiven Reserve erstmalig 1992 in einer Publikation ein (vgl. Baltes et al. 1992). In dieser wurde von einer Studie berichtet, die untersucht hatte, inwieweit ältere Personen von einem kognitiven Training profitieren. Das Ergebnis der Studie zeigte, dass kognitiv Gesunde einen deutlich stärkeren Profit von dem Programm zeigten als Probanden mit einem „erhöhten Demenzrisiko“ im vergleichbaren Altersdurchschnitt (vgl. Baltes et al. 1992: 166). Laut Autoren sprach das Ergebnis für eine erhöhte kognitive Reservekapazität und Plastizität bei der gesunden Probandengruppe. Es wurden jedoch keine weiteren Informationen zu dem sozioökonomischen Status der Probanden im Artikel gegeben, was darauf hinweist, dass dieser Faktor nicht kontrolliert wurde.

Seit jeher wurden verschiedene Theorien zur kognitiven Reserve aufgestellt. Diese lassen sich grundsätzlich in Modelle mit einem aktiven und passiven Kompensationsverständnis einteilen.

³Die vornehmliche Verwendung der männlichen Form steht im Rahmen dieser Arbeit stellvertretend für beide Geschlechter und dient ausschließlich einer besseren Lesbarkeit; Dieser Entscheidung liegt keine aberkennende oder diskriminierende Absicht weiblicher Personen zugrunde.

Die sogenannte *brain reserve theory* von Katzmann (1993) beispielsweise wird eher den passiven Modellen zugeschrieben. Die Theorie vertritt die Annahme, dass sich Gehirne per se anatomisch, z.B. in dem Volumen und der Anzahl an Neuronen, voneinander unterscheiden. Laut Katzmann gibt es daher einen anatomisch festgelegten Schwellenwert, bis zu welchem die Kompensation einer Atrophie möglich sei. Das Auftreten von klinischen Symptomen erfolge immer erst dann, wenn dieser Schwellenwert bei dem Erkrankten übertreten wurde (vgl. Katzmann 1993: 19). Katzmanns Theorie wird auch als Theorie der zerebralen Reserve des Gehirns bezeichnet, da sie das Kompensationsvermögen vornehmlich auf anatomische, quantitativ messbare Ursachen zurückführt.

Ein Modell, welches hingegen von einem aktiven Kompensationsverständnis ausgeht, ist die sogenannte *cognitive reserve theory* von Stern (2002). Die Grundannahme dieser Theorie ist die Fähigkeit des Gehirns, aktiv auf Schädigungen zu reagieren, indem es versucht, diese durch innovative Kompensationsstrategien auszugleichen. Dabei bestehen bereits interindividuelle Unterschiede in der sogenannten neuronalen Reserve, welche sich z.B. hinsichtlich der Faktoren Effizienz, Flexibilität und Kapazität äußern (vgl. Stern 2002: 456 f.). Eine Schädigung des Gehirns kann entsprechend bei Menschen, die insgesamt über eine höhere neuronale Reserve verfügen, effektiver bewältigt werden (vgl. Stern 2012: 1010). Im Falle einer nichtausreichenden neuronalen Reserve ist die neuronale Kompensation besonders bedeutsam. Bei dieser kann eine entstandene Hirnschädigung von alternativen Netzwerken kompensiert werden. Auch in diesem Bereich kommt es nach Stern zu erheblichen individuellen Unterschieden, welche sich z.B. durch Bildung erklären lassen (vgl. Stern 2012: 1010).

Die theoretische Trennung von aktiver und passiver Kompensation des Gehirns erscheint nur bedingt sinnvoll. Stattdessen ist von einer untrennbaren Wechselwirkung der anatomischen, neuronalen und kognitiven Gegebenheiten auszugehen. Dabei würde sich der entsprechende Schwellenwert, ab welchem sich eine Schädigung nicht mehr kompensieren ließe, als ein individuelles Maß im Zusammenspiel vielfältiger Variablen ergeben: So scheint es plausibel, dass neben der anatomischen Anlage auch multifaktorielle Einflüsse der Umwelt, wie beispielsweise Expertise und Bildung, einen Einfluss auf die Plastizität des Gehirns haben.

2.2.2 Pathologisches kognitives Altern: Demenz

Das pathologische kognitive Altern definiert sich durch klar messbare Einschränkungen in verschiedenen Fähigkeitsbereichen, die auf neurologische und/oder körperliche Veränderungen einer bestimmten Krankheit zurückgehen. Die Alzheimer-Krankheit stellt eine solche Erkrankung dar, deren wesentlichstes Merkmal die Demenz ist.

Die nachfolgenden Abschnitte widmen sich einer ausführlichen Betrachtung des Demenz-Syndroms. Dazu wird dieses einleiten hinsichtlich der wichtigsten Symptome dargestellt (Kapitel 2.2.2.1), bevor danach ein grober historischer Abriss zum Aufkommen der Demenz-Bezeichnung gegeben wird (Kapitel 2.2.2.2). Anschließend wird das Syndrom hinsichtlich der unterschiedlichen Demenz-Formen vorgestellt (Kapitel 2.2.2.3) und die jeweiligen epidemiologischen Zahlen werden

zusammengetragen (Kapitel 2.2.2.4). Ein vertiefendes Unterkapitel zur häufigsten Demenzform thematisiert die Alzheimer-Demenz (Kapitel 2.2.2.5).

2.2.2.1 Das Demenz-Syndrom

Prinzipiell meint das Demenz-Syndrom ein musterhaftes Auftreten von bestimmten Symptomen, die sich in der Einschränkung höherer kognitiver Funktionen, wie z.B. Sprache und Gedächtnis, äußern und über die Altersnorm hinausgehen (vgl. Kastner/Löbach 2014: 9). Die mit einer Demenz einhergehenden Symptome sind vielfältig und lassen sich in insgesamt fünf Hauptgruppen zusammenfassen:

(1) Kognitive Symptome:

Ein wesentliches Kennzeichen demenzieller Erkrankungen ist die progressive Verschlechterung kognitiver Prozesse. Je nachdem, welche Art der Demenz vorliegt und welche neuronalen Areale vornehmlich betroffen sind, treten die Symptome in einigen Kognitionsbereichen stärker auf als in anderen. Neben dem Abbau der Gedächtnisleistung und Merkfähigkeit sowie vermehrten Wortfindungs- und Orientierungsstörungen sind vor allem auch Aufmerksamkeit und Konzentration immer mehr eingeschränkt. Auch praktische Fähigkeiten und exekutive Funktionen stellen betroffene Kognitionsbereiche bei Demenzerkrankten dar (vgl. Lléo/Blesa 2017: 28).

(2) Psychische Störungen und Verhaltensänderung:

Dieser Hauptgruppe kommt in erster Linie für die Versorgung und Pflege der Erkrankten eine tragende Bedeutung zu. In der entsprechenden Fachliteratur wird dieser Symptomkomplex mit dem Begriff BPSD (Abkürzung für *behavioral and psychological symptoms of dementia*) bezeichnet. Darunter fallen diverse Muster des sogenannten „herausforderndes Verhalten[s]“, welches sich z.B. durch Wandern und Unruhe in der Nacht oder in Verhaltensstörungen äußert (Kastner/Löbach 2014: 12 f.).

(3) Psychische Symptome:

Im Gegensatz zu den kognitiven Symptomen liegt bei den psychischen Symptomen kein zwangsläufiges Verstärken mit Fortschreiten der Krankheit vor. Stattdessen können sich diese über längere Phasen äußern, dann wieder zurückbilden oder auch stark verändert auftreten. Eine besondere Schwierigkeit besteht darin, eine Abgrenzung von anderen möglichen psychischen Erkrankungen vorzunehmen (vgl. Kastner/Löbach 2014: 13 f.). Demenzerkrankte leiden im Laufe ihrer Erkrankung sehr häufig an Stimmungsschwankungen, Angstzuständen, Frustrationen, depressiven Phasen, aber auch Wahrnehmungsstörungen (Kastner/Löbach 2014: 14 f.).

(4) Verhaltensänderung:

Verhaltensänderungen können als „normale verstehbare Reaktionen aufgrund demenzspezifischer Veränderungen“ (Kastner/Löbach 2014: 16 ff.) auftreten und sind demnach nicht immer als primäres Demenzsymptom zu deuten. So kann beispielsweise ein aggressives Verhalten im fortgeschrittenen Krankheitsstadium auch ein Zeichen von Hilflosigkeit und Widerwillen sein, welcher nicht anders ausgedrückt zu werden weiß. Die am häufigsten beobachteten Verhaltensänderungen umfassen das

Umherlaufen, Unruhezustände, Rufen und Schreien, Sammeln und Verstecken, Auflösen von sexuellen Hemmungen sowie Aggressivität (vgl. Kastner/Löbach 2014: 16 ff.).

(5) Körperliche Symptome:

Je nach Demenzart kann es bereits im frühen oder erst im fortgeschrittenen Krankheitsverlauf zu körperlichen Symptomen bei den Erkrankten kommen. Allen Demenzformen gemein ist jedoch, dass es früher oder später zu spezifischen körperlichen Einschränkungen kommt. Zu den häufigsten körperlichen Symptomen von Demenzen gehören ein verschlechtertes Immunsystem, die Einschränkung der Mobilität, eine Veränderung des Schluckaktes, Inkontinenz sowie ein vermindertes Durst- und Hungerempfinden (vgl. Kastner/Löbach 2014: 18 ff.).

Die Ursachen der auftretenden Demenzsymptome sind dabei keineswegs rein organisch bedingt. Stattdessen spielen „wie bei keiner anderen Erkrankung [...] biografische, psychische, genetische, soziale und individuelle Faktoren eine wichtige Rolle“ (Kastner/Löbach 2014: 10 f.).

2.2.2.2 Historische Entwicklung des Demenzbegriffs

Der Ursprung des Begriffs leitet sich aus dem Lateinischen ab und lässt sich mit „ohne Verstand“ bzw. „ohne Geist“ übersetzen: de- (ohne) mentia (Geist) (vgl. Borenstein/Mortimer 2016: 8). Dieser Begriff wurde bereits 25 v. Chr. geprägt, referierte zu jener Zeit jedoch noch nicht auf das heutige Verständnis. Stellvertretend für eine chronisch verlaufende Krankheit wurde dieser erstmalig im Jahre 1797 durch den französischen Psychiater Philippe Pinel verwendet. Ab dem 18. Jahrhundert tauchte das Wort vermehrt in der Umgangssprache und Juristensprache auf und stand stellvertretend für jegliche Art geistiger Störungen (vgl. Kastner/Löbach 2014: 1).

Das medizinische Verständnis verengte sich ab dem 19. Jahrhundert auf einen durch chronische Hirnkrankheiten initiierten psychischen Abbau. Zu dieser Zeit wurde auch erstmalig auf die senile Demenz verwiesen, welche nach damaligem Wissensstand altersbedingt psychische Einbußen mit sich brachte. Nach einer postmortalen Untersuchung berichtete der deutsche Arzt Alois Alzheimer 1907 erstmalig von neuropathologischen Veränderungen, die mit den zuvor beobachteten Verhaltensänderungen der Patienten in Verbindung gebracht wurden (vgl. Kastner/Löbach 2014: 1). Seit jeher ist das wissenschaftliche, medizinische sowie alltägliche Interesse an Demenz bedeutend gestiegen. Wegweisend für ein umfassendes medizinisches sowie diagnostisches Verständnis von Demenz sind zwei Manuale, deren Begriffsverständnis sowie Klassifikationen sich voneinander unterscheiden und im Folgenden skizziert werden:

(1) ICD-10:

Die Kodierung des deutschen Gesundheitssystems basiert auf den Kriterien der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (im Englischen *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*, kurz ICD), welche von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) herausgegeben wird. Dieses wurde 1900 erstmalig von der französischen Regierung publiziert und seitdem in regelmäßigen Abständen erweitert und überarbeitet.

In ihrer zehnten, weltweit anerkannten Auflage stellt sie das aktuell wichtigste Manual für medizinische Diagnosen dar (vgl. Jessen et al. 2017: 15). Die ICD-10 Definition von Demenz lautet wie folgt:

„Demenz (ICD-10-Code: F00-F03) ist ein Syndrom als Folge einer meist chronischen oder fortschreitenden Krankheit des Gehirns mit Störung vieler höherer kortikaler Funktionen, einschließlich Gedächtnis, Denken, Orientierung, Auffassung, Rechnen, Lernfähigkeit, Sprache, Sprechen und Urteilsvermögen im Sinne der Fähigkeit zur Entscheidung. Das Bewusstsein ist nicht getrübt“ (Jessen et al. 2017: 14).

Die Symptome einer Demenz müssen für eine Diagnose seit mindestens sechs Monaten bestehen und ohne eine körperlich bedingte Einschränkung der Sinne einhergehen. Zusätzlich zu den grundlegenden Kriterien gibt es forschungsbasierte Kriteriensätze, die die krankheitsspezifischen Symptome detaillierter beschreiben (vgl. Jessen et al. 2017: 15).

(2) DSM-5:

Zur Klassifikation psychischer Erkrankungen gibt es (neben dem fünften Kapitel im ICD-10) ein Klassifikationssystem aus den USA, welches 1952 erstmalig von der Amerikanischen Psychiatrischen Assoziation (APA) herausgegeben wurde. Aktuell liegt die fünfte Edition des Diagnostischen und Statistischen Manuals (im Englischen *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, kurz DSM) vor. In diesem wird der Begriff Demenz nicht mehr explizit aufgegriffen, sondern in der umfassenden Kategorie der „neurokognitiven Störungen“ bzw. im Englischen *neurocognitive disorders* (NCD) klassifiziert. Diese unterteilen sich neben dem Delir zum einen in die Majore NCD, zum anderen in die Minore NCD (vgl. Maier/Barnikol 2014: 565). Der Begriff der Minoren NCD referiert dabei auf die vorläufige Phase der Demenz, die auch unter der Bezeichnung der leichten kognitiven Beeinträchtigung (LKB, im Englischen *mild cognitive impairment*, kurz MCI) bekannt ist. Die kognitiven Funktionen korrelieren dabei negativ mit dem Fortschreiten der Erkrankung (vgl. Albert 2018: 5). Abbildung 02 veranschaulicht diesen Zusammenhang.

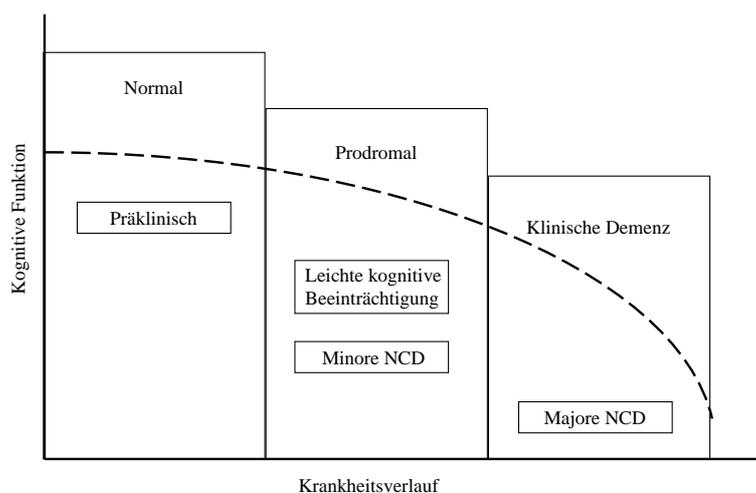


Abbildung 02: Fortschritt der Demenzerkrankung (vgl. Albert 2018: 5)

Trotz der bestehenden Definitionen dieser beiden Manuale liegt noch immer kein Konsens bezüglich des Demenz-Begriffs vor. Die zahlreichen wissenschaftlichen sowie auch populärwissenschaftlichen Publikationen innerhalb der letzten Jahrzehnte haben dazu geführt, dass z.T. ein sehr unterschiedliches

terminologisches Verständnis in verschiedenen Disziplinen und Lebensbereichen vorliegt (vgl. Albert 2018: 4).

2.2.2.3 Formen der Demenz

Das Auftreten einer Demenz kann durch verschiedene Gegebenheiten bedingt sein. Grundsätzlich ist zwischen der Entstehungsart einer Demenz zu unterscheiden: Primäre Demenzen treten als Syndrom einer zugrundeliegenden Erkrankung auf, die das Gehirn unmittelbar betrifft, während sekundäre Demenzen auf Erkrankungen oder Verletzungen zurückgehen, von denen das Gehirn mittelbar betroffen ist (vgl. Kurz et al. 2018: 6). Die primären Demenzformen werden zudem in die degenerativen und nicht-degenerativen Demenzformen unterschieden, wobei letztere häufig nicht zu den eigentlichen Demenzerkrankungen gezählt werden, da ihnen, obwohl sie alle anderen Kriterien des Demenzsyndroms erfüllen, das Merkmal der Progredienz (fortschreitende Verschlimmerung) fehlt (vgl. Kastner/Löbach 2014: 9).

Zu den degenerativen Demenzen gehören die Alzheimer-Krankheit, Vaskuläre Demenz, Frontotemporale Demenz, Lewy-Körperchen-Demenz und Demenz bei Morbus Parkinson, welche insgesamt etwa 80% aller Demenzerkrankungen ausmachen, sowie seltenere Unterformen wie die Demenz bei Chorea Huntington oder die Creutzfeld-Jacob-Erkrankung (vgl. Kurz et al. 2018: 7).

Nicht-degenerative Demenzen sind hingegen durch eine einmalige Schädigung des Gehirns verursacht und unterliegen demnach keinem kontinuierlichen Abbauprozess. Ursachen für diese Art der Demenz sind beispielsweise Hirntumore, Schädel-Hirn-Traumata oder Gefäßentzündungen. Bei rechtzeitiger Erkennung der vorliegenden Demenz kann dem Fortschreiten der Demenz entgegengewirkt werden, teilweise kann sogar eine Besserung bzw. gänzliche Heilung erzielt werden (vgl. Kastner/Löbach 2014: 36).

Sekundäre Demenzformen entstehen durch Erkrankungen oder Schädigungen, die primär außerhalb des Gehirns auftreten, und werden meist durch Medikamente, Alkohol oder Veränderungen des Stoffwechsels ausgelöst. Ursachen für die Demenzsymptome können beispielsweise eine Vergiftung (z.B. Wernicke-Korsakow-Syndrom), Psychische Erkrankungen (z.B. Demenzsyndrom bei Depressionen) oder Entzündungen sein (vgl. Kastner/Löbach 2014: 43 ff.). Abbildung 03 fasst die unterschiedlichen Demenzformen zusammen.

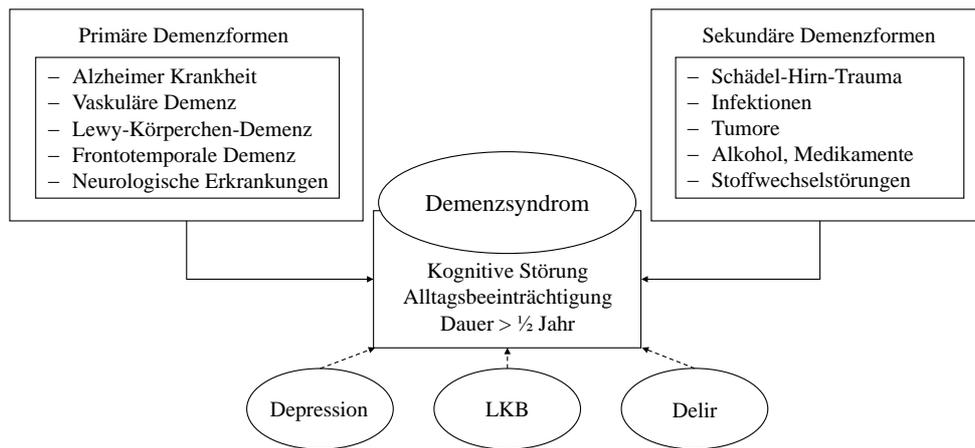


Abbildung 03: Einteilung des Demenzsyndroms (vgl. Kastner/Löbach 2014: 9)

Mit Hilfe einer umfassenden Diagnose wird zunächst das Vorliegen des Demenzsyndroms überprüft, um im Anschluss daran eine mögliche sekundäre Demenzform auszuschließen. Die genaue Bestimmung der Demenzform kann erst anhand von weiteren Differentialverfahren stattfinden.

2.2.2.4 Epidemiologische Kennzahlen: Prävalenz und Inzidenz

Unter der Prävalenz einer Erkrankung wird der Anteil der erkrankten Individuen innerhalb einer spezifischen Population verstanden. Die Angaben zu der Gesamtzahl an demenzerkrankten Menschen in Deutschland sind sehr variabel und reichen, je nachdem auf welche Informationsquelle man sich bezieht, von etwa 1,2 bis 1,7 Millionen Krankheitsfällen. Schätzungen der S3-Leitlinie zufolge liegt die Anzahl der Demenzerkrankten in Deutschland bei etwa 1,2 Millionen Menschen. Dabei ist tendenziell eher von einer Unterschätzung auszugehen, da für viele Fälle keine medizinischen Diagnosen vorliegen und Erhebungen aufgrund der Sensitivität nur bedingt möglich sind (vgl. Jessen et al. 2017: 31). Die Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. schätzt die Häufigkeit von Demenzerkrankungen mit rund 1,7 Millionen Fälle deutlich höher ein (vgl. Bickel 2018: 1). Im Vergleich erkranken Frauen häufiger als Männer, die Prävalenzrate ist zudem stark altersabhängig (vgl. Jessen et al. 2017: 31).

Von der Gesamtzahl der Demenzerkrankungen sind anhand der klinischen Symptome in etwa 50-70% der Alzheimer-Demenz zuzuordnen. Die zweithäufigste Demenzform mit ca. 15-25% der Erkrankten ist die vaskuläre Demenz (vgl. Jessen et al. 2017: 31). Eine Prävalenzrate zur frontotemporalen Demenz liegt für Deutschland nicht vor; nach Angaben der S3-Leitlinie sei bei ca. 20% der Demenzerkrankten unter 65 Jahren von einer frontotemporalen Demenz auszugehen (vgl. Jessen et al. 2017: 31). An Morbus Parkinson sind in Deutschland ca. 100.000 Menschen erkrankt. Von diesen leiden in etwa 20-40% an einer Demenz; dies macht somit in etwa einen Anteil von 1,7-3,3% der Gesamtzahl Demenzerkrankter aus (vgl. Jessen et al. 2017: 31). Der geschätzte Anteil jener Demenzerkrankten, die unter einer Lewy-Körperchen-Demenz leiden, reicht von 0-30,5% der Gesamtdemenzerkrankungen (vgl. Jessen et al. 2017: 31). Die Angaben zu der Häufigkeit der frontotemporalen Demenz, Demenz bei Morbus Parkinson sowie der Lewy-Körperchen-Demenz

unterscheiden sich demnach sehr und sind zusammenfassend nicht als verlässlich einzuschätzen (vgl. Jessen et al. 2017: 31).

Die Inzidenz gibt die Anzahl der Neuerkrankungen innerhalb eines Jahres an. Diese Angabe beruht z.T. wiederum auf den Angaben der Prävalenz und besitzt entsprechend eine geringere Zuverlässigkeit. Zahlen zu den Neuerkrankungen an Demenz in Deutschland liegen nur bedingt vor. Offizielle Angaben schwanken zwischen etwa 240.000 bis 300.000 (vgl. Bickel 2018: 3). Dabei wird immer nur von der Gesamtzahl an Neuerkrankungen ohne Spezifizierung zu den einzelnen ätiologischen Subformen ausgegangen, da die mangelnde Datenlage keine differenziertere Aussage zulässt (vgl. Jessen et al. 2017: 32). Das internationale Bündnis *Alzheimer's Disease International* (ADI) hat 2015 in dem „World Alzheimer Report“ altersspezifische Inzidenzraten für verschiedene Regionen der Welt veröffentlicht (vgl. Prince et al. 2015). Diese wurden anhand einer Meta-Analyse von Langzeitstudien der entsprechenden Länder ermittelt und zeigen ein weltweit erhöhtes Erkrankungsrisiko in Abhängigkeit des steigenden Alters. Demnach erkranken in Europa durchschnittlich nur 0,53% der 65-69-Jährigen pro Jahr, während das jährliche Neuerkrankungsrisiko bei den Hochaltrigen ab 90 Jahren bereits bei über 12% liegt (vgl. Bickel 2018: 3). Tabelle 01 stellt die mittleren Inzidenzraten pro Jahr für verschiedene Altersgruppen dar.

Tabelle 01:
Inzidenzraten nach Altersgruppen (vgl. Prince et al. 2015: 31)

Altersgruppe	Durchschnittliche Inzidenzrate pro Jahr
65-69	0,53 %
70-74	0,93 %
75-79	1,73 %
80-84	3,20 %
85-89	5,70 %
90 und älter	12,24 %
Mittlere Inzidenzrate ab 65	2,00 %

Insgesamt ist der Prognose der Deutschen Alzheimer Gesellschaft e.V. zufolge mit insgesamt über 3 Millionen Demenzerkrankten bis zum Jahr 2050 zu rechnen. Es kann demnach, falls es in absehbarer Zukunft zu keinem durchbrechenden Erfolg in Prävention und Therapie kommen sollte, von einer Verdoppelung der Demenzerkrankten in Deutschland innerhalb der nächsten 30 Jahre ausgegangen werden (vgl. Bickel 2018: 5).

2.2.2.5 Demenz des Alzheimer-Typs

Alzheimer-Demenz, als eine organische, neurodegenerative Erkrankung des Gehirns, zählt zu den primären Demenzen und stellt die am häufigsten vorkommende Demenz-Form dar (vgl. Bickel 2018:

1). Die im ICD-10 verwendete Definition beschreibt die Alzheimer-Krankheit als eine

„primär degenerative zerebrale Krankheit mit unbekannter Ätiologie und charakteristischen neuropathologischen und neurochemischen Merkmalen. Sie beginnt meist schleichend und

entwickelt sich langsam aber stetig über einen Zeitraum von mehreren Jahren“ (ICD-10 2018: online).

Die folgenden Unterkapitel geben einen Einblick in den aktuellen Wissensbestand um diese Erkrankung. Zunächst wird das Aufkommen der AD-Forschung skizziert (2.2.2.5.1) und die spezifische Neuropathologie der Krankheit wird erläutert (2.2.2.5.2). Daraufhin werden gängige Diagnose- und Therapiemaßnahmen aufgegriffen (2.2.2.5.3). Abschließend werden verschiedene Schutz- und Risikofaktoren der AD dargestellt und hinsichtlich der ihnen zugeschriebenen Relevanz diskutiert (2.2.2.5.4).

2.2.2.5.1 Beginn der Alzheimer-Forschung

Der Begriff der Alzheimer'schen Demenz wurde erstmalig 1910 von dem deutschen Psychiater Emil Kraepelin eingeführt. Er verwies damit auf eine besondere Form der präsenilen Demenz, welche Alois Alzheimer, ein deutscher Neurologe und Psychiater, vier Jahre zuvor auf einer Fachtagung anhand eines Fallberichts beschrieben hatte (vgl. Fangerau 2018: 1). Dieser handelte von einer Patientin, Auguste Deter, die im Alter von 51 Jahren zu ihm kam und viereinhalb Jahre später verstarb. Im Nachhinein wird sie oft als die erste bekannte Alzheimer-Erkrankte bezeichnet (vgl. Borenstein/Mortimer 2016: 3 ff.).

Alzheimer beschreibt Auguste Deter in seinem 1907 erschienenen Fachartikel als „zeitlich und örtlich gänzlich desorientiert[e]“ Frau, deren „Merkfähigkeit [...] aufs schwerste gestört“ ist (Alzheimer 1907: 146). Auffälligkeiten in der Sprachverarbeitung zählt Alzheimer für die folgenden Bereiche auf: In der mündlichen Sprachproduktion zeige sich ein erhöhter Gebrauch von „Verlegenheitsphrasen“ und „paraphasische[n] Ausdrücke[n] (Milchgießer statt Tasse)“. Beim Schreiben würden „einzelne Silben vielmals [wiederholt]“ (Alzheimer 1907: 146), andere gänzlich ausgelassen werden. Die Sprachrezeption beim Lesen schiene ebenfalls gestört, da mit sinnloser Bedeutung oder buchstabierend vorgelesen werde. Im sprachlichen Verständnis von mündlichen Äußerungen spricht Alzheimer von einem „Klebenbleiben“ (Alzheimer 1907: 146) an einzelnen Aussagen, während andere Fragen gar nicht aufgefasst zu werden scheinen. In einer postmortal durchgeführten mikroskopischen Untersuchung des Gehirns fand Alzheimer „merkwürdige Veränderungen der Neurofibrillen“ sowie über die ganze Hirnrinde zerstreute „miliare Herdchen, welche durch Einlagerung eines eigenartigen Stoffes bedingt“ (Alzheimer 1907:146) seien. Alzheimer schreibt selbst, dass dieser unbekanntes Krankheitsprozess zu jener Zeit bereits vermehrt aufgetreten war. Sein damaliger Befund sowie auch sein Anspruch, sich „nicht damit zufrieden [zu] geben [...], irgend einen klinisch unklaren Krankheitsfall in eine [...] bekannte Krankheitsgruppe unter Aufwendung von allerlei Mühe unterzubringen“ (Alzheimer 1907: 146), machen ihn bis heute zum Namensgeber und zum Pionier in der Erforschung der Krankheit.

2.2.2.5.2 Neuropathologie der AD

Die neuropathologischen Merkmale der AD umfassen zum einen makroskopische, zum anderen mikroskopische Veränderungen im Gehirn.

Makroskopische Veränderungen umfassen den progressiven Abbau von Nervenzellen, welcher für das Auftreten der klinischen Symptome der AD verantwortlich ist. Die Großhirnrinde (lat. Cortex cerebri) ist die äußere Schicht des Gehirns, die sich aus der sogenannten grauen Substanz, also Nervenzellen und Gliazellen, zusammensetzt. Ihre Oberflächenstruktur zeichnet sich durch die Bildung tiefer Furchen (lat. Sulcus) und Windungen (lat. Gyri) aus, wodurch eine enorme Oberflächenvergrößerung stattfindet. Das Volumen der Großhirnrinde eines gesunden, erwachsenen Menschen beträgt in etwa 530 m^3 (vgl. Hemminger 2010: online). Bei der Alzheimer-Erkrankung kann die Atrophie des Gehirns so weitgehend sein, dass das Hirnvolumen um bis zu 20% schrumpft (vgl. Arendt o.J.: 1). Mit Fortschreiten der Krankheit macht sich die Atrophie vornehmlich durch eine stark vertiefte Struktur der Windungsfurchen an der Großhirnrinde (Kortex), eine extreme Vergrößerung der inneren Hohlräume (Hirnentrikel) sowie einen deutlich geschrumpften Hippocampus bemerkbar (vgl. Arendt o.J.: 1). Abbildung 04 stellt einen grafischen Querschnitt von einem gesunden Gehirn im Vergleich zu einem erkrankten Gehirn mit den makroskopischen Veränderungen der AD dar.

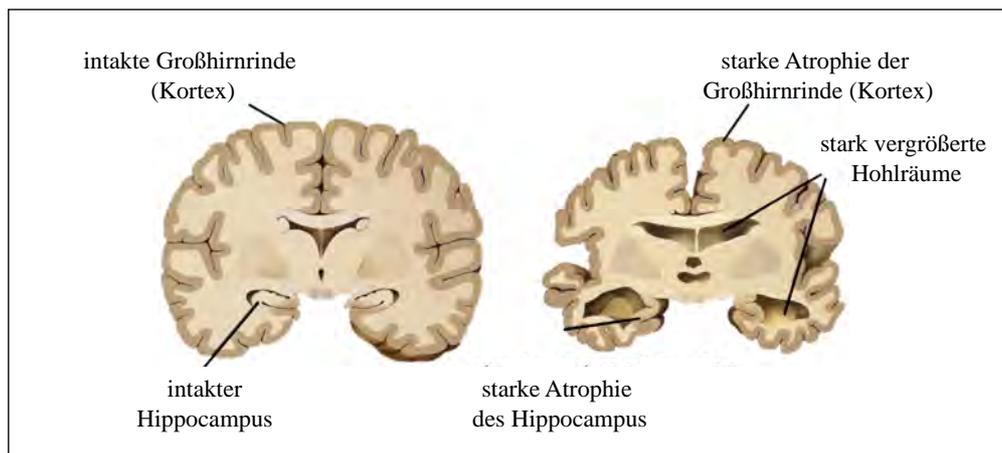


Abbildung 04: Querschnittliche Darstellung eines gesunden Gehirns (links) im Vergleich zu einem an AD erkrankten Gehirn (rechts) (Adler o.J.: online)

Die Verschlechterung der Hirnaktivität beginnt im Hippocampus, einer Struktur, die Teil des limbischen Systems ist und sich im Temporallappen (auch Schläfenlappen genannt, lat. Lobus temporalis) befindet. Der Hippocampus ist vornehmlich mit der Verarbeitung von Gedächtnis und Emotionen assoziiert (vgl. Russell-Williams et al. 2018: 792). Die verringerte neuronale Verarbeitung breitet sich anschließend vornehmlich auf weitere Strukturen des Temporallappens sowie die bilateralen Parietallappen (auch Scheitellappen genannt, lat. Lobus parietalis) aus. Der Temporallappen macht den seitlichen, unten gelegenen Teil des Großhirns aus, in welchem u.a. das Wernicke-Areal, der primäre auditorische Cortex sowie wichtige Gedächtnisstrukturen enthalten sind. Der Parietallappen bildet in etwa den Mittelteil des Großhirns und ist in erster Linie für sensorische Aufgaben, wie räumliches Denken und haptische Wahrnehmungen, zuständig und ermöglicht so beispielsweise das Rechen- und Lesevermögen (vgl. Schaade 2016: 16).

Auch in tieferliegenden Hirnstrukturen kommt es zu einem massiven Nervenzellverlust. Diese mikroskopischen Veränderungen umfassen die bereits 1907 erstmalig beschriebenen Korrelate der AD

und werden noch heute als die Kernmerkmale der Krankheit bezeichnet: Es treten Veränderungen der Neurofibrillen sowie die sogenannten Senilen Plaques auf (vgl. Thal 2018: 35). Das Absterben der Nervenzellen ist durch die Bildung von abnorm veränderten Eiweißbruchstückchen bedingt. Diese lagern sich zum einen in Form von Fäserchen als Knäuel innerhalb der Nervenzellen ab und werden als Neurofibrillenbündel bezeichnet (vgl. Arendt o.J.: 1). Sie bestehen aus Tau-Protein, welches an sich einen normalen Bestandteil des Zellskeletts darstellt, bei der AD jedoch übermäßig mit Phosphatgruppen beladen ist. Dieser Umstand sorgt dafür, dass die Stabilisierungs- und Transportprozesse der Zelle maßgeblich gestört werden, was schlussendlich zum Absterben und zum Zerfall der Zelle führt (vgl. Thal 2018: 41). Zurück bleibt ein „aufgeknäueltes Bündel von Fibrillen“ (Alzheimer 1907: 147). Die zweite Art der Eiweiß-Ablagerung, die für die AD typisch ist, sind die sogenannten senilen Plaques. Diese treten zwischen den Nervenzellen auf und bestehen aus einem Amyloid-Kern, den abnormale Nervenzellfortsätze und Stützzellen umgeben. Oftmals kommt es zu zusätzlichen Amyloid-Ablagerungen innerhalb der Blutgefäße, was insgesamt zu einer schlechteren Durchlässigkeit der Energie- und Sauerstoffversorgung des Gehirns führt (vgl. Arendt o.J.: 1). Abbildung 05 und 06 stellen die beiden für die AD charakteristischen Eiweiß-Ablagerungen dar.

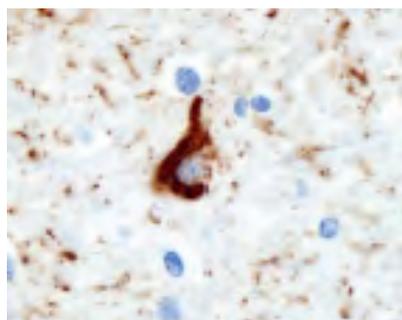


Abbildung 05: Seniler Plaque (Kurz et al. 2018: 12)

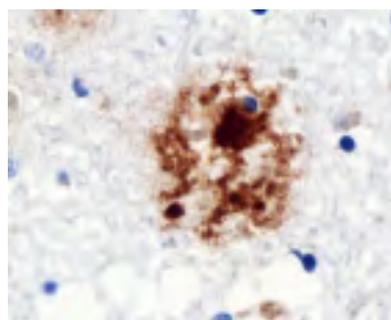


Abbildung 06: Neurofibrillen (Kurz et al. 2018: 12)

Was genau der Auslöser für die neuropathologischen Veränderungen der AD ist, ist bislang ungeklärt. In abgeschwächter Form treten diese ebenfalls bei weiteren Demenzformen auf; z.T. sind sie sogar bei kognitiv gesunden älteren Menschen nachweisbar (vgl. Pantel/Schröder 2007: 6). Insgesamt ist es bei ca. einem Drittel der postmortal untersuchten Menschen der Fall, dass neuropathologische Anzeichen einer AD bestätigt werden, während bei den Betroffenen zuvor keine entsprechenden Symptome in der Kognition und/oder dem Verhalten aufgetreten sind (vgl. Borenstein/Mortimer 2016: 31). Das Vorkommen von Neurofibrillen sowie seniler Plaques scheint daher in jedem Fall ein notwendiges, jedoch alleinstehend kein hinreichendes Anzeichen einer AD zu sein.

2.2.2.5.3 Symptomatik und Verlauf

Der Verlauf der AD-Erkrankung ist langwierig und endet tödlich. Ab erstmaligem Auftreten der klinischen Symptomatik kann der weitere Krankheitsverlauf bis zu 20 Jahre lang andauern; die durchschnittliche Lebenserwartung ab diesem Zeitpunkt wird jedoch nur auf etwa sieben Jahre geschätzt

(vgl. Alzheimer Forschung Initiative e.V. 2017: 6). Mithilfe spezieller Biomarker können erste neuropathologische Veränderungen bereits bis zu 20 Jahre vor der ersten Manifestation klinischer Symptome nachgewiesen werden. Aktuelle Forschungsergebnisse zufolge setzt dieser Beginn sogar noch deutlich früher ein, als bisher angenommen (vgl. Borenstein/Mortimer 2016: 347). Die *Alzheimer Association* hat den Krankheitsverlauf der AD anhand typischer pathophysiologischer und klinischer Veränderungen in drei Phasen unterteilt, welche den Gesamtprozess der Erkrankung abbilden (vgl. Alzheimer's association 2018: online):

I. Die präklinische Phase:

Bevor sich die Demenz bei den Erkrankten in den entsprechenden Symptomen äußert, beginnen die pathologischen Veränderungen des Gehirns. Diese Zeitspanne wird als asymptomatisches Stadium bzw. die präklinische Phase bezeichnet. Die neuropathologischen Veränderungen sind in dieser Phase bislang⁴ ausschließlich durch Biomarker nachweisbar (vgl. Jessen 2016: 1029).

II. Die Phase leichter kognitiver Beeinträchtigungen (LKB):

Zu dieser Phase finden sich in aktueller Fachliteratur unterschiedliche Definitionen. So wird u.a. davon ausgegangen, dass es sich dabei um einen Vorläufer der AD handelt, welcher eine Art Zwischenstadium zwischen gesundem und pathologischem Altern abbildet (vgl. Lawrence et al. 2018: 422). Die LKB korreliert zwar sehr hoch mit einer anschließenden AD-Erkrankung, stellt jedoch keine deterministische Zwischenstufe im pathologischen Alterungsverlauf dar (vgl. Seidl et al. 2007: 286). Jeder, der an AD erkrankt ist, hat die Phase der LKB in seinem Krankheitsverlauf demnach durchlaufen, aber nicht jeder, der unter einer LKB leidet, ist unweigerlich auch von der AD betroffen. So zeigen Verlaufsstudien, dass bei ca. 10-15% der Patienten nach einem Jahr die Phase der LKB in die dementielle Phase (AD) übergeht. Nach ca. 3 Jahren ist dies sogar bei etwa einem Drittel der Betroffenen der Fall (vgl. Seidl et al. 2007: 286). Eine konzeptuelle Abgrenzung von der potentiell darauffolgenden dementiellen Phase lässt sich dahingehend vornehmen, dass sich die vorhandenen kognitiven Defizite im Schweregrad deutlich voneinander unterscheiden. Die kognitiven Einschränkungen bei der LKB sind objektiv zwar bereits messbar, führen jedoch noch nicht zu einer Beeinträchtigung der eigenständigen Lebensführung (vgl. Kressig/Rüegger-Frey 2010: 1). Die LKB bezeichnet somit „kognitive Defizite, die über die Altersnorm hinausgehen, ohne dass bereits die Kriterien einer Demenz erfüllt sind“ (Seidl et al. 2007: 286).

III. Die dementielle Phase:

Die progressive Phase der Demenz lässt sich entsprechend der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in drei Stadien einteilen, deren geschätzte Dauer sich im Mittel auf etwa jeweils drei Jahre beläuft:

a. Frühes Stadium der AD:

⁴Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es durchaus denkbar ist, dass bereits in dieser Phase kognitive/sprachliche Symptome bei den Erkrankten auftreten, gängige Diagnosemittel gegenwärtig nur noch zu kurzgreifen. Die Aufgabe aktueller Forschung besteht darin, differenziertere Instrumente der Frühdiagnose zu entwickeln, die eine möglichst frühes Erkennen der Krankheit erlauben.

Das frühe Stadium der Demenz vom Alzheimer-Typ wird auch als das Stadium mit leichtem Schweregrad bezeichnet. Die Kognition ist in dieser Phase bereits eingeschränkt, was sich insbesondere darin äußert, dass komplizierte Aufgaben nicht mehr eigenständig von den Betroffenen ausgeführt werden können. Dadurch schränkt sich eine selbstständige Lebensführung zwar ein, ist grundsätzlich jedoch noch möglich. Auf der Verhaltens- und emotionalen Ebene des Erkrankten äußern sich die Kennzeichen zumeist in fehlender Spontanität, Antriebsmangel, Reizbarkeit, Stimmungslabilität und Depressionen (vgl. WHO 2012: 7).

b. Mittleres Stadium der AD:

In dem fortgeschrittenen Stadium ist prinzipiell nur noch die Ausführung sehr einfacher und routinierter Tätigkeiten möglich. Dies führt zu einer erhöhten Abhängigkeit des Betroffenen, wenn es um die Bewältigung alltäglicher Aufgaben geht. Ein unabhängiges Leben ist in diesem Stadium daher nicht mehr möglich. Sprache und Auffassungsfähigkeit werden zunehmend langsamer; die Kommunikation mit Menschen in der unmittelbaren Umgebung kann nur unter erschwerten Bedingungen stattfinden. Auf der Verhaltens- und emotionalen Ebene können sich Anzeichen wie ein erhöhter Bewegungsdrang, vermehrt auftretende Wutausbrüche und aggressive Verhaltensweisen beobachten lassen (vgl. WHO 2012: 7).

c. Spätes Stadium der AD:

Das letzte Stadium der AD kennzeichnet sich durch eine gänzliche Aufhebung der selbstständigen Lebensführung. Der Erkrankte ist vollständig pflegebedürftig. Eine nachvollziehbare Kommunikation mit Anderen ist so gut wie nicht mehr möglich, da sich das Sprachvermögen auf sehr wenige Worte begrenzt. Das Langzeitgedächtnis ist zu großen Teilen abgebaut, sodass selbst vertraute Gesichter nicht mehr wiedererkannt werden. Grundlegende Körperfunktionen, wie Schlucken, Kauen und Atmen, fallen zunehmend schwerer und die bewusste Kontrolle von Harn- und Stuhl drang ist nicht mehr möglich. Auf der Verhaltens- und emotionalen Ebene stellt sich bei den Erkrankten häufig eine Unruhe ein, welche sich in Schreien und Weinen äußern kann (vgl. WHO 2012: 7).

Das bisherige Wissen um den Verlauf der AD sowie die entsprechende Einteilung in spezifische Phasen ist sicherlich eine sinnvolle theoretische Hilfestellung. Dennoch ist anzumerken, dass die praktische Einteilung bzw. Zuordnung der Erkrankten zu den jeweiligen Krankheitsstadien eine enorme Herausforderung mit sich bringt. Es stellt sich die Frage, wie eine Zuordnung grundsätzlich erfolgen sollte. Eine Methode, die in diesem Bezugsrahmen Verwendung findet, ist der *Mini-Mental-Status-Test* (MMST) (siehe Kapitel 2.2.2.5.4.2). Prinzipiell fällt auf, dass die Kennzeichen, nach denen die Phasen unterteilt werden, keine langfristig betrachteten personenbezogenen Merkmale (wie z.B. Expertise in bestimmten Aufgabenbereichen) mitberücksichtigen. Stattdessen werden viele Kriterien benannt, die unscharf formuliert sind, einen extrem breiten Spielraum zulassen und somit objektiv kaum messbar sind. Es fehlt somit an differenzierteren Merkmalen, die in einer interaktiven Betrachtung der Umwelt sowie der erkrankten Person Rückschlüsse des individuellen Krankheitsstadiums zulassen.

2.2.2.5.4 Diagnostik

Die AD gehört zu jenen Krankheiten, für die eine sichere Diagnose nur postmortal durch eine Autopsie gestellt werden kann. Dennoch gibt es diagnostische Verfahren, mit deren Hilfe andere Ursachen für die auftretenden Symptome ausgeschlossen werden können, sodass bei den Erkrankten zumindest eine „wahrscheinliche AD“ diagnostiziert werden kann. Die Quote, eine AD frühzeitig korrekt zu diagnostizieren, liegt bei einer Auswahl der fachlich richtigen Methoden bei etwa 90 Prozent (vgl. Haupt 2018). Dafür ist jedoch eine gründliche Differentialdiagnostik vonnöten, bei der auf verschiedene klinische und apparative Verfahren zurückgegriffen werden muss. Die S3-Leitlinie „Demenzen“⁵ dient als anerkannter, evidenzbasierter Handlungsrahmen, mit deren Hilfe Ärzte diagnostische sowie therapeutische Maßnahmen einleiten können (vgl. Jessen et al. 2017: 2). Die Diagnostik fußt dabei insbesondere auf grundlegenden diagnostischen Verfahren, neuropsychologischer Diagnostik, Labordiagnostik, Liquordiagnostik, zerebraler Bildgebung sowie Elektroenzephalographie. Diese verschiedenen diagnostischen Zugänge werden im Folgenden anhand ihrer konkreten Vorgehen skizziert und hinsichtlich ihres Mehrwerts für die Gesamtdiagnose beleuchtet.

2.2.2.5.4.1 Allgemein diagnostische Verfahren

Die klinische Charakteristik eines Demenzsyndroms erlaubt Rückschlüsse auf die Ätiologie der Demenz, ist jedoch nicht ausreichend für eine eindeutige Zuordnung (vgl. Jessen et al. 2017: 39). Hinter der klinischen, beschreibenden Diagnose der Demenz „verbirgt sich eine Fülle von ursächlichen Erkrankungen, die differenziert werden müssen, da erst die ätiologische Zuordnung eine fundierte Aussage über den Verlauf und die Behandlung erlaubt“ (Jessen et al. 2017: 39). Eine grundlegende Notwendigkeit für alle weiteren Verfahren stellt eine umfassende Anamnese dar. Diese sollte sich anteilig aus Eigen-, Fremd-, und Familienanamnese zusammensetzen und unter Einschluss der bisherigen medikamentösen Behandlung erhoben werden (vgl. Jessen et al. 2017: 39). Dabei stellen die Entstehungsgeschichte der Symptomatik, das Vorbestehen anderer somatischer und/oder psychischer Krankheiten, der bisherige Verlauf, das Erstsymptom und der psychopathologische Befund wichtige Informationen dar, um eine ätiologische Zuordnung vornehmen zu können.

Körperlich internistische Untersuchungen sind unabdingbar, um mögliche Ursachen der Demenz zu erkennen. So kann auf diese Weise unterschieden werden, ob es sich um eine primäre oder nicht primär neurodegenerative Demenzursache handelt. Durch das Feststellen von Symptomen lassen sich möglicherweise Rückschlüsse auf Krankheiten ziehen, die sich als die primäre Ursache der Demenz erweisen (z.B. Parkinson-Symptomatik bei Morbus Parkinson) (vgl. Jessen et al. 2017: 40).

⁵Die S3-Leitlinie „Demenzen“ wurde 2017 als dritte Version des Manuals von den Fachgesellschaften der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) und der Deutschen Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN) herausgegeben. Erstmals wurde die Initiative 2009 vorgestellt.

2.2.2.5.4.2 Neuropsychologische Verfahren

Kognitive Kurztests wie z.B. der *Mini-Mental-Status-Test* (MMST) stellen Instrumente dar, mit denen eine Einschätzung der vorliegenden kognitiven Störung vorgenommen werden kann. Der MMST wurde 1975 von Folstein und Kollegen entwickelt und stellt ein Screening-Verfahren dar, welches im klinischen Alltag für die Feststellung kognitiver Einschränkungen genutzt werden kann (vgl. Folstein et al. 1975: 195). Der Tests umfasst sieben Aufgabenbereiche, in denen verschiedene kognitive Funktionen des Patienten überprüft werden, und dauert in seiner Durchführung etwa elf Minuten. Tabelle 02 stellt die unterschiedlichen Aufgabenbereiche sowie die entsprechende Punkteverteilung zusammenfassend dar.

