



Technische Universität Dortmund

Fakultät Kulturwissenschaften

Sprachproduktion und Raumwahrnehmung
bei Alzheimer-Demenz:
Ein systematischer Vergleich zum gesunden kognitiven Altern
mittels Eye-Tracking

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Arts (M.A.)

im Studiengang

Angewandte Sprachwissenschaften

vorgelegt von

Kim Meitner

kim.meitner@tu-dortmund.de

Dortmund, 12. März 2019

Erstprüferin: Prof. Dr. Barbara Mertins

Zweitprüferin: Dr. Kerstin Leimbrink

Danksagung

Die hier vorliegende schriftliche Version meiner Masterarbeit spiegelt nur einen Teil dessen wider, was ich in den vergangenen Monaten im Rahmen dieses Projektes habe erleben und lernen dürfen. Das Thema hat mich zu jeder Zeit gefordert und wachsen lassen, vor allem aber hat es mich auf dem Weg zu vielen Menschen geführt, ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. In erster Linie möchte ich allen Studienteilnehmern aus tiefstem Herzen danken, dass sie sich auf das Projekt, Judith Wulf und mich eingelassen und so das Ganze erst möglich gemacht haben.

Die Organisation und Durchführung des Projektes basiert vor allem auf der Offenheit und Unterstützung von Menschen, die sich dem Thema Alter(n) und der Alzheimer-Demenz mit Herzblut verschrieben haben. Ein besonderer Dank gilt den Mitgliedern der Dortmunder Alzheimer Gesellschaft e.V., insbesondere Johanna und Dieter Koßmann sowie Mirko Pelzer, die uns mit viel Herzlichkeit aufgenommen und stetig unterstützt haben. Gleichmaßen danke ich dem Team der Demenz-WG in Rotthausen, das sich stets als Ansprechpartner zur Verfügung gestellt hat. Ein besonderer Dank gilt ferner dem sozialen Dienst des Seniorenhaus Vinzenz. Sara Biercher, Marie-Claire Herbst sowie Steffi Hiller haben durch ihren tatkräftigen Einsatz die Studie von Beginn an gefördert und unterstützt.

Das gesamte Team der *psycholinguistics laboratories* hat zudem grundlegend durch unterschiedlichste Expertise, konstruktive Kritik sowie aufmunternde Worte zum Entstehungsprozess dieses Projektes beigetragen. Besonders möchte ich mich bei Wolfgang Schmidt-Sielex und Holger Mertins bedanken, die mir mit ihrem technischen Wissen zu jeder Zeit zur Seite standen.

Ein besonderer Dank gilt Barbara Mertins, die mich mit offenen Armen in ihr Team aufgenommen und mir genau den richtigen Grad an Betreuung und Freiheit gegeben hat, sodass ich während des Projektes sowohl von ihr als auch von mir selbst lernen konnte. Mein größter Dank gilt jedoch Judith Wulf, die mich auf diese erfahrungsreiche Reise mitgenommen hat und mir zu jeder Zeit eine unentbehrliche Stütze war.

Dortmund, 11. März 2019

I. Inhaltsverzeichnis

II. Abbildungsverzeichnis	v
III. Tabellenverzeichnis	vi
IV. Abkürzungsverzeichnis	vii
1. Einleitung	1
2. Gesellschaftliche Relevanz und Grundlagen der Alzheimer-Demenz.....	3
2.1 Gesundes kognitives Altern.....	3
2.2 Pathologisches kognitives Altern	5
2.2.1 Das Demenzsyndrom.....	5
2.2.2 Demographischer Wandel und Epidemiologie.....	8
2.3 Die Alzheimer-Demenz	9
2.3.1 Historischer Überblick.....	9
2.3.2 Neuropathologie der AD	10
2.3.3 Krankheitsverlauf und Symptomatik.....	11
2.3.4 Klinische Diagnostik	13
2.3.4.1 Allgemein diagnostische Verfahren	13
2.3.4.2 Neuropsychologische Diagnostik	14
2.3.4.3 Labor- und Liquordiagnostik.....	16
2.3.4.4 Zerebrale Bildgebung	17
2.3.4.5 Zusammenfassung: Klinische Diagnostik	18
2.3.5 Therapiemöglichkeiten	20
2.3.6 Risiko- und protektive Faktoren.....	21
2.4 Fazit: Alzheimer-Demenz	23
3. Forschungsüberblick: Sprache, visuell-räumliche Wahrnehmung und AD	25
3.1. Sprache und Kognition.....	25
3.2 Sprache und Alzheimer-Demenz	26
3.3 Visuell-räumliche Wahrnehmung und Alzheimer-Demenz.....	29
3.3.1 Verhaltensbasierte Studien	30
3.3.2 Experimentelle Studien	32
3.3.2.1 Methodische Grundlagen: Eye-Tracking.....	33
3.3.2.2 Eye-Tracking: Visuell-räumliche Wahrnehmung bei Alzheimer-Demenz	34
3.4 Fazit Forschungsüberblick: Sprache, visuell-räumliche Wahrnehmung und AD.....	38
4. Die Studie	40
4.1 Zielsetzung, Fragestellungen und Hypothesen	40
4.2 Probanden	41
4.3 Forschungsdesign und Methoden	43
4.3.1 Sprachproduktionsstudie	45

4.3.1.1 Stimulusmaterial.....	45
4.3.1.2 Datenerhebung.....	46
4.3.1.3 Datenauswertung.....	47
4.3.2 Act-Out Studie.....	51
4.3.2.1 Stimulusmaterial.....	51
4.3.2.2 Datenerhebung.....	54
4.3.2.3 Datenauswertung.....	54
4.3.3 Eye-Tracking Studie.....	55
4.3.3.1 Stimulusmaterial.....	55
4.3.3.2 Datenerhebung.....	56
4.3.3.3 Datenauswertung.....	57
5. Darstellung der Ergebnisse.....	64
5.1 Sprachproduktionsstudie.....	64
5.2 Act-Out Studie.....	66
5.3 Eye-Tracking Studie.....	69
6. Diskussion.....	76
6.1 Sprachproduktionsstudie.....	76
6.2 Act-Out Studie.....	78
6.3 Eye-Tracking Studie.....	80
6.4 Zusammenfassende Diskussion.....	82
7. Fazit und Ausblick.....	84
V. Inhaltsverzeichnis.....	xiviii
VI. Anhangsverzeichnis.....	xiv

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einteilung des Demenzsyndroms	7
Abbildung 2: Schematische Darstellung des diagnostischen Prozesses.....	19
Abbildung 3: Ausgewählte Stimulusbilder der Frog-Story.....	46
Abbildung 4: Stimulusmaterial Act-Out I.....	52
Abbildung 5: Beispiel Stimulusmaterial Act-Out II.....	53
Abbildung 6: Stimulusmaterial Act-Out III	53
Abbildung 7: Beispiel G-AOI 16x16	59
Abbildung 8: Beispiel AOI größte Blicktiefe.....	60
Abbildung 9: Beispiel AOI oberer Fassadenbereich	61
Abbildung 10: kritischer Stimulus Chile-river aus der Kategorie Nature	62
Abbildung 11: Beispiel ScanPath aus der Kategorie Mix	62
Abbildung 12: Beispiel Heatmap aus der Kategorie Built	63
Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der Informationskategorien im Gruppenvergleich	65
Abbildung 14: Stimulusferne Äußerungen innerhalb der kritischen Gruppe	66
Abbildung 15: Muster der inkorrekten Items Act-Out III	68
Abbildung 16: G-AOIs (Chile-river) über drei sequentielle Timelines im Gruppenvergleich.....	70
Abbildung 17: Gegenüberstellung eines ScanPath und einer HeatMap für die kritische Gruppe (0,52-10,00s)	73
Abbildung 18: Scanpath Chile-River (0,52-10,00s): P007 ,P009 (links); P008, P015, P019 (mittig) und Kontrollgruppe (rechts)	73

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung der Probandengruppen.....	42
Tabelle 2: Übersicht der methodischen Zugänge	44
Tabelle 3: Auswertungskriterien der Sprachproduktionsstudie.....	51
Tabelle 4: Zusammensetzung der gefilterten Stichproben der Eye-Tracking Studie	58
Tabelle 5: Übersicht der Trackingratio und der Kalibrierungswerte der gesamten gefilterten Gruppe	58
Tabelle 6: Übersicht der Gesamtäußerungsanzahl und der Informationskategorien im Gruppenvergleich	64
Tabelle 7: Übersicht der Gesamtäußerungsanzahl und Aufgabenrelevanz im Gruppenvergleich	65
Tabelle 8: Act-Out I: Übersicht der Fehler und Abbrüche im Gruppenvergleich.....	66
Tabelle 9: Act-Out II: Übersicht der Fehler und Abbrüche im Gruppenvergleich.....	67
Tabelle 10: Act-Out III: Übersicht der Fehler und Abbrüche im Gruppenvergleich	67
Tabelle 11: Übersicht der Gruppenunterschiede für die Region der größten Blicktiefe (oberer und unterer Bereich) über fünf Built-Stimuli	71
Tabelle 12: Übersicht der Gruppenunterschiede für den oberen und unteren Fassadenbereich über fünf Built-Stimuli	72
Tabelle 13: Durchschnittliche Sakkadenanzahl über alle Gruppen und Stimuluskategorien.....	74
Tabelle 14: Durchschnittliche Sakkadendauer über alle Gruppen und Stimuluskategorien	75

IV. Abkürzungsverzeichnis

AD	Alzheimer-Demenz
AOI	<i>Area of Interest</i>
CERAD	<i>Consortium to Establish a Registry of Alzheimer's Disease</i>
CT	Computertomographie
DGN	Deutsche Gesellschaft für Neurologie
DGPPN	Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, Psychotherapie und Nervenheilkunde
ET	<i>Eye-Tracking</i>
Hz	Hertz
ICD-10	<i>International Classification of Diseases, Version 10</i>
lkb	Leichte kognitive Beeinträchtigung
M	Mittelwert
MAX	Maximalwert
MIN	Minimalwert
ms	Millisekunden
MMST	Mini-Mental-Status-Test
MRT	Magnetresonanztomographie
PET	Positronenemissionstomographie
s	Sekunden
SD	<i>standrard deviation</i>
SMI	<i>Sensomotoric Instruments</i>
ZNS	Zentralnervensystem

1. Einleitung

Die steigende Lebenserwartung und die rückläufige Geburtenrate haben in den letzten Jahrzehnten zu einem nachhaltigen Umbau der Altersstruktur der Gesellschaft geführt. Durch diesen demographischen Wandel nimmt der Anteil älterer Menschen stetig zu. Eine Herausforderung, die sich aus der Alterung der Bevölkerung ergibt, stellt die kontinuierlich wachsende Zahl demenzkranker älterer Menschen dar. Mindestens zwei Drittel aller Demenzkrankheitsfälle sind auf die Alzheimer-Demenz (AD) zurückzuführen. Die neurodegenerative Erkrankung zeichnet sich durch die Abnahme kognitiver Funktionen aus, schränkt die eigenständige Lebensführung der Betroffenen im Krankheitsverlauf massiv ein und endet schließlich in der Versorgungsbedürftigkeit. In der Regel verläuft sie irreversibel chronisch-progredient und endet mit dem Tode (vgl. Bickel 2017: 19f.). Global gesehen erkrankt alle drei Sekunden ein Mensch an Demenz. Die Zahl der Demenzerkrankten belief sich im Jahr 2018 weltweit auf 50 Millionen und auf ca. 1,7 Millionen Menschen in Deutschland (vgl. Patterson 2018: 34; Bickel 2018: 1). Aufgrund der demographischen Veränderungen kommt es zu weitaus mehr Neuerkrankungen als zu Sterbefällen unter den bereits Erkrankten. Sollte sich hinsichtlich kausaler und präventiver Therapiemöglichkeiten zukünftig kein Wissensfortschritt ergeben, wird sich die Zahl der demenziellen Erkrankungen im Jahr 2050 auf ca. 3 Millionen Fälle erhöhen (vgl. Bickel 2018: 1). Diese Entwicklungen stellen die gesamte Gesellschaft vor große Herausforderungen.

Trotz großer Forschungsbemühungen in den letzten Jahrzehnten existieren hinsichtlich vieler Aspekte der Erkrankung noch große Wissenslücken. So sind z.B. Ätiologie und pathogenetische Mechanismen in vielen Bereichen noch unklar und bedürfen der weiteren Forschung (vgl. Lehrner et al. 2011: 376). Die AD zeichnet sich zudem durch einen schleichenden Beginn der Symptome aus und wird häufig erst zu einem Zeitpunkt erkannt, an dem sie bereits weit fortgeschritten ist. Die kontinuierliche Verteilung der kognitiven Störungen mit fließenden Übergängen zum gesunden kognitiven Alterungsprozess begrenzt die Validität der Diagnose. Ferner weichen die Diagnosekriterien der verbreiteten Klassifikationssysteme zum Teil stark voneinander ab, was die Diagnostik der AD vor schwerwiegende Probleme stellt (vgl. Bickel 2017: 19). Die Forschung arbeitet derzeit auf die Entwicklung von sensitiven und spezifischen Biomarkern hin, um die im Ausschlussverfahren betriebene Diagnostik durch die Erfassung objektiver und valider neurobiologischer Indikatoren zu ersetzen und schließlich auf den Stand einer Positivdiagnostik zu gelangen (vgl. Pantel 2017: 581). Grundsätzlich fehlt es also an Grundlagenwissen bezüglich verschiedenster Aspekte der Erkrankung. Dieses Wissen ist jedoch essentiell wichtig für einen menschenwürdigen Umgang mit einer solch komplexen Krankheit wie der AD.