Tabelle 02:

Darstellung der Aufgabenbereiche sowie der Punktevergabe des MMST (vgl. Kessler et al. 2000)

Aufgabenbereich	Items	Punkte
(1) Zeitliche Orientierung	Beantworten von fünf Fragen zur zeitlichen Orientierung	max. 5
(2) Räumliche Orientierung	Beantworten von fünf Fragen zur räumlichen Orientierung	max. 5
(3) Merkfähigkeit	Wiederholen von drei Begriffen, die vorab vorgelesen wurden	max. 3
(4) Aufmerksamkeit und Rechenfähigkeit	Fünfmal fortlaufende Subtraktion der Zahl 7 von 100; Alternativ: rückwärtiges Buchstabieren des Worts „Stuhl“	max. 5
(5) Erinnerungsfähigkeit	Nennen der Begriffe, die vorab unter (2) wiederholt werden sollten	max. 3
(6) Sprache und Sprachverständnis	Benennung von Gegenständen, Nachsprechen + Aufschreiben von Sätzen, Befolgen von mündlichen + schriftlichen Kommandos	max. 8
(7) Zeichnen	Nachzeichnen von zwei sich überlappenden Fünfecken	max. 1
	Punktzahl:	max. 30

Für jede erfolgreich bewältigte Aufgabe bekommt der Patient einen Punkt, sodass insgesamt bis zu 30 Punkte gesammelt werden können. Die erreichte Punktzahl dient der Einschätzung des Schweregrads einer Demenz, wobei folgende Einteilung nach den Autoren festgelegt ist:

- MMST 23 bis 27 Punkte: Hinweis auf leichte kognitive Beeinträchtigung
- MMST 18 bis 23 Punkte: Hinweis auf leichte Demenz
- MMST 10 bis 17 Punkte: Hinweis auf mittelschwere Demenz
- MMST weniger als 10 Punkte: Hinweis auf schwere Demenz

Die S3-Leitlinien weisen dabei daraufhin, dass die „Grenzen zwischen den einzelnen Stufen im individuellen Fall nur als Orientierungshilfe dienen“ können und die Zuordnung eines Patienten auch von den Richtwerten abweichen kann (vgl. Jessen et al. 2017: 42). Es muss demnach betont werden, dass der Test kein alleinstehendes Diagnoseinstrument darstellt, mit dem eine klare Festmachung des Erkrankungsstadiums vorgenommen werden kann. Dies haben auch die Autoren selbst schon klar formuliert: „[...] the MMS cannot be expected to replace a complete clinical appraisal in reaching a final diagnosis of any individual patient“ (Folstein et al. 1975: 195). Stattdessen handelt es sich letztlich

um einen Test, mit dessen Hilfe in kurzer Zeit individuelle Änderungen in grundlegenden Kognitionsbereichen abgebildet werden können. Da der Test nur geringe Übungs-Effekte⁶ mit sich bringt, eignet er sich vornehmlich für wiederholte Messungen (vgl. Folstein et al. 1975: 195).

Kritisch angemerkt werden muss an dieser Stelle jedoch, dass die festgelegten Schwellenwerte sowie die damit verbundenen Hinweise zwischen verschiedenen Quellen stark variieren. Zudem wird die Gedächtnisleistung nur anhand einer Frage getestet, was verwunderlich ist, da somit für diesen Bereich keine differenzierte Aussage über die gezeigte Leistung möglich ist.

Kognitive Kurztests, in dieser Arbeit exemplarisch anhand des MMST skizziert, stellen somit immer nur ein basisdiagnostisches Verfahren dar, bei dem die relevanten kognitiven Funktionen nicht ausreichend abgebildet werden und Deckeneffekte⁷ auftreten können. Bei fraglicher oder leichtgradiger Demenz sollte eine vertiefend neuropsychologische Untersuchung erfolgen, um differenzialdiagnostisch vorgehen zu können. Dabei richtet sich die Auswahl der Verfahren im Einzelfall nach dem Krankheitsstadium, der klinisch vermuteten Erkrankung, der Erfahrung des Untersuchers sowie den patientenbezogenen Variablen, wie z.B. Testvorerfahrungen und Sprachkenntnisse (vgl. Jessen et al. 2017: 44).

2.2.2.5.4.3 Labor- und liquordiagnostische Verfahren

Labor- und Liquordiagnostik erfolgt mittels unterschiedlicher Verfahren, bei denen Probematerialien wie Blut und Nervenwasser entnommen und untersucht werden.

Eine labormedizinische Untersuchung ist notwendig, da die klinische und neuropsychologische Untersuchung für die ätiologische Zuordnung einer Demenz unzureichend ist (vgl. Jessen 2017: 45). Labordiagnostische Verfahren fußen zum einen auf der serologischen und biochemischen Diagnostik im Blut, zum anderen auf der Bestimmung des Apolipoprotein-E-Genotyps. Die Untersuchung von Blutparametern wird deshalb empfohlen, da ein geringes Risiko für den Demenzerkrankten besteht, sie kostengünstig durchgeführt werden kann und ihr gleichzeitig eine hohe Relevanz für das Aufdecken einer reversiblen Demenzursache (z.B. Vitaminmangelkrankheiten) zukommt (vgl. Jessen et al. 2017: 45). Auch bei der Labordiagnostik wird zwischen basis- und differentialdiagnostischen Untersuchungen unterschieden: Die Parameter einer Basisuntersuchung umfassen i.d.R. Blutbild, Elektrolyte, Blutzucker und TSH (Schilddrüse stimulierendes Hormon); bei klinisch unklaren Situationen oder Verdachtssituationen werden hingegen zusätzliche Werte getestet, wie z.B. in einer Blutgasanalyse oder HIV-Serologie.

⁶Als Übungseffekt wird ein Leistungszuwachs bei der Messung von kognitiven Fähigkeiten dann verstanden, wenn dieser aufgrund von wiederholten Reizdarbietungen und Auseinandersetzungen mit derselben Problematik zustande kommt (vgl. Stangl 2018: online)

⁷Der sogenannte Deckeneffekt bezeichnet in der psychologischen Testtheorie einen Messfehler, der darauf beruht, dass die Leistung den Messbereich überschreitet. Die vorhandenen Items können die Leistung demnach ab einer gewissen Grenze nicht mehr zuverlässig messen und der Test besitzt somit nur bedingt Aussagekraft bezüglich einer möglichen Differenzierung (vgl. Stangl 2018: online).

Das Apolipoprotein-E-Genotyp stellt den bislang größten bekannten Risikofaktor für die Alzheimer-Erkrankung dar. Das ApoE-Protein ist dafür zuständig, Cholesterin zu Neuronen zu transportieren, damit Myelin, eine aus Proteinen und Fetten bestehende Schutzschicht der Nervenzellen, produziert werden kann (vgl. Mons et al. 2016: 28). Bei dem ApoE-Gen kommen drei kodominante Allele vor. Eines von ihnen bringt ein etwa zweifach erhöhtes Lebenszeitrisiko mit sich, an AD zu erkranken: Das e4-Allel, welches ca. 20% der Bevölkerung in sich trägt (vgl. Mons et al. 2016: 28). Dennoch wird die isolierte Bestimmung des Genotyps als genetischer Risikofaktor im Rahmen einer labordiagnostischen Untersuchung nicht empfohlen, da eine mangelnde diagnostische Trennschärfe und prädiktive Wertigkeit vorliegt (vgl. Jessen et al. 2017: 47).

Die Liquordiagnostik stellt seit Mitte der 1990er Jahren eine weitere Methode zur Differentialdiagnostik von Demenzerkrankungen dar und kann im Hinblick auf zwei Aspekte einen Nachweis erbringen: Zum einen können klinisch vermutete Erkrankungen diagnostiziert oder auch ausgeschlossen werden, zum anderen kann durch das Feststellen bestimmter Marker die Diagnosestellung einer neurodegenerativen Erkrankung, im Speziellen der AD, unterstützt werden. Korrelate der neuropathologischen Veränderungen bei AD sind im Liquor messbar; die aktuell relevanten Parameter sind Gesamt-Tau und Phospho-Tau (pTau) sowie beta-Amyloid-1-42 (vgl. Jessen et al. 2017: 48). Zur Gewinnung von Liquor wird mittels einer sogenannten Lumbalpunktion Nervenwasser aus dem Rückenmarkskanal entnommen, welches anschließend in entsprechenden Laboren weiterverarbeitet wird. Etablierte Verfahren stellen dabei u.a. die Bestimmung von Zellzahl, Protein- und Glucosekonzentration, aber auch von sogenannten Neurodegenerationsmarkern dar. Die Bestimmung des Verhältnisses sowie der Konzentration aller Neurodegenerationsmarker kann Aufschluss geben, in welchem Ausmaß neurodegenerative zerebrale Veränderungen vorliegen (vgl. Kaiser o.J.: online).

2.2.2.5.4.4 Zerebrale Bildgebung

Die bildgebende Untersuchung des Gehirns kann mit Hilfe unterschiedlicher Methoden durchgeführt werden und soll dazu beitragen, eventuell behandelbare Ursachen (z.B. Tumor) einer Demenz aufzudecken sowie primäre Demenzen ätiologisch zu differenzieren (vgl. Jessen et al. 2017: 50). Entsprechend den Empfehlungen der S3-Leitlinie soll eine zerebrale Bildgebung anhand einer Computer- oder Magnet-Resonanz-Tomographie des Schädels zur Differentialdiagnostik durchgeführt werden (vgl. Jessen et al. 2017: 51).

Die Computertomographie (CT) ist ein bildgebendes, nicht-invasives Verfahren der Radiologie, bei dem ein Computer genutzt wird, um mit Hilfe von Röntgensignalen Absorptionswerte des menschlichen Körpers zu errechnen und Schnittbilder daraus zu erzeugen. Die CT wird daher auch als Schnittbildverfahren bezeichnet. Es dient dazu, Veränderungen des Körpers, wie Tumore oder Entzündungen, abzubilden und somit nachzuweisen (vgl. Kalender 2000: online).

Die Magnetresonanztomographie (MRT), auch Kernspintomographie genannt, ist ebenfalls ein bildgebendes Verfahren, welches hauptsächlich in der medizinischen Diagnostik, aber auch in

wissenschaftlicher Forschung Verwendung findet. Die Methode basiert auf den physikalischen Prinzipien der Kernspinresonanz, d.h., dass Schnittbilder zur Beurteilung menschlicher Organe mit Hilfe von Magnetfeldern erzeugt werden. Es verursacht demnach, im Vergleich zum CT, keine Strahlenbelastung (vgl. Pieper o.J.: online). Grundsätzlich wird der MRT eine höhere Sensitivität in dem Erkennen von Läsionen zugeschrieben, wodurch sekundäre Demenzen besser diagnostiziert werden können. Trotz dessen, dass die visuelle Beurteilung der strukturellen Bildgebung mit Nachweis einer Atrophie diagnostische Hinweise für das Vorliegen einer AD geben kann, hat sich dafür bislang kein valider Bewertungsstandard in der klinischen Praxis etabliert (vgl. Jessen et al. 2017: 51).

Eine zusätzliche Möglichkeit stellen nuklearmedizinische Verfahren, wie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), dar, bei denen die Verteilung einer schwach radioaktiv markierten Substanz im Organismus sichtbar gemacht wird. Für die Darstellung des zerebralen Amyloids wurden innerhalb der letzten zehn Jahre unterschiedliche Tracer entwickelt, mit denen eine sehr gute Sensitivität für das Vorliegen von Plaques erreicht werden konnte (über 90%). Jedoch treten Amyloid-Ablagerungen nicht ausschließlich bei Erkrankten auf, sondern steigt bei kognitiv Gesunden von 0% bis zum 60. Lebensjahr auf fast 50% über dem 85. Lebensjahr an. Bisherige Forschung konnte noch nicht klären, ob diese Ausdruck einer präsymptomatischen AD-Erkrankung sind oder unabhängig davon auftreten (vgl. Jessen et al. 2017: 53). Aufgrund ihrer invasiven Vorgehensweise stellen nuklearmedizinische Verfahren kein gängiges differentialdiagnostisches Instrument bei Demenzerkrankungen dar (vgl. Jessen et al. 2017: 53).

2.2.2.5.4.5 Elektroenzephalographie

Elektroenzephalographie (EEG) misst die summierte elektrische Aktivität des Gehirns, indem Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche aufgezeichnet werden. Die Methode wird häufig in der medizinischen Diagnostik sowie neurologischen Forschung genutzt, um Potentialschwankungen mit Hilfe eines Elektroenzephalogramms grafisch abzubilden. Auch in der AD-Diagnostik stellt die EEG ein Verfahren dar, welches bei bestimmten Verdachtsdiagnosen zu einer Abgrenzung neurodegenerativer und nicht-neurodegenerativer Erkrankungen beitragen kann (vgl. Jessen et al. 2017: 54). So zeigt sich bei der AD sowie der Lewy-Körperchen-Demenz beispielsweise oft ein verlangsamter Grundrhythmus im Vergleich zu nicht-neurodegenerativen Demenzformen. Grundsätzlich wird ein standardmäßiger Einsatz in der Diagnose jedoch nicht empfohlen, da das EEG keinen Mehrwert hinsichtlich einer Differentialdiagnose von neurodegenerativen Demenzen besitzt (vgl. Jessen et al. 2017: 54).

2.2.2.5.4.6 Fazit: Problematik der AD-Diagnostik

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die AD-Forschung der letzten Jahrzehnte einige wichtige Meilensteine für eine mögliche Früh- und Differentialdiagnose erreicht hat. Ungeachtet dessen ist erkennbar, dass eine frühzeitige AD-Diagnose noch immer, trotz vielfältiger und technisch aufwändiger Verfahren, nur zu einem gewissen Grade mit hoher Wahrscheinlichkeit gestellt werden kann. Hinzu

kommt, dass eine Differentialdiagnose einen langwierigen Prozess abbildet, der für Betroffene unzählige Arztbesuche, Untersuchungen und (eventuelle) Kosten mit sich bringt. Aus einer subjektiven Perspektive heraus erscheint dies kaum lohnenswert, da die staatliche Bereitstellung von Pflegepersonal und/oder -geldern nicht von dem Vorliegen einer ärztlichen Differentialdiagnose, sondern von der Bescheinigung des individuellen Pflegegrads abhängt. Die fünf möglichen Pflegegrade orientieren sich dabei an der symptomatischen Einschränkung des Erkrankten, nicht aber an der ätiologischen Zuordnung der dementiellen Ursache. Eine einfache Demenzbescheinigung ist für die Beantragung von Pflegegeld demnach ausreichend (vgl. Alzheimer Forschung Initiative e.V. 2018: online).

Es gilt, in zukünftiger Grundlagenforschung zur AD weitere Biomarker zu identifizieren, anhand derer eine Frühdiagnose zuverlässig, kostengünstig und nicht-invasiv von den behandelnden Ärzten vorgenommen werden kann. Die Möglichkeit einer sicheren und frühzeitigen Diagnosestellung ist von immenser Bedeutung, da dem Fortschreiten der Krankheit durch den Einsatz therapeutischer Maßnahmen bestmöglich entgegengewirkt werden kann und entsprechende Versorgungsangebote differenzierter an die Erkrankten angepasst werden können. Aufgrund des bislang fehlenden Wissens zur Erkrankungsursache stellt eine zuverlässige Frühdiagnose gegenwärtig den vielversprechendsten Schlüssel im Umgang mit der Erkrankung dar.

2.2.2.5.5 Therapiemöglichkeiten

Da die AD bislang nicht heilbar ist, liegt der Anspruch einer gut abgestimmten Therapie darin, den progressive Verlauf der Krankheit zu verlangsamen, um die Lebensqualität und Selbstbestimmtheit der Betroffenen möglichst lange aufrecht zu erhalten (vgl. Wendelstein 2016: 47 f.) Therapiemöglichkeiten der AD umfassen pharmakologische sowie psychosoziale Interventionsmöglichkeiten. Aufgrund der hohen Variabilität in den Symptomen auf der psychischen und Verhaltensebene ist die Therapie individualisiert zu gestalten. Dabei sind die fortschreitenden Veränderungen des Krankheitsstadiums zwingend zu berücksichtigen (vgl. Jessen et al. 2017: 61).

Pharmakologische Therapien zielen zum einen auf die Kernsymptomatik der Demenz, sprich die kognitiven Störungen, ab und zum anderen bei Bedarf auch auf die Behandlung von psychischen und sich im Verhalten äußernden Symptomen (z.B. Depressionen, Apathie). Im Zusammenhang mit der Kernsymptomatik sind insbesondere zwei Stoffgruppen von Bedeutung: Zum einen werden im Falle einer leichten bis mittelschweren AD Acetylcholinesterase-Hemmer (wie z.B. Donepezil und Galantamin) eingesetzt; zum anderen ist Memantin für die Behandlung der moderaten bis schweren AD-Stadien zugelassen. Beide Therapieansätze basieren auf Veränderungen der Neurotransmission und wurden hinsichtlich ihrer Wirksamkeit in mindestens zwei unabhängigen Studien für die Bereiche der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie der Bewältigung von Alltagsaufgaben über einen Zeitraum von 24 Wochen getestet (vgl. Jessen et al. 2017: 61 f.). Für die Behandlung psychopathologischer Begleitsymptome können Psychopharmaka wie Neuroleptika hinzukommen. Jedoch sollte dieses Verfahren nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn alle verfügbaren psychosozialen

Interventionen, die im Rahmen der individuellen Situation des Erkrankten umsetzbar waren, keine ausreichende Linderung bewirkt haben.

Einen weiteren notwendigen und wesentlichen Bestandteil bei der Betreuung und Versorgung von AD-Erkrankten stellen psychosoziale Interventionen dar. Diese umfassen sämtliche Ansätze aus der Ergotherapie, kognitive Verfahren, körperliche Aktivitäten, künstlerische sowie musikalische Therapien und auch sensorische Interventionen, wie beispielweise Licht- oder Aromatherapie. Die Vorgehensweisen und Ziele weisen dabei eine weite Spannbreite auf. Entsprechend liegen auch weniger Wirksamkeitsstudien für die einzelnen Verfahren vor, als es bei pharmakologische Therapien der Fall ist (vgl. Jessen et al. 2017: 98). Grundsätzlich stellen die psychosozialen Therapieansätze Maßnahmen dar, die eher einen Einfluss auf die psychischen und verhaltensbasierten Begleitsymptome der AD haben können. Interaktive Therapiemöglichkeiten können daher insbesondere hinsichtlich der personenbezogenen Faktoren, wie Selbstbestimmung oder subjektives Wohlbefinden, einen Beitrag leisten, da sich die Erkrankten nicht bloß als passiven Empfänger von Medikamenten empfinden.

Als Beispiel für eine psychosoziale Intervention ist Meditation zu nennen. Ein kürzlich erschienener Übersichtsartikel von Russel-Williams et al. (2017) zum Einfluss von Meditation auf die Kognition bei (Alzheimer-)Demenzerkrankten hat zehn Studien verglichen und systematisch hinsichtlich der Ergebnisse ausgewertet. Die Autoren schlussfolgern, dass alle Studien einen positiven Einfluss von Meditation auf verschiedene subjektiv (z.B. reduziertes Stressempfinden, Verbesserung der wahrgenommenen Lebensqualität) sowie objektiv messbare Einflussvariablen (z.B. Erhöhung des zerebralen Blutflusses im Kortex; erhöhte kognitive Leistung in neuropsychologischen Tests) der AD belegen konnten. Als Limitationen der bisherigen Studien werden geringe Stichprobengrößen sowie die breite Vielfalt an ausgewählten Untersuchungsvariablen und –methoden genannt. Dennoch zeichnen sich durch die bisherige Forschung klare Perspektiven für weitere Wirksamkeitsstudien ab, die es in Zukunft eventuell erlauben, aussagekräftigere Ergebnisse zum Einfluss von Meditation auf AD zu erzielen.

2.2.2.5.6 Schutz- und Risikofaktoren der AD

In der aktuellen Forschungsliteratur finden sich zahlreiche umwelt- und lebensstilbezogene Faktoren, denen ein potentieller Einfluss auf die Entwicklung einer AD zugeschrieben wird. Es wird dabei i.d.R. nach Schutz- und Risikofaktoren unterschieden (vgl. Luck et al. 2018: 135).

Als besonders für ein erhöhtes Erkrankungsrisiko bedeutsam haben sich bislang sieben Faktoren herausgestellt: Niedrige Bildung, körperliche Inaktivität, Rauchen, Adipositas im mittleren Lebensalter, Diabetes mellitus, Bluthochdruck und Depressionen. Unterschiedliche Forschungsgruppen haben anhand von verschiedenen methodischen Annahmen Berechnungen dazu angestellt, wie hoch der Gesamteinfluss aller Risikofaktoren auf die weltweite AD-Prävalenz ist. Der prozentuale Anteil der weltweiten Erkrankungszahl, der sich theoretisch auf diese sieben Risikofaktoren zurückführen lässt, reicht dabei von 28,2% (Norton et al. 2014) bis 51% (vgl. Barnes et al. 2011). Entsprechenden Hochrechnungen für Deutschland zufolge ließen sich theoretisch ca. drei von zehn Erkrankungen auf

die genannten Faktoren zurückführen (vgl. Luck/Riedel-Heller 2016). Bei der Gewichtung solcher Zahlen muss jedoch beachtet werden, dass diese Meta-Analysen sowie Übersichtsarbeiten auf unterschiedlichen Datensätzen, theoretischen Annahmen und statistischen Berechnungen beruhen und daher nur bedingt empirische Gültigkeit besitzen.

Eine differenziertere Betrachtung der einzelnen Einflussfaktoren wurde im Rahmen des *World Alzheimer Reports 2014* vorgenommen. Dabei fand eine erneute Beurteilung der einzelnen Faktoren statt, nachdem Kohortenstudien, die für entsprechende Schlussfolgerungen nicht ausreichend waren, ausgeschlossen und die Studienergebnisse hinsichtlich der Konsistenz eines möglichen Zusammenhangs zwischen den Faktoren eingeschätzt wurden (vgl. Prince et al. 2014). Bei Berücksichtigung dieser Aspekte erwiesen sich insbesondere zwei Faktoren als besonders relevant: Bluthochdruck im mittleren Lebensalter und Diabetes mellitus im späteren Lebensalter.

Als ausreichend gesicherte Schutzfaktoren haben sich bislang die psychosozialen Einflussfaktoren Bildung und berufliche Tätigkeit bewährt, aber auch der Verhaltenskomplex Ernährung scheint einen Einfluss zu haben (vgl. Luck et al. 2018: 129). Der Bereich der körperlichen, geistigen und sozialen Aktivitäten erscheint insgesamt für einen möglichen protektiven Einfluss sehr vielversprechend (vgl. Luck et al. 2018: 135). Die S3-Leitlinien „Demenzen“ empfehlen daher „regelmäßige körperliche Bewegung und ein aktives geistiges und soziales Leben“ sowie „eine ausgewogene Ernährung [...] zur allgemeinen Risikoreduktion“ (Jessen et al. 2017: 128).

Ein weiterer Faktor, der häufig in Verbindung mit Schutz vor (Alzheimer-)Demenz gebracht wird, ist Mehrsprachigkeit. In der aktuellen Forschungsliteratur finden sich zahlreiche Publikationen, die darauf hinweisen, dass Bilingualität einen kognitiven Vorteil mit sich bringt, der so stark zu sein scheint, dass er präventiv einen kognitiven Abbau im Alter verzögern oder sogar verhindern kann (vgl. Bialystok et al. 2017, Craig et al. 2010). Dieser Effekt scheint sogar dann einen Einfluss zu haben, wenn mögliche Einflussvariablen (wie Bildung) kontrolliert wurden (vgl. Alladi et al. 2013). Bei dieser Annahme stellt die kognitive Reserve (siehe Kapitel 2.2.1.1) ein wesentliches Argument dar, zu welcher Bilingualität in gewissem Ausmaß beizutragen scheint: „bilingualism is a cognitively demanding condition that contributes to cognitive reserve in much the same way as do other stimulation intellectual and social activities“ (Craig et al. 2010). Eine Meta-Analyse von Mukadam et al. (2017) weist hingegen widersprüchliche Ergebnisse auf: In dieser wurden insgesamt 13 Studien (fünf prospektive, acht retrospektive) berücksichtigt, die mono- und bilinguale Demenzerkrankte im Vergleich untersucht haben. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass es keine Evidenz für einen Einfluss von Mehrsprachigkeit auf die Entwicklung einer Demenz zu geben scheint (vgl. Mukadam et al. 2017). Dabei ist jedoch zu beachten, dass es sich dabei um eine sehr selektive Meta-Analyse handelt, welche durchaus methodologische Schwächen aufweist und daher nur bedingt Aussagekraft besitzt (vgl. Woumans et al. 2017).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die zahlreichen in Forschungs- und Fachliteratur aufgeführten Einflussvariablen hinreichend differenziert betrachtet werden sollten. Während einige

Faktoren (wie z.B. Bildung, Bluthochdruck im mittleren Lebensalter und Diabetes mellitus) als empirisch hinreichend bestätigt gelten, besteht bei vielen weiteren Faktoren noch dringender Forschungsbedarf. Körperliche, soziale und geistige Aktivitäten scheinen potenziell einen präventiven Schutz auf das AD-Erkrankungsrisiko bieten zu können. Neben der weiteren Untersuchung einzelner Einflussvariablen stellen die Erforschung möglicher Interaktionseffekte zwischen den einzelnen Faktoren sowie des genauen Wirkzeitpunkts im Verlaufe des Lebens zentrale Anliegen zukünftiger AD-Forschung dar (vgl. Luck et al. 2018: 135).

2.3 Fazit: Sprache, Kognition und Alter

Die Alzheimer-Demenz stellt eine alterskorrelierte Erkrankung des Gehirns dar, mit der ein progressiver Abbau von Fähigkeiten der Sprachverarbeitung und Kognition einhergeht. Bislang konnte keine Möglichkeit der Heilung verzeichnet werden, weshalb die Anzahl jener Menschen, die von der Erkrankung betroffen sind, stetig wächst (vgl. Kurz et al. 2018: 8). In Anbetracht der Tatsache, dass es in Zukunft immer mehr Menschen geben wird, die das 65. Lebensjahr überschreiten und somit an einem erhöhten dementiellen Erkrankungsrisiko leiden, verdeutlicht sich eines: Die gegenwärtige Herausforderung eines sozialen, politischen, ökonomischen und gleichzeitig menschenwürdigen Umgangs mit Erkrankten in der Gesellschaft wird sich in naher Zukunft drastisch zuspitzen.

Es lässt sich daher festhalten, dass der Grundlagenforschung zur Schnittstelle von Sprache und Kognition im Alterungsprozess eine herausragende Bedeutung zukommt, da das gegenwärtige Verständnis dieser komplexen Konstruktion noch sehr limitiert ist. Um dies zu ändern, sollte das Kontinuum zwischen gesundem und pathologischem Altern in Bezug auf sprachliche und kognitive Grundfertigkeiten empirisch abgebildet werden. Das differenzierte Wissen zum progressiven Einfluss auf Sprache und Kognition bei AD ließe sich für die mögliche Identifikation weiterer Biomarker nutzen, welche wiederum einen neuen Zugang in der Frühdiagnose ermöglichen könnten. Zudem ist ein empirisch gestütztes Grundlagenwissen zu Sprache und Kognition bei AD unabdingbar für anwendungsorientierte Bereiche, wie z.B. demenzgerechte Architektur und Pflege der Erkrankten. Auch in Bezug auf den nicht-pathologischen Alterungsprozess ließen sich wichtige Erkenntnisse durch weitere Forschung gewinnen: Der systematische Vergleich in Bezug auf sprachliche und kognitive Grundfertigkeiten im Kontinuum des gesunden und pathologischen Alterns könnte dazu beitragen, ein differenziertes Bild der Altersnorm zu schaffen.

Zusammenfassend stellt die Schnittstelle Sprache und Kognition im Alter einen hochrelevanten Themenkomplex dar, dessen gesellschaftliches Potential für die Beantwortung aktueller sowie zukünftiger Fragen angesichts der Prognosen zu dementiellen Neuerkrankungen nicht überschätzt werden kann.

3. Zum Forschungsstand: Sprache und visuell-räumliche Kognition bei Alzheimer-Demenz

Das folgende Kapitel dient einer systematischen Zusammentragung bisheriger Forschungserkenntnisse in den Bereichen Sprache (Kapitel 3.1) und visuell-räumliche Kognition (Kapitel 3.2) bei AD. Dabei werden einschlägige Studien vorgestellt, die einen Einblick in bisher geleistete Forschung geben. Ein abschließendes Fazit wirft einen kritischen Blick auf die bisherige Forschungslage und begründet diesen mit bestehenden Herausforderungen (psycho-)linguistischer Forschung zu AD (Kapitel 3.3).

3.1 Alzheimer-Demenz und Sprache

Die patholinguistischen Studien, die bislang zu Sprachverarbeitung bei AD durchgeführt wurden, greifen auf unterschiedliche methodische Zugänge zurück und untersuchen z.T. sehr unterschiedliche Bereiche der Sprachfähigkeit bei den Erkrankten. Da sich die vorliegende Arbeit auf die Untersuchung von Sprachproduktion fokussiert, wird an dieser Stelle nur Forschung wiedergegeben, die ebenfalls Sprachproduktion⁸ bei AD untersucht hat: Zunächst werden Studien zusammengefasst, die sich bislang mit der Fähigkeit des Sprechens bei AD befassen haben (Kapitel 3.1.1). Anschließend findet sich eine Zusammentragung jener Untersuchungen, welche AD-Erkrankte hinsichtlich ihrer Schreibfähigkeit untersucht haben (Kapitel 3.1.2). Ein abschließendes Unterkapitel trägt die wesentlichen Erkenntnisse bisheriger patholinguistischer Studien zur AD zusammen (Kapitel 3.1.3).

3.1.1 Mündliche Sprachproduktion

Bereits Alzheimer dokumentierte Auffälligkeiten in der gesprochenen Sprache seiner Patientin Auguste D. (siehe Kapitel 2.2.2.5.1), wenngleich er diese nicht systematisch untersuchte. Seitdem haben sich verschiedene Studien der Erforschung mündlicher Sprachproduktion bei AD gewidmet.

Auf lexikalischer Ebene ist eines der am häufigsten genannten und bereits im Frühstadium auftretenden Symptome die Störung der Wortfindung. Dies äußert sich beispielsweise durch Verzögerungssignale, Wiederholungen und Umformulierung der Äußerung (vgl. Wendelstein 2016: 55). In einer der früheren Studien untersuchten Hier et al. (1985) die Sprachproduktion von AD-Erkrankten sowie Schlaganfallpatienten, die unter Demenz litten, mittels einer Bildbeschreibungsaufgabe und verglichen diese mit gesunden Kontrollprobanden. Für beide Demenz-Gruppen zeigte sich im Vergleich zu den gesunden Sprechern eine niedrige Anzahl produzierter Wörter,

⁸Die Trennung von Sprachproduktion und –rezeption hat an dieser Stelle vornehmlich den Grund, dass eine umfassendere Betrachtung den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde. Bei der natürlichen Verwendung von Sprache kann natürlich nicht von einer solchen Differenzierung ausgegangen werden; stattdessen bedingen sich diese beiden Komponenten gegenseitig. Die hier vorgenommene Einschränkung legitimiert sich jedoch darin, dass sowohl in der theoretischen als auch in der empirischen Psycholinguistik unterschiedliche Theorien und Methoden herangezogen werden, um die zwei Komponenten der Sprachverarbeitung zu untersuchen und zu erklären.

präpositionaler Phrasen und Nebensätze sowie mehr unvollständige Satzfragmente. Prinzipiell fielen die Unterschiede jedoch auf der lexikalischen Ebene größer aus als auf der syntaktischen Ebene. Für die AD-Erkrankten konnte insbesondere eine Schwierigkeit im Zugriff auf das mentale Lexikon festgestellt werden, was sich in einer erhöhten Nutzung von sogenannten *empty words* äußerte. Zu diesen zählten die Autoren z.B. uneindeutige Pro-Formen, die keinen klaren Referenten aufwiesen, oder nicht näher bezeichnete Überbegriffe wie „Ding“ (vgl. Hier et al. 1985: 120). Der Befund der Wortfindungsstörungen wurde in vielen weiteren nachfolgenden Studien größtenteils bestätigt (siehe u.a. Chapman 1998, Forbes-McKay/Venneri 2005; Beschreibung der Studien findet sich weiter unter), auch wenn es vereinzelte Untersuchungen gab, bei denen dies nicht der Fall war (siehe z.B. Blanken et al. 1987; Beschreibung der Studie findet sich weiter unter).

Ein weiteres Merkmal auf lexikalischer Ebene besteht in der veränderten Verwendungshäufigkeit verschiedener Wortarten. Diesbezüglich konnten Bucks et al. (2000) mittels semi-strukturierter Interviews zeigen, dass die Sprachdaten der AD-Erkrankten im Vergleich zu den Gesunden eine auffällige Relation zwischen Pronomen und Nomen aufwiesen, die in einer Überproduktion von Pronomen und Unterproduktion von Nomen bestand. Die Verwendung von Pronomen bei AD wurde u.a. ebenfalls durch Nicholas et al. (1985), Ulatowska et al. (1988) und Almor et al. (1999) untersucht. Diese Studien belegten ebenfalls eine erhöhte Verwendung von Pronomen, wobei diese häufig einen uneindeutigen referenziellen Bezug aufwiesen. Aktuellere Untersuchungen aus dem Neurolinguistischen Labor Freiburg bestätigen, dass sich die Sprachproduktion bei AD auf lexikalischer Ebene insbesondere durch Wortfindungsstörungen, eine fehlerhafte Prenominalisierung und eine niedrigere verbale Flüssigkeit kennzeichnet (vgl. Schecker 2010: 66).

Auf syntaktischer Ebene zeigen sich auffällige Abbauprozesse zumeist erst im späteren Krankheitsverlauf, allerdings liegen auch hier z.T. unterschiedliche Befunde vor (vgl. Wendelstein 2016: 57). Blanken et al. (1987) untersuchten AD-Erkrankte hinsichtlich ihrer spontanen Sprache in einem semi-standardisierten Interview und verglichen diese mit Wernicke-Aphasikern⁹ sowie Kontroll-Probanden. Für beide pathologischen Sprechergruppen konnte eine Reduktion in der Satzlänge sowie ein reduzierter Gebrauch von Substantiven und ein wiederholender Gebrauch von Verben festgestellt werden. Im Gegensatz zu den Aphasikern zeigten die AD-Erkrankten jedoch weniger paragrammatische Symptome sowie geringere Wortfindungsstörungen. Die Ergebnisse wurden dahingehend interpretiert, dass die linguistischen Schwierigkeiten bei den Demenzerkrankten vornehmlich auf konzeptueller Ebene einzuordnen sind.

Die Beeinträchtigung der syntaktischen Ebene wurde u.a. auch von Croisile et al. (1996) untersucht. In dieser Studie wurden Bilder sowohl mündlich als auch schriftlich beschrieben. Bereits im frühen AD-Stadium fielen die produzierten Sätze kürzer und syntaktisch vereinfacht aus. Der Effekt, dass eine syntaktische Vereinfachung in der Sprachproduktion bei AD bereits im frühen Stadium

⁹Die Wernicke Aphasie wird auch als rezeptive Aphasie bezeichnet, was sich darin begründet, dass bei den Betroffenen in erster Linie eine Störung des Sprachverständnisses vorliegt, während die Sprachproduktion relativ gut erhalten ist (vgl. National Aphasia Association o.J.: online).

einsetzt, konnte ebenfalls in einer Langzeitstudie von Kemper et al. (2001) nachgewiesen werden. In dieser wurden Sprachdaten von Erkrankten sowie Gesunden halbjährlich über einen Zeitraum von zweieinhalb (Kritische Gruppe) bis zu 15 Jahren (Kontroll-Gruppe) aufgezeichnet und ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass zwar auch im gesunden kognitiven Alterungsprozesse leichte altersbedingte Abbauprozesse auf grammatischer sowie semantischer Ebene feststellbar waren, diese jedoch stark von denen der pathologischen Gruppe abwichen. Bei den AD-Erkrankten erwies sich der Zeitfaktor statt des Alters als erklärungsstärkster Prädiktor. Zudem erwiesen sich die Fähigkeiten auf semantischer Ebene als weitaus eingeschränkter als auf der grammatischen Ebene.

Auch auf der semantisch-pragmatischen Ebene lassen sich demnach bereits früh Indikatoren erkennen, die für den Sprachabbau der AD typisch zu sein scheinen. In einer Studie von Forbes-McKay/Venneri (2005) wurde eine Stichprobe von 240 älteren gesunden sowie 30 im anfänglichen bis moderaten AD-Stadium erkrankten Probanden mittels mündlicher sowie schriftlicher¹⁰ Bildbeschreibungsaufgaben untersucht. Bei der mündlichen Bildbeschreibungsaufgabe zeigte sich, dass nur ca. 30% der Gruppe unterhalb des *Cut-off*-Werts hinsichtlich grammatikalischer Form, Äußerungslänge sowie weiterer linguistischer Vergleichsparameter lag. Dafür erwiesen sich insbesondere Merkmale auf der semantischen und pragmatischen Verarbeitungsebene als vielversprechend, um Erkrankte und Nicht-Erkrankte voneinander abzugrenzen. Diese äußerten sich bei der AD-Gruppe z.B. in einem niedrigeren Informationsgehalt, in ausgeprägteren Wortfindungsstörungen sowie einer geringeren Fehlerkorrektur.

Eine Studie von Chapman et al. (1998) untersuchte die Diskursfähigkeit bei AD-Erkrankten im frühen bis mittleren Stadium und verglich sie mit gesunden Kontrollen sowie einer Gruppe von flüssigen Aphasikern¹¹. Personenbezogene Merkmale wurden über alle Gruppen möglichst homogen gehalten. Den Probanden wurden verschiedene linguistische Stimuli und Aufgaben vorgelegt, wie z.B. Nacherzählung von Fabeln und die Generierung einer Geschichte anhand eines Bildes, über die die drei Gruppen hinsichtlich verschiedener Auswertungskriterien verglichen wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die AD-Erkrankten (anders als die Aphasiker) nicht signifikant durch Wortfindungsstörungen, einen reduzierten Inhalt und eine größere Inkohärenz von den Kontrollen unterschieden. Auf der pragmatischen Ebene ergab sich für die AD-Gruppe dahingehend ein signifikanter Unterschied, dass diese Schwierigkeiten hatten, anhand eines vorlegten Bildes eine Geschichte zu erzählen. Stattdessen produzierten sie häufiger eine Bildbeschreibung. Als wichtigstes Ergebnis betonten die Autoren, dass die AD-Erkrankten (anders als die Aphasiker) eine größere Störung auf pragmatischer Ebene aufwiesen, was sich darin äußerte, dass sie seltener von den vorlegten Stimuli Rückschlüsse auf ihr Weltwissen zogen.

¹⁰Die Ergebnisse der schriftlichen Sprachproduktionsaufgabe finden sich in Kapitel 3.1.2.

¹¹Unter diesem Begriff werden jene Aphasie-Arten gebündelt, bei denen Betroffenen verhältnismäßig geringe Probleme haben, sich zu artikulieren, während die Bedeutung der produzierten Äußerungen sowie das Verständnis von Sprache schwer gestört sind. Die häufigste Art der flüssigen Aphasien ist die Wernicke-Aphasie (vgl. National Aphasia Association o.J.: online).

Zu Beginn der 1990-er Jahre wurde an verschiedenen Standorten in Deutschland die Interdisziplinäre Längsschnittstudie des Erwachsenenalters (ILSE) initiiert. Aus dem Korpus der dadurch gewonnenen biographischen Interviews hat Wendelstein (2016) linguistische Analysen zur gesprochenen Sprache im Verlauf von präklinischen Stadien bis zur leichten AD vorgenommen. Die deutlichsten Unterschiede zwischen der AD- und der gesunden Gruppe betraf die Verwendung von Konnektoren sowie die inhaltliche Dichte der produzierten Daten.

In einer Pilotstudie von Mertins und Ilgner (vgl. Ilgner 2018) wurde die mündliche sowie schriftliche Sprachproduktion bei AD-Probanden mit Hilfe eines leitfadengestützten Interviews und einer Bildbeschreibungsaufgabe untersucht. Für die Modalität des Sprechens zeigte sich eine geringe Wort- und Äußerungsanzahl sowie eine erhöhte Abbruchquote bei den AD-Erkrankten. Es konnte zudem ein AD-spezifisches Abbruchmuster festgestellt werden, welches in der gesunden Kontrollgruppe nicht auftrat (siehe Kapitel 4.1).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die bislang festgestellten Veränderungen im Bereich der mündlichen Sprachproduktion bei AD durchaus ein Muster des zugrundeliegenden Sprachabbaus erkennen lassen. Insgesamt fehlt es jedoch an wissenschaftlichen Untersuchungen, die die bisherigen Ergebnisse systematisch überprüfen und hinsichtlich ihres Differenzierungsvermögens zwischen einzelnen Erkrankungsstadien testen, um ein ganzheitlicheres Bild der Sprachabbauerscheinungen bei AD-Erkrankten gewinnen zu können.

3.1.2 Schriftliche Sprachproduktion

Linguistische Studien, die die schriftliche Sprachproduktion bei AD-Erkrankten untersuchen, treten bislang nur sehr vereinzelt auf.

Eine der ersten Studien, die sich dieser Modalität gewidmet hat, ist die bereits beschriebene Untersuchung von Croisile et al. (1996) (für eine Beschreibung siehe Kapitel 3.1.1). Bei dieser zeigte sich, dass die schriftlichen Texte der AD-Gruppe im Vergleich zu den mündlichen Äußerungen mehr grammatikalische Fehler aufwiesen, kürzer waren und eine syntaktisch vereinfachte Struktur aufwiesen. Zudem beinhalteten die Texte häufiger irrelevante Informationen und semantische Unterbrechungen. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass die Auswertung geschriebener Texte ein zuverlässiges Instrument für die Beleuchtung sprachlicher Abbauerscheinungen bei AD sei.

Eine weitere Studie, in der ebenfalls sowohl mündliche als auch schriftliche Sprachdaten bei AD erhoben wurden, wurde von Groves-Wright et al. (2004) durchgeführt. Diese verglich die Leistungen von Erkrankten im anfänglichen und fortgeschrittenen Stadium sowie gesunden Kontrollen mittels einer Bildbeschreibungsaufgabe, eines Wortflüssigkeitstests, eines Buchstabiartests und eines Benennungstests. Dabei wurde gezeigt, dass die sprachlichen Fähigkeiten in beiden Modalitäten mit zunehmender Schwere der AD drastisch abnehmen. Zudem wiesen die Erkrankten im mittleren Stadium innerhalb der schriftlichen Daten die größte Varianz auf, was darauf hindeutet, dass sich sprachliche Abbauprozesse im Schriftlichen deutlicher abzeichnen bzw. diese weniger kompensiert werden können.

Weitere Ergebnisse zu den Unterschieden schriftlicher und mündlicher Texte brachten die schriftlichen Bildbeschreibungen von Forbes-McKay/Venneri (2005) hervor (für eine Beschreibung siehe Kapitel 3.1.1). In dieser Aufgabe erwiesen sich insbesondere die Variablen des innerhalb des Textes vermittelten Informationsinhalts sowie die Informationsdichte als unterscheidungsstarke Faktoren zwischen Erkrankten und Gesunden.

Mertins und Ilgner konnten in ihrer Studie (Ilgner 2018; für eine Beschreibung siehe Kapitel 3.1.1) zeigen, dass sich die schriftlich produzierten Texte der AD-Gruppe durch eine verringerte Wortanzahl, eine geringere Quote korrekt geschriebener Wörter sowie eine orthografische Inkonsistenz auszeichneten. Zudem zeigte sich bei den Erkrankten, dass sie die Linearisierung des Papiers oft nicht einhielten, was als mögliches Indiz für eine Störung der räumlich-perzeptuellen Verarbeitung interpretiert werden könnte.

Insgesamt weisen die wenigen bislang durchgeführten Studien darauf hin, dass schriftlich produzierte Texte z.T. andere oder auch ergänzende Indikatoren bergen, anhand derer sich erkrankte von gesunden Probanden unterscheiden lassen. Dabei ist jedoch zu unterstreichen, dass auch hier noch enormer Bedarf an der systematischen Untersuchung weiterer sprachlicher Differenzierungskriterien besteht.

3.1.3 Zusammenfassung zu Sprache bei AD

Der progressive Abbau sprachlicher Fähigkeiten gilt als eines der auffälligsten Merkmale, die mit der Alzheimer-Erkrankung einhergehen. Bisherige Forschung hat gezeigt, dass es bereits in der präklinischen Stufe der AD deutliche Auffälligkeiten im Sprachgebrauch gibt. Dennoch sind systematische Untersuchungen im deutschsprachigen Raum dazu eher rar.

Im Mündlichen haben sich auf der lexikalischen Ebene sich bislang Wortfindungsstörungen und eine Reduktion der Wortflüssigkeit sowie des Wortschatzes als auffällig erwiesen (vgl. Wendelstein 2016: 42). Auf syntaktischer Ebene beschränken sich die Abbauerscheinungen anfangs noch auf die Produktion kürzerer und syntaktisch weniger komplexerer Sätze, äußern sich mit zunehmendem Krankheitsgrad jedoch vermehrt in Satzabbrüchen und der Nutzung unvollständiger Satzfragmente. Ab dem mittleren Stadium ist die Produktion syntaktisch komplexer Sätze schließlich nur noch sehr begrenzt möglich (vgl. Wendelstein 2016: 57). Die Ebene der Pragmatik zeigt sich dahingehend eingeschränkt, dass AD-Erkrankte bereits im frühen Stadium Schwierigkeiten haben, einen kohärenten Text zu produzieren (vgl. Schecker 2010: 64). Dies äußert sich beispielsweise in einem reduzierten Gebrauch von Konnektoren, wodurch sich Erkrankte bereits im präklinischen Stadium der AD von gesunden Sprechern unterscheiden. Die Nutzung pronominaler Referenzbezüge stellt zudem eine Fähigkeit dar, die sich ebenfalls sehr früh als stark eingeschränkt erweist (vgl. Wendelstein 2016: 123).

Für die schriftliche Sprachproduktion lässt sich zusammenfassen, dass sich die sprachlichen Abbauprozesse hier bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Krankheitsverlauf abzuzeichnen scheinen. Die Unterschiede zu den Texten gesunder Sprecher sind dabei auf graphemischer (vgl. Ilgner 2018) und

ebenfalls syntaktischer (vgl. Croisile et al. 1996) Ebene erkennbar. Es macht jedoch den Eindruck, dass Auffälligkeiten besonders früh auf der semantisch-pragmatischen Ebene in erkennbar sind (vgl. Forbes-McKay/Venneri 2005).

Insgesamt zeigt die bisherige Forschung, dass sich durchaus sprachliche AD-Marker finden lassen, anhand derer sich Erkrankte bereits zu einem frühen Zeitpunkt des Krankheitsverlaufs von gesunden Sprechern unterscheiden lassen (vgl. Wendelstein 2016: 53). Dies deutet darauf hin, dass sprachliche Indikatoren das Potential für verlaufs- und differentialdiagnostische Zwecke haben könnten. Dazu fehlt es jedoch zum jetzigen Zeitpunkt noch an standardisierten Verfahren, anhand derer sich sprachliche Änderungen in den jeweiligen Stadien dokumentieren lassen.

Dennoch ist an dieser Stelle kritisch darauf hinzuweisen, dass den Studien sehr unterschiedliche Auswertungsmethoden zugrunde liegen. Dieser Umstand ist der Tatsache geschuldet, dass der Umgang mit und die Analyse von mündlichen Sprachdaten in der linguistischen Forschung ein noch recht junges Feld ist (vgl. Wendelstein 2016: 22). Dabei ist die Frage nach der syntaktischen Segmentation sowie der Datenkodierung von hoher Relevanz und kann je nach Vorgehen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen. Zudem weisen die bisherigen Studien sehr unterschiedliche Informationen zu den untersuchten Sprechergruppen auf. Dabei sind die kontrollierte Gruppenzusammensetzung und letztlich auch der transparente Umgang mit personenbezogenen Merkmalen essenziell, um ein valides Gesamtbild zum sprachlichen Profil der AD zu erhalten.

3.2 Alzheimer-Demenz und visuell-räumliche Kognition

Das Verarbeiten, Speichern und Abrufen visuell-räumlicher Informationen ist ein hochkomplexer Prozess, bei dem auf vielfältige kognitive Domänen zurückgegriffen wird (vgl. Li et al. 2014: 13). Da bisherige Studien zu visuell-kognitiven Fähigkeiten bei AD verschiedene Untersuchungszugänge nutzen, wird an dieser Stelle nach methodologischem Vorgehen unterschieden: Zunächst werden verhaltensbasierte Studien vorgestellt, die auf (neuropsychologischen) Tests fußen (Kapitel 3.2.1). Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung experimenteller Studien, die die Eye-Tracking-Methode verwenden (Kapitel 3.2.2). Ein abschließendes Fazit fasst den bisherigen Forschungsstand zur visuell-räumlichen Kognition bei AD zusammen (Kapitel 3.2.3).

3.2.1 Verhaltensbasierte Studien: Neuropsychologische Tests

Grundsätzlich basiert die Datenerhebung verhaltensbasierter Studien auf Offline-Methoden, mittels derer die Kompetenz eines Probanden innerhalb einer bestimmten Aufgabe untersucht wird. Dabei besitzt die entsprechende Untersuchungsmethode eine geringere Aussagekraft hinsichtlich des zugrundeliegenden mentalen Prozesses (vgl. Mertins 2016: 17). Im Bereich der pathologischen Altersforschung und –medizin werden häufig standardisierte, neuropsychologische Tests durchgeführt,

deren kognitive Bearbeitung mit der Inanspruchnahme bestimmter Hirnareale assoziiert ist, um Hinweise auf die kognitive Leistungsfähigkeit eines Patienten zu erhalten.

Als eine Art kognitive Basisleistung der visuellen Wahrnehmung werden räumlich-perzeptive Fähigkeiten bezeichnet, welche auf die Erfassung räumlicher bzw. betrachterzentrierter Eigenschaften eines Objektes ausgerichtet sind (vgl. Götze/Zenz 2010: 45). Der sogenannte *line orientation test* stellt ein mögliches Vorgehen dar, um diese Fähigkeit zu testen. Bei diesem müssen aus einer größeren Auswahl zwei Linien bestimmt werden, die im gleichen Winkel zueinander angeordnet sind, wie es in einem dargestellten Zielstimulus der Fall ist. Ska et al. (1989) verglichen die Leistungen von AD-Erkrankten in diesem Test mit gesunden Kontrollgruppen verschiedener Altersspannen. Dabei wurden die Teilnehmer hinsichtlich der Anzahl an Bildungsjahren, jedoch nicht hinsichtlich der Geschlechterverteilung kontrolliert. Die Ergebnisse zeigten, dass alle drei Kontrollgruppen mit ansteigendem Durchschnittsalter hinsichtlich der erreichten Punktzahl vergleichbar waren und ausschließlich die AD-Gruppe eine signifikante Leistungsabweichung vorwies. Zudem ergab eine Analyse der Fehlertypen, dass die gemachten Fehler in der AD-Gruppe ein anderes Muster als das der Kontrollen aufwies. Die Autoren schlussfolgerten, dass es nicht nur quantitative, sondern ebenfalls qualitative Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit zu geben scheint.

Alle anderen höheren Leistungen der räumlichen Verarbeitung sind als Integrationsleistungen anzusehen, da räumlich-perzeptive Fähigkeiten mit verschiedenen kognitiven Leistungen (wie z.B. dem Gedächtnis) verknüpft werden (vgl. Götze/Zenz 2010: 45). Ein weiteres neuropsychologisches Vorgehen ist der sogenannte *clock-drawing-Test*, bei dem der Patient eine Uhr zeichnen soll. Der Test kann dabei in verschiedenen Ausführungen vorgenommen werden (z.B. mit oder ohne vorgegebenen Kreis). Allen gemein ist, dass für eine erfolgreiche Durchführung visuoperzeptive Fähigkeiten und eine ausreichende Gedächtnisleistung benötigt werden (Agrell/Dehlin 1998: 399). In einer der ersten Studien, die diese Methode mit AD-Erkrankten verwendet hat, zeigten Kálmán et al. (1995), dass Probanden der AD-Gruppe deutlich mehr Fehler machten als Kontroll-Probanden. Die meisten Defizite betrafen die falsche Platzierung der Ziffern und Zeiger, was auf den neurologischen Abbau im rechten Parietallappen zurückgeführt wurde.

Leistungen auf der räumlich-kognitiven Ebene setzen all jene Fähigkeiten voraus, die neben der rein perzeptiven Wahrnehmung auch einen kognitiven Verarbeitungsprozess erfordern. Beispielsweise ist dies bei mentalen Rotationsaufgaben der Fall (Götze/Zenz 2010: 45). Kálmán et al. (1995) untersuchten dies ebenfalls in ihrer Studie, indem der *Right-Left-Orientation Test* durchgeführt wurde. Bei diesem wurde die Performanz der Probanden in zwei Bedingungen gemessen: In der ersten Bedingung diente die eigene Person als Referenzpunkt und in der zweiten Bedingung sollte der Referenzpunkt einer anderen, gegenüber platzierten Puppe eingenommen werden (mentale Rotation). Es zeigte sich, dass die AD-Probanden die erste Bedingung ohne Unterschiede zur Kontroll-Gruppe durchlaufen konnten, während sie innerhalb der zweiten Bedingung eine deutlich verschlechterte Leistung erbrachten. Dabei stellte das Stadium des Krankheitsverlaufs kein zuverlässiges

Differenzierungskriterium für die erbrachte Leistung dar. Die Autoren schlussfolgerten, dass die visuell-räumliche Orientierung aus egozentrischer Perspektive bei AD weniger kognitiv anspruchsvoll zu sein scheint als aus der exzentrischen Perspektive.

Eine longitudinale Studie von Paxton et al. (2007) nutzte den *Hooper Visual Organization Test*, um die räumlich-konstruktive Leistung bei AD zu untersuchen. Dabei bestand die Aufgabe darin, dargebotene Einzelteile so zusammenzufügen, dass sie ein Ganzes (z.B. ein Tier) ergeben. Die Ergebnisse belegten eine deutlich schlechtere Leistung der AD-Gruppe, welche in dem Untersuchungszeitraum von einem Jahr noch weiter abnahm.

Boccia et al. (2014) nutzten in ihrer Studie ebenfalls ein Set von Stimuli, auf denen Fragmente von Objekten abgebildet waren. Diese sollten, nachdem den Probanden die ganzheitlichen Objekte vorab innerhalb einer Testphase präsentiert wurden, wiedererkannt und benannt werden sollen. Die Ergebnisse zeigten keinen Gruppenunterschied innerhalb der Testphase, welcher jedoch in der eigentlichen Erhebungsphase umso stärker auftrat. Die Probanden der AD-Gruppe zeigten eine wesentlich schlechtere Leistung in der Wiedererkennung als die gesunden Kontrollprobanden. Die Autoren erklären dieses Ergebnis mit einer Verschlechterung des visuell-perzeptiven Systems bei AD.

Henderson et al. (1989) untersuchten in einer methodisch breitaufgestellten Studie, welche Leistung AD-Erkrankte und gesunde Kontrollen verschiedener Altersgruppen in verschiedenen räumlich-topographischen Bereichen erbringen. Räumlich-topographische Leistungen basieren auf hochkomplexen Kognitionsprozessen und umfassen all jene Fähigkeiten, die für visuell-räumliche Orientierung benötigt werden (z.B. bei einer Wegfindungsaufgabe). Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die erkrankten im Vergleich zu gesunden Probanden systematisch schlechter abschnitten. Dieses Ergebnis wurde in einer sehr ähnlichen Studie von Monacelli et al. (2003) verifiziert.

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass bisherige neuropsychologische Tests sehr unterschiedliche Komponenten der visuell-räumlichen Kognition untersuchen. Dabei ist kritisch anzumerken, dass diese Art von Tests nur bedingt Aussagekraft bezüglich der zugrundeliegenden kognitiven Prozesse besitzen. Sie sind dadurch sehr anfällig für Störvariablen, aber auch (un-)bewusste Beeinflussung durch den Probanden, was schnell zu Verzerrungen in den Daten führen kann. Da sie vornehmlich für diagnostische Settings entwickelt werden, liegt ihnen häufig nur ein Differenzierungsanspruch zwischen gesunden und erkrankten Patienten zugrunde. Die gruppeninterne Varianz bei AD-Erkrankten kann somit nur sehr bedingt erfasst werden.

3.2.2 Experimentelle Studien: Eye-Tracking

Die Methode des Eye-Tracking (ET) basiert auf der Messung und Auswertung visueller Aufmerksamkeit. Grundlegende Annahme dabei ist, dass die Zuteilung der visuellen Aufmerksamkeit den Grad des kognitiven Interesses widerspiegelt (vgl. Müller 2013: 105). ET gehört zu den Online-Methoden, da die gemessenen Blickbewegungen einen unmittelbaren Zugang zu der zugrundeliegenden kognitiven Verarbeitung darstellen (vgl. Mertins 2016: 17 f.). Die Nutzung in der AD-Forschung hat in

den letzten vier Jahrzehnten seinen Anfang gefunden und eignet sich insbesondere deshalb, da die Methode nicht-invasiv ist und auf einem natürlichen, hochautomatisierten Verhalten des Probanden basiert (Molitor et al. 2015: 1). Es werden zudem bei der Durchführung niedrige Anforderungen an den Probanden gestellt.

Die ersten ET-Studien, die mit AD-Erkrankten durchgeführt wurden, waren auf die Untersuchung grundlegender visueller Verhaltensmuster ausgerichtet. Bereits 1986 konnte in einer ersten ET-Studie gezeigt werden, dass AD-Erkrankte im Vergleich zu altersgleichen, gesunden Kontrollen eine Reihe von Abweichungen in der Durchführung von Sakkaden aufweisen (vgl. Fletcher/Sharpe 1986). Diese bestehen in einer schlechteren Akkuratheit sowie geringeren Geschwindigkeit und Latenz, wenn die Blickbewegung in Richtung eines vorgegebenen Punktes wandern sollte (Pro-Sakkaden). Dieser Befund wurde durch darauffolgende Studien bestätigt sowie durch die Erkenntnis ergänzt, dass AD-Erkrankte zusätzlich häufig eine verspätete Einleitung von Pro-Sakkaden aufweisen, die Sakkaden häufiger das Ziel verfehlen oder sogar gänzlich in die entgegengesetzte Richtung verlaufen (vgl. Scinto et al. 1994, Bylsma et al. 1995, Moser et al. 1995, Yang et al. 2011; Yang et al. 2012).

Ein weiteres ET-Parameter in der bisherigen AD-Forschung stellen die sogenannten Anti-Sakkaden dar. Da in diesem Fall der Reflex, einen erscheinenden Stimulus anzuschauen, unterdrückt werden und sogar in die entgegengesetzte Verhaltensweise umgeleitet werden muss, stellt diese Aufgabe eine enorme Schwierigkeit für AD-Erkrankte dar. Insgesamt zeigen sie eine höhere Fehler- sowie eine geringere Korrekturquote als gesunde Kontrollen im vergleichbaren Altersdurchschnitt (Shafiq-Antonnaci et al. 2003; Kaufmann et al. 2011).

Mittels des sogenannten *gap-overlap*-Paradigma wird untersucht, inwieweit pro-sakkadische Veränderungen bei AD mit Auffälligkeiten in der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung einhergehen. Bei diesem Paradigma erhalten Probanden die Aufgabe, ein erscheinendes Zielobjekt anzuvisieren (Pro-Sakkade). Dabei kann dieses Zielobjekt jedoch innerhalb von zwei Bedingungen erscheinen: In der *overlap*-Bedingung erscheint das Zielobjekt bereits, während der Proband noch auf das Fixationskreuz schaut. In der *gap*-Bedingung gibt es hingegen eine zeitliche Verzögerung (200 ms) zwischen dem Verschwinden des Fixationskreuzes und Erscheinen des Zielobjektes. Bei gesunden Probanden stellt sich in der *gap*-Kondition ein sogenannter *gap*-Effekt ein, welcher die Latenz der darauffolgenden Pro-Sakkade reduziert. Abel et al. (2002) konnten in ihrer Studie zeigen, dass der *gap*-Effekt in der AD-Gruppe vergleichsweise größer ausfällt als in der Kontroll-Gruppe. Dies wurde auch in einer Studie von Crawford et al. (2012) bestätigt, die ebenfalls das *gap-overlap*-Paradigma nutzte und dieses durch zwei Bedingungen ergänzte: In der *go*-Bedingungen sollte das Zielobjekt anvisiert werden, während die Fixation in der *no-go*-Bedingung trotz Erscheinen eines vermeintlichen Zielobjektes im mittleren Bildschirm gehalten werden sollte. Das Ergebnis bestand darin, dass die Unterdrückung der Pro-Sakkade (*no-go*-Bedingung) den AD-Probanden erhebliche Schwierigkeiten bereitete, und sie daher

mehr Fehler machten. Dies stützt die Annahme, dass der Prozess der inhibitorischen Kontrolle und der exekutiven Kontrolle bei AD-Erkrankten gestört wird.

Ein weiteres Untersuchungsparadigma stellen visuelle Folgebewegungen dar, bei denen ein Zielobjekt mit den Blickbewegungen verfolgt werden muss. Für diese Art von Aufgabe haben bislang mehrere Studien gezeigt, dass AD-Erkrankte eine vergleichsweise schlechtere Verfolgungsleistung erbringen als Kontrollen. Dies äußert sich in einer langsameren Verfolgung, einem erhöhten Verlust der visuellen Aufmerksamkeit, einer vermehrten Anzahl ungleichmäßiger Sakkaden sowie einer ausgeprägteren Abbruchquote (vgl. Hutton et al. 1984; Fletcher/Sharpe 1988; Müller et al. 1991; Zaccara et al. 1992).

Zusätzlich zu den Studien, die grundlegende visuelle Verhaltensweisen bei AD-Patienten untersuchen, wurden bislang verschiedene Paradigmen genutzt, um komplexes visuelles Verhalten bei AD zu untersuchen. Studien mit visuellen Suchaufgaben basieren beispielsweise darauf, dass der Proband ein Zielobjekt in einem präsentierten Stimulus finden muss. Die wenigen Studien, die sich diesem Paradigma bislang bedient haben, zeigen, dass AD-Probanden weniger akkurat als Kontrollen sind, längere Reaktionszeiten in der Lösung der Aufgabe und ein Suchmuster mit erhöhter Fixationsanzahl aufweisen (vgl. Rösler et al. 2000, 2005; Porter et al. 2010).

Das Paradigma der Bewegungswahrnehmung wird genutzt, um die Wahrnehmung von zeitlich und/oder räumlich variierenden Bewegungen bei AD-Erkrankten zu untersuchen. In einer der ersten AD-Studien, die dieses Paradigma verwendet haben, wurde die Wahrnehmung von Bewegungen zwischen einer gesunden, älteren Gruppe und einer älteren Gruppe mit wahrscheinlicher AD verglichen (Gilmore et al. 1994). Es zeigte sich, dass die Bewegungen bei den AD-Probanden eine höhere Reizschwelle erreichen mussten, um wahrgenommen zu werden. Dies bestätigte sich in einer weiteren Studie von Kavcic et al. (2011), bei der nicht nur die räumliche, sondern auch die zeitliche Frequenz der Bewegungsänderungen variiert wurde.

Studien mit sogenannten *picture-viewing-tasks* fußen auf dem Explorationsparadigma, bei dem die Probanden sich die präsentierten Stimuli anschauen, ohne eine spezifische Aufgabe dabei zu lösen. Hier gibt es bislang nur wenige Forschungsergebnisse, welche zusätzlich ein durchwachsendes Bild aufweisen. In einer der frühen AD-Studien (Daffner et al. 1992) wurden Stimuli genutzt, auf denen jeweils ein inkongruentes Element abgebildet war (z.B. ein Löwe in einem Klassenraum). Dieses wurde als kritische Region jeweils für an AD erkrankte und gesunde Probanden vergleichend ausgewertet. Dabei wiesen die Erkrankten eine kleinere visuelle Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb der Stimuli auf und zeigten weniger Fixationen sowie eine geringere Verweildauer innerhalb der kritischen Region.

Moser et al. (1995) nutzten ein ähnliches Experiment, in welchem sich das explorative Verhalten der AD-Gruppe jedoch quantitativ nicht von der Vergleichsgruppe unterschied. Stattdessen konnten qualitative Unterschiede hinsichtlich der entsprechenden Blickbewegungsmuster festgestellt werden, die sich u.a. darin äußerten, dass AD-Erkrankte ungewöhnliche Elemente der Bilder tendenziell übersahen bzw. erst im späteren Explorationsprozess anschauten. Eine mögliche Erklärung für dieses

Verhalten liegt in der gestörten Kontrolle von Aufmerksamkeit, die dazu führt, dass es AD-Erkrankten nicht oder nur schwerer gelingt, ihren Aufmerksamkeitsfokus von einer Szene zu lösen und auf eine andere zu wechseln. Eine Fähigkeit, die maßgeblich durch die exekutive Kontrolle beeinflusst wird.

Ogrocki et al. (2000) führten eine visuelle Explorationsstudie mit AD-Probanden und gesunden Kontrollen im vergleichbaren Alter durch, bei denen Fotos von Gesichtsaufnahmen als Stimuli genutzt wurden. Die Probanden sollten den Gesichtern nach einer kurzen Betrachtungsdauer jeweils eine von zwei möglichen Emotionen zuordnen. Obwohl sich hinsichtlich der Akkuratheit in dieser Aufgabe kein Unterschied zwischen den Gruppen zeigte, ließen sich deutliche Abweichungen in dem zugrundeliegenden Explorationsverhalten feststellen: AD-Erkrankte fixierten seltener aufgabenrelevante und öfter aufgabenirrelevante Bereiche innerhalb der Stimuli als die Kontrollen. Die Ergebnisse lassen sich auf einen möglichen Abbau von Motivation und Neugierde bei AD zurückführen. Ein gesteigertes Gleichgültigkeitsempfinden, welches sich beispielsweise in dem Verlust von Interesse zeigt, ist ein gängiges Anzeichen von AD (vgl. Molitor et al. 2015: 8). Andererseits könnten die Ergebnisse auch Anzeichen einer veränderten Fähigkeit der Aufmerksamkeitsverteilung sein. Die mit AD einhergehende Störung der Aufmerksamkeit könnte erklären, weshalb es Erkrankten schwerfällt, relevante von irrelevanten Bildbereichen zu unterscheiden (vgl. Molitor et al. 2015: 8).

In einer Pilotstudie von Mertins und Ilgner (vgl. Ilgner 2018) wurde das Paradigma der visuellen Exploration genutzt. Dabei wurden den Probanden hochkomplexe Stimuli präsentiert, die entweder reine Naturbilder, reine Stadtbilder oder ein Mix dieser beiden Kategorien waren. Die AD-Erkrankten zeigten im Vergleich zu beiden Kontrollgruppen eine höhere Fixationszahl sowie eine deutlich seltenere Fixation des Fluchtpunktes (siehe Kapitel 4.1).

Brandão et al. (2014) führten eine Studie durch, in der die ET-Methode mit einer verbalen Sprachproduktionsaufgabe kombiniert wurde. Dabei wurde untersucht, inwieweit sich autobiographische Erzählungen von AD-Erkrankten durch strategische Diskursinterventionen in Form von visuellen Signalen beeinflussen lassen. Die Forschungsfrage bezog sich darauf, ob themenkonvergente Signale die Diskurskohärenz unterstützen können. Dabei traten die visuellen Signale in drei randomisierten Konditionen auf: Es erschien ein schwarzer Bildschirm ohne Stichwort oder ein schwarzer Bildschirm mit einem Bild und einem Satz, welche entweder konversationsbezogen oder konversationsunabhängig sein konnten. Tatsächlich profitierte die Textkohärenz der AD-Erzählungen innerhalb der konversationsbezogenen Untersuchungsbedingung stärker von den Signalen als in den beiden anderen Bedingungen.

Eine weitere Studie, die Sprachverarbeitung bei AD mittels der ET-Methode genutzt hat, wurde 2014 von Fernández et al. durchgeführt. In dieser wurde zum einen das visuelle Verhalten von AD-Erkrankten beim Lesen untersucht, zum andern inwieweit die Probanden fehlende Wörter aus ihrem semantischen sowie syntaktischen Zusammenhang vorhersagen konnten. Es zeigte sich, dass bei den Erkrankten im Vergleich zu den gesunden Kontrollen keine Korrelation zwischen der Vorhersage sowie dem visuellen Erkunden festgestellt werden konnte. Das visuelle Leseverhalten der Erkrankten zeigte

zudem ein abweichendes Muster, das aus verlängerten Fixationen sowie mehr intra-Wort-Fixationen und Regressionen bestand.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die bisherige ET-Forschung zu visuellem Verhalten bei AD eine Reihe von Auffälligkeiten nachweisen konnte. Diese äußern sich insbesondere in einer ungleichmäßigeren, verlangsamten und inakkurateren Durchführung von Sakkaden, einer Störung der visuellen Verfolgungsleistung, einem verringerten Explorationsverhalten sowie einer reduzierten Wahrnehmung von räumlicher Bewegung und Inkongruenz. Zudem weisen AD-Erkrankte eine größere, gruppeninterne Varianz als gesunde Probanden hinsichtlich dieser Aspekte auf (Molitor et al. 2015: 3). Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Abweichungen durch eine verringerte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, eine verschlechterte exekutive Kontrolle und kognitive Inhibition sowie dadurch bedingte Störungen der Aufmerksamkeitskontrolle erklären lassen (vgl. Molitor et al. 2015: 12).

3.2.3 Zusammenfassung zu visuell-räumlicher Kognition bei AD

Visuell-räumliche Kognition stellt einen hochkomplexen Prozess dar, welcher auf einem intakten visuellen System und der Beanspruchung unterschiedlichster kognitiver Fähigkeiten basiert (vgl. Götze/Zenz 2010: 45).

Alzheimerbedingte Einschränkungen der visuell-räumlichen Kognition konnten in einigen verhaltensbasierten Studien nachgewiesen werden, die neuropsychologische Tests als Untersuchungsmethode nutzten. Diese Tests umfassen i.d.R. diverse Aufgabenstellungen, in denen die Erkrankten verschiedene räumlich-kognitive Leistungen erbringen müssen. Mittels dieser standardisierten Tests ließen sich grundlegende Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit zwischen gesunden und AD-erkrankten Probanden zeigen. Diese äußern sich z.B. in einer schlechteren mentalen Rotationsfähigkeit und einer höheren Fehlerquote bei der Anordnung von Teilelementen eines Ganzen (vgl. Kálmán et al. 1995, Paxton et al. 2007).

Zudem konnte eine Reihe von Eye-Tracking-Studien bislang nachweisen, dass sich das visuelle Verhalten von AD-erkrankten Menschen hinsichtlich verschiedener Parameter systematisch von altersgleichen, gesunden Menschen unterscheidet. Dies äußert sich vornehmlich in einer weniger akkuraten Durchführung von Sakkaden und Folgebewegungen, in längeren Reaktionszeiten und weniger Fixationen, einem limitierten und abweichenden Explorationsverhalten sowie reduziertem Wahrnehmen von räumlicher Bewegung sowie Inkongruenz (vgl. Ogrocki et al. 2000; Yang et al. 2011, 2012; Kavcic et al. 2011).

Zusammengefasst deuten die unterschiedlichen Zugänge zu visuell-räumlicher Kognition bei AD auf diverse Abweichungen vom gesunden Alterungsprozess hin. Dabei ist jedoch kritisch anzumerken, dass die dargestellten Studien eine enorme Bandbreite an Methoden, Stichprobengröße und –zusammensetzung sowie an genutzten Untersuchungsdesigns aufweisen. Es fällt zudem auf, dass in keiner der Studien eine systematische Kontrolle oder Berücksichtigung personenbezogener

Merkmale, wie Expertise in Sprache oder anderen Bereichen vorgenommen wurde. Auch ist auf die Tatsache hinzuweisen, dass sich das gängige Diagnosevorgehen sowie die unterschiedlichen Möglichkeiten einer Diagnosestellung der AD in den letzten Jahrzehnten sehr gewandelt haben. Es bleibt demnach fraglich, inwieweit bei den bisherigen Studien überhaupt eine vergleichbare Definition der Erkrankung vorliegt.

3.3 Fazit: Sprache und Kognition bei AD

Insgesamt liegen in der AD-Forschung nur wenige systematischen Studien für die beiden Bereiche Sprache und visuell-räumliche Wahrnehmung vor. Hinzu kommt, dass diese zumeist keine verknüpfende Betrachtungsweise aufweisen, sodass zur Schnittstelle von Sprache und Kognition bei AD bislang nur wenig empirisch gesichertes Wissen vorliegt. Dies ist erstaunlich, zumal die sprachlichen und visuell-räumlichen Abbauerscheinungen der Erkrankten oftmals als die auffälligsten Merkmale des alzheimerbedingten Kognitionsverlustes genannt werden (vgl. Jessen et al. 1017: 14).

Es muss zudem kritisch angemerkt werden, dass die Studien auf sehr unterschiedlichen Vorgehensweisen in der Diagnose und Einordnung der Demenzphasen fußen. Dies ist zum einen der Tatsache geschuldet, dass die Durchführungszeit eine Spanne von fast 30 Jahren aufweist und innerhalb dieser neue Standards entwickelt wurden. Zum anderen besteht auch in der aktuellen medizinischen Praxis noch immer die Gefahr für falsch gestellte, fehlende sowie undifferenzierte Diagnosen.

Diese Umstände haben letztlich fatale Konsequenzen für die Zusammensetzung von Stichproben in wissenschaftlichen Untersuchungen zu AD sowie auch für die entsprechenden Schlussfolgerungen und Verallgemeinerungen, die aus solchen Studien gewonnen werden. Eine besondere Herausforderung zukünftiger Forschung besteht demnach darin, eine gemeinsame Basis für die Zusammenstellung kritischer Gruppen mit AD zu finden, die auf festgelegten und überprüfbaren Kriterien besteht. Zudem sollten multimethodische Zugänge gewählt werden, bei denen lin Daten mit nicht-sprachlichen Daten kombiniert werden, um einen differenzierten Zugang zum kognitiven und sprachlichen Profil bei AD zu erhalten.

4. Vorstellung der Studie

Das vierte Kapitel umfasst eine ausführliche Erläuterung der im Rahmen des Projekts durchgeführten Studie: Im ersten Unterkapitel wird die Pilotstudie skizziert, auf welcher die vorliegende Untersuchung aufbaut (4.1). Anschließend wird die Zielsetzung des Forschungsvorhabens erläutert und zentrale Fragestellungen sowie die sich aus dem bisherigem Forschungsstand abgeleiteten Hypothesen werden vorgestellt (4.2). Im dritten Teil des Kapitels erfolgt eine ausführliche Beschreibung der zwei untersuchten Stichproben (4.3). Das letzte Unterkapitel stellt das Forschungsdesign sowie die drei Untersuchungsmethoden dar, derer sich das Vorhaben bedient hat. Die Methoden werden jeweils

hinsichtlich ihrer Durchführung zur Datengewinnung sowie der entsprechenden Auswertungsmethode beleuchtet (4.4).

4.1 Die Pilotstudie

Grundsätzlich basiert das Forschungsvorhaben auf einer Pilotstudie, welche 2017 von Carina Ilgner unter der Leitung von Prof. Mertins in den *psycholinguistics laboratories* der TU Dortmund durchgeführt wurde. In dieser wurden zehn AD-Erkrankte und fünf gesunde, alterskorrelierte Kontrollen mit Hilfe von drei Methoden getestet und miteinander verglichen: Zum einen wurde ein Eye-Tracking-Experiment durchgeführt, durch welches die visuelle Raumwahrnehmung der Probanden untersucht wurde. Zum anderen wurde die Sprachproduktion mittels einer Bildbeschreibungsaufgabe (schriftlich) sowie eines leitfadengestützten Interviews (mündlich) getestet und ausgewertet.

Die Studie hat folgende Ergebnisse hervorgebracht: Beim Eye-Tracking zeigten die AD-Erkrankten durchschnittlich eine längere Fixationsdauer. Ausgewertet wurden jeweils die ersten 15 Fixationen des rechten Auges. Zudem wiesen die Daten darauf hin, dass der Fluchtpunkt¹² innerhalb der kritischen Gruppe weniger fokussiert wurde, als es bei den Kontrollen der Fall war. Bei der Sprachproduktion zeichnete sich die AD-Gruppe in beiden Aufgabentypen durch ein verringertes sprachliches Output im Vergleich zur Kontrollgruppe aus. In der schriftlichen Datenerhebung zeigte sich, dass die Demenz-Erkrankten vornehmlich in einer Art „Telegram-Stil“ schrieben und sich keine orthographische Stringenz erkennen ließ. Zudem konnte in den mündlichen Sprachdaten der AD-Gruppe eine erhöhte Abbruchquote auf der Wort- und Satzebene festgestellt werden. Von den insgesamt vier identifizierten Abbruchmustern trat eines ausschließlich innerhalb der AD-Gruppe auf, welches sich durch einen Satzabbruch, eine Wiederholung und eine darauffolgende andere Fortführung charakterisiert (vgl. Ilgner 2018).

Das vorliegende Studienvorhaben knüpft an der Pilotstudie an und stellt eine Art adaptierte Fortführung der Untersuchung dar. Es wurden im Vergleich zur Pilotstudie folgende Änderungen im Untersuchungsdesign vorgenommen:

- (1) Die Kontroll-Gruppe umfasst die gleiche Anzahl an Probanden wie die AD-Gruppe, um die Zusammensetzung der zu vergleichenden Stichproben möglichst homogen zu machen.¹³
- (2) Die mündliche Sprachproduktion wird mit Hilfe eines etablierteren Stimulus-Sets aufgezeichnet (die sogenannte *Frog-Story*), anhand dessen eine mündliche Geschichte produziert werden soll.¹⁴

¹²Bei dieser Bezeichnung handelt es sich um einen übernommenen Begriff aus der Arbeit von Carina Ilgner. Da die Stimuli jedoch keinen wirklichen Fluchtpunkt im Sinne von sich überschneidenden Fluchtlinien aufweisen, wird der Begriff im weiteren Verlauf der Arbeit durch die Bezeichnung „Region der größten Blicktiefe“ ersetzt. Aufgrund dessen, dass es sich bei den verwendeten ET-Stimuli der vorliegenden Arbeit um dieselben Stimuli handelt, die Carina Ilgner genutzt hat, wird dabei jedoch ausschließlich auf den gleichen Bildausschnitt referiert.

¹³In der Pilotstudie umfasste die Kritische Gruppe zehn erkrankte und die Kontroll-Gruppe fünf gesunde Probanden.

¹⁴Die Pilotstudie nutze zwei eigens für die Erhebung erstellte Bilder zum Thema Weihnachten.

- (3) Die visuell-räumliche Kognition wird durch einen weiteren Methodenzugang in Form einer *Act-Out*-Studie untersucht, bei der die Probanden drei Aufgaben zum visuell-räumlichen Verständnis bearbeiten sollen.¹⁵

4.2 Zielsetzung, Fragestellungen und Hypothesen

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Studie ist es, grundlegende Unterschiede in Sprache und visuell-räumlicher Kognition im gesunden und pathologischen Alterungsprozess zu erforschen. Dazu werden Daten einer an Demenz erkrankten Stichprobe (Kritische Gruppe) sowie einer altersgleichen, kognitiv gesunden Stichprobe (Kontroll-Gruppe) mit Hilfe gewonnen und analysiert. Die Ausprägungen anderer Kriterien, wie Altersdurchschnitt, Stichprobengröße und Geschlechterverteilung, sind über beide Gruppen hinweg möglichst homogen zu halten, sodass gefundene Unterschiede vornehmlich auf die Variable der Demenzerkrankung zurückgeführt werden können. Die drei Untersuchungszugänge ergeben sich aus der Nutzung folgender Methoden: Mittels der *Frog-Story* wird die spontane, mündliche Sprachproduktion erhoben. Das visuell-räumliche Verständnis wird anhand von drei *Act-Out* Aufgaben getestet, bei denen Figuren den entsprechenden Formen in einem Sortierklotz zugeordnet, sowie aus Lego Duplo gebaute Items verglichen und nachgebaut werden müssen. Die visuelle Raumwahrnehmung wird durch die Messung der Blickbewegungen (Eye-Tracking) untersucht.

Die übergeordnete Forschungsfrage der Studie lautet demnach: *Welche systematischen Unterschiede in Sprache und visuell-räumlicher Kognition zeigen sich zwischen AD-Erkrankten und kognitiv gesunden Kontrollprobanden im gleichen Altersdurchschnitt?* Um diese in ausreichendem Maße beantworten zu können, müssen zunächst folgende Leitfragen hinsichtlich der entsprechenden Untersuchungsmethoden berücksichtigt und untersucht werden:

a) Mündliche Sprachproduktion: *Frog-Story*

- Inwieweit unterscheiden sich verbal produzierte Texte von AD-Erkrankten und Gesunden?
- Sind diese Unterschiede eher quantitativer (z.B. Äußerungsanzahl) oder qualitativer (z.B. Textkohäsion) Natur?
- Sind syntaktisch-strukturelle Unterschiede der produzierten Sprache erkennbar, spricht unterscheidet sich die Häufigkeit der Satzarten und die grammatikalische Fehlerquote zwischen den Gruppen?
- Ist ein strukturell-grammatischer Zusammenhang (Kohäsion) in den produzierten Texten beider Gruppen erkennbar?

b) Visuell-räumliches Verständnis: *Act-Out*

¹⁵In der Pilotstudie wurde ausschließlich die Eye-Tracking-Methode verwendet.

- Inwieweit unterscheidet sich die Bearbeitungszeit in den drei *Act-Out*-Aufgaben zwischen beiden Gruppen?
- Lassen sich in den vorgenommenen Lösungsstrategien der AD-Erkrankten Muster erkennen, die von der Vergleichsgruppe nicht vorgenommen wurde?
- In welchem Testungsbereich des räumlichen Verständnisses (Zuordnen, Wiedererkennen, Nachbauen) tritt die höchste zeitliche Abweichung von der Kontroll-Gruppe auf?
- Inwieweit lassen sich Unterschiede hinsichtlich der gruppeninternen Varianz innerhalb der verschiedenen Aufgabentypen feststellen?

c) Visuell-räumliche Wahrnehmung: Eye-Tracking

- Wie fallen die grundlegenden Tracking-Parameter innerhalb der Gruppen bzw. zwischen den beiden Gruppen aus?
- Zeigt sich innerhalb der zwei Stichproben ein gruppenspezifisches Muster der Aufmerksamkeitsverteilung?
- Wenn ja, inwieweit unterscheiden sich diese zwei Muster voneinander?
- Lassen sich die Gruppenunterschiede in der Fixation der Region mit der größten Blicktiefe in größeren Stichproben bestätigen?
- Werfen die neuen Daten zusätzliche Parameter auf, in denen sich gruppenspezifische Unterschiede zeigen?

Aus den dargestellten Forschungsfragen lassen sich unter Berücksichtigung des zuvor zusammengefassten Forschungsstands konkrete Hypothesen bezüglich der drei Untersuchungsparameter ableiten, die es im weiteren Verlauf der Arbeit zu prüfen gilt.

a) Zur Sprachproduktion:

Anhand der bisherigen Ergebnisse aus der Pilotstudie ist ein geringeres sprachliches Output bei den Erkrankten zu erwarten. Zudem wird die Hypothese aufgestellt, dass sich Sprachabbauprozesse ebenfalls auf der Ebene der Syntax äußern werden. Unterschiede auf der semantisch-pragmatischen Ebene sind hinsichtlich einer vermehrten Nutzung von Pro-Formen zu erwarten. Es werden die folgenden Hypothesen getestet:

H01: Das sprachliche Output der AD-Gruppe ist geringer als das der Kontroll-Gruppe.

H02: Es werden mehr Haupt- als Nebensätzen in der AD-Gruppe im Vergleich zur Kontroll-Gruppe produziert.

H03: Die produzierte Sprache in der AD-Gruppe zeichnet sich durch mehr syntaktische Fehler aus, als es in der Kontroll-Gruppe der Fall ist.

H04: Die AD-Erkrankten verwenden mehr Pro-Formen als die Kontrollen, die seltener einen eindeutigen Bezug im Kontext aufweisen.

b) Zum visuell-räumlichen Verständnis:

Die sich bislang in Verhaltensdaten gezeigte visuell-perzeptive Störung bei AD legt den Schluss nahe, dass sich die Bearbeitung der *Act-Out*-Aufgaben bei den Erkrankten in verlängerten Bearbeitungszeiten äußern wird. Dabei liegt der Schluss nahe, dass motorische Aufgabenarten eine höhere Anforderung an die Erkrankten stellen als rein visuell-perzeptuelle Aufgaben. Zudem liegt durch die Auswertung der Bearbeitungszeit ein verhältnisskaliertes Merkmal vor, auf dem gruppeninterne Abweichungen gut dargestellt werden können. Es wird eine Klärung der folgenden Hypothesen beabsichtigt:

H05: Es zeigt sich eine erhöhte Bearbeitungszeit in allen Aufgabenbereichen für die AD-Gruppe im Vergleich zur gesunden Kontroll-Gruppe.

H06: Die Bearbeitungszeit innerhalb der AD-Gruppe weist eine höhere Varianz auf, als es bei den gesunden Kontroll-Probanden der Fall ist.

H07: Die größte Varianz zwischen den beiden Gruppen zeigt sich innerhalb der Nachbau-Aufgabe.

c) Zur visuell-räumlichen Wahrnehmung:

Es wird vermutet, dass sich das Explorationsverhalten der AD-Erkrankten auch in einer größeren Stichprobe hinsichtlich der in der bisherigen Forschungsliteratur angebrachten Parameter unterscheiden wird. Diese beziehen sich sowohl auf die quantitativ messbaren (Fixationen) als auch die qualitativ erschließbaren Kriterien (Muster der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung). Es werden demnach die folgenden Hypothesen aufgestellt:

H08: Die AD-Gruppe macht weniger und längere Fixationen als die Kontrollen.

H09: Es zeigen sich gruppenspezifische Muster der Aufmerksamkeitsverteilung, die sich hinsichtlich des räumlichen Verlaufs voneinander unterscheiden.

H10: Die AD-Erkrankten zeigen im Vergleich zur Kontroll-Gruppe keine systematische Fixation der Region mit der größten Blicktiefe.

Alle zehn Hypothesen gilt es, im weiteren Verlauf der Arbeit zu widerlegen oder zu bestätigen.

4.3 Probanden

Im Rahmen der Studie werden zwei Probandengruppen systematisch miteinander verglichen: Menschen mit (Alzheimer-)Demenz und kognitiv gesunde Menschen. Die Gesamtstichprobe besteht aus zwanzig Probanden: Die kritische Gruppe umfasst zehn demenzerkrankte Probanden und die Kontroll-Gruppe setzt sich ebenfalls aus zehn Probanden, jedoch ohne AD, zusammen. Beide Gruppen sind hinsichtlich des Altersdurchschnitts und des Bildungsgrads miteinander vergleichbar.

In der kritischen Gruppe befinden sich mehr Frauen als Männer, dies spiegelt das tatsächlich erhöhte Erkrankungsrisiko an AD für Frauen wider. Alle personenbezogenen Merkmale wurden durch

einen standardisierten Fragebogen¹⁶ erfasst (siehe Anhang 01) und kontrolliert. Eine detaillierte Beschreibung beider Gruppen findet sich in den folgenden zwei Unterkapiteln.

4.3.1 Die kritische Gruppe: Demenz-Erkrankte

Für alle zehn Probanden der Kritischen Gruppe liegt eine ärztliche Demenzbescheinigung vor. Personen, für die eine sekundäre Demenz- oder dementielle Mischform (wie es z.B. bei Parkinson Erkrankten häufig der Fall ist) attestiert wurde, wurden im Rahmen dieser Studie ausgeschlossen. Da die einzelnen Demenzformen mit Einschränkungen in sehr unterschiedlichen Kognitionsbereichen einhergehen, wurde versucht, eine hinsichtlich der Demenzerkrankung möglichst homogene Gruppe zusammenzustellen. Bevorzugt wurden Menschen mit einer attestierten AD aufgenommen. Allerdings ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass bei den wenigsten Personen, die im Rahmen der Probandenrekrutierung kontaktiert wurden, eine ätiologische Zuordnung der Demenzart vorlag. Aus diesem Grund wurden zusätzlich Probanden hinzugenommen, denen nur eine Demenzbescheinigung ohne weitere Spezifizierung vorliegt. Bei insgesamt fünf Probanden wurde die ätiologische Zuordnung AD, bei zwei weiteren eine senile Demenz diagnostiziert. Bei drei von zehn liegt keine weitere ätiologische Zuordnung des Demenztyps vor.

Trotz Rücksprache mit Angehörigen und/oder zuständigem Pflegepersonal kann eine Eingrenzung des Demenzstadiums für keinen der Probanden vorgenommen werden. Eine selbstständige Lebensführung bzw. ein komplett unabhängiges Leben ist bei keinem der zehn untersuchten Studienteilnehmer mehr möglich. Dennoch verfügen alle Erkrankten noch über die mehr oder weniger gut erhaltene Fähigkeit, simple Gedankengänge nachvollziehbar zu kommunizieren und einfache bis mittelschwere Tätigkeiten selbstständig auszuführen. Der Schweregrad der Demenz innerhalb der Gruppe reicht daher vermutlich von einer beginnenden bis zu einer mittelschweren Demenz. Insgesamt leben sieben der zehn Probanden in einer ambulant betreuten Wohngemeinschaft für Menschen mit Demenz, die restlichen drei leben gemeinsam mit ihrem Ehepartner in einer Wohnung und werden durch ihre Familie bzw. zusätzliches Pflegepersonal betreut.

Die Altersspanne reicht von 73 bis 91 Jahre; der Altersdurchschnitt liegt bei 83,7 Jahren. Insgesamt setzt sich die Gruppe aus sieben Frauen und drei Männern zusammen. Alle Probanden sind Rechtshänder und monolingual mit Deutsch als Muttersprache aufgewachsen. Neun der zehn Probanden sind nach der achten Klasse der Volksschule in eine Lehre gegangen und haben einen Beruf erlernt; eine Probandin hat nach dem Abschluss des Gymnasiums ein Studium der Zahnmedizin abgeschlossen.

Neben der Demenz liegt bei keinem Probanden eine weitere Erkrankung der Kognition vor. Alle Probanden nehmen Medikamente, die den progressiven Verlauf der Demenz verzögern sollen. Die

¹⁶Der Fragebogen wurde in der Kontrollgruppe gemeinsam von den Probanden und der Versuchsleitung ausgefüllt; innerhalb der Kritischen Gruppe wurden die Daten teilweise mit Hilfe der Ehepartner, des gesetzlich Bevollmächtigten oder durch die Pflegeakten gewonnen.

pharmakologische Therapie der Probanden umfasst ausschließlich verschreibungspflichtige und aktuell für Demenz zugelassene Medikamente. Es ist dennoch darauf hinzuweisen, dass die Medikation unweigerlich einen Einfluss auf die Kognition der Betroffenen hat und dass sich dies wahrscheinlich auch bedingt auf die erhobenen Daten auswirkt. Es wurde daher darauf geachtet, dass die medikamentöse Behandlung der Probanden vergleichbar ist und dass die Datenerhebung zu einer ähnlichen Tageszeit stattfand.

Alle zehn Probanden haben die drei unterschiedlichen Methodenzugänge durchlaufen und somit vollständig an der Studie teilgenommen. Das Einverständnis zur Teilnahme an der Studie wurde in allen zehn Fällen von den bevollmächtigten Angehörigen gegeben (siehe Anhang 02). Bei fünf von zehn Teilnehmern erfolgte die Information und Aufklärung zur Studienteilnahme sowie die Unterzeichnung der Einverständniserklärung in Anwesenheit der Betroffenen. Bei den restlichen fünf Probanden erfolgte die Teilnahme verdeckt bzw. ohne Hintergrundwissen zur Studie.

4.3.2 Die Kontroll-Gruppe: Nicht-Erkrankte

Die Kontroll-Gruppe umfasst zehn Probanden, von denen keiner eine Demenzerkrankung aufweist.¹⁷ Die Altersspanne reicht von 75 bis 93 Jahre, das Durchschnittsalter der Gruppe liegt bei 82,1 Jahren. Alle Probanden sind nach aktuellem Gesundheitszustand kognitiv in der Lage, ein eigenständiges Leben zu führen. Vier der zehn Probanden leben aufgrund von alters- und/oder krankheitsbedingten körperlichen Einschränkungen in einem betreuten Wohnheim für Senioren. Die restlichen sechs Teilnehmer wohnen alleine oder mit ihrem Ehepartner zusammen und führen ein weitestgehend eigenständiges Leben.

Die Gruppe setzt sich aus vier weiblichen und sechs männlichen Teilnehmern zusammen und weist somit eine leichte Verschiebung der Geschlechterverteilung im Gegensatz zur kritischen Gruppe auf. Alle zehn Probanden sind Rechtshänder und haben seit ihrer Geburt ausschließlich Deutsch als Muttersprache gelernt. Die schulische bzw. berufliche Bildung der Kontroll-Gruppe ist der kritischen Gruppe ebenfalls sehr ähnlich: Acht der zehn Probanden haben die Volksschule bis zur achten Klasse besucht und sind anschließend in eine berufliche Lehre gegangen. Zwei der Studienteilnehmer haben das Gymnasium besucht und nach Abschluss ein Pharmazie- bzw. Medizinstudium absolviert.

Die Probanden sind zusätzlich zu einer möglichen Demenzbeeinträchtigung ebenfalls hinsichtlich weiterer kognitiver und/oder psychischer Erkrankungen sowie einer eventuellen Medikamenteneinnahme befragt worden und wurden streng hinsichtlich dieser Faktoren selektiert. Ein medikamentöser Einfluss der Kognition ist demnach bei keinem der Kontroll-Probanden der Fall.

¹⁷Diese Aussage bezieht sich auf die jeweilig aktuellste Bescheinigung des Gesundheitszustands der Probanden. Da das Erkrankungsrisiko im hohen Alter immer weiter ansteigt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei einzelnen Teilnehmern eventuell eine (Alzheimer-)Demenz vorliegt, welche sich noch nicht in der entsprechenden Symptomatik äußert und daher bislang nicht diagnostiziert wurde.

Auch in der Kontrollgruppe haben alle zehn Probanden vollständig an allen drei Untersuchungsteilen der Studie teilgenommen. Vor der Studie wurden die zehn Teilnehmer der Kontroll-Gruppe persönlich bzw. mit Absprache des Bevollmächtigten über den Ablauf und Inhalt der Studie sowie den personenbezogenen Datenschutz aufgeklärt und haben ihr Einverständnis zur Teilnahme gegeben.

4.4 Forschungsdesign und Methoden

Prinzipiell handelt es sich bei dem Vorhaben um eine psycholinguistische Querschnittsstudie. Die drei Untersuchungszugänge wurden bei allen Probanden innerhalb eines festgelegten Zeitraums erhoben. Dabei wurde jedoch hinsichtlich der Reihenfolge variiert, da nur auf diese Art gewährleistet werden konnte, dass niemand aufgrund von psychischer und/oder physischer Überforderung ausgeschlossen werden musste. So wurden einige Probanden mit allen drei Methoden unmittelbar hintereinander getestet und andere konnten pro Untersuchungstag nur eine der drei Methoden durchlaufen. In diesen Fällen hat sich die konkrete Methodenreihenfolge vornehmlich aus logistischen, zeitlichen sowie personenbezogenen Gründen (z.B. wenn der Proband in einer vergleichsweise schlechten Tagesverfassung war) ergeben. Die einzelnen Methodenzugänge werden im Folgenden genauer dargestellt und anhand der Durchführung und Auswertungskriterien erläutert.

4.4.1 Mündliche Sprachproduktion: *Frog-Story*

Die mündliche Sprachproduktionsaufgabe basiert auf der sogenannten *Frog-Story*, einem Bilderbuch mit 24 Seiten von Mercer Mayer aus dem Jahre 1969, dessen Original den Titel „Frog, where are you?“ trägt. Die Zeichnungen thematisieren die Geschichte eines kleinen Jungen, der sich mit seinem Hund auf die Suche nach einem Frosch begibt. Diesen haben die beiden zuvor gefangen und in einem Glas im Kinderzimmer deponiert. Nachts, als der Junge und der Hund schlafen, schafft es der Frosch, erst aus dem Glas und schließlich aus dem geöffneten Fenster zu entkommen. Am nächsten Morgen entdecken der Junge und sein Hund das leere Glas und begeben sich auf eine ausgiebige Suche nach dem Frosch. Diese führt sie aus dem Haus und hinein in einen anliegenden Wald. Dort begegnen ihnen diverse andere Tiere. Durch ein ungewolltes Aufeinandertreffen mit einem Hirsch landen die beiden in einem Teich, der am Fuße eines Abhanges liegt. Dort findet der kleine Junge mit seinem Hund den gesuchten Frosch schließlich wieder.

Das Bilderbuch zeichnet sich durch eine leicht zugängliche Handlung aus, welche mittels ausdrucksstarker Bilder auch ohne Text verständlich dargeboten wird. Aus diesem Grund ist die Geschichte in der (psycho-)linguistischen Forschung sehr bekannt und dient häufig als Stimulusmaterial für mündliche Sprachproduktionsaufgaben, insbesondere in Untersuchungen zum Erstspracherwerb (vgl. Berman/Slobin 1994).

In dieser Studie wurde eine adaptierte Version der *Frog-Story* genutzt, welche auf elf Bilder gekürzt, farblich eingefärbt und in vergrößerter Version gedruckt wurde (siehe Anhang 03). Diese Änderungen wurden vorgenommen, da so eine kürzere Aufmerksamkeitsspanne seitens der Probanden gefordert wird. Zudem bieten die Bilder durch die entsprechenden Einfärbungen eine zusätzliche Hilfestellung hinsichtlich des narrativen Zusammenhangs (z.B. unterstreicht die Kleidung des Jungen, dass es sich immer um denselben Jungen handelt).

4.4.1.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte stets in einem persönlichen Umfeld der Versuchsteilnehmer (meistens in den entsprechenden Wohnräumen bzw. Wohnungen). Dabei wurde darauf geachtet, dass keinerlei akustische Störungen die Aufnahmen beeinträchtigten und dass Versuchsleiter und Proband sich alleine in einem Raum befanden.

Die Aufnahme erfolgte mittels eines Leitfadens, um den Einfluss des Versuchsleiters weitestgehend zu kontrollieren. Zudem wurde die Erhebungssituation mittels einer entsprechenden Vorlage protokolliert (siehe Anhang 04 und 05). Eingeleitet wurde die Aufgabe mit dem Hinweis, dass es darum gehe, eine Geschichte anhand von elf Bildern zu erzählen. Diese wurden den Probanden einzeln nacheinander vorgelegt. Das erste Bild wurde ihnen erst dann gezeigt, wenn die Aufnahme startete. Die standardisierte Aufforderung dabei lautete: „Können Sie mir dazu eine Geschichte erzählen?“ Es wurde während der gesamten Aufnahme darauf geachtet, dass keine inhaltlichen Hinweise, sprachlichen Vorgaben und/oder Erklärungen seitens der Versuchsleitung vorgenommen wurden. Alle gemachten Äußerungen dienten stattdessen lediglich zur Anregung bzw. Motivierung des Probanden, die Geschichte weiterzuerzählen. Die verstärkenden Äußerungen bzw. Rezeptionssignale wurden vorab von den Versuchsleiterinnen festgelegt und waren ebenfalls auf dem Leitfaden vorgegeben. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Probanden zum Erzählen (und nicht zum bloßen Beschreiben) aufgefordert wurden. Die produzierten Sprachdaten wurden mit Hilfe eines Diktiergerätes aufgezeichnet, welches zuvor in der Nähe des Probanden auf einem festen Untergrund platziert wurde.