Die vorliegende Masterarbeit verknüpft die Bereiche Sprache und visuell-räumliche Kognition bei AD miteinander und widmet sich damit einem Thema, welchem bisher in der Forschung kaum Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Im Rahmen des Projektes wurde in Zusammenarbeit mit Judith Wulf unter der Betreuung von Prof. Barbara Mertins eine empirisch-experimentelle Studie durchgeführt.

Es gilt herauszuarbeiten, inwieweit sich systematische Unterschiede bei der Sprachproduktion und der visuellen Raumwahrnehmung zwischen AD-Erkrankten und kognitiv gesunden Kontrollen abzeichnen. Um diese Forschungsfrage hinreichend beantworten zu können, wurde eine methodisch breit aufgestellte Studie konzipiert, die aus drei Teilen besteht. Diese setzt sich aus einer Sprachproduktionsstudie, einer Act-Out Studie sowie einer Eye-Tracking Studie zusammen.

Im Theorieteil der Arbeit werden zunächst in Kapitel 2 Grundlagen der AD thematisiert. Da es sich bei dieser um eine äußerst komplexe und vielschichtige Erkrankung handelt, bedarf es einer detaillierten Einführung in die Thematik. Initial wird ein Überblick über die Begrifflichkeiten des gesunden kognitiven sowie des pathologischen Alterungsprozesses gegeben. Es folgt eine Beschreibung des Demenzsyndroms und der verschiedenen Formen der Demenz. Im Anschluss daran rückt die Form der AD in den Fokus des Kapitels. Der Krankheitsverlauf, die Symptomatik, die Diagnostik sowie verschiedene Therapiemöglichkeiten werden beschrieben und näher erläutert. Ein zusammenfassendes Fazit greift die zuvor aufgeführten Grundlagen auf und erläutert die gesellschaftliche Relevanz der Erforschung der demenziellen Erkrankung. Anschließend wird in Kapitel 3 ein Forschungsüberblick zu Sprache und Kognition bei AD gegeben. Zunächst werden einführend Erkenntnisse zum Verhältnis zwischen Sprache und Kognition gegeben. Es folgt eine systematische Darstellung sprachwissenschaftlicher Studien, welche bereits Erkenntnisse hinsichtlich der Sprachverarbeitung bei AD liefern konnten. Anschließend werden sowohl verhaltensbasierte als auch experimentelle Studien zur visuell-räumlichen Wahrnehmung bei AD erörtert. Der Theorieteil schließt mit einer Zusammenfassung der beschriebenen Erkenntnisse, welche die Grundlage für den empirischen Teil der Arbeit bilden.

Der praktische Teil der Masterarbeit ist der ausführlichen Darstellung der durchgeführten Studie gewidmet. Einführend werden in Kapitel 4 die Zielsetzung, die übergeordnete Fragestellung sowie die daraus abgeleiteten Hypothesen erläutert. Nachfolgend wird das Projekt vorgestellt, in dessen Rahmen die Studie durchgeführt worden ist. Im Zuge dessen wird initial die Zusammensetzung der Stichprobe skizziert. Die darauffolgenden Unterkapitel widmen sich der Beschreibung der drei Studienteile bestehend aus der Sprachproduktionsstudie, der Act-Out-Studie sowie der Eye-Tracking Studie. Für jeden Studienteil werden jeweils das Stimulusmaterial, die Datenerhebung und die Methoden der Datenauswertung erläutert. Kapitel 5 umfasst anschließend die Darstellung der Ergebnisse. In Kapitel 6 werden nachfolgend die Ergebnisse im Hinblick auf die zuvor generierten Hypothesen diskutiert und die drei Studienteile werden miteinander in Bezug gesetzt.

Das abschließende Fazit resümiert die wichtigsten gewonnen Erkenntnisse im Hinblick auf die übergeordnete Fragestellung und reflektiert diese kritisch. Darüber hinaus wird ein Ausblick auf offene Fragestellungen gegeben, die es in zukünftiger Forschung zu beantworten gilt.

2. Gesellschaftliche Relevanz und Grundlagen der Alzheimer-Demenz

Die vorliegende Arbeit behandelt die Sprachverarbeitung sowie die visuell-räumliche Wahrnehmung bei AD. Da es sich um eine äußerst komplexe Thematik handelt, bedarf es eines differenzierten Gesamtbildes einer solch vielschichtigen Erkrankung. Das folgende Kapitel bildet die Basis für die durchgeführte Studie und gibt grundlegende Informationen hinsichtlich des Krankheitsbildes wieder. In einem ersten Schritt wird die Erkrankung in ein Gesamtkonzept eingebettet. Da es sich bei der AD um eine altersabhängige Krankheit handelt, wird zu Beginn das gesunde kognitive Altern thematisiert und vom pathologischen kognitiven Altern abgegrenzt. Es folgt eine Definition des Demenzsyndroms und eine Einteilung in verschiedene Formen der Demenz. Auf der Basis von Informationen zum demographischen Wandel in Deutschland werden anschließend epidemiologische Zahlen der Demenz wiedergegeben und es wird anhand von Hochrechnungen ein mögliches Szenario für die zukünftige Gesellschaftsstruktur und die damit verbundenen Herausforderungen skizziert. Im Anschluss daran wird die AD als Form der Demenz näher beleuchtet. Dies geschieht anhand der Beschreibung der Neuropathologie, der Symptomatik sowie des Krankheitsverlaufes, der Diagnostik, der möglichen therapeutischen Ansätze sowie der Erläuterung verschiedener Risiko- und protektiven Faktoren. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung aller bis dahin aufgeführten Informationen zum Krankheitsbild der AD.

2.1 Gesundes kognitives Altern

Der demographische Wandel kennzeichnet sowohl unsere heutige als auch die zukünftige Gesellschaft. Dies hat zu einem Auswirkung auf die Gesellschaftsstruktur und zum anderen auf das Individuum. Ein Aspekt, der zu unserer alternden Gesellschaft beiträgt, ist die stetig steigende Lebenserwartung des Menschen. Über viele Jahrtausende betrug die durchschnittliche Lebensdauer lediglich 30-40 Jahre. Innerhalb des letzten Jahrhunderts hat die mittlere Lebensdauer des Menschen in den Industrienationen jedoch deutlich zugenommen. So lag die durchschnittliche Lebenserwartung in den Jahren 1998 bis 2000 bei Männern bei 76 und bei Frauen bei 81 Jahren. Sofern sich die gesundheitlichen Bedingungen weiterhin verbessern, ist mit einer weiter steigenden Tendenz der mittleren Lebensdauer des Menschen zu rechnen (vgl. Rensing/Rippe 2014: 10f.). Alter(n) ist ein Prozess des Lebens, den jeder Mensch durchläuft. Es ist ein Prozess, welcher Auswirkungen auf sämtliche Lebensbereiche hat. In einigen von diesen bedeutet er Zuwachs und in anderen Abbau von bestimmten Fähigkeiten. Obwohl auf den ersten Blick klar zu sein scheint, was Alter(n) genau bedeutet, existieren in der Wissenschaft verschiedene Definitionen für diesen Begriff. Grundsätzlich ist Altern ein lebenslanger Prozess, welcher mit der Geburt beginnt und mit dem Tod endet. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Organe und Nervenzellen sind bereits relativ früh im Leben erste Rückgänge zu verzeichnen, in Bezug auf Erfahrungen und Wissenssysteme ist hingegen im Verlaufe des Lebenslaufes eine Zunahme der Leistungskapazität zu beobachten. Es kann insgesamt also von einer bemerkenswerten Vielfalt

verschiedener Formen von Alter innerhalb eines Individuums gesprochen werden, was den Alterungsprozess zu einem komplexen Forschungsgegenstand macht (vgl. Wahl/Kruse 2010: 3ff.).

Für die vorliegende Arbeit grundlegend ist der Prozess des kognitiven Alter(n)s. Dieser beschreibt die Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter, welche mit Veränderungen zerebraler Funktionen zusammenhängt (vgl. Helmchen/Reischies 1998: 369). Das Zentralnervensystem (ZNS) des Menschen besteht aus dem Gehirn, dem Rückenmark sowie dem peripheren somatischen Nervensystem. Das Nervensystem ist zusammen mit dem Hormonsystem und dem System von Signalproteinen wesentlich verantwortlich für die Aufnahme, Wahrnehmung, Verarbeitung und Produktion von Informationen im menschlichen Organismus. In Bezug auf altersabhängige Einschränkungen spielen die Synapsen, Verknüpfungen von Neuronen, eine wichtige Rolle. Diese haben bei allen Prozessen der Wahrnehmung, Verarbeitung und Bewertung von Informationen durch das ZNS eine zentrale Rolle inne. Im Alterungsprozess nimmt die Zahl der Synapsen ab, wodurch viele kognitive Leistungen beeinträchtigt werden (vgl. Rensing/Rippe 2014: 226ff.). Während des Alterungsprozesses kommt es zu altersabhängigen Veränderungen des Gehirns. Dabei kommt es sowohl zu strukturellen als auch zu funktionellen Veränderungen. Hinsichtlich der strukturellen Veränderungen zeigt sich eine individuelle Variabilität des Ausmaßes dieser Veränderungen. Bei 80-jährigen Menschen kommt es zu einem Gewichtsverlust des Gehirns von ca. 10%. Die Abnahme von Hirnvolumen ist dabei auf die Schrumpfung von Neuronen sowie die Reduktion von Dendriten und Synapsen zurückzuführen. Die Verringerung der grauen Substanz ist die Folge dieser strukturellen Veränderungen und stellt einen linearen Prozess dar. Strukturelle Veränderungen sind in den unterschiedlichen Hirnregionen verschieden stark ausgeprägt. Altersbedingte funktionelle Veränderungen des Gehirns betreffen die Abnahme kognitiver Geschwindigkeit von etwa 40-60% bei 80-Jährigen im Vergleich zu 20-Jährigen. Dazu zählen u.a. die Verarbeitungsgeschwindigkeit, die Aufmerksamkeit, das Arbeitsgedächtnis und das Langzeitgedächtnis. Im Gegensatz dazu bleiben z.B. das implizite Gedächtnis, berufliches Wissen oder der Wortschatz im Alter weitestgehend unverändert. Häufig ist in diesen Aspekten sogar ein Zuwachs zu beobachten. Aber auch motorische Funktionen wie z.B. die Bewegungsgeschwindigkeit, die Reaktionszeit oder die Hand- und Fußkoordination erfahren mit dem Altern Einschränkungen (Rensing/Rippe 2014: 230ff.).

Grundsätzlich bringt der Alterungsprozess irreversible Veränderungen des menschlichen Organismus und seiner Persönlichkeit mit sich. Solange ein Mensch nicht von einer schwerwiegenden Krankheit oder einer hoch belastenden und langanhaltenden Lebenskrise betroffen ist, ist von kontinuierlichen, graduellen Veränderungen auszugehen. Im Falle einer schweren Erkrankung hingegen, welche den menschlichen Organismus gravierend schädigt, steigt die Wahrscheinlichkeit hinsichtlich des Auftretens von diskontinuierlichen Veränderungen. Durch die steigende Lebenserwartung kommt es darüber hinaus zu einer steigenden Anzahl an altersabhängigen Krankheiten wie z.B. einer Demenz. Das Demenzsyndrom führt zu einer Diskontinuität in der körperlichen sowie

der seelisch-geistigen Entwicklung eines Menschen (vgl. Wahl/Kruse 2010: 9) und ist vom gesunden kognitiven Altern abzugrenzen.

2.2 Pathologisches kognitives Altern

Bei einer Beeinträchtigung der alltäglichen Lebensführung durch das Nachlassen kognitiver Funktionen im hohen Alter wird von pathologischem kognitivem Altern gesprochen. Die auftretende Symptomatik kann auf viele verschiedene Ursachen zurückzuführen sein, jedoch ist die Demenz in diesem Zusammenhang das wohl bekannteste Syndrom, welches für die progrediente Verschlechterung verschiedenster kognitiver Leistungen verantwortlich ist (vgl. Helmchen/Reischies 1998: 369f.). Es gibt viele verschiedene Formen der Demenz, als häufigste Form tritt jedoch die Alzheimer-Demenz auf und stellt anhand ihrer komplexen Charakteristika eine Herausforderung für das erkrankte Individuum, die betroffenen Angehörigen sowie für die gesamte Gesellschaft dar (vgl. Bickel 2018: 1). Die folgenden Abschnitte widmen sich der Darstellung dieser vielfältigen Erkrankung und betten sie in einen konzeptuellen Hintergrund ein.