4.4.1.2 Auswertungsmethode

Die Aufnahmen wurden im ersten Auswertungsschritt mit Hilfe von vorgegebenen Regeln transkribiert. Anschließend erfolgte die Segmentierung der Transkripte nach vorab festgelegten Vorgaben, um die mündlichen Texte in analysierbare Äußerungen zu unterteilen. Bei der eigentlichen Analyse wurden die produzierten Texte nachfolgend hinsichtlich ihrer syntaktischen Struktur sowie ihres strukturell-grammatischen (Kohäsion) Zusammenhangs untersucht.

Im Folgenden werden zunächst die Segmentierungsregeln der Transkripte erläutert: Eine Äußerung besteht aus einer Gruppe von Wörtern, die zusammengenommen eine Sinneinheit bilden. Dabei ist höchstens ein konjugiertes Verb pro Äußerung enthalten. Nebensätze wurden als eigene

Äußerung segmentiert (siehe Äußerung 3¹⁸ in Beispiel 1). Konjunktionen (z.B. *und*) trennen zwei Äußerungen, wenn es zwei eigenständige Äußerungen (sprich mit konjugiertem Verb) verbindet (siehe Äußerung 2 in Beispiel 1).

Beispiel 1 (P012):

- (1) Der Junge kann nicht schlafen
- (2) und hat zum Glück seinen Hund,
- (3) dem er was zu fressen gibt.

Fungiert eine Konjunktion als Verbindung von Aufzählungen, so wurden diese ebenfalls als eigenständige Äußerung segmentiert, da sie als Ellipse gewertet wurden (siehe Äußerung 8 in Beispiel 2).

Beispiel 2 (P002):

- (7) Ja, da sehe ich das Bett.
- (8) Und die Lampe.

Wortwiederholungen markieren keine neue Äußerung (siehe beide Äußerungen in Beispiel 3).

Beispiel 3 (P007):

- (10) Und da da weiß ich nicht,
- (11) wo wo der Junge her ist.

Ebenso wurden Wortabbrüche nicht als neue Äußerung segmentiert (siehe Äußerung 3 in Beispiel 4).

Beispiel 4 (P007):

- (3) Der Bil- der f- guckt hier oben rein in in diese Flasche.

Satzabbrüche hingegen markieren dann eine neue Äußerung, wenn sowohl die abgebrochene als auch die nachfolgende Äußerung ein konjugiertes Verb beinhalten, da dann davon ausgegangen werden konnte, dass die beiden Äußerungen zwei unterschiedliche Gedanken ausdrücken sollen (siehe Äußerung 21 in Beispiel 5).

Beispiel 5 (P007):

- (21) Der hat aber n (einen) komischen /
- (22) Wo ist der Hund denn?

War dies nicht der Fall, wurde der Abbruch nicht als neue Äußerung segmentiert (siehe Äußerung 4 in Beispiel 6).

Beispiel 6 (P004):

- (2) Da is (ist) der Kleine,
- (3) Der is (ist) fleißig dabei
- (4) und guckt auch und / auffe (auf die) Erde

¹⁸Die bei den Beispielen in Klammern angegebene Zahl entspricht jeweils der tatsächlichen Äußerungsnummerierung innerhalb des Transkripts.

Die segmentierten Transkriptionen wurden anschließend von einer zweiten Person auf Einhaltung der Regeln geprüft und gegebenenfalls verbessert. In einem weiteren Schritt der Datenaufbereitung wurden in der jeweils überprüften Version der Transkripte alle Äußerungen des Versuchsleiters aus dem Datensatz entfernt sowie auch jene Aussagen der Probanden, die nicht in die Auswertung miteinfließen sollten. Dies war der Fall, wenn es sich um eine Bemerkung des Probanden handelte, die nicht aufgaben- oder inhaltsbezogen war bzw. im Rahmen einer Interaktion entstanden ist (siehe Beispiel 7):

Beispiel 7 (P006):

Befragter: Ich geh mal am Fenster.
 Interviewer: Ja, ich komm mit.
 Huch, nicht fallen!
 Befragter: Ich fall schon hin.

Anschließend wurde zunächst eine Auswertungsvorlage angefertigt, in welche alle zwanzig bereinigten Transkripte eingefügt wurden. Mit Hilfe dieser Maske wurden alle Äußerungen pro Proband gezählt und kodiert. Die Kodierung umfasste zum einen die strukturelle Perspektive, zum anderen die inhaltliche. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die strukturelle Kodierung fokussiert. Die inhaltliche Perspektive findet sich in der Arbeit von Kim Meitner.

Die strukturelle Kodierung umfasste zwei Kategorien: Zunächst wurde jede Äußerung hinsichtlich ihrer syntaktischen Form kodiert. Die Kodierungsmöglichkeiten einer Äußerung bezüglich ihrer syntaktischen Form umfassen drei Arten. So kann eine Äußerung einen Haupt- oder Nebensatz darstellen oder als verblöse Konstruktion kodiert werden. Hauptsätze werden dabei als selbstständige Sätze definiert, die keinem anderen Satz untergeordnet sind (siehe Äußerung 15 in Beispiel 8). Im Deutschen ist der Hauptsatz durch die Verbstellung markiert, da das konjugierte Verb im Satz an zweiter Stelle steht.

Beispiel 8 (P014):

(15) Der Mond steht am Himmel.

Nebensätze sind hingegen auf einen Hauptsatz angewiesen, da sie syntaktisch von diesem abhängig sind. Ein Nebensatz kann vor und nach einem Hauptsatz stehen oder auch in den Hauptsatz eingeschoben sein (vorgeschoben: siehe Äußerung 29 in Beispiel 9, nachgeschoben: siehe Äußerung 3 in Beispiel 10, eingeschoben: siehe Äußerung 12 in Beispiel 11).

Beispiel 9 (P017):

(29) Ja, was das jetzt darstellen soll,
 (30) das kann ich nicht sagen.

Beispiel 10 (P013):

(2) Und der Hund guckt in den Glas rein,
 (3) wo der Frosch sitzt.

Beispiel 11 (P004):

(11) Und da oben drauf war jemand {der geschlafen hat}

- (12) der geschlafen hat
 (13) und (*der*) hat das nich (nicht) mitgekrich (mitgekriegt), ne.

Wenn Nebensätze die Struktur eines Hauptsatzes haben, also die Verbzweitstellung aufweisen, dann wurden diese aufgrund der mündlichen Form der produzierten Sprache dennoch als Nebensätze kategorisiert (siehe Äußerung 72 in Beispiel 12).

Beispiel 12 (P019):

- (71) Und der Hund will ihm wahrscheinlich helfen,
 (72) weil er guckt schon von der anderen Seite

Zu den verblosen Äußerungen wurden alle Konstruktionen gezählt, die kein (finites) Verb beinhalten. Darunter fielen auch Ellipsen, bei denen die syntaktische Leerstelle durch das finite Verb der vorherigen Äußerung so gefüllt werden konnte, dass sich ein vollständiger Satz ergeben hat (siehe Äußerung 75 in Beispiel 13).

Beispiel 13 (P014):

- (74) Und der Hirsch ist wirklich in Panik.
 (75) Der Hund auch son (so ein) bisschen.

Der Grund für diese dritte Kodierungsmöglichkeit ist, dass bereits bei der Transkription der Sprachdaten auffiel, dass verhältnismäßig häufig verblose Äußerungen gemacht wurden. Diese treten jedoch nicht immer als Ellipsen auf, da teilweise die umliegenden Äußerungen die fehlenden Satzglieder nicht hergeben (siehe Äußerung 49 in Beispiel 14).

Beispiel 14 (P004):

- (47) Oh, jetzt is (ist) (*es*) schon leise. Ja?
 (48) Ja, aber nur ganz leise. LACHT
 (49) Ja, nur das Gemüse hier / noch von hier.

Durch die separate Kodierung dieser Äußerungsform ergibt sich die Möglichkeit, diese Struktur zusätzlich zu erfassen.

Die zweite Kategorie innerhalb der Kodierung bezieht sich auf die grammatikalische Korrektheit der produzierten Äußerungen und untersucht, inwieweit eine Äußerung den grammatikalischen Regeln des Deutschen entspricht. Dieses Kriterium bezieht sich auf morphologische sowie syntaktische Abweichungen, die nicht durch die Modalität des Sprechens (Mündlichkeit) oder eine regionale Sprachvarietät (Dialekt) begründet werden können.

Dabei ist zu beachten, dass Wiederholungen und/oder Abbrüche mit sprachlichen Korrekturen nicht als falsch gelten (siehe Äußerung 34 in Beispiel 15).

Beispiel 15 (P019):

- (34) Der Hund sitzt im / neben ihm.

Auch grammatikalische Abweichungen, die in schriftsprachlichen Texten als falsch gelten würden, jedoch im mündlichen Gebrauch gängig sind, wurden als grammatikalisch korrekt kodiert. Dies war

beispielsweise bei Nichtbeachtung der Verbletzstellung in Nebensätzen, die durch die Konjunktion „weil“ eingeleitet werden, der Fall.

Außerdem stellen dialektsprachliche Äußerungen ebenfalls korrekte Äußerungen dar, da diese als regionale Sprachvarietät des Mündlichen auch in den Bereichen der Syntax oder Morphologie von der Standardsprache abweichen können (siehe Äußerung 51 in Beispiel 16).

Beispiel 16 (P013):

(51) Der Hund, der ist unten am Schnüffeln anne (an den) Steine.

Verblose Konstruktionen wurden dann als korrekt kategorisiert, wenn sie aufgrund einer vorausgehenden Äußerung, welcher die gleiche Satzkonstruktion zugrunde liegt, als elliptische Äußerung interpretiert werden konnten (siehe Äußerung 5 in Beispiel 17).

Beispiel 17 (P016):

- (4) Da ist ein Bett.
- (5) Eine Lampe.

Sie wurden jedoch als inkorrekt gewertet, wenn es sich bei einer verblosen Äußerung lediglich um die Aneinanderreihung von Informationen ohne Satzstruktur handelte (siehe Äußerungen 52 und 54 in Beispiel 18).

Beispiel 18 (P008):

- (50) Ist das ne (eine) Brille?
- (51) Nee, ist keine Brille.
- (52) Steine, ne?
- (53) Hier sind auch die Bäume, ne?
- (54) Ein Hellen und ein Dunklen.

Die Kodierung aller Datensätze wurde nach Festlegung des Kategoriensystems folgendermaßen vorgenommen: Zehn der zwanzig Datensätze wurden von zwei Kodierern mit Hilfe des Kodierleitfadens unabhängig voneinander kodiert, um die Trennschärfe der aufgestellten Kriterien zu überprüfen. Dabei wurde darauf geachtet, dass fünf Datensätze aus der Kritischen und fünf aus der Kontroll-Gruppe stammten. Anschließend wurde die Intercoder-Reliabilität anhand des Kappa-Koeffizienten nach Cohen berechnet, indem die Anzahl der tatsächlichen Übereinstimmungen durch die Anzahl der möglichen Übereinstimmungen dividiert wurde. Die prozentuale Übereinstimmung für die zehn Datensätze liegt im Mittel bei 96 %. Die minimale Übereinstimmung beträgt 92 %, die maximale Übereinstimmung 98%. Die festgelegten Kodierkriterien wurden aufgrund der sehr hohen Übereinstimmung beibehalten und die restlichen zehn Datensätze nur noch einfach kodiert.

Anhand der Auszählungen hinsichtlich der Gesamtäußerungsanzahl, der Anzahl an produzierten Haupt- und Nebensätzen sowie verblosen Strukturen und der Anzahl an grammatikalisch korrekten bzw. inkorrekten Äußerungen pro Proband wurde anschließend eine deskriptive Analyse für beide Gruppen vorgenommen. In dieser wurden jeweils die Lageparameter Mittelwert sowie Streuung

(Minimum und Maximum) für die AD-Gruppe und Kontroll-Gruppe errechnet und miteinander verglichen.

Zusätzlich wurden alle mündlich produzierten Textes hinsichtlich ihrer Kohäsion (strukturell-grammatischer Zusammenhang) untersucht. Hierbei war von Interesse, inwieweit bestimmte sprachliche Vertextungsmittel von den Probanden genutzt worden sind, um dem Rezipienten, sprich dem Zuhörer, das Erschließen des inhaltlichen Zusammenhangs zu erleichtern. Dazu wurden zwei Kohäsionsmittel untersucht: Pro-Formen und Substitutionen. Abschließend wurde ausgewertet, inwieweit die Froschsuche als thematischer Zusammenhang der Geschichte explizit oder implizit sprachlich ausgedrückt wurde.

Pro-Formen sind „weitgehend inhaltsleere Sprachelemente, die auf ein Bezugselement des sprachlichen Umfelds (Kotext) verweisen“ (Busch, Stenschke 2008: 231 f.). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde dabei eine ausschließliche Fokussierung der Pro-Formen in Form von phorischen, definite Personalpronomen der dritten Person sowie der pronominal verwendeten Demonstrativa vorgenommen. Zu den Personalpronomen zählen ausschließlich autonom vorkommende Wörter, die anstelle anderer Nominale stehen (vgl. Eisenberg 2013: 166). Phorischer Gebrauch liegt dann vor, wenn „ein grammatischer und semantischer Bezug auf eine andere sprachliche Einheit“ (Eisenberg 2013: 166) besteht (siehe Äußerungen 19 und 20 in Beispiel 19).

Beispiel 19 (P012):

- (15) Es ist morgens
- (16) und der Frosch ist weg.
- (17) Fragt sich,
- (18) wohin.
- (19) Sie suchen.
- (20) Wahrscheinlich ist er eher draußen.

Der Ausschluss der Personalpronomen erster und zweiter Person wurde vorgenommen, da davon ausgegangen wird, dass für diese Pronomen innerhalb der Interviewsituation des Zweiergesprächs eine eindeutige Referenzidentität vorliegt (Wendelstein 2016: 100). Tabelle 03 gibt einen Überblick zu den Personalpronomen, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ausgezählt wurden.

Tabelle 03:
Überblick zu den als Pro-Formen ausgezählten Personalpronomen

	Singular			Plural
	Maskulin	Feminin	Neutrum	
Nominativ	er	sie	es	sie
Akkusativ	ihn	sie	es	sie
Dativ	ihm	ihr	ihm	ihnen
Genitiv	seiner	ihrer	seiner	ihrer

Es wurden zudem auch die Demonstrativa „der/die/das“ mitgezählt, sofern sie eine pronominale Funktion (phorisch und definit) erfüllen. Grund dafür ist, dass diese „in der gesprochenen Sprache und

vor allem bei Dialektsprechern oftmals anstatt eines Personalpronomens der dritten Personen verwendet [werden]“ (Wendelstein 2016: 100) (siehe „der“ in Äußerung 31 in Beispiel 20).

Beispiel 20 (P002):

- (29) Da geht er ins Bett
 (30) Und sein Hund be-/ hat ihn begleitet.
 (31) Der bewacht ihn.

Tabelle 04 gibt jene Demonstrativa wieder, die im Rahmen der Analyse als Pro-Formen berücksichtigt wurden.

Tabelle 04:

Überblick zu den als Pro-Formen ausgezählten Demonstrativa

	Singular			Plural
	Maskulin	Feminin	Neutrum	
Nominativ	der	die	das	die
Akkusativ	den	die	das	die
Dativ	dem	der	dem	denen
Genitiv ¹⁹	-	-	-	-

Es gibt jedoch auch Zwischenfälle, bei denen eine Art Übergang zu einem syntaktisch selbstständigen, jedoch semantisch abhängigen Satz markiert wurde (siehe „das“ in Äußerung 8 in Beispiel 21).

Beispiel 21 (P014):

- (7) Er hat auch was Leckereres dabei,
 (8) das möchte er vielleicht mit dem Kind teilen.

Syntaktisch handelt es sich bei Äußerung (8) nicht um einen Relativsatz, sondern um einen nebengeordneten Hauptsatz, welcher „semantisch in besonderer Weise auf den ersten bezogen ist“ (Eisenberg 2013: 270). Diese Fälle wurden mit in die Auswertung einbezogen und als Pro-Formen gewertet.

Bei der Analyse wurde nicht nur die Verwendung der Pro-Formen ausgezählt, sondern auch bewertet, inwieweit eine adäquate Nutzung vorliegt. Als adäquat wurden im Rahmen dieser Arbeit jene Pro-Formen bewertet, bei denen das sprachliche Umfeld ein klares Bezugselement aufweist (siehe „er“ in Äußerung 103 in Beispiel 22):

Beispiel 22 (P002):

- (32) Der Hund, der leckt an dem Glas,
 (33) was er vielleicht gar nich (nicht) darf.

Als inadäquat wurden hingegen jene Pro-Formen bewertet, bei denen keine eindeutige Referenz aus dem Kontext herzustellen ist (siehe „er“ in Äußerung 69, „ihn“ in Äußerung 70 und „ihn“ in Äußerung 71 in Beispiel 23):

¹⁹Die pronominale Verwendung eines Demonstrativums im Genitiv ist prinzipiell fraglich (vgl. Eisenberg 2013: 156) und wurde daher im Rahmen dieser Arbeit ausgeschlossen.

Beispiel 23 (P009):

- (69) Ja, da isser (ist er) LACHT isser (ist er) auch nochn (noch ein) /
 (70) Also ich hab (habe) ihn ja jetzt nur so so, { wie ich ihn habe }
 (71) wie ich ihn habe.
 (72) Aber ist egal.

Da es sich bei der Erhebungssituation um eine bildergestützte Erzählung handelte, lag für den Zuhörer ein konkreter, visuell abgebildeter Kontext vor, der die Referenzherstellung erleichtert hat. Fälle, bei denen eine Pro-Form ohne unmittelbar eingeführten Referenten genutzt wurde, dieser jedoch anhand der bildlich dargestellten Handlung eindeutig identifizierbar war, werden daher ebenfalls als adäquat gewertet. Eine Pro-Form wurde erst dann als inadäquat kodiert, wenn das Bezugselement auch unter Hinzuziehen der visuellen Information uneindeutig geblieben ist.

Das zweite auszuwertende Kohäsionsmittel war die Substitution, bei welcher ein Referent durch ein bedeutungsähnliches Lexem ersetzt wird (vgl. Busch/Stenschke 2008: 232). Es wurde demnach untersucht, inwieweit dem Zuhörer durch die Nutzung von Substitution eine Variation in der sprachlichen Form für dasselbe außersprachliche Objekt angeboten wurde (siehe Äußerung 60 in Beispiel 24):

Beispiel 24 (P008):

- (25) Den Dackel hab' ich ja schon gesagt, ne?
 (60) Der Hund ist auch wieder dabei, ne.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde dabei eine Eingrenzung auf die belebten Entitäten vorgenommen, die in der Bildergeschichte dargestellt werden. Diese sind der Junge, der Hund, der Frosch, die Vögel, die Eule und der Hirsch.

Ein letztes Auswertungskriterium stellte das Erkennen der Froschsuche bzw. das Wiedererkennen des Frosches dar. Dazu wurde für beide Gruppen anhand der Transkripte ausgezählt, wie viele der Probanden in ihrer Geschichte kenntlich gemacht haben, dass die Bilder eine Suche nach dem Frosch wiedergeben bzw. wie viele am Ende der Geschichte den Frosch als gesuchtes und gefundenes Objekt benannt haben. Dies konnte entweder explizit oder implizit ausgedrückt werden: Die Suche wurde als erkannt kodiert, wenn die Suche explizit durch ein entsprechendes Verb aufgegriffen und thematisiert wurde (siehe Beispiel 25, Äußerung 118).

Beispiel 25 (P002):

- (118) Er hat seinen Frosch wiedergefunden in dem Wasser.

Alternativ konnte die Suche implizit thematisiert werden, indem bei Erwähnung des Frosches am Ende der Geschichte durch eine definite Artikelzuschreibung kenntlich gemacht wurde, dass es sich um denselben Frosch wie am Anfang der Geschichte handelte (siehe Beispiel 26, Äußerung 102):

Beispiel 26 (P016):

- (101) Und der Junge kniet da mehr,
 (102) hat den Frosch in der Hand.

Durch die definite Kennzeichnung des Frosches unterstellt der Sprecher, dass der Hörer weiß, worauf er sich mit der Nominalgruppe „den Frosch“ beziehen soll (vgl. Eisenberg 2013: 154). Es wird jedoch auch zum Ausdruck gemacht, dass der Sprecher den Frosch als denselben Frosch wiedererkennt, indem er durch die definite Kennzeichnung eine Referenz herstellt.

Die zwanzig Transkripte wurden zunächst in Bezug auf die dargestellten Kohäsionsmittel untersucht und ausgezählt. Alle Parameter wurden für beide Gruppen deskriptiv ausgewertet und vergleichend dargestellt.

4.4.2 Visuell-räumliches Verständnis: *Act-Out*

Der zweite Teil der Erhebung fußt auf einer *Act-Out*-Studie, welche unterschiedliche Bereiche der visuell-räumlichen Wahrnehmung untersucht. Es wurden insgesamt drei Methoden genutzt:

a) *Act-Out I*: Sortieren

Bei dieser Aufgabe wird den Probanden ein Sortierwürfel vorgelegt, welchen sie bearbeiten sollen. Die einzusortierenden Steine wurden auf sechs Stück reduziert, von denen alle bunt²⁰ eingefärbt sind und jeweils unterschiedliche geometrische Formen abdecken (siehe Anhang 06). Die Aufgabe besteht darin, die sechs Formen möglichst schnell in die jeweils passende Öffnung des Sortierklotzes einzuwerfen. Dabei ist anzumerken, dass für jedes Item nur eine Öffnung die Passende ist.

Ziel dieser Methode ist es zu untersuchen, inwieweit die Probanden die Wahrnehmung und Unterscheidung von dreidimensionalen Figuren vollziehen können, aber auch, ob der kognitive Abgleich des räumlichen Fittings zwischen Item und Öffnung geleistet werden kann. Da jeder Stein nur von einer der möglichen Seiten in das entsprechende Loch passt, muss zusätzlich eine mentale (oder zumindest haptische) Rotation der Figur vorgenommen werden, um die korrekte Zuordnung vornehmen zu können.

Die Reihenfolge der zu sortierenden Figuren war bei allen Probanden beliebig, da ihnen zu Beginn dieser Methode immer alle sechs Würfel vorgelegt wurden und sie selbst entscheiden konnten, welchen Würfel sie wann einsortieren wollten.

b) *Act-Out II*: Wiederkennen

In diesem Teil werden den Probanden insgesamt drei Target-Bilder vorgelegt, zu denen jeweils drei Vergleichsbilder gereicht werden (siehe Anhang 07). Auf allen Bildern sind aus Lego Duplo gebaute Figuren abfotografiert, welche jeweils einen Vertreter der drei Kategorien (1) Gebautes, (2) Symbolisches und (3) Lebendes darstellen (z.B. ein Schiff für die Kategorie 1). Eines der drei Vergleichsbilder ist mit dem Target-Bild identisch (Item A: gleiches Ausgangsbild), ein zweites unterscheidet sich hinsichtlich der abgebildeten Figur, wurde aber in den gleichen Farben gebaut (Item

²⁰Jeweils zwei der sechs Steine sind in den Farben rot, gelb und grün. Es handelt sich somit insgesamt um drei unterschiedliche Farben und sechs unterschiedliche Formen.

B: Distraktor) und das dritte Bild zeigt die gleiche Figur, die aus unterschiedlichen Farben besteht (Item C: Distraktor).

Die Aufgabe der Probanden besteht darin, aus den drei Auswahlbildern jenes Bild auszuwählen, welches die gleiche Figur wie das Target-Bild darstellt. Es wird so zum einen die Fähigkeit der optischen Differenzierung dargebotener Bilder überprüft, zum anderen wird durch die Variation der beiden Merkmale Farbe und Form zusätzlich getestet, welcher Differenzierungsaspekt zu eventuellen Schwierigkeiten führen könnte.

Die Reihenfolge der präsentierten Target-Bilder wurde über alle Probanden konstant gehalten, um auch bei einem Abbruch zumindest einzelne Stimuli miteinander vergleichen zu können. Die Reihenfolge der präsentierten Auswahl-Bilder wurde innerhalb der Gesamt-Aufgabe sowie zwischen den Probanden randomisiert, um zu verhindern, dass die Probanden eventuelle Lösungsmuster anwenden, die die Ergebnisse verfälschen könnten.

c) *Act-Out* III: Nachbauen

Die letzte Aufgabe besteht darin, dass die Probanden Lego Duplo Figuren nachbauen. Dazu wird ihnen zunächst eine vorgegebene Figur (Target-Item) gereicht und anschließend werden die dazu benötigten Steine vorgelegt. Insgesamt sind drei Figuren nachzubauen, von denen jeweils eine den drei Kategorien (1) Gebautes, (2) Symbolisches und (3) Lebendiges zugehört. Die drei Figuren unterscheiden sich im Schwierigkeitsgrades hinsichtlich der räumlichen Anordnung sowie der prototypischen Beschaffenheit der Steine (siehe Anhang 08 für eine Übersicht und Beschreibung der drei Items).

Ziel dieser Methode ist die Überprüfung des räumlichen Verständnisses. Die Aufgabe erfordert zum einen das Verstehen, dass die vorgegebene Figur sich aus den gleichen Steinen zusammensetzt, wie jene, die zur Verfügung gestellt werden. Zum anderen erfordert der Nachbau des Target-Items eine intakte Auge-Hand-Koordination und ein funktionierendes Monitoring über die eigene Tätigkeit, sprich die Fähigkeit des visuellen Abgleichens, einer eventuellen Fehleridentifikation und der motorischen Umsetzung einer alternativen Lösung.

Die Reihenfolge der präsentierten Figuren wurde über alle Probanden hinweg konstant gehalten und steigert sich hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades. Diese Vorgehensweise erlaubt es, dass auch bei Abbruch seitens der Versuchsteilnehmer ein Anteil der Items verglichen werden kann.

4.4.2.1 Datenerhebung

Die Erhebung der *Act-Out*-Daten erfolgte bei allen Probanden in einem Durchlauf und wurde nicht bezüglich der Methodenreihenfolge variiert. Die Aufzeichnung wurde somit stets durch die Aufgabe des Sortierwürfels angefangen und durch das Nachbauen der Duplo Lego Figuren beendet. Diese Entscheidung lässt sich damit begründen, dass bei Abbruch seitens mehrerer Probanden immer der gleiche Datenanteil hätte sichergestellt werden können, der mit den Datensätzen der anderen Versuchsteilnehmer zumindest ein Stück weit vergleichbar gewesen wären.

Alle zwanzig Probanden haben an allen drei Aufgaben teilgenommen. Die Erhebung erfolgte in einem möglichst vertrauten oder zumindest neutralen Raum, der wenig Ablenkung bot. Anwesend waren jeweils nur der Versuchsteilnehmer sowie die Versuchsleitung. Allen Probanden wurde vorab mitgeteilt, dass sie „kleine Rätsel“ lösen sollten, die ihnen mitgebracht wurden. Jeder Methodenblock hat damit begonnen, dass dem Probanden zunächst die Aufgabe erklärt wurde. Anschließend wurde der Hinweis gegeben, dass die Aufgaben so schnell wie möglich bearbeitet werden sollten. Bei der dritten Aufgabe haben alle Probanden vorab die Möglichkeit erhalten, ein paar Steine probenhalber aufeinander zu bauen. Dies sollte sicherstellen, dass niemand während der Testung das erste Mal Lego Duplo Steine in der Hand hielt.

Auf Zustimmung des Probanden wurde die jeweilige Aufgabe gestartet. Der Versuchsleiter hat ab diesem Zeitpunkt keine Hilfestellung gegeben und möglichst wenig geredet, um Ablenkung zu vermeiden. Eine Ausnahme stellte dabei der dritte Methodenteil dar, bei welchem in Ausnahmefällen motorische Hilfe angeboten wurde, wenn die Probanden aufgrund von körperlicher Schwäche Schwierigkeiten hatten, einen Stein anzubringen. In diesem Fall wurde gefragt, wo genau der Stein platziert werden sollte, um dies anschließend für den Probanden zu übernehmen.

Zwischen den einzelnen Methoden wurden z.T. kleine Pausen gemacht, um die Probanden nicht zu überfordern. Außerdem wurde ihnen vorab und auch zwischendurch mitgeteilt, dass Sie eine Aufgabe jederzeit abbrechen könnten, falls Sie diese nicht mehr weiterführen wollten.

4.4.2.2 Auswertungsmethode

Die Datenerhebung erfolgte mittels eines Protokolls (siehe Anhang 09), auf welchem für jeden Methodenteil festgehalten wurde, wie lang die Bearbeitungszeit war, wie viele der Items korrekt durchgeführt wurden sowie wie viele Abbrüche es seitens des Probanden gab. Zudem wurden Auffälligkeiten während des Testungszeitraums notiert. Für alle Methodenteile wurde die Bearbeitungszeit mittels einer Stoppuhr aufgezeichnet und in Angabe von Sekunden protokolliert. Insgesamt stellen die Bearbeitungszeit, die Anzahl der korrekt bearbeiteten Items sowie die Abbruchquote pro Proband die Vergleichsparameter dieses Untersuchungsteils dar. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird jedoch nur auf die Bearbeitungszeit Bezug genommen. Eine Auswertung der beiden anderen Vergleichsparameter findet sich in der Masterarbeit von Kim Meitner.

Die Bearbeitungszeit wird für alle drei Untersuchungsteile sowie beide Gruppen deskriptiv ausgewertet, sodass der Vergleich anhand der entsprechenden Gruppen-Mittelwerte sowie der Streuung vorgenommen werden kann. Mittels eines t-Tests für unabhängige Stichproben wurde anschließend für alle drei Methoden geprüft, inwieweit sich die Bearbeitungszeiten der beiden Gruppen signifikant voneinander unterscheiden.

4.4.3 Visuell-räumliche Wahrnehmung: Eye-Tracking

Der dritte Untersuchungsteil umfasst eine Eye-Tracking-Studie, welche in ihrem Design und ihrer Ausführung aus der Pilotstudie übernommen wurde. Das ET-Experiment fußt wiederum auf einer Studie von Mertins et al. (2017), welche den Einfluss von Expertise auf die visuelle Raumwahrnehmung bei Architekten und Nicht-Architekten untersucht hat. Insgesamt werden den Probanden 30 Stimuli präsentiert, von denen 15 Stück kritische Items darstellen. Diese 15 Items sind wiederum drei Stimuli-Kategorien zugeordnet, sodass pro Kategorie fünf Stimuli dargeboten werden. Die Kategorien gliedern sich in reine Naturbilder (*Nature*), reine Stadtbilder (*Built*) und Mix-Bilder (*Mix*), auf denen Natur und von Menschen Gebautes gemeinsam abgebildet sind. Die Aufgabe der Probanden besteht darin, sich die Bilder anzuschauen.

4.4.3.1 Grundlagen zur Technik

Das menschliche Auge ist ein komplexes Sinnesorgan, das wie ein optischer Apparat funktioniert: Zunächst werden einfallende Lichtstrahlen über die Hornhaut (Cornea) aufgenommen und gebündelt. Die Pupille regelt die Menge des aufgenommenen Lichts, indem ihre Größe durch die Muskeln der Iris (Regenbogenhaut) entsprechend der Lichtverhältnisse verändert wird. Durch die Linse wird das Licht erneut gebündelt und so zur Netzhaut (Retina) weitergeleitet, dass dort ein scharfes Bild entsteht. Die in der Linse sitzenden Rezeptoren (Zäpfchen und Stäbchen) wandeln das Licht um und verarbeiten es weiter. Diese Zellen ermöglichen es dem Menschen auch, Farben sowie räumliche Tiefe wahrzunehmen. Indem das einfallende Licht in elektrische Signale umgewandelt wird, können diese zur Verarbeitung an den Sehnerv und von dort wiederum zum visuellen Cortex im menschlichen Gehirn weitergeleitet werden. Die Kombination dieser einzelnen Sinneseindrücke ermöglicht schließlich, dass der Mensch ein räumliches Bild wahrnimmt (vgl. Holmqvist et al. 2015: 21).

Da die Retina mittig die höchste Sinneszellendichte aufweist, nehmen die Augen bei diesem Prozess ihre Position jeweils so ein, dass der anvisierte Sinnesausschnitt ungefähr mittig auf die Retina trifft. Prinzipiell stellt die visuelle Erkundung einen Prozess dar, der sukzessiv abläuft. Da der Mensch nicht alle visuellen Reize gleichzeitig wahrnehmen und verarbeiten kann, kommt der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung eine entscheidende Rolle zu. Dabei wird die mentale Kapazität innerhalb des menschlichen Wahrnehmungsprozesses nach und nach auf ausgewählte und limitierte Bereiche des dargebotenen sensorischen Inputs fokussiert, sodass sich schrittweise eine kohärente Repräsentation des Ganzen ergeben kann. In diesem Prozess werden vorrangig jene Bereiche vermehrt angeschaut, denen ein erhöhtes kognitives Interesse entgegengebracht wird (beispielsweise, weil dieser Bereich besonders informativ ist) (vgl. Duchowski 2017:4).

Die Methode des Eye-Tracking fußt auf diesen Prinzipien und macht sich das natürliche Verhalten des menschlichen Auges zu Nutze, indem eine Messung der Blickbewegungen vorgenommen wird. Die methodologische Annahme dabei ist, dass die Muster der visuellen Erkundungspfade Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden kognitiven Verarbeitungsprozesse zulassen: Die Verteilung

der visuellen Aufmerksamkeit spiegelt gewissermaßen die Zuteilung von kognitivem Interesse einer Person wider. Gleichmaßen lässt sich durch die räumliche sowie zeitliche Vermessung von Fixationspunkten abbilden, wie eine dargebotene Szene im Ganzen wahrgenommen wird (vgl. Duchowski 2017:3).

Die Technik des Eye-Tracking funktioniert, indem zwei Bezugspunkte für die Lokalisation der beiden Augäpfel und somit der Aufzeichnung von Blickbewegungen verwendet werden: Zum einen wird die Reflexion des Lichtes auf dem Augapfel genutzt. Diese entsteht auf der sogenannten Cornea, der Hornhaut des Auges, welche die vorderste Schicht des Auges darstellt. Zum anderen erfolgt die Detektion der schwarzen Pupillenscheibe. Durch den Einsatz von Infrarotlicht wird ein dadurch produzierter Reflexionspunkt mit der Pupillenerkennung genutzt, um die Position der Augen zu bestimmen und die Blickbewegungen zu registrieren (vgl. Müller 2013:106).

Für eine hinreichende zeitliche Auflösung der Blickbewegungsmessung ist die Abtastrate (*sampling frequency*) entscheidend. Diese gibt die Anzahl der Messpunkte (*samples*) pro Sekunde an und schwankt in der Regel zwischen 25 bis 2000 Hertz. Eine höhere Abtastrate bedeutet demnach eine präzisere Messung der Augenbewegungen (vgl. Holmqvist et al. 2015: 29 f.).

Prinzipiell wird die Umwelt anhand bestimmter visueller Verhaltensmuster erkundet. So ist es beispielsweise typisch, dass der Blick bei einem visuellen Erschließungsprozess sehr sprunghaft umherwandert und nur an bestimmten Stellen kurzzeitig verweilt. Diese Verhaltensmuster können anhand bestimmter Parameter mit dem Eye-Tracker gemessen werden. Eine Fixation meint den Zustand des Auges, in dem es für eine gewisse Zeitspanne nahezu bewegungslos ist, also ein und denselben Punkt fixiert. Auch wenn es so scheint, handelt es sich bei einem solchen Zustand nicht um ein gänzlich Ruhe des Sehorgans. Stattdessen laufen die sogenannten intrafixationalen Augenbewegungen ab: (1) Ein leichtes Zittern beider Augen, welches Tremor genannt wird und auf eine unpräzise Muskelkontrolle zurückzuführen ist; (2) ein leichtes Verschieben des Fixationspunktes, die sogenannten *Drifts*; sowie (3) eine Art Korrekturmaßnahme, die Mikrosakkaden, mit deren Hilfe das Auge zurück in die Ausgangsposition gebracht wird. Die Messung der Fixationen in ihrer zeitlichen sowie räumlichen Verteilung wird demnach als eine Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit interpretiert (Holmqvist 2015: 21 ff.). Eine zweite grundlegende Analyseeinheit stellen die Sakkaden dar. Eine Sakkade meint jenen kurzen Zeitraum (30-80 Millisekunden), in welchem die Augen zwischen zwei Fixationen springen. In diesem Zeitraum nimmt der Betrachter keinerlei visuelle Informationen auf, sondern ist gewissermaßen blind. Sakkaden treten nicht immer in geraden Linien auf, die die direkte Verbindung zwischen zwei Fixationen abbilden, sondern können verschiedene Krümmungen und Formen einnehmen (vgl. Holmqvist et al. 2015: 23).

Die Qualität der Rohdaten wird zum einen durch die Technik des spezifischen Eye-Tracker (wie z.B. die Abtastrate), zum anderen durch Merkmale der Probanden determiniert. So kann z.B. das Tragen einer Brille bzw. von Kontaktlinsen zu einer Beeinträchtigung der Datenqualität führen. Es kann beispielsweise durch das Brillenglas zu einer geringeren Kontrastierung zwischen Pupille und Iris

kommen oder die Spiegelung des Lichts wird durch eine zweite Reflexion erschwert (vgl. Holmqvist et al. 2015: 122). Diese und weitere Problematiken können zu einer verminderten Präzision der Aufnahme führen. Dies kann zumindest ein Stück weit durch das Beeinflussen des Kamerawinkels sowie das Variieren der Position der Infrarotbeleuchtung kompensiert werden (vgl. Holmqvist et al. 2015: 57).

4.4.3.2 Datenerhebung

Das ursprüngliche Experiment wurde in zwei Blöcke mit 3x2 bzw. 3x3 Stimuli aufgeteilt, sodass nach ca. der Hälfte aller Stimuli eine kurze Pause gemacht werden konnte. Der erste Block setzt sich aus sechs kritischen Items sowie sechs Fillern zusammen, von denen immer ein kritisches Item und ein Filler hintereinander präsentiert wird. Auf jeden Filler folgt eine auditiv präsentierte Frage, wie z.B. „Gefällt Ihnen dieses Kleid“. Diese Fragen sind für den Untersuchungsgegenstand irrelevant und dienen somit nur der Aufmerksamkeitsstabilisierung der Probanden. Die Reihenfolge der sechs Stimuli-Paare ist randomisiert. Jeder Stimulus wird dem Probanden zehn Sekunden lang präsentiert. Nach jedem Stimuli-Paar folgt ein Fixationskreuz in der Mitte des grauen Bildschirms. Der zweite Block ist gleichermaßen aufgebaut, setzt sich jedoch aus neun Stimuli-Paaren (bestehend aus jeweils einem kritischen Item und Filler) zusammen.

Alle Daten wurden mit demselben 60 Hz *Remote Eye-Tracker* aufgezeichnet, welcher unterhalb des Darstellungsmonitors angebracht war. Die Aufnahmesituation wurde bewusst neutral gehalten, um mögliche Ablenkungen und Störungen zu vermeiden. Dazu wurde immer in einem separaten Raum aufgezeichnet, in welchem sich nur der Proband sowie die Versuchsleiter aufhielten. Das Experiment erfolgte stets in dem gleichen Versuchsaufbau, bei dem die benötigte Technik auf zwei Tischen platziert wurde. Der Teilnehmer saß dabei auf einem Stuhl mit Rücken und Armlehne ohne Rollen vor einem 24 Zoll Monitor im Verhältnis 16:9. Auf diesem wurden die Stimuli im Querformat mit einer Auflösung von 1920x1080 Pixel präsentiert. Visuelle Reize wurden vorab aus dem Blickfeld des Probanden entfernt. Der Abstand zwischen den Pupillen und dem Bildschirm wurde über alle Aufnahmen möglichst vergleichbar gehalten und betrug im Mittel ca. 70 cm. Die Höhe des Monitors wurde individuell auf die Größe des Teilnehmers angepasst, sodass die Augen sich jeweils mittig auf der vertikalen sowie horizontalen Achse befanden. Zu der rechten Seite des Probanden saßen die Versuchsleiter an einem zweiten Tisch, welcher in einem rechten Winkel zum ersten Tisch ausgerichtet war. Auf diesem Tisch befand sich der Steuerungs-laptop, von welchem das Experiment gestartet und kontrolliert werden konnte.

Vor Beginn der Aufnahme wurde der Proband gebeten, sich zu setzen, um die passende Position vor dem Eye-Tracker einnehmen zu können. Nachdem diese bestmöglich angepasst wurde, erfolgte die Kalibrierung. Diese wurde so oft durchgeführt, wie es nötig und möglich war, um eine möglichst geringe Abweichung zu erhalten. Nach dieser technischen Sequenz wurde den Probanden erneut erläutert, was in den kommenden Minuten ihre Aufgabe sei, und letzte Fragen wurden geklärt. Anschließend startete die Aufnahme mit dem ersten Block. Bei Einverständnis seitens des Probanden wurde nach einer kurzen

Pause unmittelbar der zweite Block gestartet. Eine Kalibrierung für den zweiten Block erfolgte nur dann, wenn die Vermutung nahelag, dass im zweiten Durchgang bessere Werte erzielt werden könnten. Diese Entscheidung lag im Ermessen der Versuchsleiter. In der Regel entsprechen die Kalibrierungswerte des zweiten Blocks demnach denen des ersten Blocks.

Die Aufnahme wurde mittels eines Protokollbogens festgehalten (siehe Anhang 10), auf welchem Angaben zum Versuchsaufbau, zum technischen Ablauf des Experiments sowie zu personenbezogenen Daten (z.B. das Tragen einer Brille während der Aufnahme) gemacht werden konnten. Alle 20 Probanden sowie vier weitere Pilotierungsprobanden haben an der Eye-Tracking-Studie teilgenommen. Von diesen 24 Probanden haben alle die zwei Blöcke durchlaufen.

4.4.3.3 Auswertungsmethode

Der Datensatz wurde zunächst im Hinblick auf die Aufnahmequalität gesichtet und gefiltert. Dazu wurde eine Übersicht erstellt, in der die 24 Probanden hinsichtlich der Probandeninformationen (Geschlecht, Gruppe, Alter, Sehvermögen) sowie der Aufnahmekriterien (Kalibrierung, Tracking-Ratio²¹, technische Schwierigkeiten während der Aufnahme) zusammengetragen wurden. Die Pilotierungsprobanden wurden von vorne rein ausgeschlossen, ebenso wie all jene Teilnehmer, bei denen die Sehbeeinträchtigung zu groß war oder es zu technischen Aufnahmeschwierigkeiten kam.

Anschließend wurden für die technischen Aufnahmekriterien verschiedene Mindestmaße festgelegt, anhand derer die verbliebenen Probanden in mehrere Subgruppen unterteilt wurden. Diese wurden zusätzlich hinsichtlich der Verteilung aller Probandenkriterien überprüft, um die Vergleichbarkeit zwischen den Gruppen zu kontrollieren. Die Bereinigung der Stichprobe hatte somit zum Ziel, eine möglichst hohe Datenqualität sicherzustellen, während gleichzeitig zwei Gruppen beibehalten werden konnten, die weiterhin hinsichtlich des Alters und der Geschlechterverteilung miteinander vergleichbar waren.

Die gefilterte Stichprobe, für welche letztlich die Datenanalyse durchgeführt wird, beläuft sich auf zehn der ursprünglich 24 Probanden (41,7 %). Von diesen gehören fünf Teilnehmer der Kritischen Gruppe (Demenz-Erkrankte) und fünf der Kontroll-Gruppe (Gesunde Probanden) an. Tabelle 05 gibt einen Überblick zu der Verteilung der Probandenkriterien (Geschlecht und Alter) innerhalb der beiden bereinigten Gruppen.

²¹Die *Trackingratio* (TR) gibt prozentual an, wie hoch der Anteil des eigentlichen Erhebungszeitraums ist, in dem tatsächlich Daten aufgezeichnet wurden. Liegt eine niedrige TR vor, hat dies entsprechend Auswirkungen auf die gemessenen Parameter und kann somit zu falschen Schlüssen führen. Die TR gilt daher auch als ein Maß für Datenqualität.

Tabelle 05:Übersicht zur Zusammensetzung der zwei bereinigten Gruppen innerhalb der ET-Studie²²

	Kritische Gruppe				Kontroll-Gruppe			
Geschlecht	Frauen:	3	Männer:	2	Frauen:	1	Männer:	4
Alter	<i>M</i>		<i>M</i>		<i>M</i>		<i>M</i>	
	<i>SD</i>		<i>SD</i>		<i>SD</i>		<i>SD</i>	
		81,5		83,5		82		79,5
		8		7,8		-		4,8
Gesamt		n = 5		84		n = 5		80
				8				4,3

Die minimale Trackingratio wurde bei 75% angesetzt, um sicher zu stellen, dass die Qualität der aufgenommenen Daten über alle Probanden hinweg ein Mindestmaß erfüllt. Die Kalibrierungswerte wurden möglichst niedrig gehalten, um zu große Abweichungen auf der x- und y-Achse aus den Analysen auszuschließen. In Tabelle 06 wird die ursprüngliche Probandengruppe mit der bereinigten Stichprobe hinsichtlich der ausgewählten Aufnahmekriterien (für beide Aufnahmeblöcke gemittelt) gegenübergestellt. Die Zahlen zur Trackingratio sind in Prozent, die Angaben zur Kalibrierung in Grad angegeben.

Tabelle 06:

Gegenüberstellung der gesamten und gefilterten Gruppe im Hinblick auf Trackingratio und Kalibrierung

	<i>M</i>	<i>MAX</i>	<i>MIN</i>	<i>Differenz</i>
Trackingratio				
Gruppe gesamt (n=24)	78,4%	99,1%	27,6%	
Gruppe gefiltert (n=10)	89,4%	97,0%	76,9%	+ 11%
Kalibrierung				
Gruppe gesamt (n=24)	x	1,08°	6,70°	0,30°
Gruppe gefiltert (n=10)		0,49°	0,90°	0,30°
Gruppe gesamt (n=24)	y	1,08°	3,90°	0,20°
Gruppe gefiltert (n=10)		1,00°	2,50°	0,20°

Bei Gesamtbetrachtung muss zusammenfassend gesagt werden, dass die Datenreduzierung zwar eine enorme Verkleinerung der beiden Stichproben mit sich gebracht hat und die beiden Gruppen nun hinsichtlich der Personenkriterien eine geringere Homogenität aufweisen, die Datenqualität und somit auch ihre Aussagekraft jedoch einen enormen Zuwachs erfahren hat. Die anschließend für die bereinigte Gruppe durchgeführte Analyse der Eye-Tracking-Daten beschränkt sich auf eine monokulare Auswertung des rechten Auges. Diese Vorgehensweise hat sich in der gängigen ET-Forschung etabliert, da von simultanen und größtenteils zeitgleichen Bewegungen beider Augen ausgegangen wird (vgl. Holmqvist 2015: 59). Die Analyse umfasst die folgenden Auswertungs-Arten:

Zunächst werden für alle fünfzehn kritischen Items sogenannte *Gridded-Areas of Interest* (G-AoIs) angelegt. Bei dieser Methode wird jedes Bild nach dem gleichen Raster in 16x16 gleichgroße

²²Die Abkürzung M (= *mean*) steht für das arithmetische Mittel, die Abkürzung SD (= *standard deviation*) für die Standardabweichung.

Rechtecke eingeteilt, für welche die über alle Probanden gemittelte Verweildauer in Millisekunden angegeben wird. Die Bildbereiche werden automatisch eingefärbt, wobei die Farbausprägungen in Relation zu den mittleren Verweildauern des gesamten Stimulus stehen. Es handelt sich dabei demnach um eine Visualisierungsmethode, bei der sich ein Muster der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung ergibt. G-AoIs können pro Stimulus für beide Gruppen erstellt und qualitativ miteinander verglichen werden. Dafür wird die Zeitspanne von zehn Sekunden in drei gleichgroße Zeitfenster eingeteilt: In die erste Zeitspanne fallen alle Fixationen, die zwischen 0,52²³ und 3,68 Sekunden erfolgt sind; die zweite Zeitspanne erstreckt sich von 3,68 bis 6,84 Sekunden; die dritte Zeitspanne von 6,84 bis 10,00 Sekunden. Die Dreiteilung der Aufnahmezeit pro Stimulus erlaubt eine detaillierte Betrachtung der durchschnittlichen Verweildauer in bestimmten Regionen, bei der auch der zeitliche Verlauf mitberücksichtigt werden kann. Die Analyse erfolgt kumulativ (sprich summiert) sowie sequentiell für alle drei Zeitfenster. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden jedoch ausschließlich Ergebnisse der kumulativen Auswertung vorgestellt. Die sequentielle Analyse findet sich in der Arbeit von Kim Meitner.