2.2.1 Das Demenzsyndrom

Das Demenzsyndrom beschreibt eine über die Altersnorm hinausgehende, erworbene Beeinträchtigung der kognitiven Leistungsfähigkeit. Im Rahmen einer Demenz treten Störungen höherer kognitiver Funktionen, wie z.B. des Gedächtnisses, der Orientierung und der Sprachproduktion sowie -rezeption, auf (vgl. Reith 2018: 244). Die ICD-10¹ definiert die Demenz 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. (DIMDI, ICD-10 2019: online)

Die Diagnose eines Demenzsyndroms erfolgt, wenn die entsprechenden Einschränkungen mindestens über einen Zeitraum von sechs Monaten bestehen und eine Beeinträchtigung des Alltages des Betroffenen vorliegt (vgl. Kastner/Löbach 2014: 9). Das Demenzsyndrom kann auf viele unterschiedliche Erkrankungen zurückgeführt werden. Ätiologie und pathogenetische Mechanismen sind in vielen Bereichen jedoch noch unklar und bedürfen der weiteren Forschung (vgl. Lehrner et al. 2011: 376). Ein Demenzsyndrom stellt somit keine eigenständige Diagnose dar, sondern beschreibt das Auftreten verschiedener Einzelsymptome (vgl. Kastner/Löbach 2014: 9). Grundsätzlich lassen sich die im Rahmen des Demenzsyndroms auftretenden Symptome in fünf Hauptgruppen einteilen. Diese werden im Folgenden wiedergegeben:

¹ Die ICD-10 ist ein Klassifizierungssystem und wird von dem Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) herausgegeben. Sie verfolgen den Zweck, relevante Erkrankungen systematisch zu klassifizieren und diagnostisch zu beschreiben.

Kognitive Symptome sind in den meisten Fällen unabhängig von der jeweiligen Demenzform bereits im Frühstadium erkennbar und verschlechtern sich im Verlaufe der Krankheit meist progredient. Das Leitsymptom, und damit wohl auch das für den Außenstehenden auffälligste, stellen Störungen des Gedächtnisses dar. Ferner sind Störungen der Sprachverarbeitung zu beobachten. Diese äußern sich u.a. in Wortfindungsstörungen und der Reduktion des Wortschatzes. Der Orientierungssinn ist in den meisten Fällen zuerst in unbekannter Umgebung beeinträchtigt, mit Fortschreiten der Erkrankung treten jedoch auch Störungen der räumlichen Orientierung in bekannter Umgebung auf. Weitere kognitive Symptome bilden die Apraxie sowie die Agnosie, welche sich schwerwiegend auf die selbstständige Lebensführung der Betroffenen auswirken können (vgl. Kastner/Löbach 2014: 11f.).

Als Psychische Störungen und Verhaltensänderungen wird ein Symptomkomplex beschrieben, welcher vor allem in der Versorgung sowie der Therapie von Bedeutung ist. In den Pflegewissenschaften wird dieser Komplex auch als herausforderndes Verhalten bezeichnet. Die Häufigkeit von Verhaltensstörungen, wie z.B. Wandern und Unruhe in der Nacht aufgrund von Störungen des Tagesrhythmus, steigt mit Voranschreiten der Krankheit in den meisten Fällen an (vgl. Kastner/Löbach 2014: 13).

Darüber hinaus können bei dementiell Erkrankten regelmäßig psychische Störungen beobachtet werden. Auch wenn Veränderungen der Psyche bei Betroffenen während der Demenzerkrankung auftreten, verstärken sich diese nicht zwangsläufig im Verlauf der Krankheit. Dies bedeutet, dass sie sich nach einem bestimmten Zeitraum verändern oder gar zurückbilden können. Es handelt sich dabei um vielfältige Symptome wie z.B. Angstzustände, Misstrauen gegenüber anderen Menschen, Depressionen, Verkennungen bis zu Halluzinationen sowie Frustration. Diese Symptome stellen vor allem daher einen komplexen Sachverhalt dar, als dass sie nur schwer von anderen psychischen Erkrankungen abzugrenzen sind. So können diese als Folge der organischen Veränderungen, als Folge der psychischen Verarbeitung der progredienten kognitiven Einschränkungen oder als Symptom einer eigenständigen depressiven Erkrankung auftreten (vgl. Kastner/Löbach 2014: 12ff.).

Häufig kommt es im Verlauf einer Demenz zu Verhaltensänderungen der Betroffenen. In einigen Fällen sind diese bereits in einem frühen Krankheitsstadium zu beobachten, jedoch treten sie vermehrt in mittelschweren Stadien der Demenz auf. Verhaltensänderungen, welche häufig beobachtet werden können, umfassen u.a. Unruhe und Agitiertheit, Aggressivität, Sammeln und Verstecken von Gegenständen sowie sexuelle Verhaltensstörungen. Bei den meisten Verhaltensänderungen gilt es für Pflegende und Angehörige Verständnis für die Betroffenen aufzubringen, da sie als Folge demenzspezifischer kognitiver Veränderungen auftreten (vgl. Kastner/Löbach 2014: 16ff.).

Im Rahmen eines Demenzsyndroms kommt es zudem zu körperlichen Symptomen. Charakteristisch treten diese vor allem in fortgeschrittenen Stadien der Demenzerkrankung auf und beeinträchtigen die Selbstständigkeit der Betroffenen in zunehmendem Maße, sodass schließlich eine Pflegebedürftigkeit entsteht. Körperliche Symptome äußern sich in einem gestörten Schlaf-Wach-Rhythmus, Mobilitätseinschränkungen, Schmerzen und Sensibilitätsstörungen, Harninkontinenz sowie

Schluck- und Essstörungen. Für Pflegende und Angehörige liegt der Fokus bei diesem Symptomkomplex vor allem auf der Stabilisierung und der Linderung der auftretenden Symptome und nicht auf der Wiederherstellung, da auch die körperlichen Symptome von einem progredienten Verlauf gekennzeichnet sind (vgl. Kastner/Löbach 2014: 19ff.).