Im zweiten Auswertungsteil werden zwei lokale *Areas of Interests* (AoI, = kritische Region) für die Stimuli der *Built*-Kategorie quantitativ ausgewertet. Bei allen fünf Stimuli handelt es sich um eine perspektivische Abbildung, die eine frontale Zentralperspektive aufweist. Die erste AoI ist daher die Region mit der größten Blicktiefe, welche in zwei Bereiche unterteilt wurde. Der untere Teil entspricht diesem Bildausschnitt aus Fußgängerperspektive, der obere Teil liegt unmittelbar über diesem Bereich. Die Region der größten Blicktiefe ist in seinen zwei Markierungen in Abbildung 07 als AoIs „FLP_re_ob_01“ und „FLP_re_un_01 unten“ in einem Beispielstimulus dargestellt.



Abbildung 07: *AoI 1* (Region mit der größten Blicktiefe: Oberer und unterer Bereich) in einem Beispielstimulus

²³Der Startpunkt für die Analyse wurde auf 0,52 Sekunden gelegt, da die Probanden innerhalb der ersten halben Sekunde i.d.R. noch auf die Bildmitte schauen. Von diesem Punkt haben sie zuvor durch eine Fixierung des Fixationskreuzes den nachfolgenden Stimulus ausgelöst. Damit diese Fixation nicht die Analysen verfälscht, fließt dieser Zeitraum nicht in die Auswertung mit ein.

Die zweite AoI, die ausgewertet wurde, ist der obere Fassadenteil, der über die Fußgängerperspektive hinausgeht, um einen Vergleich zwischen dieser Region und dem unteren Fassadenteil vornehmen zu können. Der obere Bildbereich ist in Abbildung 08 als „AoI 001“ sichtbar (siehe Anhang 11 für die AoIs aller Stimuli der Kategorie *Built*).



Abbildung 08: AoI II (oberer Fassadenteil) in einem Beispielstimulus

Jeder Stimulus wurde zunächst für beide Bildbereiche mittels der Visualisierungsmethode der *Key Performance Indicators* (KPI) gesichtet und exportiert. Bei diesem Verfahren werden eine Anzahl wichtiger statistischer Kennzahlen in einem Kasten innerhalb des Stimulus für die ausgewählten *AoIs* sowie die markierten Probanden angezeigt (siehe Anhang 12 und 13 für einen Beispielstimulus mit entsprechenden KPIs). Diese wurden kumulativ für beide AoIs innerhalb aller fünf Stimuli der Kategorie *Built* über die drei Zeitabschnitte vergleichend für beide Gruppen erstellt und anschließend vergleichend gegenübergestellt. Die daraus gewonnene Tendenz wurde anschließend durch einen *Metrix Export* überprüft, bei welchem ausgewählte statistische Kennzahlen exportiert und mit Excel weiterbearbeitet werden können. Mittels dieser Auswertung wurden die folgenden Parameter für die zwei vorgestellten AoIs exportiert und zwischen den zwei Probandengruppen über die gesamte Timeline (0,52 – 10,00 s) verglichen:

- *Dwell Time Total* [ms]: Summierte Verweildauer pro Gruppe innerhalb der AoI
- *Dwell Time Average* [ms]: Durchschnittliche Verweildauer pro Gruppe innerhalb der AoI
- *Fixation Count Total*: Summierte Fixationsanzahl pro Gruppe innerhalb der AoI
- *Fixation Count Average*: Durchschnittliche Fixationsanzahl pro Gruppe innerhalb der AoI
- *Fixation Time Total* [ms]: Summierte Fixationsdauer pro Gruppe innerhalb der AoI
- *Fixation Time Average* [ms]: Durchschnittliche Fixationslänge pro Gruppe innerhalb der AoI

Die Betrachtungsweise dieser zweiten Analyseart ist wieder eine kumulative, da sich die Parameter alle auf die gesamte Zeitspanne von zehn Sekunden beziehen. Für die sequentielle Betrachtung wurden zusätzliche Parameter festgelegt, welche die Fixierung der AoIs im zeitlichen Verlauf untersuchen. Diese Analyse findet sich in Kim Meitners Arbeit.

Die dritte Auswertung widmet sich einem detaillierteren Blick auf die Gruppe der Erkrankten. Bei diesem Teil werden alle fünf Probanden der Kritischen Gruppe anhand eines Beispielstimulus qualitativ hinsichtlich ihres visuellen Verhaltens miteinander verglichen, um auf die Abweichungen innerhalb der Gruppe exemplarisch einzugehen. Auch bei dieser Auswertung greift die vorliegende Arbeit mit der von Kim Meitner ineinander über: Innerhalb dieser wird erneut die kumulative Perspektive fokussiert, während sich die sequentielle Betrachtungsweise in den Analysen von Kim Meitner wiederfindet.

Abschließend werden weitere Auffälligkeiten, die sich bei der Sichtung der Daten innerhalb des Analyseprozesses herausgestellt haben, beschreibend dargestellt. Die an dieser Stelle vorgenommene Darstellung der weichen und nicht konkret überprüften Kriterien dient zugleich der kritischen Evaluierung des eigenen Experiments sowie der Hypothesenbildung für weitere, auf diesen Erkenntnissen aufbauende, Studien.

5. Ergebnisse

Innerhalb des fünften Kapitels werden die Ergebnisse der Studie wiedergegeben. Es finden sich insgesamt drei Unterkapitel, in denen die Ergebnisse der einzelnen Methoden jeweils zunächst dargestellt und anschließend diskutiert werden (5.1 bis 5.3).

5.1 Mündliche Sprachproduktion

Die folgenden zwei Unterkapitel widmen sich den Daten der Sprachproduktionsstudie. Zunächst werden die Ergebnisse der linguistischen Analyse vorgestellt (5.1.1), um diese anschließend in einer erweiterten Perspektive mit dem bisherigen Forschungsstand zu mündlicher Sprachproduktion in Relation zu setzen (5.1.2).

5.1.1. Darstellung

Die Analyse der Sprachdaten hat folgende Ergebnisse gebracht: Die Kritische Gruppe hat im Durchschnitt 95 Äußerungen gemacht, von denen 73 Haupt- und 6 Nebensätze sowie 16 verblose Konstruktionen waren. Von den durchschnittlich 95 Äußerungen wurden 78 grammatikalisch korrekt und 18 grammatikalisch fehlerhaft produziert.

In der Kontrollgruppe lag die mittlere Äußerungsanzahl bei 85, also etwas unter dem Durchschnitt der Erkrankten. Von diesen waren 68 Hauptsätze, 7 Nebensätze und 9 verblos. Die Anzahl grammatikalisch korrekter Äußerungen lag bei 76, der Anteil fehlerhaft produzierter Sprache bei 9. Die absoluten Zahlen beider Gruppen werden vergleichend hinsichtlich der durchschnittlichen Äußerungsart (Abbildung 09) sowie der durchschnittlichen Anzahl korrekter Äußerungen (Abbildung 10) in den folgenden zwei Abbildungen dargestellt.

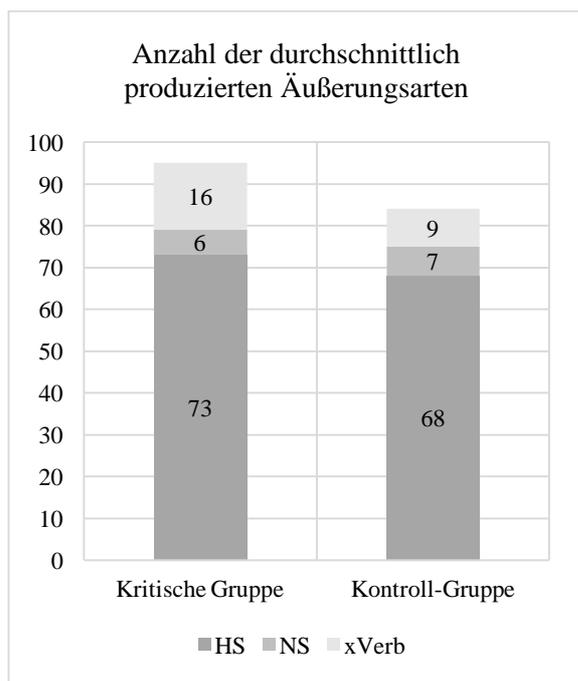


Abbildung 09: (Absolute) Anzahl der durchschnittlich produzierten Äußerungsarten

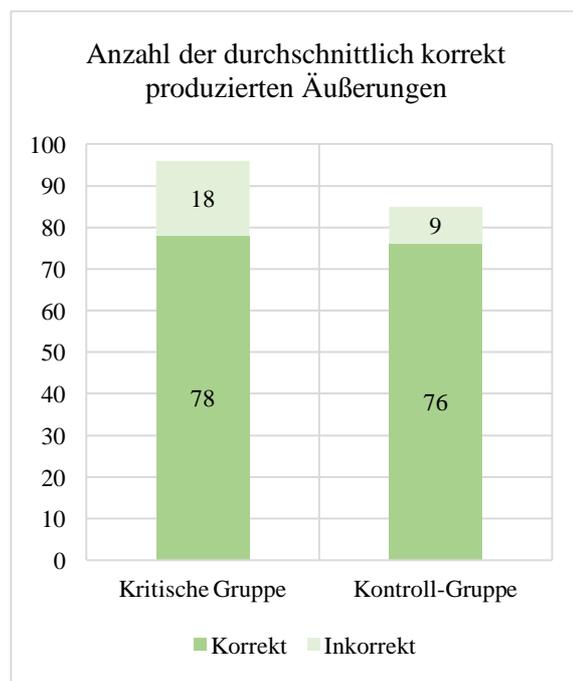


Abbildung 10: Anzahl der durchschnittlich korrekt produzierten Äußerungen

Tabelle 07 gibt einen vergleichenden Überblick zu der Gesamtäußerungsanzahl (Gesamt) sowie dem prozentualen Anteil an Hauptsätzen (HS), Nebensätzen (NS) und verblosen Strukturen (xV) sowie der grammatikalischen Korrektheit innerhalb der Gruppen.

Tabelle 07

Übersicht der Gesamtäußerungsanzahl, Äußerungsart sowie Fehlerquote im Gruppenvergleich

		Gesamt (absolut)	HS (%)	NS (%)	xV (%)	korr. (%)	inkorr. (%)
Kritische Gruppe	<i>M</i>	95	77%	5%	17%	81%	19%
(n=10)	<i>SD</i>	36	7%	5%	7%	7%	7%
Kontroll-Gruppe	<i>M</i>	85	81%	9%	10%	90%	10%
(n=10)	<i>SD</i>	30	4%	4%	4%	5%	5%

Die Analyse der Nutzung von Kohäsionsmittel zeigte die folgenden Unterschiede: Innerhalb der Kritischen Gruppe wurden insgesamt 201 Pro-Formen produziert, von denen 127 adäquat waren. Dies entspricht einer Quote von 63% adäquat produzierter Pro-Formen. In der Kontroll-Gruppe wurden mit insgesamt 233 Pro-Formen in weniger Äußerungen mehr Pro-Formen produziert, von denen 226 adäquat waren. Die Quote innerhalb der Kontroll-Gruppe liegt somit bei 97% adäquat verwendeter Pro-Formen. Tabelle 08 gibt die deskriptive die vergleichende Gruppennutzung von Pro-Formen wieder. Die Quote ergibt sich dabei als Anteil zwischen der Gesamtanzahl und der Anzahl adäquater produzierter Pro-Formen.

Tabelle 08:
Nutzung von Pro-Formen im Gruppenvergleich

		Gesamt	Adäquat	Inadäquat	Quote
		(absolut)	(absolut)	(absolut)	(%)
Kritische Gruppe (n=10)	Gesamt	201	127	74	63%
	<i>M</i>	20	13	7	72%
	<i>SD</i>	16	10	11	33%
Kontroll-Gruppe (n=10)	Gesamt	233	226	7	97%
	<i>M</i>	23	23	1	97%
	<i>SD</i>	13	12	1	4%

Durchschnittlich betrachtet wurden in der Kritischen Gruppe somit etwas weniger Pro-Formen genutzt, von denen jedoch erheblich mehr einen uneindeutigen Referenten aufwiesen und somit inadäquat verwendet wurden.

Als weiteres Kohäsionsmittel wurden Substitutionen untersucht. Dieses wurde in der Kritischen Gruppe (19 Substitutionen) etwas öfter als in der Kontroll-Gruppe (15 Substitutionen) verwendet. Insgesamt wurden in beiden Gruppen ausschließlich die Referenten „Junge“, „Frosch“ und „Hund“ durch bedeutungsähnliche Lexeme ersetzt. In beiden Gruppen wurden am häufigsten Substitutionen für den Jungen (Kritische Gruppe zwölfmal, Kontroll-Gruppe achtmal), am zweithäufigsten für den Hund (Kritische Gruppe sechsmal, Kontroll-Gruppe viermal) und am seltensten für den Frosch (Kritische Gruppe einmal, Kontroll-Gruppe dreimal) vorgenommen. Dabei unterschied sich jedoch, durch welches bedeutungsgleiches bzw. -ähnliches Lexem der jeweilige Referent dargestellt wurde. Der „Junge“ wurde in der Kritischen Gruppe alternativ am häufigsten als „Kind“, in der Kontroll-Gruppe als „Kleiner“ bezeichnet. Beide Lexeme kamen auch in der jeweilig anderen Gruppe vor, dann jedoch seltener. Die innerhalb der Kritischen Gruppe für den Jungen genannten Substitutionen waren zudem „Kerlchen“, „Herrchen“, „Phillip“, „Jäger“, „Jüngskén“ und „Mann“, während in der Kontroll-Gruppe mit „Bubi“ sowie „Rolf/Rolfi“ weniger synonyme Verweise für diese Figur vorgenommen wurden. Der „Hund“ wurde in beiden Gruppen von jeweils drei Probanden auch als „Dackel“ sowie von jeweils einer Person als „Hündchen“ bezeichnet. In der Kritischen Gruppe wurde zusätzlich mit den Lexemen „Kleiner“ und „Tierchen“ auf den Hund verwiesen. Der „Frosch“ wurde in beiden Gruppen jeweils einmal als „Froschkönig“ bezeichnet; in der Kontroll-Gruppe referierte außerdem jeweils ein Proband mit den Lexemen „Wetterfrosch“ und „Froschi“ auf das gesuchte Tier.

Das Erkennen der Froschsuche wurde in der Kontroll-Gruppe bei neun von zehn Probanden kenntlich gemacht, während dies in der Kritischen Gruppe nur dreimal der Fall war. Von den drei Probanden der Demenzgruppe haben zwei explizit kenntlich gemacht, dass Sie die Froschsuche als solche erkannt haben, von denen einer eine falsche Objektbenennung vorgenommen hat (siehe Beispiel 17, Äußerung 52).

Beispiel 17 (P007):

(52) Oh, jetzt hat er das Reh gefunden.

Der dritte Proband hat implizit zum Ausdruck gebracht, dass es sich um denselben Frosch wie am Anfang der Geschichte handelt, auch wenn die Suche als solche nicht thematisiert wurde. Von den neun Kontroll-Probanden haben fünf die Froschsuche explizit in ihrer Geschichte thematisiert. Bei den restlichen vier Probanden wurde die Froschsuche nicht explizit aufgegriffen, sondern der Frosch wurde implizit durch die definite Artikelzuweisung als der verschwundene Frosch markiert.

Zusammenfassend lassen sich die folgenden Ergebnisse für die Analyse der Sprachdaten festhalten: Zur Quantität der produzierten Äußerungen zeigt sich, dass die Kritische Gruppe im Durchschnitt etwas mehr Äußerungen als die Kontrollgruppe produziert. Die Äußerungen weisen häufiger eine verblose Struktur auf und sind seltener in Form eines Nebensatzes formuliert. Insgesamt werden mehr grammatikalische Fehler von den Erkrankten gemacht. Zum strukturell-grammatischen Zusammenhang des Textes zeichnet sich ab, dass die Erkrankten im Vergleich zu den Kontrollen leicht weniger Pro-Formen nutzen, von denen jedoch ein deutlich erhöhter Anteil einen aus dem Kontext nicht erschließbaren Bezug aufweist. In den Texten der Kritischen Gruppe finden sich außerdem mehr Substitutionen für die Entitäten „Junge“ und „Hund“, während in der Kontroll-Gruppe mehr bedeutungsähnliche Lexeme für den „Frosch“ eingebunden wurden. Die Anzahl jener Probanden, die die Suche nach dem Frosch erkannt und innerhalb der eigenen Geschichte aufgegriffen hat, ist bei den Kontroll-Probanden dreimal so hoch wie bei den Erkrankten.

5.1.2 Diskussion

Die Ergebnisse der Sprachproduktionsaufgabe decken sich hinsichtlich mehrerer Aspekte mit der bisherigen Forschungsliteratur, weisen jedoch auch vereinzelte Abweichungen auf.

Zunächst ist in Bezug auf die Gesamtäußerungsanzahl festzuhalten, dass diese, anders als erwartet, innerhalb der AD-Gruppe leicht erhöht ausfällt. Dabei ist einzuräumen, dass dieses Ergebnis alleinstehend wenig Aussagekraft besitzt. Die Erhebungssituation könnte dazu geführt haben, dass die Probanden bewusst möglichst viel erzählt haben; zudem wurde bei mehreren Erkrankten beobachtet, dass zwar sehr viel gesprochen, dabei jedoch sehr wenig kontextbezogener Inhalt vermittelt wurde. Anhand der im Rahmen der Masterarbeit von Kim Meitner durchgeführten inhaltlichen Analyse kann jedoch hinsichtlich dieser subjektiven Empfindung eine validere Aussage gewonnen werden.

Im Hinblick auf die strukturelle Analyse wurde eine Tendenz zur Produktion verbloser Satzfragmente bei den AD-Erkrankten beobachtet. Während die gesunden Probanden im Durchschnitt gleich viele Nebensätze und verblose Konstruktionen produzierten, war dieses Verhältnis bei den Erkrankten deutlich verschoben: Sie produzierten durchschnittlich mehr als dreimal so häufig verblose Konstruktionen als Nebensätze. Dabei muss jedoch angemerkt werden, dass die Kategorie der verblosen Strukturen sowohl Ellipsen als auch davon abweichende Konstruktionen umfasst, sodass leider keine weiterführende Aussage möglich ist. Rückblickend erscheint dieser Umstand missgünstig, da jene Äußerungen, die durch die Übernahme der syntaktischen Struktur aus dem Kontext elliptisch ergänzt werden können, nicht von jenen Äußerungen getrennt betrachtet werden können, bei denen dies nicht

möglich ist. Eine weiterführende Analyse hinsichtlich der expliziten Verwendung von Ellipsen könnte diesbezüglich einen Mehrwert mit sich bringen, hätte das Ausmaß der vorliegenden Arbeit jedoch überstiegen. Trotz dieser Einschränkung wurde durch die Ausprägung des Kodierungskriteriums der grammatikalischen Korrektheit erfasst, wie häufig die gemachten Äußerungen kongruent produziert wurden. Auch hier zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Gruppen, der darin bestand, dass der durchschnittliche Anteil inkorrekt produzierter Äußerungen bei den Erkrankten beinahe doppelt so hoch wie bei den Kontrollen war. Da sich dieses Kriterium auf alle Äußerungen bezieht, stützt dies die Vermutung, dass die Erkrankten in der Kategorie der verblosen Konstruktionen häufiger nicht-elliptische Auslassungen vorgenommen haben. Hinsichtlich der Syntax lassen sich demnach Unterschiede feststellen, die für eine verringerte syntaktische Komplexität in den Äußerungen sprechen. AD-Erkrankte produzierten verhältnismäßig weniger Nebensätze als Kontrollen und es ist ein vermehrtes Aufkommen von verblosen Konstruktionen für diese Gruppe zu verzeichnen. Dieses Erkenntnis deckt sich mit bisherigen Forschungsergebnissen, wobei angemerkt werden muss, dass eine engmaschigere Analyse der Syntax sicherlich noch weiterführende Ergebnisse mit sich bringen würde.

Die Auswertung der Kohäsionsmittel zeigte insbesondere Unterschiede in der Nutzung von Pro-Formen. Diese wurden von den Erkrankten in insgesamt mehr Äußerungen seltener produziert, als es bei den Kontrollen der Fall war. Zudem wiesen sie häufiger eine inadäquate Verwendung auf. Da Pro-Formen sowohl „auf die mentale Repräsentation eines Konzepts als auch auf den auf der sprachlichen Oberfläche ausgedrückten Kontext“ (Wendelstein 2016: 29) verweisen, stellt die adäquate Nutzung eine extrem anspruchsvolle Leistung des Sprechers dar. Die Enkodierung dieser Form, ohne dass ein Referent auf konzeptueller Ebene vorliegt, spricht für eine Störung auf pragmatisch-konzeptueller Ebene, bei der die Personalpronomen als inhaltsleere Füllwörter gebraucht werden, deren Referenzherstellung für die Erkrankten nicht mehr bzw. nur noch begrenzt möglich ist.

Hinsichtlich des Kohäsionsmittels der Substitutionen hat sich qualitativ kein Unterschied zwischen den Probandengruppen ergeben: Die Häufigkeit, mit der dem Hörer verschiedene Synonyme für die drei Entitäten Junge, Hund und Frosch angeboten wurden, war in beiden Gruppen gleichverteilt. Dies lässt sich aus linguistischer Sicht folgendermaßen erklären: Die Verwendung von Synonymen kann nur dann vorgenommen werden, wenn der Inhalt der präverbalen Nachricht auf Ebene des *Conceptualizers* festgelegt wurde. Die Ersetzung eines Lexems durch ein anderes bedeutungsähnliches Lexem stellt eine kognitive Leistung dar, bei der der außersprachliche Referent konzeptuell bereits festgelegt wurde. Allerdings ist einzuwenden, dass auch Erkrankte, bei denen keine narrative Struktur im Text vorlag, Synonyme für den Jungen und den Hund verwendet haben. In diesem Fall ist fraglich, inwieweit es sich hierbei um ein Kohäsionsmittel handelt. Die häufige bildliche Darstellung des Jungen und des Hundes kann letztlich auch dazu geführt haben, dass selbst Erkrankte, die den geschichtlichen Zusammenhang der Bilder nicht verstanden und verbalisiert haben, mit unterschiedlichen Lexemen auf die dargestellten Figuren verwiesen haben, ohne dass sie diese als dieselben Entitäten wahrgenommen haben.

Ein quantitativer Unterschied bestand darin, dass innerhalb der AD-Gruppe häufiger bedeutungsähnliche Lexeme für den Jungen und den Hund genutzt wurden. Lediglich auf den Frosch wurde innerhalb der Kontroll-Gruppe häufiger durch Synonyme referiert. Dies geht mit dem Befund einher, dass innerhalb der Kontroll-Gruppe wesentlich häufiger die Froschsuche als thematische Rahmung der produzierten Geschichte versprachlicht wurde. Zusammengenommen sprechen diese beiden Aspekte dafür, dass ein Großteil der Erkrankten den bildlich dargestellten Verlauf der Geschichte kognitiv nicht erfasst zu haben scheint. Dabei muss jedoch vermerkt werden, dass dieser Umstand nicht ausschließlich als kognitive Einschränkung interpretierbar ist, sondern eventuell auf die visuelle Ebene zurückgeht. Es ist durchaus denkbar, dass die Erkrankten den Frosch einfach übersehen haben und daher nicht in die Geschichte miteingebunden haben. Diesbezüglich lassen sich nur Vermutungen aufstellen, die im Rahmen einer ET-Studie jedoch weiterführend überprüfbar wären. Letztlich ist dieser Aspekt aber dennoch interessant, da bisherige ET-Studien zeigen konnten, dass Erkrankte häufiger irrelevante Bildbereiche anschauen und ein geringeres Explorationsverhalten über Stimuli zeigen.

5.2 Visuell-räumliches Verständnis

In den kommenden zwei Abschnitten werden zum einen die Bearbeitungszeiten der *Act-Out*-Studie gruppenvergleichend deskriptiv ausgewertet und statistisch überprüft (5.2.1). Zum anderen werden sie unter Hinzuziehung weiterer qualitativer Ergebnisse, die anhand der Testungsprotokolle gemacht wurden, diskutiert (5.2.2).

5.2.1 Darstellung

Innerhalb der ersten *Act-Out*-Aufgabe, dem Sortierwürfel, zeigen sich die folgenden Gruppenunterschiede in der Bearbeitungszeit: In der kritischen Gruppe liegt die mittlere Bearbeitungszeit bei 183 Sekunden, sprich ca. 3 Minuten. Die Kontrollgruppe benötigte im Mittel 67 Sekunden, also etwas mehr als eine Minute. Die Standardabweichung in der Kritischen Gruppe beträgt 144 Sekunden und in der Kontrollgruppe 43 Sekunden. Die Streuung innerhalb der Kritischen Gruppe ist demnach weitaus höher, als es bei den Kontroll-Probanden der Fall war. Abbildung 11 stellt die zeitliche Verteilung innerhalb der zwei Gruppen vergleichend in zwei Boxplots dar.

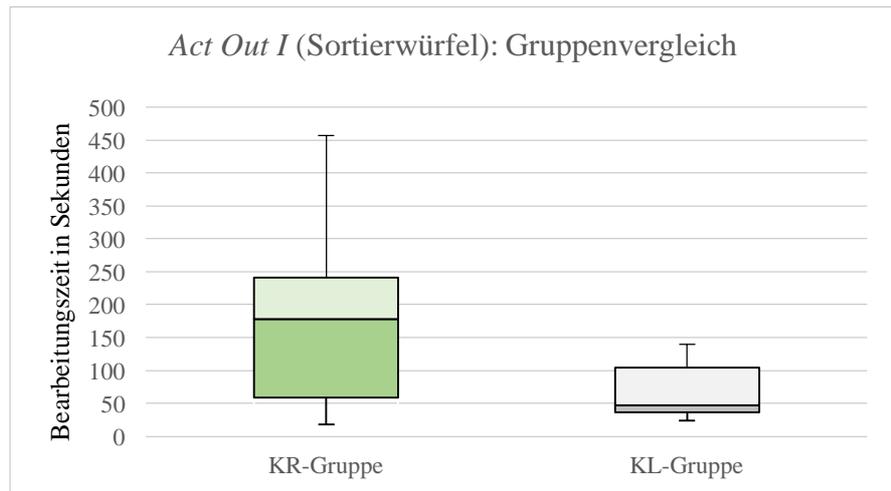


Abbildung 11: Bearbeitungszeit der Sortierwürfel-Aufgabe im Gruppenvergleich

Der Median, dargestellt durch den waagerechten Strich innerhalb der Boxen, liegt in der Kritischen Gruppe bei 178 Sekunden, in der Kontrollgruppe bei 47 Sekunden. Der Interquartilbereich, also die mittleren 50% der Daten, liegen innerhalb des Boxplots. Dieser Bereich ist in der Kritischen Gruppe zum einen viel breiter verteilt, zum anderen liegen die Einzelwerte auch erkennbar über denen innerhalb der Kontrollgruppe. Auch die oberen und unteren 25% der Daten, grafisch dargestellt durch die Whisker, zeigen deutlich, dass innerhalb der Kritischen Gruppe eine viel größere Streuung vorliegt. Ein Proband der Kritischen Gruppe ist schneller als der schnellste Proband der Kontrollgruppe (18 zu 24 Sekunden). Der Minimalwert in der AD-Gruppe liegt demnach unter dem der Kontrollen. Während die Minimalwerte in beiden Gruppen noch vergleichbar sind, liegt der Maximalwert in der Kritische Gruppe um beinahe das Vierfache höher als der Maximalwert der Kontrollgruppe.

Für die zweite Aufgabe, das Wiedererkennen, benötigte die Kritische Gruppe durchschnittlich 58 Sekunden, was in etwa dem Dreifachen des Mittelwerts der Kontroll-Gruppe von 21 Sekunden entspricht. Die Standardabweichung ist ebenfalls deutlich erhöht. In der Kritischen Gruppe liegt diese bei 59 Sekunden, in der Kontroll-Gruppe hingegen bei 15 Sekunden. Die zeitliche Verteilung innerhalb der zwei Gruppen wird in Abbildung 12 grafisch wiedergegeben.

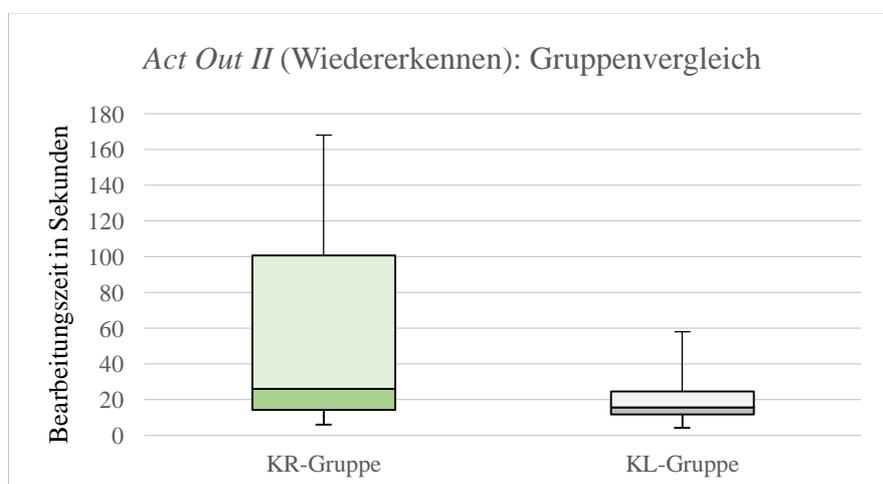


Abbildung 12: Bearbeitungszeit der Wiedererkennens-Aufgabe im Gruppenvergleich

In der Kritischen Gruppe liegt der Median bei 26 Sekunden, in der Kontrollgruppe bei etwa 16 Sekunden. Der Interquartilbereich erstreckt sich in der Kritischen Gruppe um etwas mehr als das fünffache als in der Kontrollgruppe. Die gesamte Streuung innerhalb der Kritischen Gruppe ist sichtbar erhöht. Ein Unterschied in den Minimalwerten innerhalb beider Gruppen zeigt sich mit 6 Sekunden (Kritische Gruppe) zu 4 Sekunden (Kontrollgruppe) zwar nur bedingt, die Maximalwerte unterscheiden sich im Verhältnis von 168 Sekunden (Kritische Gruppe) zu 58 Sekunden (Kontroll-Gruppe) jedoch deutlicher voneinander.

Für die dritte Aufgabe, den Figurennachbau, benötigte die Kritische Gruppe im Mittel 649 Sekunden (10 Minuten und 39 Sekunden) und die Kontroll-Gruppe 313 Sekunden (5 Minuten und 13 Sekunden). Die Standardabweichung innerhalb der Kritischen Gruppe liegt bei 459 Sekunden (7 Minuten und 39 Sekunden), bei den Kontroll-Probanten bei 287 Sekunden (4 Minuten und 47 Sekunden). Abbildung 13 stellt in zwei vergleichenden Boxplots dar, wie sich die Bearbeitungszeiten der dritten *Act-Out*-Aufgabe in beiden Gruppen verteilen.

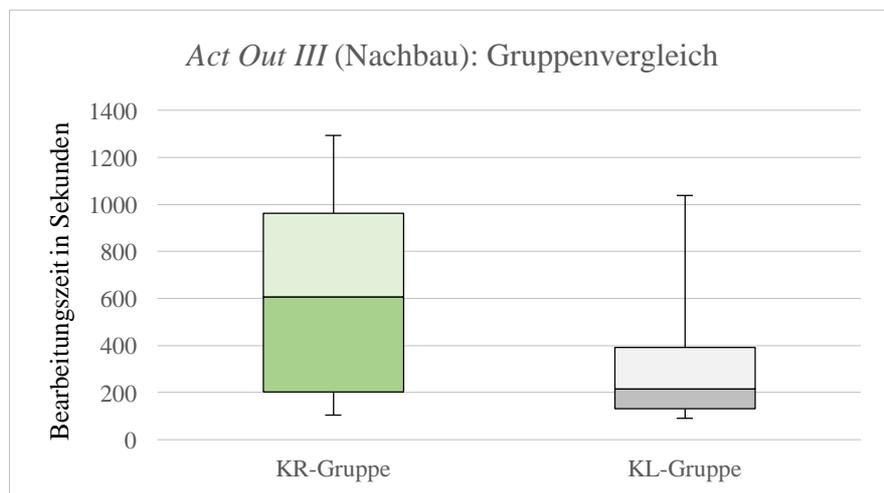


Abbildung 13: Bearbeitungszeit der Nachbau-Aufgabe im Gruppenvergleich

Der Median liegt in der Kritischen Gruppe mit ca. 606 Sekunden (10 Minuten und 6 Sekunden) deutlich höher als bei der Kontroll-Gruppe mit ca. 217 Sekunden (3 Minuten und 32 Sekunden). Fünfzig Prozent der Daten liegen innerhalb der Kritischen Gruppe zwischen 201 und 961 Sekunden, während sich der Interquartilbereich innerhalb der Kontroll-Gruppe zwischen 132 und 392 Sekunden erstreckt. Auch die gesamte Streuung fällt innerhalb der Kritischen Gruppe höher aus als in der Kontroll-Gruppe, allerdings im Vergleich zu den anderen beiden Aufgaben mit einer geringeren Differenz. Die Minimalwerte liegen bei 105 Sekunden in der Kritischen und bei 90 Sekunden in der Kontroll-Gruppe. Die maximal benötigte Zeit beträgt bei den Demenzprobanden 1293 Sekunden und bei den Gesunden 1038 Sekunden. Dieser Wert ist in der Kontroll-Gruppe jedoch als klarer Ausreißer zu bezeichnen, da der nächst höchste Wert mit 473 Sekunden weniger als halb so lang ist.

Alle Mittelwerte wurden in einem T-Test für unabhängige Stichproben statistisch überprüft. Ergebnisse mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 5\%$ werden als signifikant betrachtet. Dabei ist hinzuzufügen, dass vorab für alle drei Aufgaben mittels des Levene-Tests überprüft wurde, ob

Varianzhomogenität bei den beiden Gruppen vorliegt. Da dies bei keinem der Datensätze der Fall war (*Act-Out I*: $F= 7.520$, $p = .013$; *Act-Out II*: $F= 18.425$, $p = .000$; *Act Out III*: $F= 5.322$, $p = .033$) wurde der t-Test für ungleiche Varianzen durchgeführt. Im Hinblick auf die Bearbeitungszeit in der ersten *Act-Out*-Aufgabe liegt ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte beider Gruppen vor ($t(11) = -2.438$, $p = .013$). Die Mittelwerte in den anderen beiden Aufgaben unterscheiden sich hingegen nicht signifikant voneinander (*Act-Out II*: $t(10) = -1.934$, $p = .081$; *Act-Out III*: $t(10) = -1.901$, $p = .077$). Tabelle 09 stellt zusammenfassend die Gruppenunterschiede innerhalb aller drei *Act-Out*-Aufgaben dar.

Tabelle 09

Übersicht der Gruppenunterschiede innerhalb der *Act-Out*-Studie

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>
<i>Act-Out I</i> (Sortierklotz)	Kritische Gruppe	183 s*	144 s	18s	457s
	Kontroll-Gruppe	67 s*	43 s	24s	140s
<i>Act-Out II</i> (Wiedererkennen)	Kritische Gruppe	58 s	59 s	6s	168s
	Kontroll-Gruppe	21 s	15 s	4s	58s
<i>Act-Out III</i> (Nachbau)	Kritische Gruppe	639 s	459 s	105s	1293s
	Kontroll-Gruppe	313 s	287 s	90s	1038s

Anmerkung: * $p < 0.5$

Da die Streuung innerhalb der beiden Gruppen, insbesondere bei den Demenz-Erkrankten, sehr hoch und die Probandenanzahl eher gering ist, besitzen die Mittelwertsunterschiede nur bedingt Aussagekraft. Alle Datensätze wurden daher pro Aufgabe und Gruppe nach Bearbeitungslänge sortiert und in eine Rangfolge gebracht, um die einzelnen Zeiten aller Probanden vergleichend gegenüberstellen zu können. Abbildung 14 gibt dies für alle drei Aufgabentypen wieder. Die grüne Linie repräsentiert dabei die Kritische Gruppe und die graue Linie steht für die Kontroll-Gruppe. Auf der x-Achse finden sich die jeweils zehn Probanden, sortiert nach aufsteigender Bearbeitungszeit.

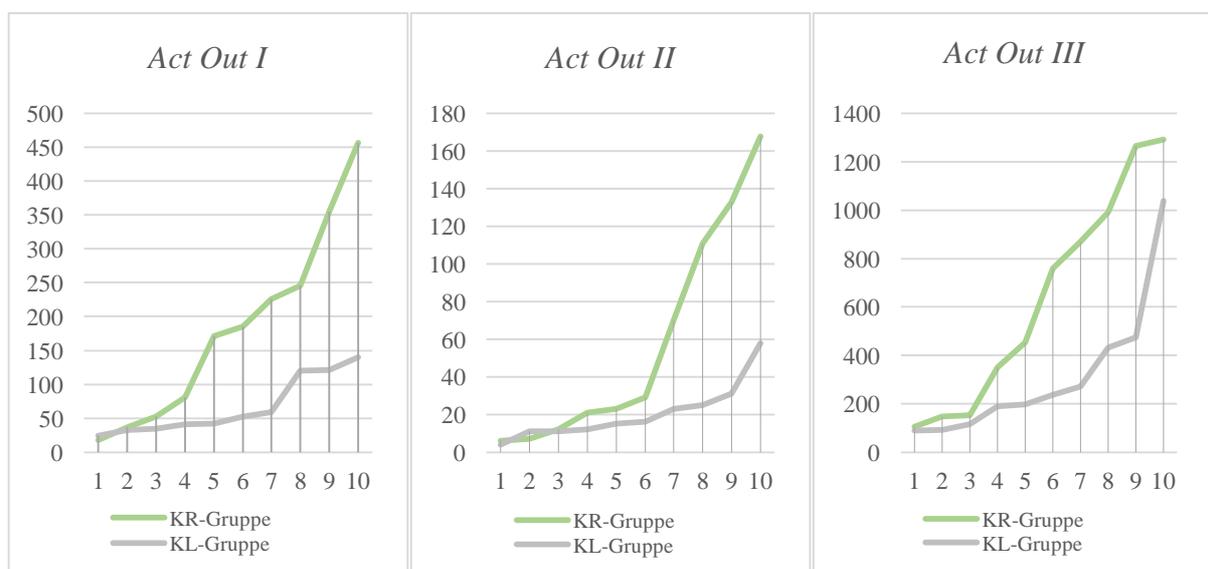


Abbildung 14: Gesamtvergleichende Gegenüberstellung der gruppenspezifischen Rangfolgen

Bei Gesamtbetrachtung aller Bearbeitungszeiten in aufsteigender Reihenfolge lassen sich diverse Ergebnisse ableiten. Zum einen wird deutlich, dass bis auf vereinzelte Ausnahmen die Kritische Gruppe in allen drei Aufgaben eine durchgängig erhöhte Bearbeitungszeit aufweist. Es zeigt sich zudem, dass die jeweils vier schnellsten Bearbeitungszeiten pro Gruppe (bzw. bei *Act Out II* die sechs schnellsten) eher geringe Unterschiede aufweisen, die sich als nicht signifikant erweisen dürften. Ab diesem Punkt scheint über alle Aufgaben hinweg ein deutlicher Anstieg in den benötigten Bearbeitungszeiten für die restlichen Demenz-Probanden einzusetzen. Diese Leistungsdifferenz würde in allen drei Aufgabentypen bei den längsten Bearbeitungszeiten (sprich bei dem Punkt 10 auf der x-Achse) in etwa gleich ausfallen, wenn in *Act-Out III* nicht der bereits angesprochene Ausreißer vorkäme. Die gruppeninternen Leistungsunterschiede sind zudem ähnlich verteilt. Der Anstieg in der Bearbeitungszeit ist in den hinteren Rängen der Kontroll-Gruppe zwar deutlich geringer, dennoch bildet sich in beiden Gruppen eine konstante Zunahme über alle drei Aufgaben hinweg ab.

Bei Sichtung der einzelnen Datensätze für die zweite und dritte *Act-Out*-Aufgabe haben sich zuletzt zwei Auffälligkeiten zu den intraindividuellen Abweichungen zwischen einzelnen Items ergeben: Prinzipiell zeigt sich bei der zweiten Aufgabe (Wiedererkennen), dass alle Probanden der Kontroll-Gruppe über alle drei Items eine ungefähr gleichbleibende Bearbeitungszeit haben, deren Differenz sich auf wenige Sekunden beläuft. Die einzige Ausnahme stellt ein Proband dar, bei dem die Bearbeitungszeit über alle drei Items absinkt. Innerhalb der Kritischen Gruppe zeigt sich hingegen bei drei Probanden eine extreme Abweichung innerhalb der Items (zweimal im Block B und zweimal im Block C), die über eine Minute beträgt. Für die dritte Aufgabe lässt sich bei Betrachtung der einzelnen drei Nachbau-Kategorien ein gruppeninterner Trend festmachen: Innerhalb der Kontroll-Gruppe zeigt sich ein Anstieg der durchschnittlichen Bearbeitungszeit über die drei Items hinweg (Kategorie A: 68s, Kategorie B: 118s, Kategorie C: 151s); für die Kritische Gruppe ist dies im entgegengesetzter Richtung der Fall, sprich die mittlere Bearbeitungszeit nimmt im Verlauf der drei Items minimal ab (Kategorie A: 226 s, Kategorie B: 220 s, Kategorie C: 194 s.).

5.2.2 Diskussion

Ein Vergleich der Bearbeitungszeit beider Gruppen zeigt in allen *Act-Out*-Aufgaben eine ähnliche Abweichung: Die mittlere Bearbeitungszeit ist bei den Demenz-Erkrankten stark erhöht (mindestens doppelt so hoch) und weist eine breitere Streuung auf, bei der der Minimalwert jedoch durchaus mit dem der Kontroll-Probanden vergleichbar ist. Die Erstellung der Rangfolgen wies ein extremes Aufklaffen der Leistungsdifferenzen erst für die langsamen zwei Drittel der Kritischen Gruppe auf. Im vorderen Drittel des Datensatzes sind die Bearbeitungszeiten über beide Gruppen noch vergleichbar, auch wenn die Kontroll-Gruppe beinahe ausnahmslos kürzere Zeiten aufweist.

Für die erste Aufgabe lassen sich anhand der Protokolle zwei unterschiedliche Lösungsstrategien innerhalb der Kritischen Gruppe festmachen: Vier von zehn Probanden haben (vergleichbar mit der Kontroll-Gruppe) die Aufgabe gelöst, indem sie die den Sortierklotz gedreht und

für jeden Stein das passende Loch gesucht haben. Die einzelnen Steine wurden dann gedreht und passend eingeworfen oder von mehreren Seiten ausprobiert. Die zweite Lösungsstrategie zeigt sich ebenfalls bei vier Probanden, die jeden Stein „blind“ in den Löchern ausprobiert haben. Die Bearbeitungszeiten dieser Teilnehmer sind erwartungsgemäß massiv erhöht. Für die restlichen zwei Probanden wurden keine Notizen auf dem Protokoll zu dieser Aufgabe gemacht. Bei den Kontrollen zeigte sich ausschließlich die erste Lösung.

Die zeitliche Differenz lässt sich demnach nicht ausschließlich auf die verlangsamte motorische Ausführung in der Bearbeitung dieser Aufgabe zurückführen. Dies scheint in der Kontroll-Gruppe der Fall zu sein, nicht jedoch bei der Kritischen Gruppe. Bei der Erkrankten deutet die zweite Lösungsstrategie darauf hin, dass der für die erste Strategie notwendige kognitive Abgleich des räumlichen Fittings zwischen Klotz und Öffnung nicht geleistet werden kann. Ob die jeweilige Form und Farbe der einzelnen Steine grundsätzlich wahrgenommen und differenziert werden konnte, ist fraglich, kann jedoch anhand der Daten nicht beantwortet werden. Einzelne Beobachtungen zeigten, dass jene Probanden die Dreidimensionalität der Figuren scheinbar nicht kognitiv erfassen konnten. Diese Vermutung äußerte sich darin, dass die Probanden die Steine z.T. auch bei dem passenden Loch nur von einer Seite einzuwerfen versuchten. Die haptische Rotation, die motorisch in allen Fällen hätte durchgeführt werden können, wurde dabei nicht aus eigener Initiative vorgenommen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die mentale Rotation, als wichtige kognitive Leistung für räumliches Zuordnen, höchstwahrscheinlich vorab nicht mehr vorgenommen werden konnte. Die Tatsache, dass einige Kontroll-Probanden die Steine bei Zuordnung des passenden Lochs ebenfalls von mehreren Seiten ausprobieren mussten, scheint dafür zu sprechen, dass auch hier die mentale Rotation nicht vollständig durchgeführt werden konnte. Das Erkennen der dreidimensionalen Figurform sowie das Zuordnen zu der entsprechenden zweidimensionalen Öffnung, sprich der kognitive Abgleich des räumlichen Fittings, scheint jedoch bei allen gesunden Probanden uneingeschränkt geleistet worden zu sein.

Für die zweite und dritte *Act-Out*-Aufgabe lassen sich anhand der Bearbeitungszeit nur schwerlich weiterführende Hypothesen aufstellen. Bei Hinzuziehung der Abbruch- und Fehlerquote ließe sich untersuchen, ob es mögliche Lösungsstrategien bei den Demenz-Erkrankten gab, die zu einer verkürzten (keine Lösung) oder verlängerten (fehlerhafte Lösung) Bearbeitungszeit geführt haben.

Bezüglich der intraindividuellen Differenzen in den Bearbeitungszeiten lassen sich die folgenden Aspekte anführen: In dem zweiten Teil zeigt sich anhand der extremen zeitlichen Abweichungen, dass die Bearbeitung dieser Aufgabe keine gleichbleibende Zeitspanne bei einigen Kritischen Probanden in Anspruch nimmt. Es kann an dieser Stelle jedoch nur gemutmaßt werden, ob dies tatsächlich auf Schwierigkeiten im visuell-kognitiven Abgleich zurückgeht, oder ob es sich vielmehr um eine Art mentales Abdriften von der Aufgabe handelt. Bei Hinzuziehung der Fehlerquote könnte zumindest geklärt werden, ob die anschließende Beantwortung korrekt oder inkorrekt war. Eine korrekte Beantwortung würde dafürsprechen, dass die Verarbeitung entweder unterbrochen oder verlangsamt stattgefunden hat. Für die dritte Aufgabe lassen sich die gruppenspezifischen

Abweichungen folgendermaßen deuten: Die Eingruppierung der drei Items nach Schwierigkeit (Kategorie A: leicht, Kategorie B: mittel, Kategorie C: schwer) scheint für die Kontroll-Gruppe zuzutreffen und spiegelt sich in den entsprechend verlängerten Bearbeitungszeiten wider. Dies ist bei der Kritischen Gruppe nicht der Fall. An dieser Stelle müsste die Abbruch- und Fehlerquote hinzugezogen werden, um diese Parameter in der Berechnung kontrollieren und eventuelle Schlüsse daraus ziehen zu können. Dennoch erweckt dieses Ergebnis den Eindruck, dass die wahrgenommene Komplexität visuell-haptisch erfassbarer Strukturen und ihrer räumlichen Anordnungen zueinander bei gesunder Kognition nicht der von Demenzerkrankten zu entsprechen scheint.

Es muss an dieser Stelle darauf verwiesen werden, dass den Probanden in keiner der Aufgaben explizit mitgeteilt wurde, dass sie möglichst schnell vorgehen sollten. Die Messung erfolgte möglichst bedeckt, wobei einige gesunde Probanden dies dennoch mitbekamen. Dieser Umstand muss mitberücksichtigt werden, da dies eventuell zu einer beschleunigten Bearbeitung geführt hat. Die Bearbeitungszeit kann somit nur als indirektes Maß der erbrachten Leistung gewertet werden und besitzt für sich alleinstehend nur bedingt Aussagekraft.

5.3 Visuell-räumliche Wahrnehmung

Die kommenden zwei Abschnitte widmen sich der Ergebnisdarstellung der Eye-Tracking-Studie: Zunächst werden die beiden Gruppen hinsichtlich der festgelegten Auswertungsparameter verglichen (5.3.1), anschließend erfolgt eine kritische Diskussion der Ergebnisse sowie deren Bedeutsamkeit für den aktuellen Forschungsstand sowie zukünftige Untersuchungen (5.3.2).

5.3.1 Darstellung

Die Auswertung mittels der *Gridded-AoIs* hat folgende Ergebnisse gebracht: Für die Demenz-Gruppe zeigt sich eine geringere Anzahl an fixierten Bereichen sowie eine im Vergleich zu den Kontrollen erhöhte mittlere Verweildauer innerhalb der häufig anvisierten Bereiche. Dies äußert sich in einem räumlich verkleinerten Muster der Aufmerksamkeitsverteilung. Das Muster der Kontroll-Gruppe weist zum einen eine weitläufigere, zum anderen eine dichtere Verteilung auf und zeichnet sich durch eine geringere Spannbreite der mittleren Verweildauer als bei den Erkrankten aus. Abbildung 15 stellt exemplarisch die Muster beider Gruppen im kumulativen Verlauf gegenüber (siehe Anhang 14 für den Ausgangsstimulus).

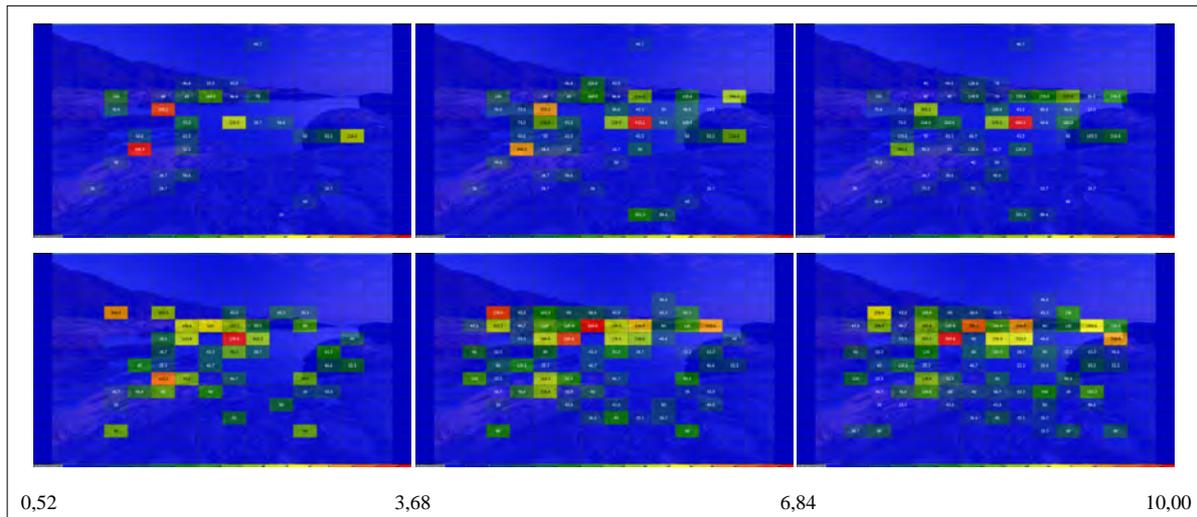


Abbildung 15: Vergleichende Darstellung der G-AoIs der Kritischen Gruppe (oben) und der Kontroll-Gruppe (unten) für einen Beispielstimulus der Kategorie *Nature*

Ein weiterer, stimulispezifischer Unterschied zwischen den Gruppen ergibt sich bei der gemeinsamen Darstellung von Architektur und Natur (Kategorie *Mixed*). Für die Kontrollgruppe liegt der Bereich mit der durchschnittlich höchsten Verweildauer im gesamten Zeitraum bei fünf von fünf Stimuli mittig auf dem jeweils gebauten Element. Bei der Gruppe der Erkrankten liegt die durchschnittlich höchste Verweildauer hingegen bei zwei von fünf Stimuli gar nicht auf dem dargestellten Gebäude. Bei drei von fünf Stimuli ist zudem eine im zeitlichen Verlauf spätere bzw. insgesamt verschobene Fixierung der architektonischen Bildelemente im Vergleich zur Kontrollgruppe auffällig.

Als zweiter Fokus der Datenauswertung diente die Festlegung der lokalen AoIs (Region mit der größten Blicktiefe und oberer Fassadenteil) sowie der quantitative Vergleich dieser kritischen Bereiche über beide Gruppen. Es zeigt sich, dass die gesamte Region der größten Blicktiefe (oben und unten) innerhalb der Stimuluskategorie *Built* insgesamt nur geringfügig weniger von der Kritischen Gruppe fixiert wird als von den Kontrollen. Bezüglich der gesamten Verweildauer (*Dwell Time Total*) innerhalb der AoIs (sprich alle Fixationen und Sakkaden innerhalb der ausgewählten kritischen Bereiche) unterscheidet sich die Demenz-Gruppe nur zu 3 % von den Kontrollen. Die Anzahl der gesamten Fixationen (*Fixation Count Total*) innerhalb der Region mit der größten Blicktiefe ist zu 15% geringer als bei der Kontroll-Gruppe. Auch die durchschnittliche Länge der Fixationen (*Fixation Time Average*) ist bei den Erkrankten um 4% minimal verkürzt. Tabelle 10 zeigt die Unterschiede der beiden Gruppen für die erste AoI (Region mit der größten Blicktiefe) zusammen auf. Dabei ist sowohl der absolute Wert, als auch der prozentuale Vergleich zwischen den Gruppen angegeben.

Tabelle 10:

Vergleichende Auswertung der gesamten Region mit der größten Blicktiefe (oben und unten summiert) über alle fünf Built-Stimuli²⁴

	Kritische Gruppe (n=5)	Kontroll-Gruppe (n=5)
<i>Dwell Time Total</i> [ms]	34070 (97%)	35137 (100%)
<i>Dwell Time Average</i> [ms]	681 (97%)	702 (100%)
<i>Fixation Count Total</i>	99,0 (85%)	117,0 (100%)
<i>Fixation Count Average</i>	2,0 (87%)	2,3 (100%)
<i>Fixation Time Total</i> [ms]	33120,3 (96%)	34437 (100%)
<i>Fixation Time Average</i> [ms]	662 (96%)	689 (100%)

Eine separate Betrachtung dieser AoI, sprich des oberen und unteren Bereichs, ergibt für beide Gruppen jedoch eine Ergebnisverschiebung in die entgegengesetzte Richtung: Die obere Region der größten Blicktiefe wird von der Kritischen Gruppe häufiger (+33%) und deutlich länger (+75%) fixiert, als es die Kontroll-Gruppe tut. Auch die gesamte Verweildauer innerhalb dieses Bereichs ist bei den Erkrankten beinahe doppelt so hoch wie in der Vergleichsgruppe (+77%). Gegenteilige Ergebnisse zeigen sich für die untere Region mit der größten Blicktiefe: Hier zeigen die Kontroll-Probanden eine stark erhöhte Verweildauer (+47%) sowie etwa zweimal so viele Fixationen mit ca. doppelter Fixationszeit. In Tabelle 11 werden beide Bereiche über die zwei Gruppen vergleichend hinsichtlich der ausgewerteten Parameter dargestellt.

Tabelle 11:

Vergleichende Auswertung der Region mit der größten Blicktiefe (separat) über alle fünf Built-Stimuli²⁵

	Oberer Bereich		Unterer Bereich	
	Kritische Gruppe (n=5)	Kontroll-Gruppe (n=5)	Kritische Gruppe (n=5)	Kontroll-Gruppe (n=5)
<i>Dwell Time Total</i> [ms]	22092 (177%)	12446 (100%)	11978 (53%)	22692 (100%)
<i>Dwell Time Average</i> [ms]	884 (177%)	498 (100%)	479 (53%)	908 (100%)
<i>Fixation Count Total</i>	61 (139%)	44 (100%)	38 (52%)	73 (100%)
<i>Fixation Count Average</i>	2,4 (133%)	1,8 (100%)	1,5 (52%)	2,9 (100%)
<i>Fixation Time Total</i> [ms]	21375 (175%)	12195 (100%)	11745 (53%)	22242 (100%)
<i>Fixation Time Average</i> [ms]	855 (175%)	488 (100%)	470 (53%)	890 (100%)

Abbildung 16 visualisiert die Unterschiede exemplarisch für einen kritischen Stimulus in Form einer *Heat Map*, bei der die Blickmuster durch Einfärbung der fixierten Bildbereiche dargestellt werden. Die

²⁴Alle Angaben in Millisekunden wurden bis zur ersten Ziffer vor dem Komma gerundet; Die Angabe der Kontroll-Gruppe dient als Vergleichswert und wurde daher immer auf 100% gesetzt, sodass sich der Prozentwert der Kritischen Gruppe als positive/negative Abweichung dieses Werts versteht.

²⁵Alle Angaben in Millisekunden wurden bis zur ersten Ziffer vor dem Komma gerundet; Die Angabe der Kontroll-Gruppe dient als Vergleichswert und wurde daher immer auf 100% gesetzt, sodass sich der Prozentwert der Kritischen Gruppe als positive/negative Abweichung dieses Werts versteht.

Visualisierung zeigt die deutliche Verschiebung der Fixation für die Region mit der größten Blicktiefe innerhalb der kritischen Gruppe in den oberen Bildbereich.



Abbildung 16: Fixierung der AoI I (Bereich der größten Blicktiefe) in der Kritischen Gruppe (links) und der Kontroll-Gruppe (rechts); dargestellt in einer exemplarischen *Heat Map*

Die Unterschiede in der räumlichen Aufmerksamkeitsverteilung zwischen den Gruppen zeichnen sich auch bei der Auswertung der AoI des oberen Fassadenbereiches wieder, jedoch in geringerem Ausmaß. Die Kritische Gruppe weist eine höhere Gesamtverweildauer (+16%) in diesem Bildbereich auf und die Fixationen sind im Durchschnitt um 15% verlängert als bei den Kontroll-Probanden. In Kontrastierung zu dem oberen Fassadenteil zeigt die Gruppe der Demenzerkrankten durchgängig verringerte Werte in dem unteren Bildbereich. Tabelle 12 gibt die Auswertungsparameter für den oberen sowie unteren Fassadenteil in beiden Gruppen vergleichend wieder.

Tabelle 12:

Vergleichende Auswertung des oberen und unteren Fassadenteils über alle fünf Built-Stimuli²⁶

	Oberer Fassadenteil		Unterer Fassadenteil	
	Kritische Gruppe (n=5)	Kontroll-Gruppe (n=5)	Kritische Gruppe (n=5)	Kontroll-Gruppe (n=5)
<i>Dwell Time Total</i> [ms]	79137 (116%)	68424 (100%)	110425 (83%)	132250 (100%)
<i>Dwell Time Average</i> [ms]	3166 (116%)	2737 (100%)	4417 (83%)	5290 (100%)
<i>Fixation Count Total</i>	229,0 (102%)	225,0 (100%)	338,0 (77%)	440,0 (100%)
<i>Fixation Count Average</i>	9,2 (102%)	9 (100%)	13,5 (77%)	17,6 (100%)
<i>Fixation Time Total</i> [ms]	75038 (115%)	65292 (100%)	103377 (85%)	121686 (100%)
<i>Fixation Time Average</i> [ms]	3002 (115%)	2612 (100%)	4135 (85%)	4867 (100%)

Die Visualisierungsmethode der *Focus Map* veranschaulicht Blickmuster, indem die Transparenz des Stimulus in Abhängigkeit von der Zuteilung visueller Aufmerksamkeit in einzelnen Bildbereichen variiert wird. Abbildung 17 stellt dies exemplarisch für einen Stimulus dar. Dabei wird sichtbar, dass die räumliche Verschiebung des visuellen Aufmerksamkeitsmusters von unten nach oben in der Kritischen Gruppe sowohl in Bezug auf die größte Blicktiefe als auch auf die Fassaden zutrifft.

²⁶ Alle Angaben in Millisekunden wurden bis zur ersten Ziffer vor dem Komma gerundet; Die Angabe der Kontroll-Gruppe dient als Vergleichswert und wurde daher immer auf 100% gesetzt, sodass sich der Prozentwert der Kritischen Gruppe als positive/negative Abweichung dieses Werts versteht.



Abbildung 17: Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit in der Kritischen Gruppe (links) und der Kontrollgruppe (rechts); dargestellt in einer exemplarischen *Focus Map*

In der dritten Auswertungsart wurden gruppeninterne Unterschiede qualitativ anhand eines exemplarischen Stimulus analysiert. Dazu wurde ein Stimulus aus der *Mixed*-Kategorie ausgewählt, auf welchem ein Leuchtturm auf einer Landzunge am Meer abgebildet ist (siehe Abbildung 18 für Stimulus). Das visuelle Verhalten der Probanden wird innerhalb der Gruppe mit Hilfe von *Scanpaths* verglichen. Bei dieser Visualisierungsart wird ein farblicher Verlauf pro Proband dargestellt, dessen Fixationen in Form von größer werdenden Kreisen und Sakkaden in Form von Linien abgebildet sind. Innerhalb der Kontroll-Gruppe zeigt sich bei allen fünf Probanden ein sehr ähnliches Verhalten. Alle gehen mit der ersten Fixation auf den Leuchtturm, fixieren im weiteren zeitlichen Verlauf die baulichen Elemente in der unmittelbaren Umgebung sowie die Menschen im rechten Bildausschnitt und scannen die Landzunge, die den Leuchtturm umgibt, sehr systematisch mit kurzen Fixationen, immer zurückkehrend zu dem gebauten Element des Bildes. Dadurch ergibt sich ein relativ gleichmäßiges Muster der einzelnen Scanpaths, in dem die Fixationen aller Probanden in etwa gleich lang sind und immer wieder zu dem Ankerpunkt des Bildes, dem Leuchtturm, führen (siehe Abbildung 18, rechte Auswertung). Bei der kritischen Gruppe zeigen sich hingegen deutliche Unterschiede. Nur drei von fünf Probanden fixieren den Leuchtturm zu Anfang und schauen somit ähnlich wie die Kontrollen. Diese drei verhalten sich auch im weiteren Verlauf der zehn Sekunden in vergleichbarer Weise. Das visuelle Abtasten der Landzunge ist erkennbar, ebenso wie das wiederkehrende Fixieren des Leuchtturms. Die Fixationen sind an dieser Stelle jedoch deutlich länger, als es in der Kontroll-Gruppe der Fall ist, und insgesamt scheinen auch weniger Fixationen gemacht worden zu sein. Im Gegensatz dazu zeigen die restlichen zwei Probanden (P007, P009) ein abweichendes Muster. Die ersten Fixationen befinden sich im mittleren Bildausschnitt, von wo sich beide in entgegengesetzte Richtungen bewegen. Beide scheinen mit ihrem Blick an einem Punkt hängenzubleiben, von dem sie anschließend auf den Rand des Gebäudes springen, wo sie jedoch verhältnismäßig kurz fixieren. Die Sakkaden sind deutlich kürzer und insgesamt decken die beiden Scanpaths einen deutlich geringeren Teil des Bildes ab, als es bei den anderen Erkrankten und insbesondere bei den Gesunden der Fall ist. Abbildung 18 stellt die Scanpaths beider Gruppen vergleichend für den ausgewählten Stimulus gegenüber.



Abbildung 18: Scanpaths der Kritischen (links) und Kontroll-Gruppe (rechts) für einen exemplarischen Stimulus der Mixed-Kategorie

Die beiden Probanden (P007, P009) erweisen sich im visuellen Verhalten bei nahezu allen Stimuli als auffällig, wenn man sie mit den anderen drei Probanden derselben Gruppe vergleicht. So zeigen diese häufig eine geringe Anzahl an Fixationen, welche vornehmlich im Bereich des Bildmittelpunktes, sprich in der Nähe des Startpunktes, gemacht wurden. Bei P009 ist auffällig, dass beinahe ausschließlich (bis auf einzelne, sehr kurze Fixationen in drei von 15 Stimuli) die rechte Seite des Bildes visuell erkundet wird. Diese Tendenz zeigt sich bei keinem anderen Probanden so deutlich ausgeprägt. Abbildung 19 stellt die Scanpaths der beiden Probanden vergleichend zu der restlichen Kritischen sowie zu der Kontroll-Gruppe für zwei Beispielbilder der Kategorie *Nature* dar. Dabei sind die beiden auffälligen Probanden, P007 und P009, oben dargestellt, die drei restlichen Probanden der Kritischen Gruppe mittig und die Kontrollen unten zu sehen.



Abbildung 19: Abweichungen innerhalb der Kritischen Gruppe (oben + mittig) im Vergleich zur Kontroll-Gruppe (unten), dargestellt in Scan-Paths für zwei exemplarische *Nature*-Stimuli

Die qualitative Analyse der gruppeninternen Unterschiede machte deutlich, dass sich die Kritische Gruppe in zwei Untergruppen einteilen lässt, von denen die eine sich durch ein eher unauffälliges und die andere sich durch ein auffälliges, abweichendes visuelles Verhalten auszeichnet. Dies wurde anschließend quantitativ überprüft, indem zwei sehr grundlegende Parameter, die durchschnittliche Fixationsanzahl und –dauer, über alle fünfzehn kritische Stimuli ausgewertet und zwischen den einzelnen (Sub-)Gruppen verglichen wurden. Diese zusätzliche Auswertung hat folgende Ergebnisse mit sich gebracht: Die gesamte Kritische Gruppe unterscheidet sich in beiden Parametern von den Kontrollprobanden, da sie sowohl eine längere Fixationsdauer (+16%) als auch eine niedrigere Fixationsanzahl (-18%) über alle Stimulkategorien zeigen. Bei separater Auswertung der zwei Subgruppen wird jedoch deutlich, dass diese in ihrem visuellen Verhalten deutlich auseinandergelien. Die auffällige Subgruppe (P007 und P009) zeigt im Vergleich zu der Kontroll-Gruppe zu 37% weniger Fixationen, die um 60% verlängert sind. Die eher als unauffällig beschriebene Subgruppe (P008, P015, P019) zeigt nur leichte Abweichungen von den Kontrollen: Insgesamt werden nur zu 5% weniger

Fixationen gemacht und die durchschnittliche Fixationsdauer ist um 3% verkürzt. Tabelle 13 vergleicht die durchschnittliche Fixationsanzahl pro Stimulus über alle Gruppen und für alle Stimulus-Kategorien.

Tabelle 13:

Gesamtvergleich der durchschnittlichen Fixationsanzahl über alle Gruppen und für alle Stimuli-Kategorien

	Alle Stimuli	<i>Built</i>	<i>Mixed</i>	<i>Nature</i>
Kontroll-Gruppe	26 (100%)	27 (100%)	25 (100%)	27 (100%)
Kritische Gruppe	22 (82%)	23 (85%)	20 (83%)	21 (78%)
Auffällige Sub-Gruppe	16 (63%)	20 (74%)	16 (65%)	14 (49%)
Unauffällige Sub-Gruppe	25 (95%)	25 (92%)	23 (95%)	27 (97%)

Anhand der Fixationsanzahl lässt sich erkennen, dass es Unterschiede bezüglich der einzelnen Stimulus-Kategorien gibt. Die Kontrollgruppe macht gleich viele Fixationen in den beiden Kategorien *Built* und *Nature*; die auffällige Untergruppe der Kritischen Gruppe zeigt die höchste Fixationsanzahl bei den vollständig bebauten Stimuli (*Built*), während die unauffällige Untergruppe die meisten Fixationen bei den unbebauten Stimuli (*Nature*) macht. Tabelle 14 gibt einen vergleichenden Überblick zu der durchschnittlichen Fixationsdauer innerhalb der einzelnen Gruppen und über alle Stimulus-Kategorien.

Tabelle 14:

Gesamtvergleich der durchschnittlichen Fixationsdauer über alle Gruppen und für alle Stimuli-Kategorien

	Alle Stimuli [ms]	<i>Built</i> [ms]	<i>Mixed</i> [ms]	<i>Nature</i> [ms]
Kontroll-Gruppe	288 (100%)	281 (100%)	312 (100%)	274 (100%)
Kritische Gruppe	335 (116%)	314 (112%)	371 (119%)	323 (118%)
Auffällige Sub-Gruppe	460 (160%)	394 (140%)	496 (159%)	513 (187%)
Unauffällige Sub-Gruppe	280 (97%)	272 (97%)	314 (100%)	258 (94%)

Die Fixationsanzahl korreliert mit der Fixationsdauer: Bei allen Gruppen trifft es zu, dass die Stimulus-Kategorie, in welcher die wenigsten Fixationen gemacht wurden, die durchschnittlich längsten Fixationen aufweisen.

Innerhalb einer letzten Berechnung wurde abschließend überprüft, inwieweit die Fixationen eine räumliche Verteilung über den gesamten Stimulus aufweisen. Dies wurde errechnet, indem die jeweiligen Positionen auf der y- und x-Achse einer jeder Fixation von den zwei Positionen der vorherigen Fixationen subtrahiert und quadriert wurden. Durch Summierung dieser zwei Werte ergab sich ein dritter Wert, für den anschließend die Wurzel gezogen wurde ($a^2 + b^2 = c^2$). Durch den Satz des Pythagoras ergibt sich c als die Länge zwischen zwei hintereinander gemachten Fixationen. Diese wurde pro Proband für alle Fixationen innerhalb der 15 Stimuli errechnet und im Durchschnitt miteinander verglichen. Der Durchschnittswert pro Gruppe gibt somit in Pixel an, wie weit die gemachten Fixationen innerhalb eines Stimulus im Durchschnitt über alle Probanden hinweg gestreut sind. Auch für diesen Parameter ergeben sich klare Unterschiede: Die auffälligen Probanden weisen eine um 39% reduzierte Entfernung zwischen ihren Fixationen im Vergleich zu den Kontrollen auf, während diese bei den

unauffälligen Probanden um 2% verlängert sind. Tabelle 15 stellt die durchschnittlichen Entfernung für alle (Sub-)Gruppen sowie hinsichtlich der einzelnen Stimuli-Kategorien vergleichend dar. Diese quantitativen Ergebnisse stützten die qualitativ gewonnenen Eindrücke und machen die Unterschiede in den prozentualen Bezügen aufeinander sichtbar.

Tabelle 15:

Gesamtvergleich der durchschnittlichen Entfernung zwischen den Fixationen über alle Gruppen sowie für die einzelnen Stimuli-Kategorien (in Pixel)

	Alle Stimuli	<i>Built</i>	<i>Mixed</i>	<i>Nature</i>
Kontroll-Gruppe	266 (100%)	261 (100%)	255 (100%)	280 (100%)
Kritische Gruppe	238 (89%)	220 (84%)	235 (92%)	259 (92%)
Auffällige Sub-Gruppe	161 (61%)	154 (59%)	154 (59%)	173 (62%)
Unauffällige Sub-Gruppe	271 (102%)	256 (98%)	256 (98%)	288 (103%)

Zusammenfassend lassen sich die folgenden Ergebnisse der Eye-Tracking-Studie festhalten: Die Gruppe der Demenz-Erkrankten weist durchschnittlich ein verkleinertes Muster der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung auf, bei welchem weniger Bereiche mit verlängerter Verweildauer fixiert werden. Für beide Gruppen zeigt sich bei den *Built*-Stimuli eine kontrastierende Fixierung der Region der größten Blicktiefe: Die Kritischen Probanden fixieren deutlich häufiger den oberen Bereich dieser AoI, die Kontroll-Probanden hingegen häufiger den unteren Bereich. Diese Tendenz spiegelt sich auch für den gesamten Bildbereich wider: Die Erkrankten schauen häufiger als die Kontrollen auf die oberen, die Kontrollen häufiger als die Erkrankten auf die unteren Fassadenbereiche. Auffällige gruppeninterne Abweichungen im visuellen Verhalten zeigen sich nur in der Kritischen Gruppe. Hier fallen insbesondere zwei Probanden auf, die sich deutlich von allen anderen Probanden unterscheiden. Diese fixieren vornehmlich im mittleren Bildbereich, zeigen weniger und längere Fixationen und springen tendenziell in einem kleineren Radius innerhalb des Bildes. Die restlichen drei Probanden der Kritischen Gruppe scheinen in Bezug auf die qualitative Analyse der Kontroll-Gruppe zu ähneln. Die quantitative Analyse dieser beiden Sub-Gruppen bestätigen dies: Die unauffälligen Probanden der Kritischen Gruppe machen im Vergleich zu den Kontrollen nur minimal weniger Fixationen und zeigen im Durchschnitt eine nur leicht verkürzte Fixationsdauer; Die Länge zwischen den gemachten Fixationen ist geringfügig erhöht. Die auffälligen Probanden der Kritischen Gruppe machen hingegen deutlich weniger Fixationen, welche eine massiv verlängerte Fixationsdauer aufweisen. Auch die Entfernung zwischen den Fixationen ist im Vergleich zu den Kontrollen auffällig verringert.

Es zeigen sich somit zum einen Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen, zum anderen auch innerhalb der Kritischen Gruppe, die eine massive Varianz aufweisen.

5.3.2 Diskussion

Die Erstellung der G-AoIs hat einleitend eine hilfreiche Auswertungsart dargestellt, um einen ersten Eindruck hinsichtlich der Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb der Gruppen zu erlangen. Bei genauerer

Betrachtung zeigte sich jedoch, dass die Ergebnisse nur sehr eingeschränkt Aussagekraft besitzen, da die Größe der beiden Stichproben zu gering sind und sich innerhalb der Kritischen Gruppe extreme Abweichungen zwischen den Probanden gezeigt haben. So führten insbesondere die langen Fixationen von zwei Probanden dazu, dass die mittlere Verweildauer in bestimmten Bereichen für die gesamte Gruppe stark erhöht dargestellt wurde. Diese Auswertungsart eignet sich daher vornehmlich bei größeren Stichproben oder um einen ersten Eindruck für die räumliche Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit über beide Gruppen zu erlangen. Die zeitliche Komponente, sprich der gruppenübergreifende Vergleich zur mittleren Verweildauer in bestimmten Bereichen, besitzt erst bei größeren Gruppen einen zuverlässigen Aussagewert.

Die Ergebnisse des quantitativen Vergleichs hinsichtlich der zwei festgelegten kritischen Regionen bei den *Mixed*-Stimuli (Region der größten Blicktiefe sowie oberer Fassadenbereich) erweisen sich als vielversprechender. Die hier bei der Kritischen-Gruppe gefundenen Unterschiede hinsichtlich der Verschiebung von unten nach oben müssten nochmal hinsichtlich der gruppeninternen Varianz bei den Erkrankten überprüft werden. Jedoch sind die Unterschiede (insbesondere hinsichtlich der Region der größten Blicktiefe) zu der Kontroll-Gruppe so massiv, dass die Gruppendaten vermutlich nicht nur durch die beiden Extremen geprägt sind, sondern sich tendenziell bei allen fünf Probanden zeigen. Eine mögliche Erklärung für die Daten wäre, dass die kognitive Auseinandersetzung mit dem dargebotenen Stimulus aus Fußgängerperspektive, sprich im unteren Bildbereich, höhere Anforderungen an den Beobachter stellt. Die Kontroll-Probanden nehmen diese Perspektive nachweislich ein, schauen dabei bevorzugt auch auf dargestellte Schriftzeichen und Menschen. Kurzum, sie nehmen die räumliche Struktur in einer Art narrativen Folge wahr. Diese gestaltet sich so, dass die dargebotenen visuellen Reize eventuelle Ankerpunkte für einen kognitiven Abgleich mit bereits bekannten Reizen bzw. Erinnerungen darstellen. Dem Bild wird somit eine gewisse Sinnhaftigkeit für die eigene Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung zugeschrieben.

Die für diese Gruppe festgestellten Ergebnisse decken sich mit denen der Nicht-Experten aus der Architekten-Studie von Mertins et al. (2017), bei der die (jungen) Probanden eine ähnliche, klar nutzungsorientierte Erfassung des Raumes aufwiesen. Anders als bei den Architekten hängt die veränderte visuelle Wahrnehmung bei den Demenz-Erkrankten nicht mit der enormen architektonischen Expertise zusammen; stattdessen scheint es, als würden die Filter, die für die gezielte visuelle Wahrnehmung gesunder Menschen gelten, wegfallen. Die Verlagerung der bevorzugten Aufmerksamkeitsverteilung in den oberen Bildbereich ließe sich durch das Wissen stützen, dass sich die Demenz bereits im Anfangsstadium durch Gedächtnisstörungen auszeichnet. Die möglichen Ankerpunkte eines Bildes aus Fußgängerperspektive, also der untere Bildbereich mit der größten Blicktiefe, die Gesichter anderer Menschen oder auch Schriftreklame, wären demnach nicht mehr von Belang, da diese zum einen nicht mehr in eine narrative Struktur eingefügt werden können, zum anderen aufgrund von defizitärer Erinnerung keinen Anreiz für einen kognitiven Abgleich bieten. Eine Verbindung von den dargestellten Reizen und früher erlernten Informationen kann das dementielle

Gehirn nicht mehr leisten und entsprechend uninteressant sind jene Bilddetails, die für einen kognitiv gesunden Beobachter einen hochrelevanten Ausschnitt des Dargestellten ausmachen. Dass der Bereich mit der größten Blicktiefe dennoch fixiert wird, und zwar vermehrt im oberen Teil des Bildes, ließe sich so erklären, dass die geometrische Konstruktion der Bilder den Blick des Betrachters automatisch zu diesem Punkt führt. Dieses Prinzip scheint, als eine wahrnehmungspsychologische Grundlage des Menschen, (bedingt) auch bei Demenzerkrankten zu gelten. An dieser Stelle muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Ergebnisse zu der vertikalen Verschiebung des präferierten Fixationsbereichs bei der Demenzgruppe mit Vorsicht zu interpretieren sind. Vier der fünf Stimuli weisen die Region mit der größten Blicktiefe in unmittelbarer Umgebung des Bildmittelpunkts auf. Da bei zwei der Kritischen Probanden eine bevorzugte Fixierung in diesem Stimulusbereich beobachtet wurde, stellt sich die Frage, inwieweit das Ergebnis repliziert werden könnte, wenn eine andere Perspektive in den Stimuli vorhanden wäre. Dieser Aspekt müsste demnach in einer aufbauenden Untersuchung systematisch variiert und kontrolliert untersucht werden.

Die dritte Auswertungsart hat gezeigt, dass die Kritische Gruppe eine weitaus größere Varianz im visuellen Verhalten aufweist als die Kontroll-Gruppe: Diese gruppeninternen Abweichungen sind zunächst wenig überraschend. Wie auch bei den anderen beiden Methodenzugängen zeigt sich hier, dass die dementiellen Veränderungen progressiv sind und die kognitive Leistung eine entsprechende Spannbreite aufweisen kann. Was die ET-Daten alleinstehend nicht beantworten können, ist die Frage, ob es Überlappungen mit den Ausreißern innerhalb der anderen beiden Datensätze (Sprachproduktion und *Act-Out*) gibt oder ob die Varianzen innerhalb der ET-Daten neue Abweichungsmuster ergeben. Dies ließe sich weiterführend im Rahmen einer verknüpfenden Gesamtanalyse beantworten. Es wird jedoch abermals deutlich, welche essenzielle Bedeutung der Stichprobengröße sowie der kontrollierten Probandenauswahl zukommt, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Eine naheliegende Vermutung für zukünftige ET-Erhebungen ist, dass das Demenzstadium als zusätzliches Probandenkriterium standardisiert erhoben werden müsste, um mögliche Korrelationen zum visuellen Verhalten aufdecken und Aussagen zum frühdiagnostischen Potential von ET treffen zu können. Dabei ist anzumerken, dass genau dieser Aspekt zurück zur Problematik der Diagnostik führt, die sich dahingehend äußert, dass es bislang an zuverlässigen Instrumenten fehlt, anhand derer das Stadium und somit der Verlauf der AD festgemacht werden kann.

Durch die quantitative Überprüfung der qualitativ gewonnenen Eindrücke zur gruppeninternen Varianz haben sich weitere wichtige Erkenntnisse ergeben: Die Unterschiede zwischen den Kritischen Probanden sind massiv, dennoch zeigt auch die unauffälligen Sub-Gruppe noch leichte Abweichungen zu den Kontrollen. Die durchgängig verringerte Fixationsanzahl der Kritischen Gruppe spricht zum einen für ein verlangsamtes visuelles Verhalten, zum anderen für die Verlängerung der benötigten Bearbeitungszeit zur visuell-kognitiven Erfassung des Fixierten. Dies spiegelt sich auch in der durchschnittlich verlängerten Fixationsdauer innerhalb der Kritischen Gruppe wider. Fraglich dabei bleibt, ob die extremen Abweichungen der auffälligen Sub-Gruppe als verstärkte Ausprägungen der

Verlangsamung gedeutet werden können, oder ob diese z.T. ein visuell-kognitives „Hängenbleiben“ abbilden. Eine eindeutige Reduktion der Entfernung zwischen einzelnen Fixationen zeigt sich ausschließlich bei den auffälligen Probanden. Dies ist ein Ergebnis, welches als vielversprechender Indikator für ein fehlendes Explorationsverhalten gedeutet werden kann. Die unauffälligen Probanden zeigen in Bezug auf diesen Parameter vergleichbare, z.T. sogar leicht erhöhte Ausprägungen. Zusammengenommen ließe sich dies so interpretieren, dass die Demenz-Erkrankten prinzipiell länger fixieren müssen, um das Gesehene verarbeiten zu können, was wiederum in einer verminderten Fixationsanzahl führt. Dies kann durch ein erhöhtes visuelles Explorationsverhalten (in Form von flächendeckenden Fixationen) versucht werden, auszugleichen. Inwieweit dies geschieht oder auch nicht geschehen kann, ist sicherlich von bestimmten, weiter zu untersuchenden Faktoren abhängig. Denkbar wären an dieser Stelle das Demenzstadium oder auch die jeweilige Tagesform, Motivation oder visuelle Expertise.

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse der ET-Studie als vielversprechende Tendenzen einordnen, die diverse Vergleichsparameter aufwerfen, welche hypothesenbasiert in einer größeren, kontrollierten Stichprobe getestet und statistisch überprüft werden könnten. Dabei wäre eine Optimierung der Stimulenauswahl vorzunehmen, bei der die räumliche Perspektive des Betrachters systematisch variiert werden müsste. Dies könnte für alle kritischen Stimuli erfolgen, würde sich aber insbesondere im Hinblick auf die *Built*-Kategorie anbieten, um die in dieser Arbeit aufgestellte Hypothese der fehlenden narrativen Struktur zu überprüfen.

6. Zusammenführende Diskussion

Im Rahmen der Studie wurden drei verschiedene Datentypen erhoben: Sprachproduktions-, Verhaltens- und Eye-Tracking-Daten. Die Ergebnisse dieser Datensätze werden zunächst zusammenfassend unter Rückbezug auf die vorab aufgestellten Hypothesen betrachtet und anschließend miteinander in Verbindung gesetzt.

Die mündliche Sprachproduktion der AD-Gruppe hat sich hinsichtlich mehrerer Parameter von der Kontroll-Gruppe unterschieden. Auf lexikalischer Ebene hat sich zunächst kein kleineres Output seitens der Erkrankten gezeigt. Die erste Hypothese hat sich demnach nicht bestätigt:

H01: Das sprachliche Output der AD-Gruppe ist geringer als das der Kontroll-Gruppe.

Tatsächlich war die Gesamtäußerungsanzahl der Kritischen Gruppe im Mittel leicht erhöht, wobei beachtet werden muss, dass die Äußerungsanzahl nicht der Wortanzahl entspricht. Obwohl die Wortanzahl nicht ausgewertet wurde, kann das Parameter der Äußerungen jedoch als ein Indiz für einen höheren sprachlichen Output herangezogen werden, da eine erhöhte Äußerungsanzahl mit einer erhöhten Wörteranzahl einhergeht.

Auf syntaktischer Ebene hat sich durchaus ein Unterschied zwischen den Gruppen ergeben, allerdings betrifft dieser, anders als vorab erwartet wurde, nicht eine vermehrte Produktion von Haupt-

anstatt von Nebensätzen bei den AD-Erkrankten. Die zweite Hypothese konnte daher ebenfalls nicht innerhalb der untersuchten Stichprobe verifiziert werden:

H02: Es werden mehr Haupt- als Nebensätzen in der AD-Gruppe im Vergleich zur Kontroll-Gruppe produziert.

Stattdessen wurde für die AD-Gruppe eine vermehrte Produktion von Äußerungen verzeichnet, die verblos waren und keine eindeutige syntaktische Struktur aufwiesen. Zusätzlich waren die produzierten Äußerungen häufig inkongruent und wiesen mehr syntaktische Fehler auf, als es in der Kontroll-Gruppe der Fall war. Somit konnte die dritte Hypothese bestätigt werden:

H03: Die produzierte Sprache in der AD-Gruppe zeichnet sich durch mehr syntaktische Fehler aus, als es in der Kontroll-Gruppe der Fall ist.

Dies entspricht der bisherigen Forschungsliteratur. Eine weiterführende Fehleranalyse könnte Aufschluss darüber geben, ob sich Häufigkeitsunterschiede hinsichtlich verschiedener Fehlertypen zeigen lassen. Auf semantisch-pragmatischer Ebene wurden die Pro-Formen als Kohäsionsmittel innerhalb der produzierten Texte ausgewertet. Die letzte Hypothese hat sich dabei nur teilweise bestätigt:

H04: Die AD-Erkrankten verwenden mehr Pro-Formen als die Kontrollen, die seltener einen eindeutigen Bezug im Kontext aufweisen.

Tatsächlich wurden innerhalb der AD-Gruppe durchschnittlich weniger Pro-Formen produziert als in der Kontroll-Gruppe. Die gruppeninterne Quote der adäquat genutzten Pro-Formen war bei den Erkrankten jedoch deutlich erhöht, was in der bisherigen Forschungsliteratur als eine mögliche Kompensationsstrategie der verringerten Arbeitsgedächtnisleistung bezeichnet wird.

Für die Verhaltensdaten lassen sich in Bezug auf die Bearbeitungszeit verschiedene Erkenntnisse festhalten. Prinzipiell hat sich die erste Hypothese als zutreffend erwiesen:

H05: Es zeigt sich eine erhöhte Bearbeitungszeit in allen Aufgabenbereichen für die AD-Gruppe im Vergleich zur gesunden Kontroll-Gruppe.

Die durchschnittliche Bearbeitungszeit der AD-Gruppe wies eine eindeutige Erhöhung über alle drei Aufgabentypen hinweg auf. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da die Aufgaben unterschiedliche Anforderungen an die visuell-kognitive Verarbeitung stellten, für die bislang eine allgemein verschlechtere Leistung bei AD gezeigt werden konnte. Auch die zweite Hypothese wurde durch die Daten verifiziert:

H06: Die Bearbeitungszeit innerhalb der AD-Gruppe weist eine höhere Varianz auf, als es bei den gesunden Kontroll-Probanden der Fall ist.

Dieser Umstand spricht für eine größere Leistungsspanne bei den Erkrankten und lässt sich vermutlich durch das individuelle Stadium der AD sowie auch die Tagesform der Probanden erklären. Dennoch

muss an dieser Stelle auf die extreme Ausprägung der Unterschiede in Hinblick auf die gruppeninternen Varianzen hingewiesen werden, welche in diesem Ausmaß vorab nicht erwartet wurden. Dies spricht dafür, dass die Leistungen bei den Erkrankten eine Varianz aufweisen, die über die Normalverteilung bei den gesunden Kontrollen deutlich hinausgeht. Bezüglich der unterschiedlichen Methodentypen muss die letzte Hypothese der *Act-Out*-Studie widerlegt werden:

H07: Die größte Varianz zwischen den beiden Gruppen zeigt sich innerhalb der Nachbau-Aufgabe.

Tatsächlich waren in dieser Aufgabe die geringsten Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen. Anders als erwartet, traten die größten zeitlichen Unterschiede zwischen den Gruppen innerhalb der ersten Aufgabe auf. Dies stellt zunächst einen überraschenden Befund dar, da die Nachbau-Aufgabe als jene mit den höchsten kognitiven Ansprüchen eingeschätzt wurde. Da im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch nur die Bearbeitungszeit und nicht die Fehler- und Abbruchquote ausgewertet wurde, muss die Falsifizierung dieser Hypothese mit Vorsicht betrachtet werden. Es ist durchaus denkbar, dass die durchschnittliche Bearbeitungszeit innerhalb der Kritischen Gruppe durch vermehrte Abbrüche niedriger ausgefallen ist.

Innerhalb der Eye-Tracking-Studie haben sich die Daten hinsichtlich aller drei Hypothesen als konform erwiesen. Als systematisch innerhalb dieser Arbeit überprüften Befund kann somit die bereits in der Pilotstudie festgestellte Tendenz einer veränderten Fixationsdauer gelten:

H08: Die AD-Gruppe macht weniger und längere Fixationen als die Kontrollen.

Dies erwies sich als durchgängiger, über alle Stimuli-Kategorien bestehender Effekt, der sowohl die Fixationsanzahl als auch die Fixationslänge betraf. Indem die Lageparameter der gemachten Fixationen als zusätzliches Auswertungskriterium hinzugezogen wurden, konnte zudem auch die räumliche Verteilung der Erkrankten als auffällig identifiziert werden. Durch dieses Vorgehen ließ sich auch die zweite ET-Hypothese bestätigen:

H09: Es zeigen sich gruppenspezifische Muster der Aufmerksamkeitsverteilung, die sich hinsichtlich des räumlichen Verlaufs voneinander unterscheiden.

Die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung der Erkrankten wies im Vergleich zu den Kontrollen eine verringerte räumliche Streuung auf. Dies äußerte sich vornehmlich darin, dass nicht nur weniger und längere Fixationen gemacht wurden, sondern auch ein geringerer Stimulusbereich anvisiert wurde. Dieser Befund deckt sich mit bisherigen Befunden zum Explorationsverhalten bei AD. Eine weitere Auffälligkeit ergab sich im Hinblick auf die AoIs. Die für die Region mit der größten Blicktiefe aufgestellte Hypothese konnte durch eine differenzierte Auswertung teilweise verifiziert werden:

H10: Die AD-Erkrankten zeigen im Vergleich zur Kontroll-Gruppe keine systematische Fixation der Region mit der größten Blicktiefe.

Im Rahmen der ET-Analyse wurde diese AoI in zwei Bereiche aufgeteilt, für die ein entgegengesetztes Fixationsmuster zwischen den beiden untersuchten Gruppen festgestellt werden konnte. So zeigten die

AD-Erkrankten eine deutlich häufigere und längere Fixation im oberen Bereich dieser Region, während die gesunden Probanden die Fußgängerperspektive einnahmen und sich klar auf den unteren Bereich fokussierten. Eine weiterführende Auswertung hinsichtlich der oberen und unteren Fassadenbereiche wies die gleichen Gruppentendenzen in abgeschwächter Form auf.

Zusammengenommen zeigte die AD-Gruppe im Durchschnitt hinsichtlich vieler Untersuchungsparameter abweichende Ausprägungen im Vergleich zu den Kontrollen. Dabei muss jedoch betont werden, dass es in allen Methodensätzen zu Überlappungen in den kognitiven und sprachlichen Leistungen bzw. in der kognitiven und sprachlichen Performanz zwischen den Gruppen kam. Die Mittelwertsunterschiede fielen dennoch zumeist sehr stark ausgeprägt aus, da die Gruppe der Erkrankten im Vergleich zu den Kontrollen deutlich erhöhte Extremwerte aufwies. Insgesamt zeichnet sich der Datensatz der Kritischen Gruppe somit durch eine höhere gruppeninterne Varianz aus.

Die ausgewählten methodischen Zugänge haben unterschiedliche Bereiche der sprachlich- und visuell-kognitiven Verarbeitung untersucht. Dabei

7. Fazit und Ausblick

Die vorliegende Arbeit thematisiert die Abbauprozesse von Sprache und visuell-räumlicher Kognition bei AD und gibt eine empirisch-experimentelle Studie wieder, die dazu durchgeführt wurde.

Zunächst ist festzuhalten, dass der gesamtgesellschaftliche Umgang mit Alzheimer-Demenz, als eine bislang unheilbare Erkrankung, aufgrund der demographischen Entwicklung eine stetig anwachsende Herausforderung darstellt (vgl. Jessen et al. 2017: 14). Unter Anbetracht dieser Tatsache muss betont werden, dass nicht genügend Investitionen in wissenschaftliche Untersuchungen zu der Erkrankung vorgenommen werden und entsprechend ein verhältnismäßig geringer Forschungsaufwand betrieben wird (vgl. Barbarino, CEO ADI, in Patterson 2018: 4). Hinzu kommt, dass die bisherigen Studien zumeist einen methodisch einseitigen Zugang verwenden und auf z.T. sehr unterschiedlichen Stichprobensamensetzungen (insbesondere hinsichtlich der AD-Gruppen) beruhen. Eine besondere Schwierigkeit in diesem Zusammenhang besteht darin, dass sich Wissenschaftler aus der Forschung auf bestehende Diagnosen der Medizin verlassen müssen, häufig aber keine ätiologische Zuordnung der Demenz-Erkrankung vorliegt und Differential- bzw. Verlaufsdiagnosen nach Erstdiagnose zumeist ausbleiben.

Die im Rahmen dieser Masterarbeit durchgeführte Studie hatte den Anspruch, einen multimethodischen und differenzierten Zugang zu der Erforschung von AD vorzunehmen. Dazu wurden zehn demenzerkrankte und zehn gesunde Probanden im vergleichbaren Altersdurchschnitt mittels drei verschiedener Methoden untersucht: Alle nahmen an einer Sprachproduktionsaufgabe zur mündlichen Erzählung der *Frog-Story*, an einer *Act-Out*-Studie mit drei Aufgaben sowie an einem Eye-Tracking-Experiment zum visuellen Explorationsverhalten teil. Die Datensätze aller drei Methoden wurden gruppenvergleichend ausgewertet, wobei zusätzlich insbesondere ein Fokus auf die gruppeninterne Varianz innerhalb der kritischen Gruppe gelegt wurde.

In allen drei Bereichen zeichnet sich im Durchschnitt eine deutlich verschlechterte Leistung bei den AD-Probanden ab: Für die Sprachproduktion zeigte sich, dass die Erkrankten im Durchschnitt zwar eine leicht erhöhte Äußerungsanzahl produzieren, dabei jedoch eine vereinfachte sowie grammatikalisch inkorrektere Syntax aufweisen. Auch nutzen die Erkrankten weniger Kohäsionsmittel in Form von Pro-Formen, welche zusätzlich seltener einen kontexteindeutigen Bezug aufwiesen. In der *Act-Out*-Studie lag bei allen Aufgaben im Mittel eine stark verlängerte Bearbeitungszeit vor. Bei der Eye-Tracking-Studie wurde deutlich, dass die Erkrankten weniger und dafür verlängerte Fixationen machten, die eine niedrigere räumliche Verteilung innerhalb der Stimuli aufwiesen. Zudem schauten die Erkrankten häufiger auf obere Bildbereiche, insbesondere in die obere Region mit der größten Blicktiefe. Für die gesunde Kontrollgruppe ergab sich dabei ein entgegengesetztes Muster.

Es ist jedoch hinzuzufügen, dass die Varianz innerhalb der AD-Gruppe in allen Bereichen wesentlich größer ausfiel, als es bei den Kontrollen der Fall war. Die Leistung bzw. Performanz der AD-Probanden zeigte z.T. eine Überlappung mit den Gesunden und streute bis hin zu extrem stark ausgeprägten Abweichungen. Insbesondere durch die ET-Methode wurde dieser Umstand deutlich, da sich hier zeigte, dass die AD-Gruppe sich in zwei sehr klar voneinander abzugrenzende Sub-Gruppen teilen ließ. Die auffällige Gruppe zeichnete sich durch ausschließlich in eine Richtung abweichende Kennzahlen im Vergleich zu den Kontrollen aus, während bei der unauffälligen Gruppe absolut vergleichbare Werte vorlagen, die nur leichte Abweichungen in beide Richtungen aufwiesen. Anhand einer methodenübergreifenden Analyse ließe sich weiterführend für die Kritische Gruppe testen, inwieweit die Ausprägungen der Untersuchungsparameter in den beiden Subgruppen mit denen innerhalb der ET-Studie übereinstimmen. Dadurch ließe sich überprüfen, ob die Extremwerte innerhalb der beiden anderen Methoden mit denen der ET-Methode korrelieren oder ob ET eventuell ein sensitiveres Messinstrument für kognitive Abbauprozesse darstellt. Da die Blickbewegungsmessungen ein indirektes Maß für die zugrundeliegenden Verarbeitungsprozesse darstellen, die weniger anfällig für bewusste sowie unbewusste Manipulationen und Kompensationsstrategien seitens der Probanden sind, ließe sich die zweite Annahme vermuten.

Dieser Umstand unterstreicht zusammengenommen, dass die Nutzung mehrerer Untersuchungsinstrumente, die auf unterschiedlichen methodischen Zugängen beruhen, einen absoluten Mehrwehrt für die Datengewinnung und Ergebnisinterpretation besitzt. Es ist zudem zu betonen, dass ein offensichtlicher Bedarf an standardisierten Verfahren besteht, die nicht nur für die Differenzierung zwischen pathologischer und nicht-pathologischer Kognition genutzt werden, sondern auch die mit den unterschiedlichen Erkrankungsstadien einhergehenden Abbauprozesse zuverlässig erfassen können.

Für die vorliegende Studie muss eingeräumt werden, dass die Ergebnisse aufgrund der geringen Stichprobengröße nur Tendenzen wiedergeben können. Zudem hat die Zusammenstellung der Kritischen Gruppe die eindeutige Schwachstelle aufzuweisen, dass nicht für alle Probanden eine ätiologische Zuordnung der AD vorlag. Dieser Umstand ist der Tatsache geschuldet, dass bei der Probandenrekrutierung die Problematik der häufig fehlenden Differentialdiagnose deutlich wurde. Trotz

dessen, dass alle anderen Demenz-Formen ausgeschlossen wurden und die Alzheimer-Erkrankung die häufigste Demenzart darstellt, muss diese Einschränkung bedacht werden.

Bei Gesamtbetrachtung hat die Studie dennoch einen Mehrwert in der differenzierten Beleuchtung von Sprache und Kognition bei AD geleistet. Dieser besteht darin, dass zum einen das Untersuchungsdesign der Pilotstudie adaptiert und mit einer größeren, vergleichbareren Stichprobe durchgeführt wurde; zum anderen konnte für die ET-Methode gezeigt werden, dass diese nicht nur für die Differenzierung pathologischer und nicht-pathologischer Gruppen geeignet ist, sondern auch für die Erfassung und Aufdeckung von Varianz zwischen AD-Erkrankten. Dieser Umstand könnte in Zukunft genutzt werden, um die mit dem Erkrankungsverlauf einhergehenden Veränderungen des visuell-räumlichen Verhaltens systematisch in einem longitudinalen Vorhaben zu untersuchen.

Abschließend ließe sich das anfänglich gestellte Zitat von Patterson (2018) entsprechend der gewonnenen Erkenntnisse durch einen weiteren Aspekt ergänzen: *More distinction means more diagnosis*. „More diagnosis means more awareness. More awareness means less stigma. Less stigma means more hope.“ Eine fundamentale Herausforderung in der kommenden AD-Forschung - und letztlich jedoch auch Chance - besteht darin, differenzierte Grundlagenforschung zu Sprache und Kognition bei AD zu betreiben, anhand derer sich distinktive Indikatoren ableiten lassen. Der gegenwärtige Umgang mit Alzheimer-Demenz weist noch immer ein viel zu sehr bipolares Verständnis auf. So wie die Phase des hohen Alters als relatives, ordinal organisiertes Konstrukt verstanden wird, muss auch das Bild der AD eine differenzierte Darstellung aufweisen. Eye-Tracking scheint dabei ein vielversprechender Zugang zu sein, der in Kombination mit weiteren Methoden eventuell einen Beitrag in der Exploration sowie Validierung möglicher Distinktionsindikatoren leisten kann.