Grundsätzlich wird das Demenzsyndrom in primäre und sekundäre Demenzformen unterteilt. Primäre Demenzen sind auf Erkrankungen zurückzuführen, welche hirnnorganische Ursachen haben. Innerhalb dieser Gruppe von Demenzformen wird zusätzlich in degenerative und nicht-degenerative Demenzen unterschieden. Neurodegenerative Demenzen weisen einen progredienten Verlauf mit charakteristischen klinischen und biochemischen Veränderungen auf und sind bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht heilbar (vgl. Reith 2018: 242). In diese Gruppe gehören u.a. die Alzheimer-Demenz, vaskuläre Demenz, frontotemporale Demenz, Lewy-Körperchen-Demenz sowie die Demenz bei Morbus Parkinson. Nicht-degenerative primäre Demenzen weisen hingegen keinen progredienten Verlauf auf und sind auf einmalige Schädigungen zurückzuführen (vgl. Kastner/Löbach 2014: 35).

Sekundäre Demenzen sind auf Krankheiten oder Schädigungen zurückzuführen, welche nicht primär das Gehirn betreffen. Sie können u.a. durch Medikamente und Toxine, metabolische Erkrankungen, Infektionen oder Tumore ausgelöst werden. Im Gegensatz zu primären Demenzsyndromen besteht für sekundäre Demenzen jedoch eine potentielle Behandelbarkeit. Vor diesem Hintergrund ist eine differenzialdiagnostische Abklärung aufgrund der erheblichen Konsequenzen für den weiteren Krankheitsverlauf besonders bedeutsam (vgl. Dick et al. 2016: 9ff.). Abbildung 1 fasst die soeben genannten Demenzformen grafisch zusammen.

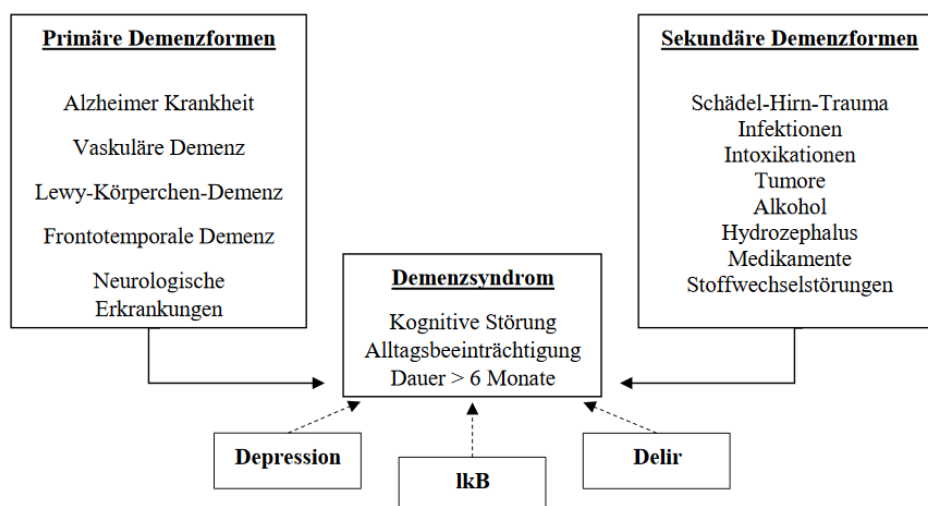


Abbildung 1: Einteilung des Demenzsyndroms (vgl. Kastner/Löbach 2014: 10)

2.2.2 Demographischer Wandel und Epidemiologie

Aufgrund der demographischen Entwicklungen in Deutschland spielt das Alter(n) und die stetig steigende Lebenserwartung eine zentrale Rolle für die gesellschaftliche Perspektive der Zukunft. In alternden Gesellschaften rücken altersabhängige Krankheiten immer mehr in den Fokus. Die Demenz im Allgemeinen und die AD im Speziellen sind Krankheiten, welche dabei immer häufiger auftreten. Um epidemiologische Zahlen der Demenz besser einordnen zu können, wird zunächst ein Überblick über die demographischen Entwicklungen in Deutschland gegeben. Durch den Anstieg der Lebenserwartung zählt Deutschland zu den Ländern mit der stärksten Bevölkerungsalterung weltweit. Dieser Umstand ist vor allem auf die Entwicklung der medizinischen Versorgung und der Sterblichkeitsverbesserungen im hohen Alter zurückzuführen. Ein weiterer Aspekt, der in dieser Hinsicht zu der hier beschriebenen Gesellschaftsstruktur beiträgt, sind die bevölkerungsstarken Jahrgänge der Babyboomer, welche zwischen 1954 und 1964 geboren worden sind. Diese Umstände werden laut Hochrechnungen dazu führen, dass bis zum Jahr 2050 die Zahl der 80-Jährigen und Älteren kontinuierlich ansteigen wird und schließlich das Maximum von etwa 10 Millionen erreichen wird. Im Jahr 2060 bestehen demnach 34% der deutschen Bevölkerung aus 65-Jährigen und Älteren. Ab diesem Zeitpunkt wird sich die Altersstruktur wieder langsam stabilisieren, wenngleich der Anteil an Hochaltrigen auch in Zukunft größer sein wird als der heutige (vgl. Doblhammer et al. 2018: 14).

Um im Folgenden die Epidemiologie der Demenz zu beschreiben, sind vor allem zwei Maßzahlen von Bedeutung; zum einen die Prävalenz und zum anderen die Inzidenz. Die Prävalenz beschreibt die Häufigkeit des Vorkommens einer bestimmten Krankheit gemessen an der Gesamtbevölkerung zu einem bestimmten Zeitpunkt (vgl. Doblhammer et al. 2018: 19). Im Rahmen des *World Alzheimer Report 2018* wurden Berechnungen bezogen auf die gesamte Weltbevölkerung durchgeführt. Demnach lag die Prävalenz im Jahr 2018 bei 50 Millionen Demenzerkrankten weltweit (vgl. ADI 2018: 34). Auch für Deutschland gibt es derartige Berechnungen. Nach Schätzungen der Deutschen Alzheimer Gesellschaft e.V. leben in Deutschland derzeit ca. 1,7 Mio. Menschen mit einer Demenz. Bei der derzeitigen Altersstruktur ist somit jeder Zehnte der über 65-Jährigen an einer Demenz erkrankt. Die Prävalenzrate steigt mit dem Alter stetig an. Während in der Altersgruppe von 65-69 Jahren etwas mehr als 1% an einer Demenz erkrankt sind, steigt die Rate bei den über 90-Jährigen bereits auf 40% an (vgl. Bickel 2018: 1f.). Die Inzidenz ist eine weitere Maßzahl, mit welcher sich die Epidemiologie der Demenz beschreiben lässt. Sie beschreibt die Zahl der Neuerkrankungen gemessen an der gesunden Bevölkerung (vgl. Doblhammer et al. 2018: 19). In Deutschland liegt die Inzidenz bei rund 300.000 pro Jahr. Dies entspricht ca. 850 Neuerkrankungen pro Tag. Auch hier steigt die Rate stetig mit dem Alter an (vgl. Bickel 2018: 3).