E. Literaturverzeichnis

- Abel, L.A., Unverzagt, F., & Yee, R.D. (2002): Effects of stimulus predictability and interstimulus gap on saccades in Alzheimer's disease. In: *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 13, S. 235-243.
- Adler, G. (o.J.): Alzheimer Demenz. Institut für Studien zur Psychischen Gesundheit. Online verfügbar unter: <http://www.ispg-mannheim.de/alzheimer-demenz/basisinformation> (letzter Abruf am 22.11.2018).
- Agrell, B., & Dehlin, O. (1998): The clock-drawing test. In: *Age and Ageing* 27, S. 399-403.
- Albert, M.S. (2018): Contemporary Research Criteria for Dementia. In: Smith, G.E., & Tomaszewski Farias, S. (Hrsg.): *APA Handbook of Dementia*. American Psychological Association: Washington DC, S. 3-14.
- Alladi, S., Bak, T.H., Duggirala, V., Surampudi, B., Shailaja, M., Shukla, A.K., Chaudhuri, J.R., & Kaul, S. (2013): Bilingualism delays age of onset of dementia, independent of education and immigration status. In: *Neurology* 81(22), S. 1938-1944.
- Almor, A., Kempler, D., MacDonald, M.C., Andersen, E.S., & Tyler, L.K. (1999): Why do Alzheimer patients have difficulty with pronouns? Working memory, semantics, and reference in comprehension and production in Alzheimer's disease. In: *Brain and Language* 67 (3), S.202-227.
- Alzheimer, A. (1907): Über eine eigenartige Erkrankung der Hirnrinde. In: *Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie und psychisch-gerichtliche Medizin* 1(64), S. 146-148.
- Alzheimer's association (2018): Stages of Alzheimer's disease. Online verfügbar unter: <https://www.alz.org/media/Documents/alzheimers-stages-early-middle-late-ts.pdf> (letzter Abruf am 28.01.2018).
- Alzheimer Forschung Initiative e.V. (2017): *Leben mit der Diagnose Alzheimer*. Für alle, die mehr wissen wollen. Düsseldorf: Alzheimer Forschung Initiative e.V.
- Alzheimer Forschung Initiative e.V. (2018): Die Pflegeversicherung. Verfügbar unter: <https://www.alzheimer-forschung.de/alzheimer/pflege/finanzielle-hilfen/die-pflegeversicherung/> (letzter Abruf am 04.12.2018).
- Anderson, J. R. (2007): Die Struktur der Sprache. In: Funke, J. (Hrsg.): *Kognitive Psychologie*. Heidelberg: Springer, S. 409-452.
- Arendt, T. (o.J.): Das Wichtigste. Die neurobiologischen Grundlagen der Alzheimer Demenz. Deutsche Alzheimer Gesellschaft. Online verfügbar unter: https://www.deutsche-alzheimer.de/fileadmin/alz/pdf/factsheets/FactSheet02_01.pdf (letzter Abruf am 04.01.2019).
- Baltes, M. M., Kühl, K. P., & Sowarka, D. (1992): Testing for limits of cognitive reserve capacity: A promising strategy for early diagnosis of dementia? In: *Journal of Gerontology*, 47, S. 165-167.

- Barnes, D.E., & Yaffe, K. (2011): The projected effect of risk factor reduction on Alzheimer's disease prevalence. In: *Lancet Neurol.* 10, S. 819-828.
- Berman, R.A., & Slobin, D.I. (1994): *Relating events in narrative: A crosslinguistic developmental study*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bialystok, E., Craik, F.I., & Freedman, M. (2017): Bilingualism as a protection against the onset of symptoms of dementia. In: *Neuropsychologia* 45(2), S. 459-464.
- Bickel, H. (2018): Informationsblatt 1. Die Häufigkeit von Demenzerkrankungen. Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. Selbsthilfe Demenz. Online verfügbar unter: https://www.deutsche-alzheimer.de/fileadmin/alz/pdf/factsheets/infoblatt1_haeufigkeit_demenzerkrankungen_dalzg.pdf (letzter Abruf am 04.01.2019).
- Blanken, G., Dittmann, J., Haas, J.-C., & Wallesch, C.-W. (1987): Spontaneous speech in senile dementia and aphasia: Implications for a neurolinguistic model of language production. In: *Cognition* 27, S. 247-274.
- Boccia, M., Silveri, M.C., & Guariglia C. (2014): Visuo-perceptive priming in Alzheimer's disease: evidence for a multi-componential implicit memory system. In: *Journal of Alzheimer's Disease* 49(2), S. 455-463.
- Borenstein, A.R., & Mortimer, J.A. (2016): *Alzheimer's Disease. Life Course Perspectives on Risk Reduction*. New York: Academic Press.
- Brandão, L., Monção, A.M., Andersson, R., & Holmqvist, K., (2014): Discourse intervention strategies in Alzheimer's disease. Eye-tracking and the effect of visual cues in conversation. In: *Dementia & Neuropsychologia* 8(3), S. 278-284.
- Bucks, R.S., Singh, S., Cuerden, J.M., & Wilcock, G.K. (2000): Analysis of spontaneous conversational speech in dementia of Alzheimer type: Evaluation of an objective technique for analyzing lexical performance. In: *Aphasiology* 14(1), S. 71-91.
- Busch, A., & Stenschke, O. (2008): *Germanistische Linguistik*. Tübingen: Narr.
- Bylsma, F.W., Rasmusson, D.X., Rebok, G.W., Keyl, P.M., Tune, L., & Brandt, J. (1995): Changes in visual fixation and saccadic eye movements in Alzheimer's disease. In: *International Journal of Psychophysiology* 19(1), S. 33-40.
- Chapman, S.B., Highley, A.P., & Thompson, J.L. (1998): Discourse in fluent aphasia and Alzheimer's disease: Linguistic and pragmatic considerations. In: *Journal of Neurolinguistics* 11(1-2), S. 55-78.
- Chomsky, N. (1980): *Rules and Representations*. Columbia University Press: New York.
- Craig, F.I.M., Bialystok, E., Freedman, M. (2010): Delaying the onset of Alzheimer disease. Bilingualism as a form of cognitive reserve. In: *Neurology* 75(19), S. 1726-1729.
- Crawford T.J., Higham, S., Mayes, K., Dale, M., Shaunak, S., & Lekwuwa, G. (2012): The role of working memory and attentional disengagement on inhibitory control: Effects of aging and Alzheimer's disease. In: *Age* 35, S. 1637-1650.

- Croisile, B., Ska, B., Brabant, M.-J., Duchene, A., Lepage, Y., Aimard, G., & Trillet, M. (1996): Comparative Study of Oral and Written Picture Description in Patients with Alzheimer's Disease. In: *Brain and Language* 53(1), S. 1-19.
- Daffner, K.R., Scinto, L.F., Weintraub, S., Guinessey, J.E., & Mesulam M.M. (1992): Diminished curiosity in patients with probable Alzheimer's disease as measured by exploratory eye movements. In: *Neurology* 42(2), S. 320-328.
- Dell, G.S. (1986): A spreading-Activation Theory of Retrieval in Sentence Production. In: *Psychological Review* 93, S. 283-321.
- Duchowski, A.T. (2017): *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. Cham: Springer International Publishing AG.
- Eisenberg, P. (2013): *Grundriss der deutschen Grammatik*. Band 2: Der Satz. Springer: Berlin/Heidelberg.
- Elberfeld, R. (2012): Die Frage nach Sprache und Sprachen in der europäischen Philosophie. Elberfeld, R. (Hrsg.): *Sprache und Sprachen*. Eine philosophische Grundorientierung. Karl Alber: Freiburg/München, S. 19-81.
- Fangerau, H. (2018): Geschichte der Alzheimer-Krankheit. In: Jessen, F. (Hrsg.): *Handbuch Alzheimer Krankheit*. Grundlagen – Diagnostik – Therapie – Versorgung – Prävention. De Gruyter: Berlin. S. 1-12.
- Fernández, G., Castro, L.R., Schumacher, M., & Agamennoni, O. (2014): Registering eye movements during reading in Alzheimer's disease: Difficulties in predicting upcoming words. In: *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 36(39), S. 302-316.
- Fletcher, W.A., & Sharpe, J.A. (1988): Smooth pursuit dysfunction in Alzheimer's disease. In: *Neurology* 38, S. 272-277.
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., & McHugh P.R. (1975): „Mini-Mental State“ A Practical Method for Grading the Cognitive State of Patients for the Clinician. In: *Journal of Psychiatric Research* 12(3), S. 189-198.
- Forbes-McKay, K.E., & Venneri, A. (2005): Detecting subtle spontaneous language decline in early Alzheimer's disease with a picture description task. In: *Neurological Sciences* 26(4), S. 243-254.
- Gilmore, G.C., Wenk, H.E., Naylor, L.A., & Koss, E. (1994): Motion perception and Alzheimer's disease. In: *Journal of Gerontology* (49), S.52-57.
- Gordon, P. (2004): Numerical cognition without words: evidence from Amazonia. In: *Science* 306(5695), S. 496-499.
- Götze, R., & Zenz, K. (2010): Räumliche Leistungen. In: Götze, R., & Zenz, K. (Hrsg.): *Neuropsychologisches Befundsystem für die Ergotherapie*. Heidelberg: Springer, S. 45-75.
- Groves-Wright, K., Neils-Strunjas, J., Burnett, R., & O'Neill, M.J. (2004): A comparison of verbal and written language in Alzheimer's disease. In: *Journal of Communication Disorders* 37, S. 109-130.

- Hänsel, F., Baumgärtner, S.D., Kornmann, J.M., & Ennigkeit, F. (2016): Kognition. In: Hänsel, F., Baumgärtner, S.D., Kornmann, J.M., & Ennigkeit, F. (Hrsg.): *Sportpsychologie*. Springer: Berlin/Heidelberg, S. 23-52.
- Haupt, M. (2018): Das Wichtigste. Die Diagnose der Alzheimer-Krankheit und anderer Demenzerkrankungen. Online verfügbar unter: https://www.deutsche-alzheimer.de/fileadmin/alz/pdf/factsheets/infoblatt3_diagnose_dalzg.pdf (letzter Zugriff am 14.02.2019).
- Hemminger, H. (2000): Großhirnrinde. Lexikon der Neurowissenschaft. Verfügbar unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/grosshirnrinde/5010> (letzter Abruf am 04.12.2018).
- Henderson, V.W., Mack, W., & Williams, B. W. (1989): Spatial Disorientation in Alzheimer's Disease. In: *Neurology* 46(4), S. 391-394.
- Hier, D.B., Hagenlocker, K., Shindler, A.G. (1985): Language disintegration in dementia: Effects of etiology and severity. In: *Brain and Language* 25(1), S. 117-133.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (2015): *Eye Tracking. A Comprehensive Guide to Methods and Measures*. Oxford: Oxford University Press.
- Hutton, J. T., Nagel, J. A., & Loewenson, T. B. (1984): Eye tracking dysfunction in Alzheimer-type dementia. In: *Neurology* 34(1), S. 99-102.
- ICD-10 (2018): Demenz bei Alzheimer-Krankheit. Verfügbar unter: http://www.icd-code.de/icd/code/F00.-*.html (letzter Abruf am 05.10.2018).
- Ilgner, C. (2018): *Alzheimer Demenz: Sprache und Kognition – eine empirische Untersuchung der Sprachproduktion und Raumwahrnehmung*. Masterarbeit an der TU Dortmund unter der Betreuung von Prof. Dr. Barbara Mertins: Dortmund.
- Jessen, F. (2016): Neukonzeption vor dem Hintergrund aktueller Biomarkerforschung. In: *Deutsches Ärzteblatt* 113(21), S. 1028-1030.
- Jessen, F., Spottke, A., Deuschl, G., Jansen, S., & Maier, W. (2017): *S3-Leitlinie Demenzen*. Springer: Berlin/Heidelberg.
- Kaiser, E. (o.J.): Zur Bedeutung der Liquordiagnostik für die Demenzabklärung. Wegweiser Demenz. Online verfügbar unter: https://www.wegweiser-demenz.de/uploads/tx_kfddownloads/liquordiagnostik_fachkraefte.pdf (letzter Abruf am 23.10.2018).
- Kalender, W. (2000): Computertomographie. In: Spektrum. Lexikon der Neurowissenschaft. Online verfügbar unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/computertomographie/2366> (letzter Abruf am 28.01.2019).

- Kálmán, J., Maglóczy, E., & Janka, Z. (1995): Disturbed visuo-spatial orientation in the early stage of Alzheimer's dementia. In: *Archives of Gerontology and Geriatrics* 21(1), S. 27-34.
- Kastner, U., & Löbach, R. (2014): *Handbuch Demenz. Fachwissen für Pflege und Betreuung*. Urban & Fischer: München
- Katzmann, R. (1993): Education and the prevalence of dementia and Alzheimer's disease. In: *Neurology* 43, S. 13-20.
- Katzmann, R., Terry, R., DeTeresa, R., Brown, T., Davies, P., Fuld, P., Renbing, X., & Peck, A. (1988): Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: A subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. In: *Annals of Neurology*, 23, S. 138-144.
- Kaufmann, L.D., Pratt, J., Levine, B., Black, S.E. (2011): Executive deficits detected in mild Alzheimer's disease using the antisaccade task. In: *Brain and Behavior*. 2, S. 15-21.
- Kavcic, V., Vaughn, W., & Duffy, C.J. (2011): Distinct visual motion processing impairments in aging and Alzheimer's disease. In: *Vision Research* (51), S. 386-395.
- Kemper, S., Marquis, J., & Thompson, M. (2001): Longitudinal Change in Language Production: Effects of Aging and Dementia on Grammatical Complexity and Propositional Content. In: *Psychology and Aging* 16(4), S. 600-614.
- Kempermann, G. (2008): Altern ist auch adulte Neurogenese. Neue Nervenzellen für alternde Gehirne. In: Staudinger, Ursula M., Häfner, Heinz (Hrsg.): *Was ist Alter(n)? Neue Antworten auf eine scheinbar einfache Frage*. Springer: Berlin Heidelberg, S. 47-56.
- Kessler, J. (2000): *Mini-Mental-Status-Test: MMST*; Deutschsprachige Fassung. Göttingen: Beltz Test.
- Kressig, R. W., & Rüegger-Frey, B. (2010): Leichte kognitive Beeinträchtigung (MCI). Schweizerische Alzheimervereinigung. Online: <http://www.alzbb.ch/pdf/ALZCH-Broschueren/Leichte-kognitive-Beeintraechtigung-MCI.pdf> (letzter Abruf am 09.01.2019).
- Kurz, A., Freter, H.-J., Saxl, S., & Nickel, E. (2018): *Demenz. Das Wichtigste. Ein kompakter Ratgeber*. Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V.: Berlin.
- Lawrence, B. J., Gasson, N., & Loftus, A. M. (2018): Leichte kognitive Beeinträchtigung: Auswirkungen der Diagnose. In: *Zeitschrift für Alzheimers Krankheit & Parkinsonismus* 8(1), S. 422.
- Levelt, W.J.M. (1989): *Speaking: from intention to articulation*. Mass: Cambridge.
- Levinson, S.C., Kita, S., Haun, D.B.M., & Rasch, B.H. (2002): Returning the tables. Language affects spatial reasoning. In: *Cognition* 84, S. 155-188.
- Lindenberger, U. (2008): Was ist kognitives Altern? Begriffsbestimmung und Forschungstrends. In: Staudinger, Ursula M., Häfner, Heinz (Hrsg.): *Was ist Alter(n)? Neue Antworten auf eine scheinbar einfache Frage*. Springer: Berlin Heidelberg, S. 69-82.
- Li, X., Rastogi, P., & Chaudhury, S. (2014): Visuo-cognitive skill deficits in Alzheimer's disease and Lewy body disease: A comparative analysis. In: *Annals of Indian Academy of Neurology* 17, S. 12-18.

- Lléo, A., & Blesa, R. (2017): Clinical course of Alzheimer's disease. In: Waldemar, G., & Burns, A. (Eds.): *Alzheimer's Disease*. Oxford: University Press, S. 27-34.
- Luck, T., & Riedel-Heller, S.G. (2016): Prävention von Alzheimerdemenz in Deutschland – Eine Hochrechnung des möglichen Potentials der Reduktion ausgewählter Risikofaktoren. In: *Nervenarzt* 87, S. 1194-1200.
- Luck, T., Rodriguez, F.S., Riedel-Heller, S.G. (2018): Risikofaktoren und Prävention. In: Jessen, F. (Hrsg): *Handbuch Alzheimer-Krankheit*. De Gruyter, Berlin, S. 123-135.
- Mahr, C. (2016): *Alter und Altern – eine begriffliche Klärung mit Blick auf die gegenwärtige wissenschaftliche Debatte*. Transcript Verlag: Bielefeld.
- Maier, W., Barnikol, U.B. (2014): Neurokognitive Störungen im DSM-5. Durchgreifende Änderungen in der Demenzdiagnostik. In: *Nervenarzt* 85, S. 564-570.
- Mayer, M. (1969): *Frog, where are you?* New York: Dial Books.
- Mertins, B. (2016): The use of experimental methods in linguistic research: advantages, problems and possible pitfalls. In: Anstatt, T., Clasmeier, C., & Gattnar, A. (Eds.): *Slavic languages in Psycholinguistics. Chances and Challenges for Empirical and Experimental Research*. Tübingen: Narr Francke Attempto, S. 15-33.
- Mertins, H., Mertins, B., Delucchi-Danhier, R., Schulz, A., & Schulz, B. (2017): Architekten haben eine andere Raumwahrnehmung. In: *Detail* 9, S. 80-81.
- Mertins, B. (2018): *Sprache und Kognition. Ereigniskonzeptualisierung im Deutschen und Tschechischen*. De Gruyter: Berlin.
- Molitor, R.J., Ko, P.C., & Ally B.A. (2015): Eye Movements in Alzheimer's Disease. In: *Journal of Alzheimers Disease* 44(1), S. 1-12.
- Monacelli, A.M., Cushman, L.A., Kavcic, V., & Duffy, C.J. (2003): Spatial orientation in Alzheimer's disease. The remembrance of things passed. In: *Neurology* 61(11), S. 1491-1497.
- Mons, U., Perna, L., & Brenner, H. (2016): Alzheimer-Risikofaktor ApoE-E4: Hat der Cholesterinspiegel Einfluss auf die Kognition? In: *Deutsches Ärzteblatt* 113(37), S. 28.
- Moser, A., Kömpf, D., & Olschinka, J. (1995): Eye movement dysfunction in dementia of the Alzheimer type. In: *Dementia* 6, S. 264-268.
- Mukadam, N., Sommerlad, A., & Livingston, G. (2017): The Relationship of Bilingualism Compared to Monolingualism to the Risk of Cognitive Decline or Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis. In: *Journal of Alzheimers Disease* 58(1), S. 45-54.
- Müller, G., Richter, R.A., Weisbrod, S., & Klingberg, F. (1991): Impaired eye tracking performance in patients with presenile onset dementia. In: *International Journal of Psychophysiology* 11, S. 167-177.
- Müller, H.M. (2013): *Psycholinguistik – Neurolinguistik*. Paderborn: Wilhelm Fink.
- National Aphasia Association (o.J.): Wernicke's (Receptive) Aphasia. Online verfügbar unter: <https://www.aphasia.org/aphasia-resources/wernickes-aphasia/> (letzter Abruf am 12.02.2019)

- Nicholas, M., Obler, L.K., Albert, M.L., & Helm-Estabrooks, N. (1985): Empty Speech in Alzheimer's disease and fluent aphasia. In: *Journal of Speech and Hearing Research* 28 (3), S. 405-410.
- Norton, S., Matthews, F.E., Barnes, D.E., Yaffe, K., & Brayne, C. (2014): Potential for primary prevention of Alzheimer's Disease: an analysis of population-based data. In: *Lancet Neurol.* 13, S. 788-794.
- Ogrocki, P.K., Hills, A.C., & Strauss, M.E. (2000): Visual exploration of facial emotion by healthy older adults and patients with Alzheimer disease. In: *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology.* 13(4), S. 271-278.
- Pantel, J., Schröder, J. (2007): Die leichte kognitive Beeinträchtigung. Epidemiologie, Symptomatik und klinisches Management. In: *Nervenheilkunde* 1-2, S. 1-10.
- Patterson, C. (2018): *World Alzheimer Report 2018.* The state of the art of dementia research. Alzheimer's Disease International (ADI): London.
- Paxton, J.L., Peavy, G.M., Jenkins, C., Rice, V.A., Heindel, W.C., & Salmon, D.P. (2007): Deterioration of visual-perceptual Organization Ability in Alzheimer's Disease. In: *Cortex* 43, S. 967-975.
- Pieper, M. (o.J.): Magnetresonanztomographie, MRT, in: Dorsch. Lexikon der Psychologie. Online verfügbar unter: <https://portal.hogrefe.com/dorsch/magnetresonanztomografie-mrt/> letzter Abruf am 25.10.2018).
- Porter, G., Leonards, U., Wilcock, G., Haworth, J., Troscianko, T., & Tales, A. (2010): New insights into feature and conjunction search: II. Evidence from Alzheimer's disease. In: *Cortex* 46, S. 637-649.
- Prang, E. (2015): Veränderungen der kognitiven Leistungen. In: Prang, E. (Hrsg.): *Gedächtnistraining 50+ planen, durchführen und evaluieren.* Ein kompakter didaktisch-methodischer Praxisleitfaden. Springer: Berlin Heidelberg, S. 5-8.
- Prince, M., Albanese, E., Guerchet, M., & Prina, Matthew (2014): *World Alzheimer Report 2014.* Dementia and Risk Reduction. An analysis of protective and modifiable factors. Alzheimer's Disease International (ADI): London.
- Prince, M., Wimo, A., Guerchet, M., Ali, G.-C., Wu, Y.-T., Prina, M. (2015): *World Alzheimer Report 2015.* The Global Impact of Dementia. An Analysis of prevalence, Incidence, cost and trends. Alzheimer's Disease International (ADI): London.
- Russell-Williams, J., Jaroudi, W., Perich, T., Hoscheidt, S., El Haj M., & Moustafa, A.A. (2018): Mindfulness and meditation: treating cognitive impairment and reducing stress in dementia. In: *Reviews in the neuroscience* 29(7), S. 791-804.
- Reischies, F. M., & Lindenberger, U. (2010): Grenzen und Potentiale kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter. In: Lindenberger, U., Smith, J., Mayer, K. U., Baltes, P. B. (Hrsg.): *Die Berliner Altersstudie.* Akademie Verlag: Berlin.

- Rösler, A., Mapstone, M.E., Hays, A.K., Mesulam, M.M., Rademaker, A., Gitelman, D.R., & Weintraub, S. (2000): Alterations in visual search strategy in Alzheimer's disease and aging. In: *Neuropsychology* 14, S. 398-408.
- Rösler, A., Mapstone, M.E., Hays-Wicklund, A.K., Gitelman, D.R., & Weintraub, S. (2005): The „zoom lens“ of focal attention in visual search: Changes in aging in Alzheimer's disease. In: *Cortex* 41, S. 512-519.
- Saake, I. (2002): Wenig Neues vom Alter: Ein systemtheoretischer Ausweg aus gerontologischen Denkschleifen. In: Dallinger, Ursula, Schoeter, Klaus R. (Hrsg.): *Theoretische Beiträge zur Alterssoziologie*. Opladen: Leske + Buderich, S. 275-296.
- Sattler, C. (2011): *Kognitive Reserve im Alter – Wechselwirkungen neuropsychologischer, sozialer und neurobiologischer Faktoren im Vorfeld demenzieller Erkrankungen*. Heidelberg: Sektion Gerontopsychiatrie, Institut für Gerontologie.
- Sattler, C., & Schröder, J. (2014): Kognitive Reserve. In: Pantel, J., Schröder, J., Bollheimer, C., Sieber, C., & Kruse, A. (Hrsg.): *Praxishandbuch Altersmedizin*. Geriatrie – Gerontopsychiatrie – Gerontologie. Stuttgart: Kohlhammer, S. 121-130.
- Schaade, G. (2016): Aufbau und Funktion des Gehirns. In: Schaade, G. (Hrsg.) *Ergotherapeutische Behandlungsansätze bei Demenz und dem Korsakow-Syndrom*. Springer: Berlin Heidelberg, S. 13-17.
- Schecker, M. (2010): Pragmatische Sprachstörung bei Alzheimer-Demenz. In: *Sprache – Stimme – Gehör* 34, S. 63-72.
- Scholz, R. (2011): Zur Dynamik der Bevölkerungsentwicklung im höchsten Alter. In: Petzold, H. G., Horn, E., & Müller, L. (Hrsg.): *Hochaltrigkeit*. Herausforderung für persönliche Lebensführung und biopsychosoziale Arbeit. Wiesbaden: VS, S. 23-36.
- Schumacher, V., & Martin, M. (2011): Psychologie der Hochaltrigkeit: Kognitive Entwicklungen im hohen Alter. In: Petzold, H. G., Horn, E., & Müller, L. (Hrsg.): *Hochaltrigkeit*. Herausforderung für persönliche Lebensführung und biopsychosoziale Arbeit. VS: Wiesbaden, S. 127-146.
- Scinto, L.F.M., Daffner, K.R., Castro, L., Weintraub, S., Vavrik, M., & Mesulam, M.M. (1994): Impairment of spatially directed attention in patients with probable Alzheimer's disease as measured by eye movements. In: *Archives of Neurology* 51, S. 682-688.
- Seidl, U., Ahlsdorf, E., & Toro, P. (2007): Die leichte kognitive Beeinträchtigung – Epidemiologische, neuropsychologische und neurobiologische Aspekte. In: *Journal of preventive medicine* (3), S. 286-293.
- Shafiq-Antonnaci, R., Maruff, P., Masters, C., & Currie, J. (2003): Spectrum of saccade system function in Alzheimer disease. In: *Archives of Neurology*, S. 1272-1278.
- Ska, B., Poissant, A., & Joanette, Y. (1990): Line orientation judgment in normal elderly and subjects with dementia of Alzheimer's type. In: *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 12(5), S. 695-702.

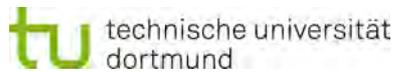
- Stangl, W. (2018): Deckeneffekt. Lexikon für Psychologie und Pädagogik. Verfügbar unter: <http://lexikon.stangl.eu/10193/deckeneffekt-ceiling-effect/> (letzter Abruf am 22.10.2018)
- Stangl, W. (2018): Lernplateau. Lexikon für Psychologie und Pädagogik. Verfügbar unter: <http://lexikon.stangl.eu/16752/lernplateau/> (letzter Abruf am 04.12.2018).
- Statistisches Bundesamt (2015): Bevölkerung Deutschlands bis 2060. 13. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland2060Presse5124204159004.pdf?__blob=publicationFile (letzter Abruf am 28.01.2019).
- Stern, Y. (2002): What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. In: *Journal of the International Neuropsychological Society* 8, S. 448-460.
- Stern, Y. (2012): Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. In: *Lancet neurology*. 11(11), S. 1006-1012.
- Streffer, J. (2011): Das gesunde und das kranke Gehirn von Hochaltrigen – Neurobiologie des Gehirns im hohen Alter. In: Petzold, H. G., Horn, E., & Müller, L. (Hrsg.): *Hochaltrigkeit. Herausforderung für persönliche Lebensführung und biopsychosoziale Arbeit*. Wiesbaden: VS, S. 77-90.
- Thal, D.R. (2018): Neuropathologie der Alzheimer-Demenz. In: Jessen, F. (Hrsg.): *Handbuch Alzheimer Krankheit. Grundlagen – Diagnostik – Therapie – Versorgung – Prävention*. De Gruyter: Berlin, S. 36-51.
- Ulatowska, H.K., Allard, L., Donnell, A., Bristow, J., Haynes, S.M., Flower, A., & North, A.J. (1988): Discourse Performance in Subjects with Dementia of the Alzheimer Type. In: Whitaker, H. A. (Hrsg.): *Neuropsychological Studies of Nonfocal Brain Damage*. New York: Springer, S.108-131.
- von Humboldt, W. (1820): *Ueber das vergleichende Sprachstadium in Beziehung auf die verschiedenen Epochen der Sprachentwicklung*. Berlin: Reimer.
- von Stutterheim, C., Andermann, M., Carroll, M., Flecken, M., Schmiedtová, B. (2012): How grammaticized concepts shape event conceptualization in language production: Insights from linguistic analysis, eye tracking data and memory performance. In: *Linguistics* 4, S. 833-867.
- Wendelstein, B. (2016): *Gesprochene Sprache im Vorfeld der Alzheimer-Demenz. Linguistische Analysen im Verlauf von präklinischen Stadien bis zur leichten Demenz*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter.
- WHO (2012): *Dementia. A public health priority*. Geneva: World Health Organization.
- Woumans, E., Versijpt, J., Sieben, A., Santens, P., & Wouter, D. (2017): Bilingualism and Cognitive Decline: A Story of Pride and Prejudice. In: *Journal of Alzheimer's Disease* 60(4), S. 1237-1239.

- Yang, Q., Wang, T., Su, N., Liu, Y., Xiao, S., & Kapoula, Z. (2011): Long Latency and High Variability in Accuracy-Speed of Prosaccades in Alzheimer's Disease at Mild to Moderate Stage. In: *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra* 1(1), S. 318-329.
- Yang, Q., Wang, T., Su, N., Xiao, S., & Kapoula, Z. (2012): Specific saccade deficits in patients with Alzheimer's disease at mild to moderate stage and in patients with amnesic mild cognitive impairment. In: *Age (Dordr.)* 35(4), S. 1287-1298.
- Zaccara, G., Gangemi, P.F., Muscas, G.C., Paganini, M., Pallanti, S., Parigi, A., Messori, A., & Arnetoli, G. (1992): Smooth-pursuit eye movements: Alterations in Alzheimer's disease. In: *Journal of the Neurological Science* 112, S. 81-89.

F. Anhangsverzeichnis

Anhang 01: Vorlage des verwendeten Fragebogens	i
Anhang 02: Vorlage der verwendeten Einverständniserklärung	iv
Anhang 03: Stimulus-Material der gekürzten und eingefärbten Frog-Story (Sprachproduktion)	vii
Anhang 04: Leitfaden zur Erhebung der Sprachproduktionsdaten	xvii
Anhang 05: Vorlage des innerhalb der Sprachproduktionsstudie verwendeten Protokolls	xix
Anhang 06: Fotografie des genutzten Sortierwürfels mit den sechs Items (Act Out I)	xx
Anhang 07: Itemübersicht der Wiedererkennens-Aufgabe (Act-Out II)	xxi
Anhang 08: Itemübersicht und –beschreibung der Nachbau-Aufgabe (Act-Out III)	xxii
Anhang 09: Vorlage des innerhalb der Act Out-Studie verwendeten Protokolls	xxiii
Anhang 10: Vorlage des innerhalb der Eye-Tracking-Studie verwendeten Protokolls	xxiv
Anhang 11: Übersicht zu den ausgewerteten AoIs innerhalb der Built-Stimuli (Eye-Tracking)	xxv
Anhang 12: Beispielstimulus mit entsprechender Darstellung der Key Performance Indicators für die AoI „Region der größten Blicktiefe“ (Eye-Tracking)	xxx
Anhang 13: Beispielstimulus mit entsprechender Darstellung der Key Performance Indicators für die AoI „Oberer Fassadenteil“ (Eye-Tracking)	xxxi
Anhang 14: Ausgangsstimulus für die abgebildete Beispielanalyse mittels G-AoIs (Eye-Tracking)	xxxii

Anhang 01: Vorlage des verwendeten Fragebogens



Fakultät
Kulturwissenschaften



Institut für deutsche
Sprache und Literatur

Prof. Dr. Barbara Mertins
Emil-Figge-Str. 50
44227 Dortmund
www.tu-dortmund.de

Wird vom Versuchsleiter ausgefüllt:

Versuchsleiter/-in:

Subject Code:

Datum:

FRAGEBOGEN

Danke, dass Sie sich bereit erklärt haben, an unserer Studie teilzunehmen.

Bitte beantworten Sie alle Fragen in diesem Fragebogen möglichst vollständig und ehrlich.

Ihre Antworten werden streng vertraulich behandelt.

Falls der Platz für die Beantwortung von Fragen nicht reicht:

Bitte Hinweis einfügen u. auf der Blattrückseite unter Angabe der Fragenummer ergänzen.

1. Anfangsbuchstaben Vor- u. Nachname: _____ Alter: _____
Geburtsort: _____ Staatsangehörigkeit: _____
Geschlecht: weiblich männlich
Händigkeit: rechts links
2. Sind Sie in Ihrem Sehvermögen eingeschränkt?
 nein ja
Wenn ja, wie (Dioptrienzahl, Hornhautverkrümmung, Brillenpass, Angaben Brillenglas)?

3. Tragen Sie heute Brille Kontaktlinsen?
4. Wurde Ihr Sehvermögen operativ korrigiert oder ist es in anderer Form eingeschränkt?
 nein ja
Wenn ja, wie (Laser-OP, Kunstlinse, Netzhaut-OP, Sehnerv, Farbschwäche, o.ä.)?

5. Wo sind Sie zur Schule gegangen (alle Schulformen)? Bitte nennen Sie alle Orte.
Schulform: _____ Stadt: _____ Bundesland/Land: _____
Schulform: _____ Stadt: _____ Bundesland / Land: _____
Schulform: _____ Stadt: _____ Bundesland / Land: _____

6. Welchen Grad der Ausbildung haben Sie bisher erreicht?
- Schule Berufliche Ausbildung
- Mittlere Reife Abitur Geselle Meister _____
- Studium
- Bachelor Master Fachliche Ausrichtung: _____
- Semesterzahl bis zum erreichten Abschluss: _____
7. In welchem Semester studieren Sie gerade? _____
- Bachelor Master Fachliche Ausrichtung: _____
- Semesterzahl bis zum voraussichtlichen Abschluss: _____
8. Waren Sie jemals länger als 6 Monate im Ausland? ja nein
- Wann? _____ Wie lange? _____ Wo? _____
- Wann? _____ Wie lange? _____ Wo? _____
9. Sprechen Sie andere Sprachen als Deutsch mit folgenden Personen?
- ja mit meiner Mutter spreche ich _____
- meinem Vater spreche ich _____
- meinem/-er Partner/-in spreche ich _____
- meinen Kindern spreche ich _____
- Freunden spreche ich _____
- Arbeitskollegen spreche ich _____
- nein
10. Kannten Sie einen oder mehrere der gezeigten Orte (genau diesen Ort)?
- nein ja Welche? _____
11. Sind/waren Sie in Ihrem Leben in bestimmten Bereichen besonderen visuellen Reizen ausgesetzt und/oder haben Sie Erfahrungen auf folgenden Gebieten?
- Architektur
- Kunst
- Computerspiele / Gaming
- 3D-Modeling
- Sonstige: Welche? _____
- Beschreiben Sie kurz die einschlägigen Tätigkeiten (Zeitraum, Qualität, Quantität):
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

12. Sind Sie bilingual / mehrsprachig aufgewachsen? ja nein

13. Nehmen Sie regelmäßig verschreibungspflichtige Medikamente ein? Wenn ja, welche?

(Bitte geben Sie auch an, in welcher Dosis und wie häufig Sie diese einnehmen.)

VIELEN DANK FÜR IHRE MITHILFE!

Anhang 02: Vorlage der verwendeten Einverständniserklärung



Fakultät
Kulturwissenschaften



Institut für deutsche
Sprache und Literatur

Prof. Dr. Barbara Mertins
Emil-Figge-Str. 50
44227 Dortmund
www.tu-dortmund.de

Einverständniserklärung: Datenerhebung und Datennutzung innerhalb der wissenschaftlichen Studie AA-001

Die Richtlinien der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sehen eine Einverständniserklärung von Teilnehmerinnen¹ empirischer Studien vor, in welcher sich die Probandin oder eine Bevollmächtigte nachvollziehbar einverstanden erklärt, dass die Teilnahme an der Forschung freiwillig erfolgt. Aus diesem Grund bitten wir Sie, der vorliegenden Einverständniserklärung vor der Studienteilnahme zuzustimmen:

Die schriftliche ‚Aufklärung der Studienteilnehmenden‘ zur genannten Studie habe ich gelesen und verstanden. Eine Kopie der ‚Aufklärung der Studienteilnehmenden‘ und dieser Einverständniserklärung wurden mir ausgehändigt. Außerdem hatte ich ausreichend Gelegenheit, Fragen (z. B. zum Inhalt, Ziel, Verlauf und zu Risiken) zu stellen.

Alle meine Fragen sind zu meiner Zufriedenheit beantwortet worden.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass ich teilnehme bzw. meine Angehörige an der Studie teilnimmt. Diese Teilnahme erfolgt freiwillig.

Die Daten dürfen in verschlüsselter Form (pseudonymisiert = Personenzuordnung nur über weitere Hilfsmittel möglich, z.B. Referenzliste) oder anonymisiert für folgende Zwecke verwendet werden:

- Analysen für wissenschaftliche Forschung
- Illustrationen für wissenschaftliche Forschungszwecke sowie wissenschaftliche Konferenzen, Vorlesungen und wissenschaftliche Veröffentlichungen
- Illustrationen der wissenschaftlichen Forschungsprojekte der TU-Dortmund
- Arbeitsgrundlage für Projekte mit dem Ziel der wissenschaftlichen Qualifikation
- Arbeitsgrundlage für wissenschaftliche Studien mit allen wissenschaftlich in Betracht kommenden Fragestellungen

¹ Die ausschließliche Verwendung der weiblichen Form dient der besseren Lesbarkeit und steht innerhalb des gesamten Textes stellvertretend für beide Geschlechter.

Weitergabe an Dritte

Ich bin mit der Weitergabe der Daten an andere wissenschaftlich forschende Institutionen einverstanden. Die oben genannten Grenzen meiner Zustimmung gelten auch hier.

Risiken

Durch die Teilnahme an dieser Studie entsteht kein Risiko, das über die Risiken des alltäglichen Lebens hinausgeht.

Information über Studienergebnisse

Ich bin damit einverstanden, dass ich keine individuellen Rückinformationen über die Ergebnisse der Studie erhalte.

Unentgeltlichkeit

Ich bin mir bewusst, keinerlei Ansprüche auf Vergütung, Tantieme oder sonstige Beteiligung an finanziellen Vorteilen und Gewinnen zu haben, die möglicherweise auf Basis der Forschung mit meinen Daten erlangt werden.

Widerruf der Zustimmung zur Datenverwendung

Ich weiß, dass die Teilnahme jederzeit von beiden Seiten ohne Angabe von Gründen abgebrochen und widerrufen werden kann, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Ich bin mir bewusst, dass im Falle einer anonymisierten Speicherung der Daten deren Löschung nicht möglich ist. Schon publizierte Daten können nicht gelöscht werden.

Nutzung weiterer personenbezogener Daten

Ich stimme zu, dass die Mitarbeiterinnen des Labors im Rahmen der Studie Einblick in die Personenakte meiner Angehörigen erhält. Dies erfolgt nur in Absprache mit der kooperierenden Einrichtung und dient der Ganzheitlichkeit des erfassten Datensatzes. Die daraus gewonnenen Informationen werden streng vertraulich behandelt, anonymisiert und ausschließlich für die sinnvolle wissenschaftliche Auswertung dieser Studie genutzt.

Einwilligungserklärung

Ich erkläre, dass ich mit der im Rahmen der Studie erfolgenden Aufzeichnung, Speicherung und Verarbeitung der Daten unter der Verantwortung der oben genannten Institution und unter Einhaltung der oben genannten Bestimmungen einverstanden bin.

Name, Vorname: Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ):

Ort, Datum: Unterschrift:

Bevollmächtigte

Name, Vorname Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)

Ort, Datum Unterschrift

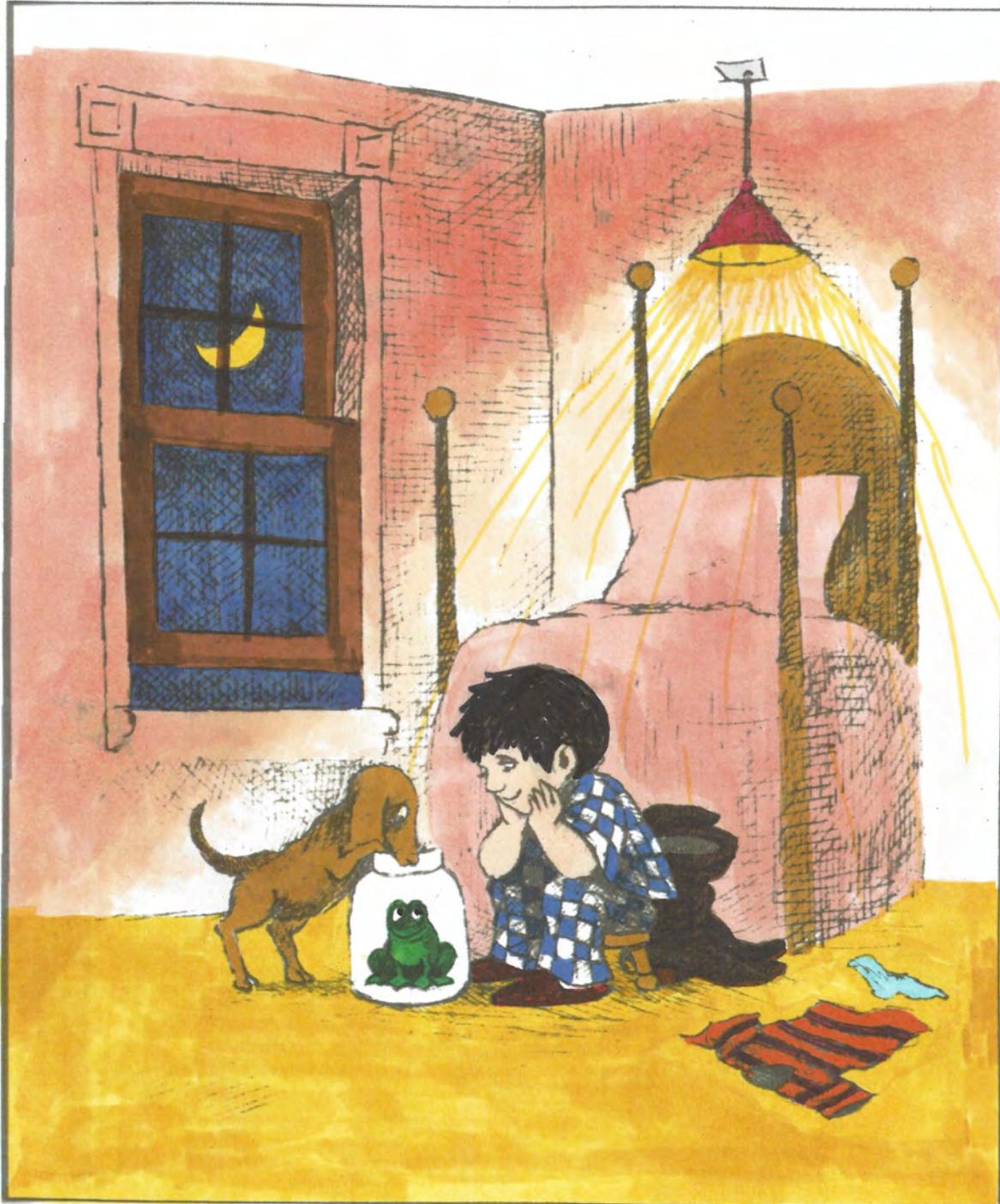
Wird von der Versuchsleiterin ausgefüllt:
Mitarbeiterin der Institution

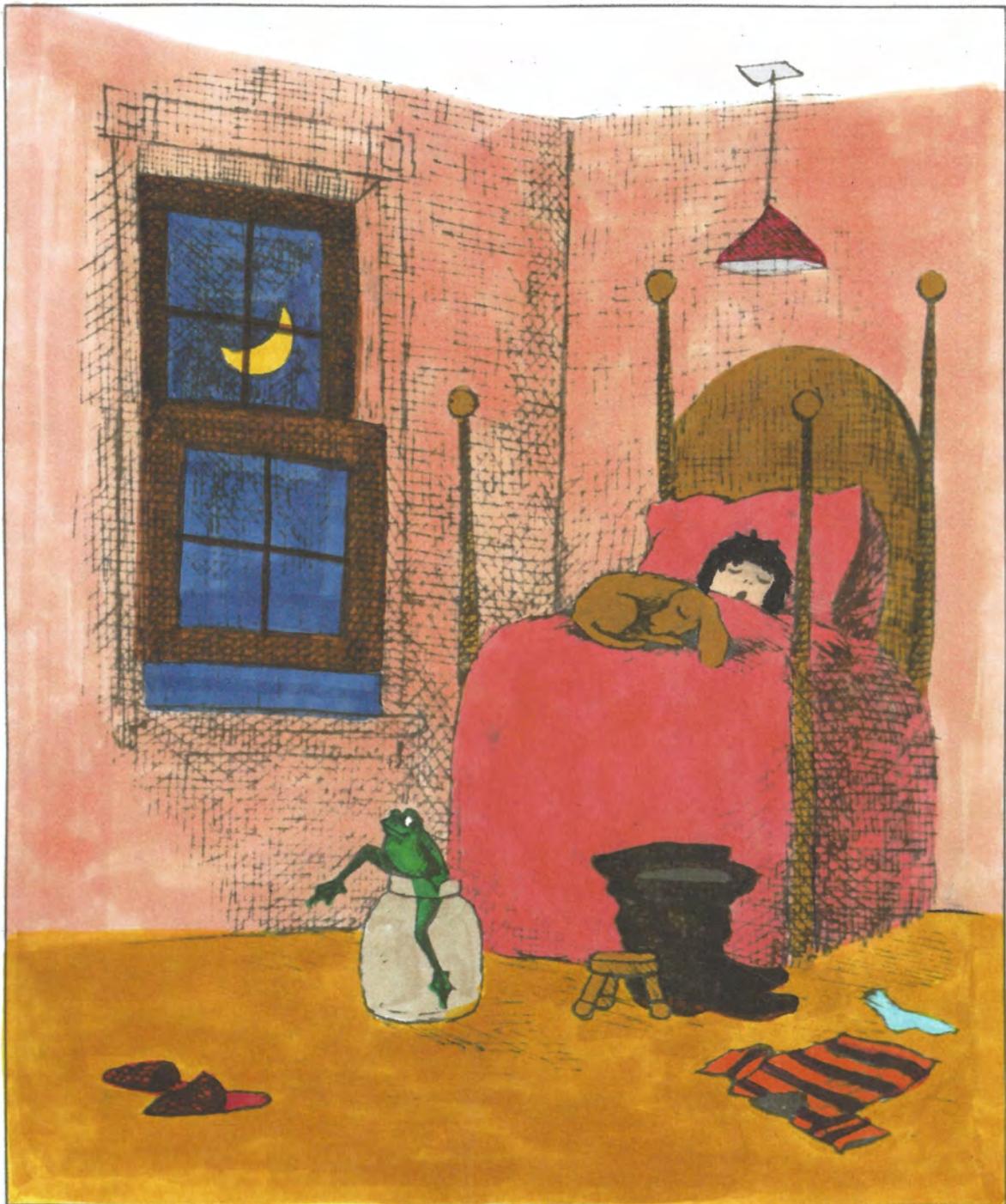
Ich bestätige, die Probandin/ die Bevollmächtigte über Wesen, Bedeutung, Reichweite und Risiken der Studie mündlich aufgeklärt zu haben, die Probandenaufklärung sowie eine unterzeichnete Kopie der Einwilligungserklärung ausgehändigt zu haben.