Prognosen über zukünftige Zahlen an Demenzerkrankten spiegeln die demographische Entwicklung, die Verbesserung der Sterblichkeitsrate sowie die Demenzprävalenz wider. Sie sind jedoch nicht als deterministische Vorhersagen, sondern als Szenarien, welche aufgrund von bestimmten Annahmen eintreten können, zu sehen (vgl. Doblhammer et al. 2018: 29). Laut Hochrechnungen des

internationalen Bündnisses *Alzheimer's Disease International* (ADI) wird sich die Zahl der weltweit an Demenz Erkrankten bis zum Jahr 2050 mehr als verdreifachen; zu diesem Zeitpunkt werden somit 152 Mio. Menschen an Demenz erkrankt sein (vgl. ADI 2018: 34). Für Deutschland lässt sich grundsätzlich festhalten, dass sich die Krankenzahlen aufgrund dessen, dass es zukünftig zu mehr Neuerkrankungen als zu Sterbefällen unter den bereits Erkrankten kommen wird, bis mindestens zur Mitte des Jahrhunderts erhöhen werden. Sollte sich nun hinsichtlich kausaler Therapiemöglichkeiten bei Demenzen kein Fortschritt in der Forschung ergeben, wird die Zahl der Demenzerkrankten bis zum Jahr 2050 auf ca. 3 Mio. Erkrankte ansteigen. Dieser Anstieg wird voraussichtlich erst dann nachlassen, wenn die letzten geburtenstarken Jahrgänge der Babyboomer auf die höchsten Altersstufen vorgerückt sind (vgl. Bickel 2018: 5).

2.3 Die Alzheimer-Demenz

Die AD gilt in westlichen Ländern als die häufigste Ursache eines Demenzsyndroms. Ihr Anteil wird auf ca. ein Drittel aller Demenzkrankheitsfälle geschätzt (vgl. Bickel 2018: 1). Die ICD-10 definiert die AD wie folgt:

Die Alzheimer-Krankheit ist 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. (DIMDI, ICD-10 2018: online)

In Folge einer AD kommt es zu einem Abbau kognitiver Funktionen und dadurch zu einem Verlust der Alltagskompetenzen der Betroffenen. Sie zeichnet sich durch einen progredienten Verlauf aus und weist u.a. Beeinträchtigungen des Gedächtnisses, der zeitlichen sowie örtlichen Orientierung, der Sprachproduktion und -rezeption sowie von Persönlichkeitsmerkmalen auf (vgl. Reith 2018: 244).

2.3.1 Historischer Überblick

Erstmalig beschrieben wurde die AD von dem deutschen Psychiater und Neuropathologen Alois Alzheimer 1906 in einem Fachvortrag und 1907 in einem Fachartikel mit dem Titel „Über eine eigenartige Erkrankung der Hirnrinde.“ Anhand eines Fallberichtes der Auguste Deter, welche seit 1901 von ihm medizinisch betreut worden ist und schließlich 1906 in einem Alter von 51 Jahren verstarb, hielt er seine Beobachtungen und Erkenntnisse fest. Der Psychiater Emil Kraepelin prägte schließlich 1910 in einem seiner Lehrbücher den Begriff der Alzheimerschen Krankheit für die zuvor beschriebene Erkrankung (vgl. Graeber/Möller 1998: 111).

Alzheimer beschrieb zunächst die bei der lebenden Auguste Deter aufgetretenen Symptome des präsenilen Alterns, welche von den bis dahin bekannten Krankheitsbildern abwichen. Demnach machten sich als erste Auffälligkeiten Eifersuchtsideen der Frau gegenüber ihrem Mann bemerkbar. Ferner machte sich „eine rasch zunehmende Gedächtnisschwäche bemerkbar, sie fand sich in ihrer Wohnung

nicht mehr zurecht, schleppte die Gegenstände hin und her, versteckte sie, zuweilen glaubte sie, man wolle sie umbringen und begann laut zu schreien“ (Alzheimer 1907: 147). In ihrem anschließenden Aufenthalt in einer psychiatrischen Anstalt wies sie eine zeitliche sowie eine räumliche Desorientierung, Störungen der Merkfähigkeit sowie Einschränkungen der Sprachverarbeitung auf. Letztere äußerten sich in Einschränkungen des Leseverständnisses, der Verwendung von Paraphrasen sowie Schwierigkeiten des mündlichen Sprachverständnisses. Vor ihrem Tod im Jahr 1906 traten bei Auguste Deter schließlich auch körperliche Symptome auf, welche sie letztendlich in die Pflegebedürftigkeit führten (vgl. Alzheimer 1907: 147). Bei der postmortal durchgeführten mikroskopischen Untersuchung des Gehirns der Verstorbenen wies die Hirnrinde Veränderungen auf, welche bis dahin noch unbekannt waren. Die wesentlichen Merkmale der Degeneration der Ganglienzellen der Hirnrinde bestanden darin, dass „sich ihre Fibrillen zusammenklumpten, die Färbbarkeit änderten und den Zerfall der Zellen überdauerten, so daß schließlich zu Knäueln zusammengerollte Fibrillenbündel als einzige Reste der Zelle im Gewebe lagen“ (Alzheimer 1911: 356). Des Weiteren konnten „eigenartige fleckförmige Herdchen in außerordentlich großer Zahl über der Hirnrinde“ ausgemacht werden (vgl. Alzheimer 1911: 356).

Noch heute steht der Name Alzheimer für die großen Herausforderungen, welche die Erforschung der Ätiologie, die Therapie und Versorgung der AD im Alter sowohl für die Medizin als auch für die Gesellschaft bisher dargestellt haben und in Zukunft noch immer darstellen werden (vgl. Pantel 2017: 576). Denn obwohl die AD 1906 das erste Mal beschrieben worden ist, bestehen noch immer große Wissenslücken hinsichtlich der Krankheit. Die wesentlichen Erkenntnisse der AD wurden ab den 1970er Jahren gewonnen und erst seit den 1990er Jahren kann von einer einheitlichen Einteilung der verschiedenen Demenzdiagnosen gesprochen werden (vgl. Kastner/Löbach 2014: 1).