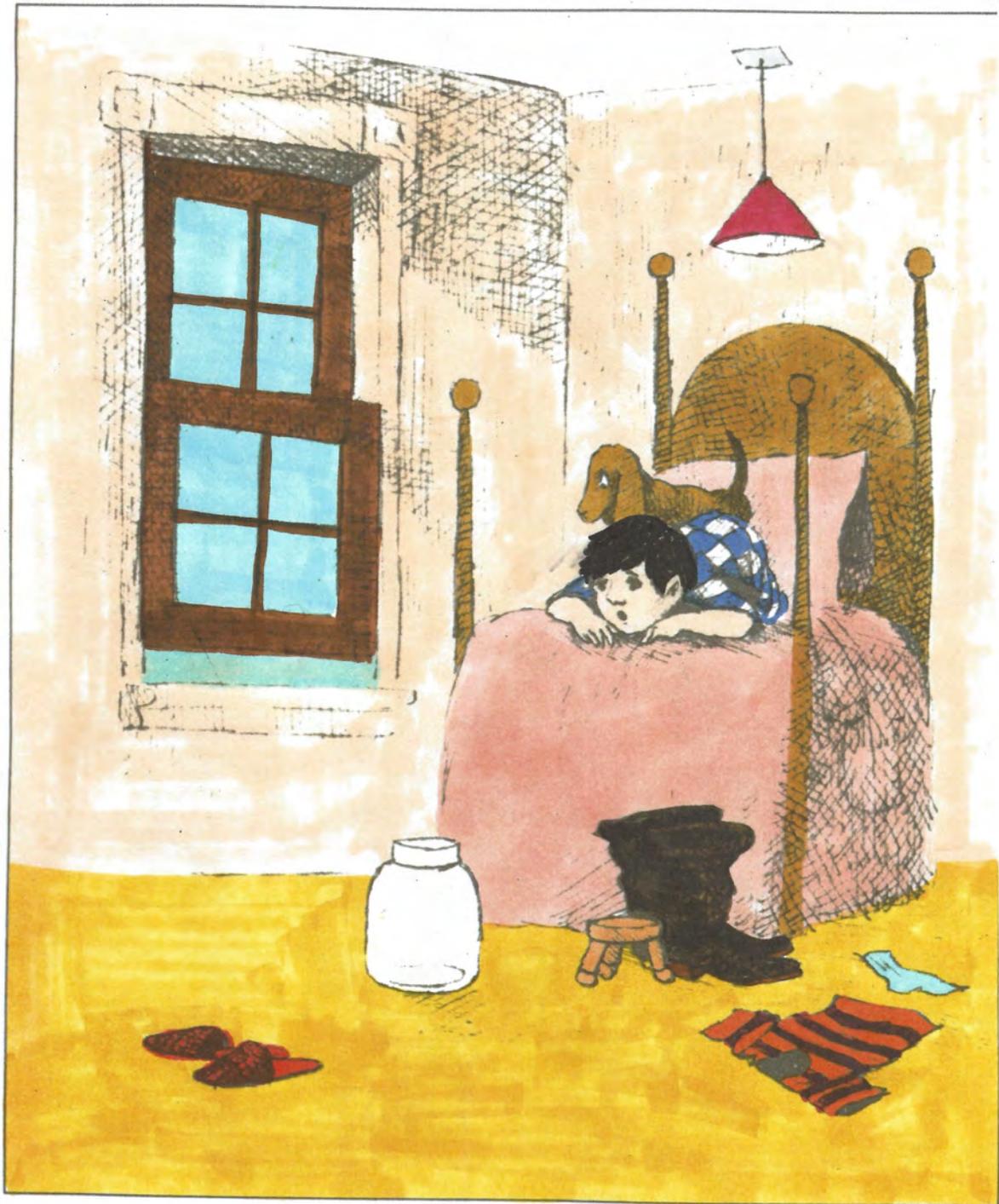
Name: Unterschrift: Ort, Datum:

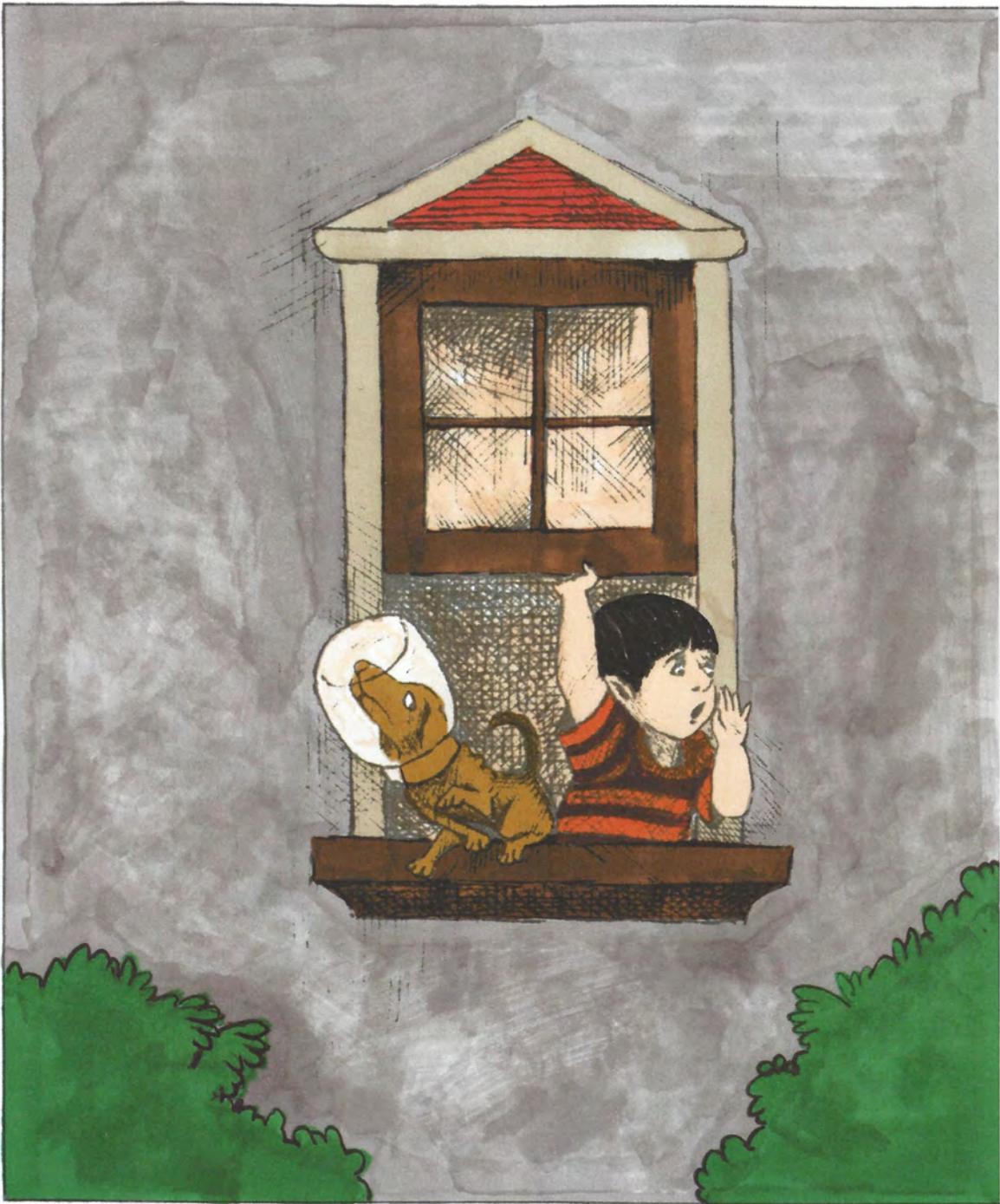
Studie: Prob.-Nr.: Uhrzeit:

Anhang 03: Stimulus-Material der gekürzten und eingefärbten *Frog-Story*

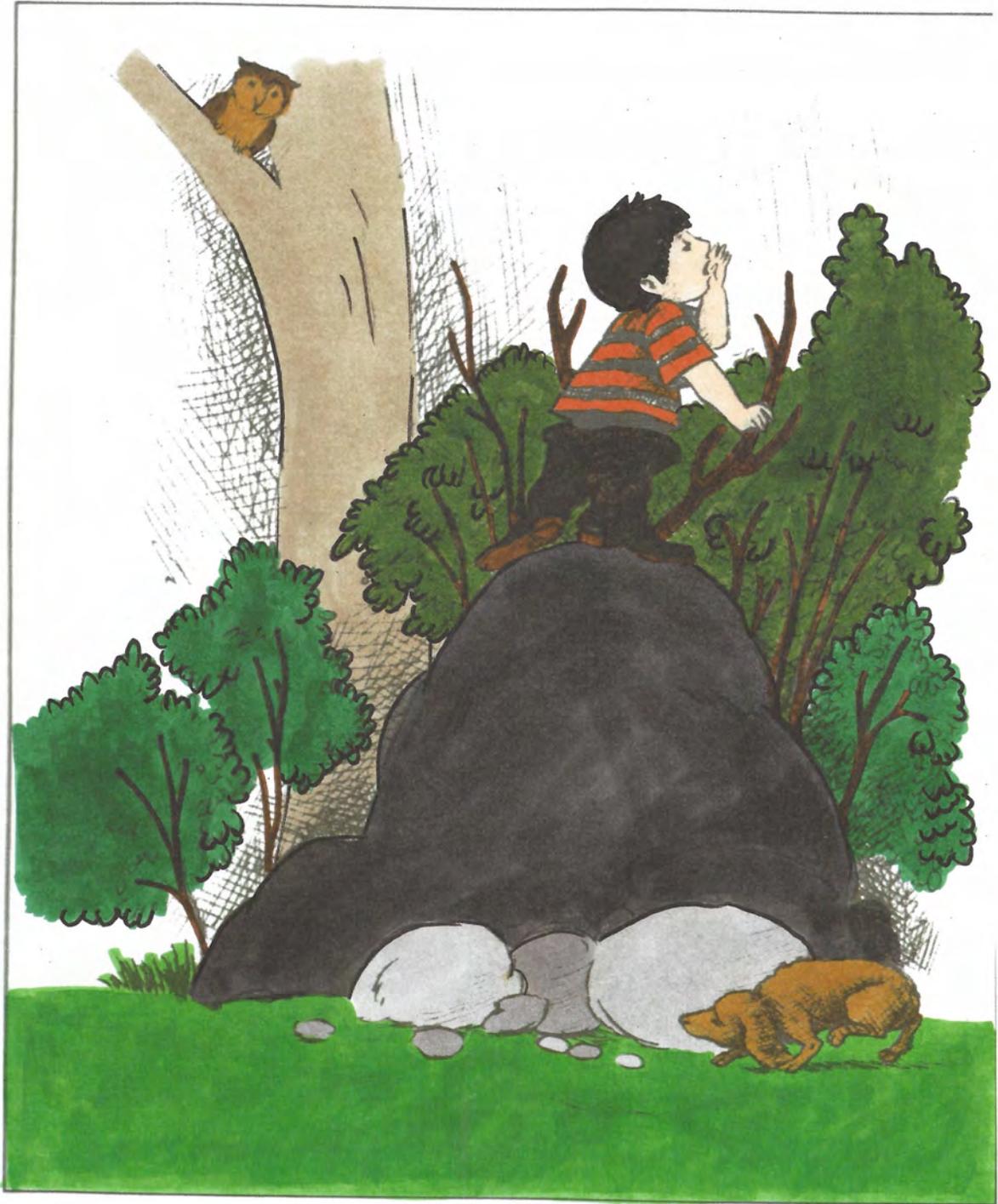


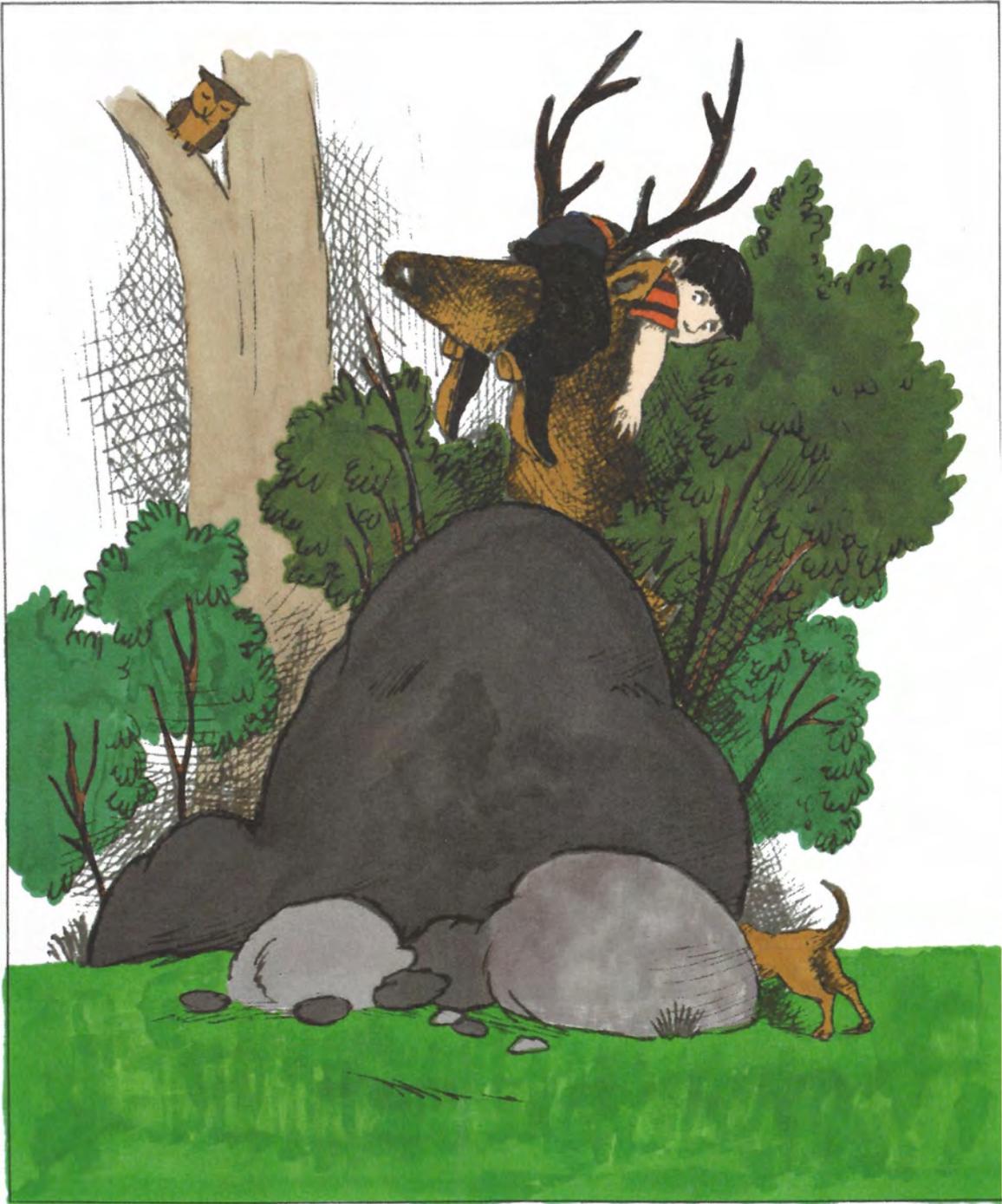




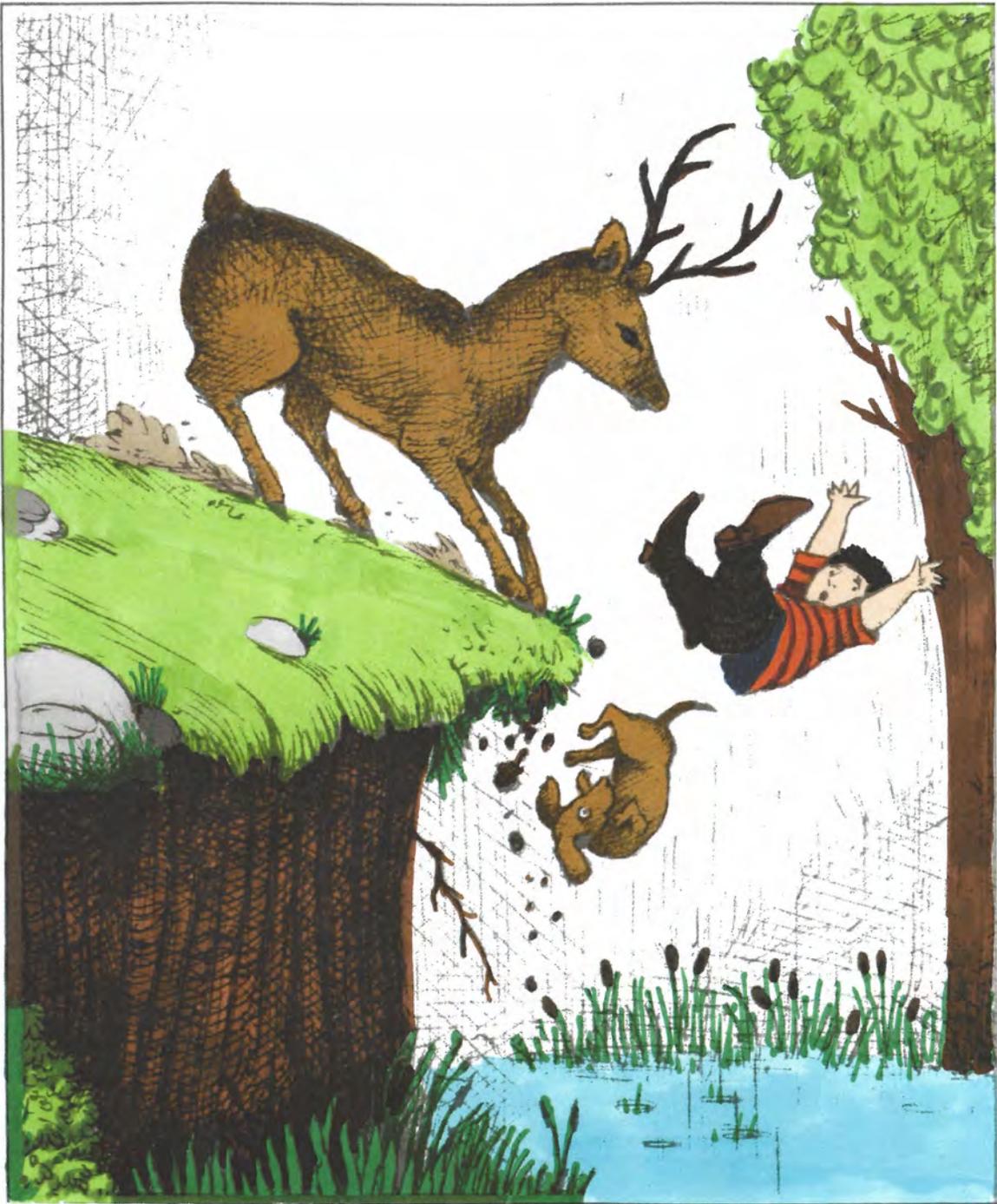


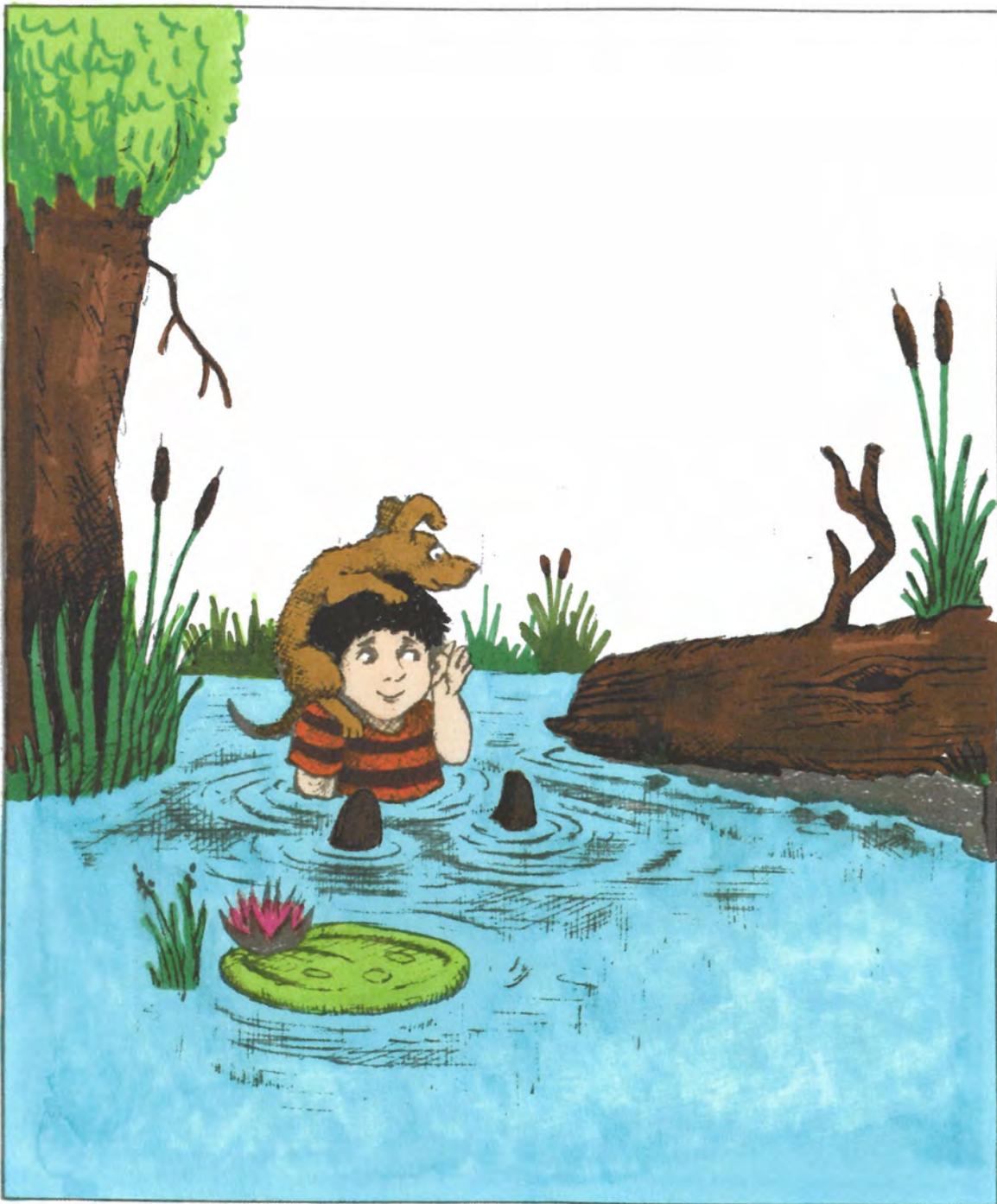


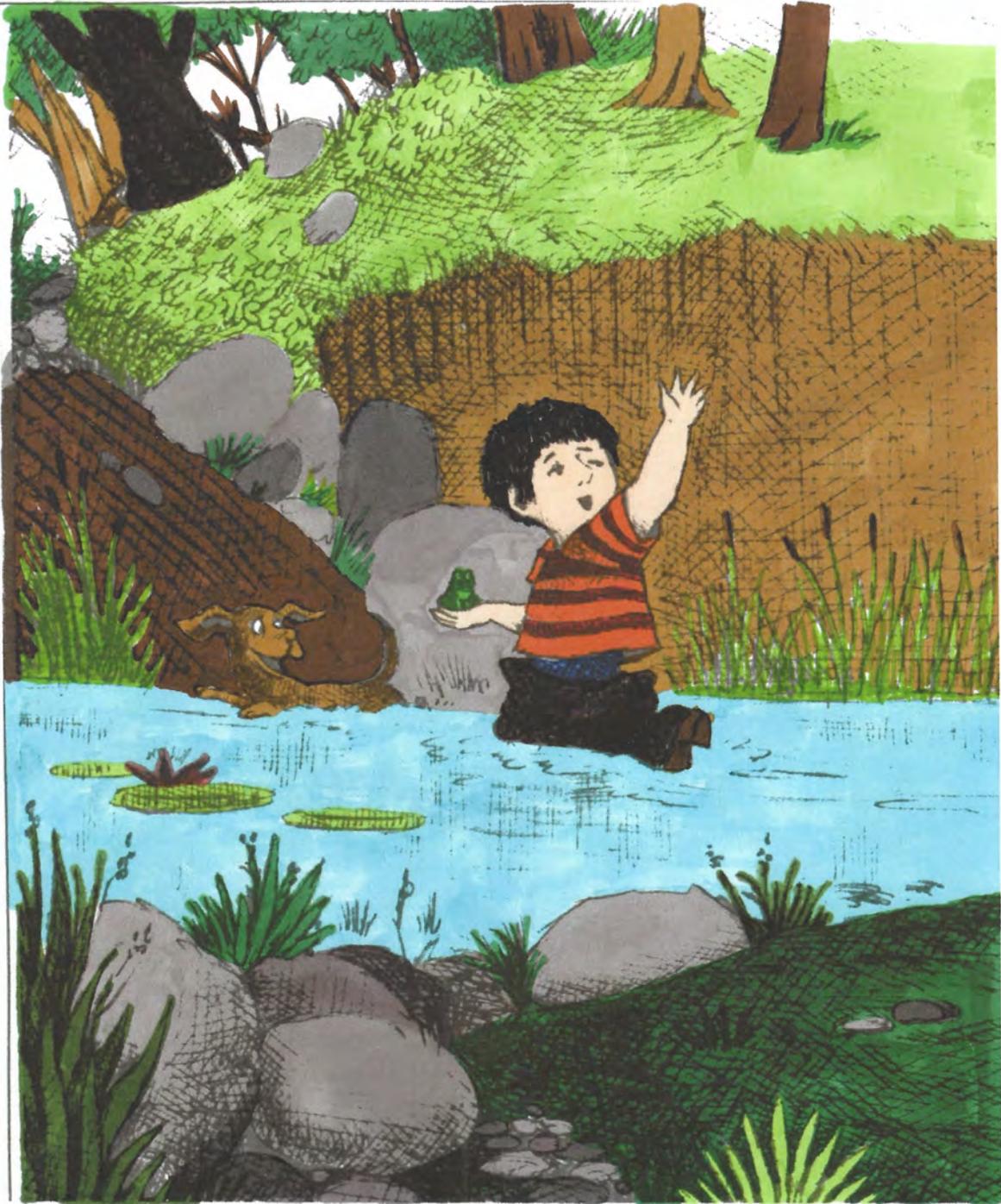












Anhang 04: Leitfaden zur Erhebung der Sprachproduktionsdaten

(1) Einleitung:

Hallo Frau/Herr....

Sie haben doch bestimmt früher gerne Ihren Kindern/Enkelkindern... Geschichten erzählt. Haben Sie Lust, mir heute auch eine zu erzählen? Ich habe da ein paar schöne Bilder mitgebracht. Können Sie mir dazu eine Geschichte erzählen? Wir schauen uns die Bilder mal gemeinsam an.

(1a) Falls Proband/-in nicht möchte:

- *Kommen Sie, das wird sicher schön. Außerdem muss ich noch einiges lernen. Ich kann sicher noch nicht so gute Geschichten erzählen wie Sie. Schauen Sie sich die Bilder doch erstmal mit mir an. Die werden Ihnen bestimmt gut gefallen.*
- *Ich würde die Geschichte gerne meinem Neffen erzählen, aber mir fehlen noch Ideen. Bitte helfen Sie mir dabei.*

(2) Erzählung:

- *Was könnte das für eine Geschichte sein? Fangen Sie doch einfach mal an.*

(2a) Anregung:

Falls der Proband nicht möchte oder nicht viel kommt, kann er/sie möglichst neutral durch lenkende Fragen zu Äußerungen angeregt werden:

- *Was sehen Sie auf dem Bild?*
- *Was passiert denn hier/jetzt?*
- *Schauen Sie mal, was jetzt los ist.*
- *Wie könnte es denn hier weitergehen?*
- *Erzählen Sie ruhig weiter!*

(2b) Verstärkende Elemente

Anmerkung: können (wenn nötig) eingebracht werden, sollten aber möglichst inhaltslos sein – keine Anregungen/Tipps/Ideen, wie es weitergehen könnte! Stattdessen:

- *Ja*
- *Aha/Ach so*
- *Schön!*
- *Toll*
- *Interessant*
- *Jetzt bin ich aber gespannt, wie es weitergeht.*

(3) Abschluss:

So eine schöne Geschichte! Vielen Dank, dass Sie sie mir erzählt haben. Das haben Sie wirklich toll gemacht.

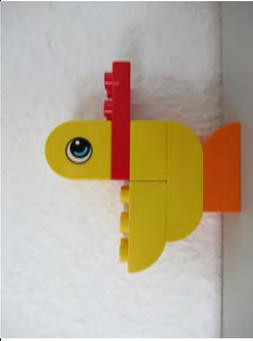
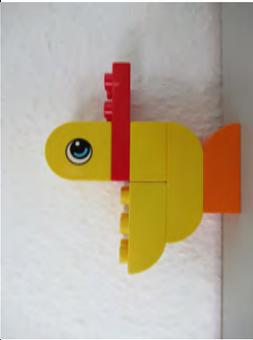
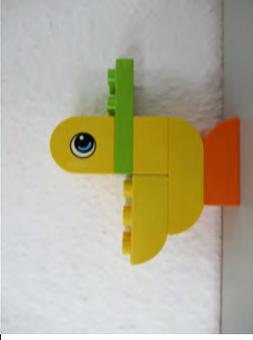
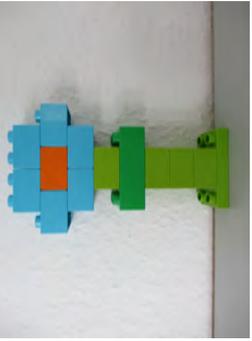
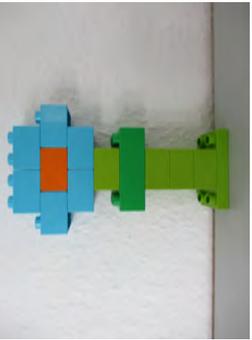
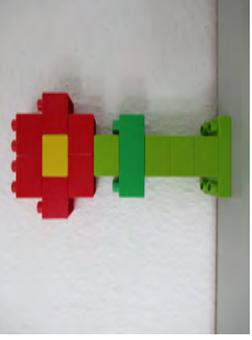
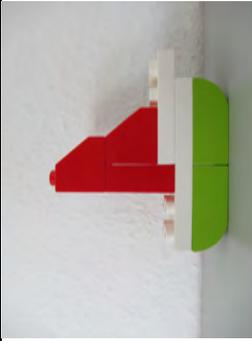
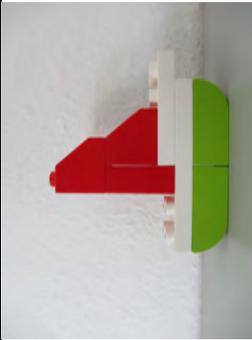
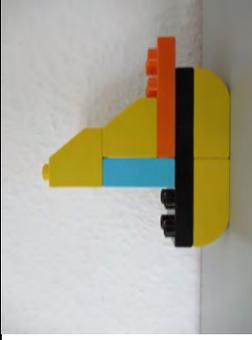
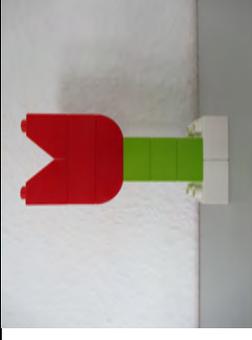
Anhang 05: Vorlage des innerhalb der Sprachproduktionsstudie verwendeten Protokolls

Versuchspersonen-Nummer:	Versuchsleiterin:			Datum & Uhrzeit:		
Frog-Story	Bewertung:	++	+	o	-	--
Bearbeitungszeit insgesamt:	Anregungen:			Verstärkungen:		
Kommentare:						

Anhang 06: Fotografie des genutzten Sortierwürfels mit den sechs Items (*Act Out I*)



Anhang 07: Itemübersicht der Wiedererkennens-Aufgabe (Act-Out II)

	Target	Item A: Korrekte Antwort	Item B: Distraktor mit farblicher Veränderung, aber gleiche Form	Item C: Distraktor mit anderer Form, aber ohne farbliche Veränderung
<p>Block A Target-Kategorie: <i>lebendig</i> Farbveränderung bei Distraktor B: <i>leicht</i> Distraktor-Kategorie bei Item C: <i>baulich</i></p>				
<p>Block B Target-Kategorie: <i>symbolisch</i> Farbveränderung bei Distraktor B: <i>mittel</i> Distraktor-Kategorie bei Item C: <i>lebendig</i></p>				
<p>Block C Target-Kategorie: <i>baulich</i> Farbveränderung bei Distraktor B: <i>stark</i> Distraktor-Kategorie bei Item C: <i>symbolisch</i></p>				

Anhang 08: Itemübersicht und –beschreibung der Nachbau-Aufgabe (*Act-Out III*)

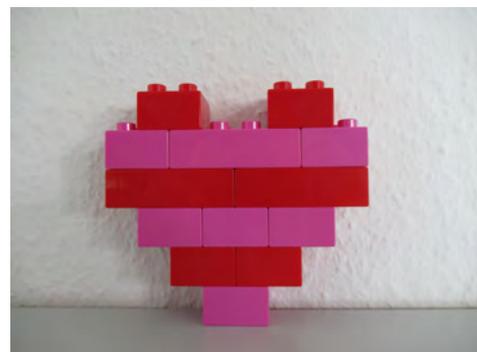
Item 1: Haus

Kategorie: *baulich*
 Anzahl der Steine: *10 Stück*
 Figurspezifische Herausforderung: *Zwei rote Steine mit untypischer Form, zwei blaue Steine mit untypischer Form, Platzierung des weißen Steins*
 Schwierigkeitsgrad: *leicht*



Item 2: Herz

Kategorie: *symbolisch*
 Anzahl der Steine: *13 Stück*
 Figurspezifische Herausforderung: *Außenkanten ohne geraden Abschluss, Farbvariation in abwechselnder Reihenfolge, Platzierung zwei einzelner Steine auf der Oberkante*
 Schwierigkeitsgrad: *mittel*



Item 3: Pelikan

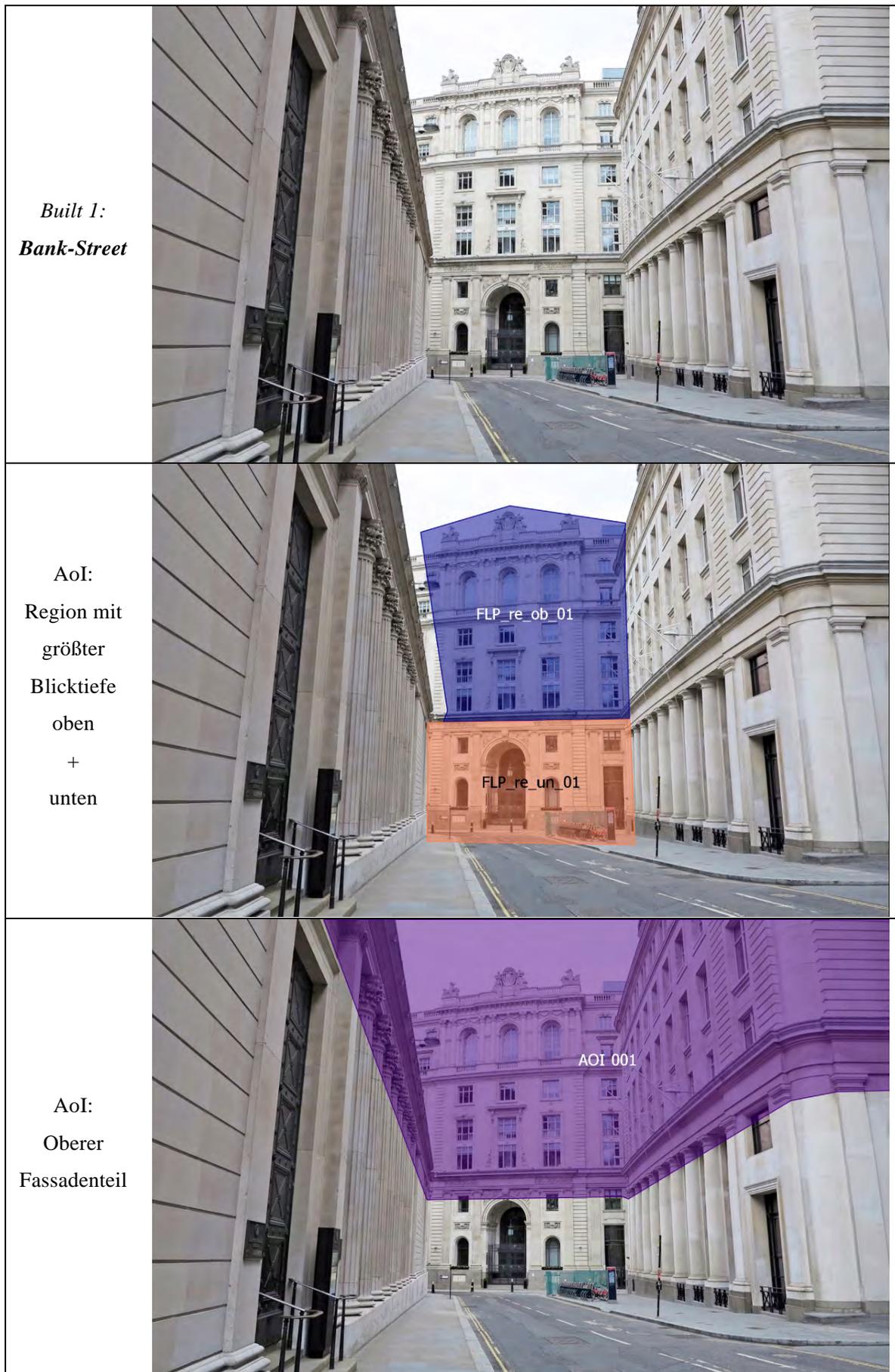
Kategorie: *lebendig*
 Anzahl der Steine: *7 Stück*
 Figurspezifische Herausforderung: *Alle Steine weisen eine untypische Bauform auf (keine Rechtecke), Außenkanten ohne geraden Abschluss, Innenkanten sind z.T. nicht gerade zueinander abgeschlossen*
 Schwierigkeitsgrad: *mittel bis schwierig*



Anhang 09: Vorlage des innerhalb der Act Out-Studie verwendeten Protokolls

Versuchspersonen- Nummer:		Versuchsleiterin:			Datum & Uhrzeit:		
Act Out I: Würfel		Bewertung:	++	+	o	-	--
Bearbeitungszeit insgesamt:		Abbruchquote gesamt: / 6			Korrekte Items:		
Kommentare:							
Act Out II: Wiedererkennen		Bewertung:	++	+	o	-	--
Bearbeitungszeit insgesamt:		Abbruchquote gesamt: / 3			Korrekte Items:		
	Zeit	Lösung?		Abbruch?			
Block A:							
Block B:							
Block C:							
Kommentare:							
Act Out III: Nachbauen		Bewertung:	++	+	o	-	--
Bearbeitungszeit insgesamt:		Abbruchquote gesamt: / 3			Korrekte Items:		
	Zeit	Lösung?	Abbruch?		Final Check?		
Kategorie <i>baulich:</i>							
Kategorie <i>symbolisch:</i>							
Kategorie <i>lebendig:</i>							
Kommentare:							

Anhang 11: Übersicht zu den ausgewerteten AoIs innerhalb der *Built*-Stimuli





*Built 3:
Shopping-
Street*

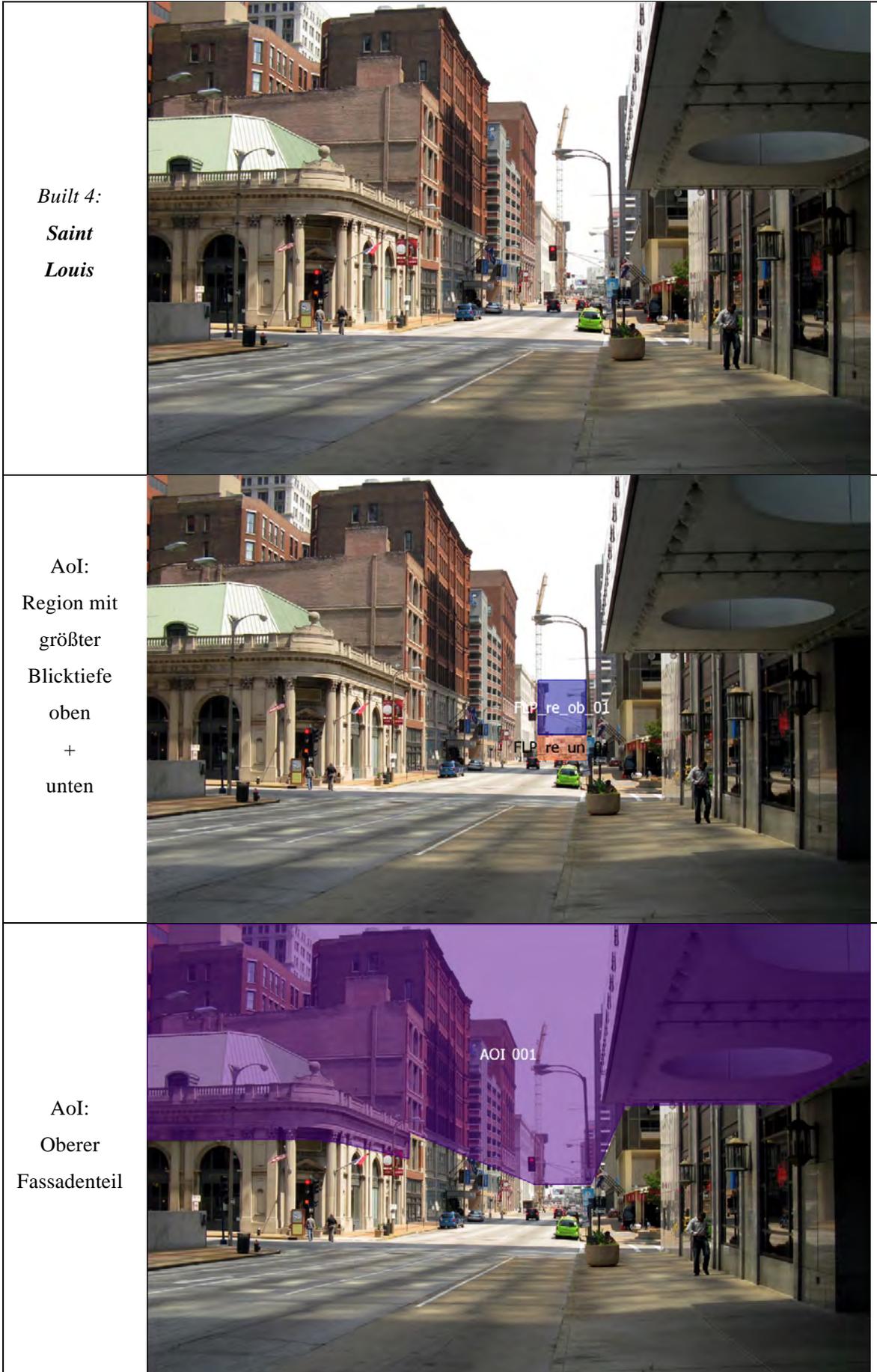


AoI:
Region mit
größter
Blicktiefe
oben
+
unten



AoI:
Oberer
Fassadenteil





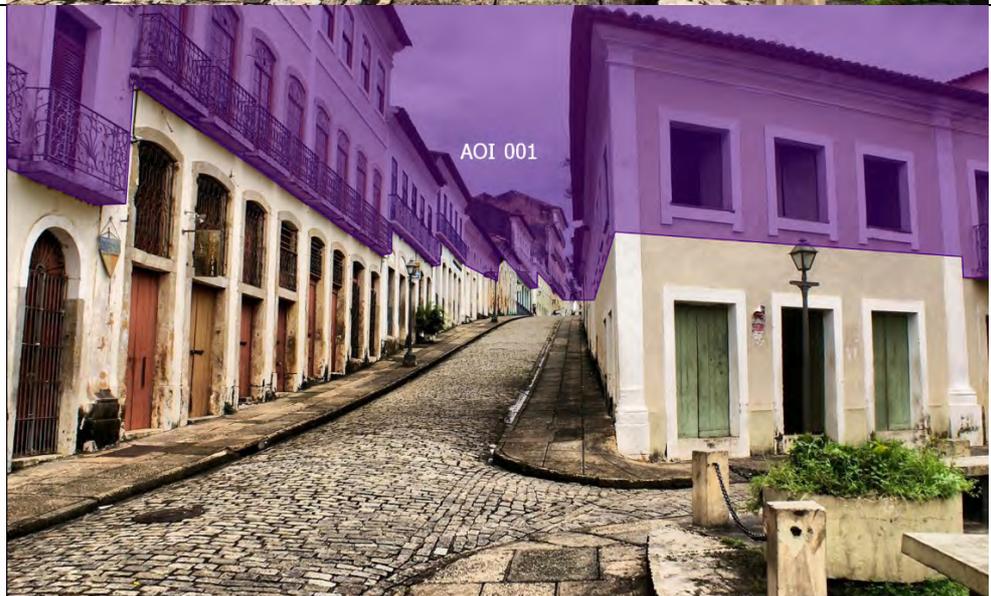
*Built 5:
Stoney
Village*



AoI:
Region mit
größter
Blicktiefe
oben
+
unten



AoI:
Oberer
Fassadenteil



Anhang 12: Beispielstimulus mit entsprechender Darstellung der *Key Performance Indicators* für die AoI „Region mit größter Blicktiefe oben + unten“

Statistische Kennzahlen der Kritischen Gruppe (n=5) für die gesamte Timeline (0,52-10,00 s)

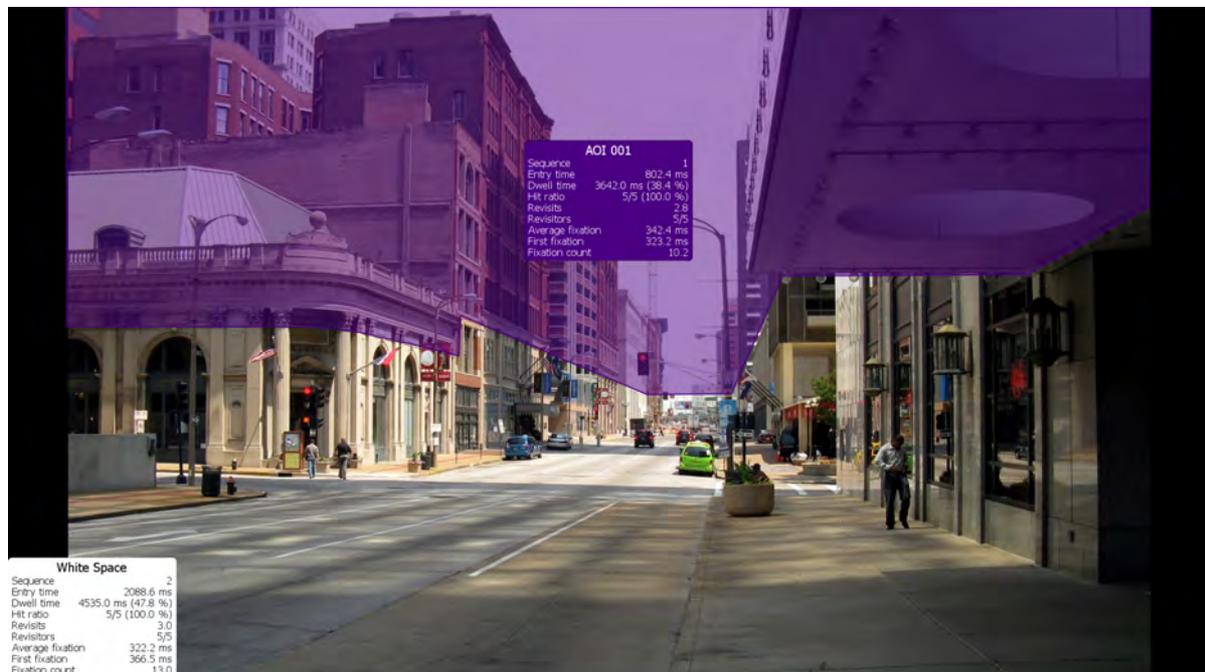


Statistische Kennzahlen der Kontroll-Gruppe (n=5) für die gesamte Timeline (0,52-10,00 s)

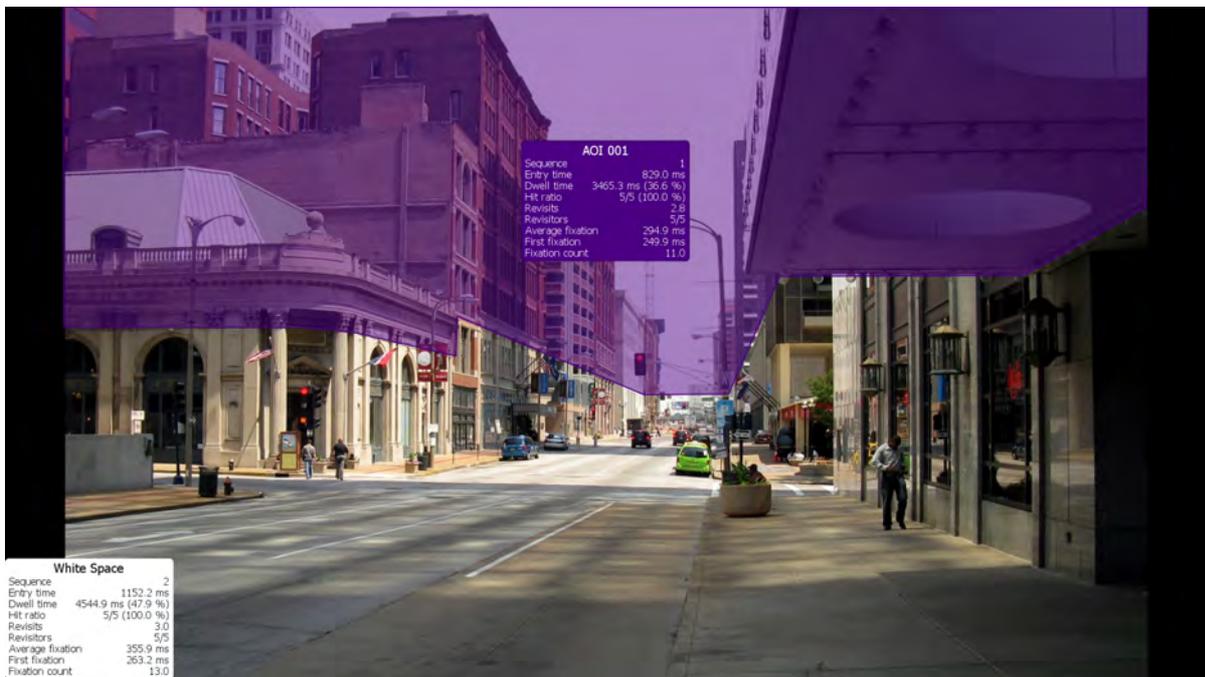


Anhang 13: Beispielstimulus mit entsprechender Darstellung der *Key Performance Indicators* für die AoI Oberer Fassadenteil

Statistische Kennzahlen der Kritischen Gruppe (n=5) für die gesamte Timeline (0,52-10,00 s)



Statistische Kennzahlen der Kontroll-Gruppe (n=5) für die gesamte Timeline (0,52-10,00 s)



Anhang 14: Ausgangsstimulus für die abgebildete Beispielanalyse mittels *Gridded-AoIs*