2.3.2 Neuropathologie der AD

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die pathologische Anatomie der AD immer genauer beschrieben, jedoch konnte bisher keine geschlossene Hypothese zur Erklärung aller Abläufe und pathologischen Merkmale formuliert werden (vgl. Schmidtke/Otto 2017: 204). Nach der gängigen Hypothese hinsichtlich der Ursachen der AD handelt es sich bei der neurodegenerativen Erkrankung um eine Proteinefehlfaltungserkrankung (*protein misfolding disorder*). Dabei kommt es u.a. aufgrund genetischer, epigenetischer und exogener Einflussfaktoren „zu einer Änderung der Sekundär- bzw. Tertiärstruktur körpereigener Proteine, die zu ihrer Aggregation und in der weiteren Folge zur exzessiven extra- oder intrazellulären Akkumulation dieser Eiweiße führt“ (vgl. Pantel 2017: 578). Diese fehlgefalteten Proteine entwickeln eine toxische Funktion, welche schließlich zum Absterben von zerebralen Nervenzellen mit anschließender Atrophie des Gehirns führen (vgl. Lehrner 2011: 376).

Seit der Beschreibung durch Alois Alzheimer sind die neuropathologischen Kernmerkmale der AD senile Plaques und Neurofibrillenveränderungen. Die für die AD charakteristischen senilen Plaques „entstehen durch Aggregation des Amyloid- β (A β)-Peptids, das durch zwei Enzyme geschnitten und in den Extrazellulärraum freigesetzt wird“ (vgl. Fliessbach/Schneider 2018: 346f.). Es entstehen

unterschiedlich lange β -Amyloid-Peptide, welche sich zu Oligomeren und schließlich zu Plaques zusammenlagern (vgl. Kopf/Rösler 2013: 830f.). Die toxischen A β -Oligomeren können zu neuronaler Dysfunktion und somit schließlich zum Zelltod führen. Menge und Lokalisation der senilen Plaques korrelieren hingegen weniger mit neuronalem Zelltod (vgl. Fliessbach/Schneider 2018: 347). Der Begriff Neurofibrillenveränderungen beschreibt „intraneuronale fibrilläre Ablagerungen abnorm phosphorylierten Tau-Proteins“ (vgl. Thal et al. 2018: 41). Die Aggregation von Tau führt schließlich zu einer Destabilisierung und zur Beeinträchtigung von Transportprozessen der Zelle. Unklar ist bisher jedoch, ob aggregiertes Tau-Protein über bisher nicht vollständig verstandene Mechanismen selbst toxisch auf die Neuronen wirken könnte (vgl. Fliessbach/Schneider 2018: 347).

Die neuropathologischen Veränderungen beeinträchtigen bereits frühzeitig die Funktionen der Neuronen. Jedoch können sie noch eine Zeit lang überleben, bis es schließlich zu ihrem Abbau kommt (vgl. Thal/Braak 2005: 203). Die Amyloidbildung und die Neurofibrillendegeneration sind Prozesse, welche sich langsam vollziehen und vermutlich bereits Jahrzehnte vor dem Auftreten erster klinischer Symptome einsetzen (vgl. Lehrner 2011: 376f.). In den häufigsten Fällen handelt es sich zum Zeitpunkt der klinischen Manifestation der AD bereits um ein neuropathologisches Spätstadium der Erkrankung (vgl. Hausner et al. 2018: 249). Obwohl seit der erstmaligen Beschreibung durch Alois Alzheimer unumstritten ist, dass es sich bei den beobachteten Gewebeablagerungen um extrazellulär gelegenes aggregiertes A β -Protein und intrazellulär gelegenes Tau-Protein handelt, gibt es bis heute noch offene Fragen hinsichtlich der pathogenetischen Mechanismen dieser Proteine und ihrer ursächlichen Rolle bei der Zerstörung von Neuronen (vgl. Pantel 2017: 578).

2.3.3 Krankheitsverlauf und Symptomatik

Die AD zeichnet sich durch einen langwierigen Krankheitsverlauf aus und dauert bis zum Tode der Betroffenen an. Die Erkrankungspathologie beginnt vermutlich bereits Jahre bis Jahrzehnte vor dem Auftreten erster klinisch fassbarer Symptome (vgl. Hausner et al. 2018: 249). Ab dem Auftreten erster klinischer Symptome beträgt die durchschnittlich verbleibende Lebensdauer etwa drei bis sechs Jahre. Die Lebenserwartung ist dabei von vielen verschiedenen Faktoren abhängig; so wird davon ausgegangen, dass die Lebenszeit umso geringer ist, je später im Leben die AD auftritt, je schwerer die Symptome sind und je mehr weitere Erkrankungen bestehen. In einigen Fällen wird von einer Dauer des Krankheitsverlaufes von bis zu 20 Jahren nach Auftreten klinischer Symptome berichtet (vgl. Bickel 2018: 4). Im Rahmen der AD wird zwischen einer frühen und einer späten Form unterschieden. Von einer frühen Manifestation wird gesprochen, wenn diese vor dem 65. Lebensjahr stattfindet. Der Krankheitsverlauf dieser Form ist tendenziell durch eine schnelle Verschlechterung bei vielfältigen Störungen höherer kortikaler Leistungen charakterisiert. Die späte Manifestation findet häufig im späten achten Lebensjahrzehnt statt und ist durch eine langsame Progredienz und Gedächtnisstörung als Hauptsymptomatik gekennzeichnet (vgl. Reith 2018: 245). Der Krankheitsverlauf der AD stellt sich als langwierig heraus und kann in fünf Phasen eingeteilt werden:

Insgesamt ist die AD durch einen langen Krankheitsverlauf charakterisiert. Dabei beginnt die Erkrankungs-pathologie bereits Jahre bis Jahrzehnte bevor sich bei den Betroffenen erste Symptome der AD zeigen (vgl. Hausner et al. 2018: 249). Dieses Stadium wird als präklinisches Stadium bezeichnet, da die Betroffenen trotz positiver Biomarker keine klinisch fassbaren Symptome aufweisen (vgl. Reith 2018: 243).

Das Stadium, in welchem Betroffene sowohl positive Biomarker als auch zeitgleich die ersten klinischen Symptome in Form von kognitiven Defiziten zeigen, wird als Prodromal- oder auch Prädemenzstadium bezeichnet (vgl. Reith 2018: 243). In der Medizin werden leichte kognitive Defizite, welche physiologische Altersveränderungen überschreiten, ohne jedoch den Schweregrad einer Demenz zu erreichen, als leichte kognitive Beeinträchtigung (lKB) bezeichnet. Kognitive Defizite bilden das Achsensymptom der lKB. Diese äußern sich meist in Störungen des deklarativen Gedächtnisses sowie der kognitiven Umstellungsfähigkeit. Zusätzlich können jedoch auch psychopathologische Symptome wie u.a. Depression, Apathie, Angst und Reizbarkeit auftreten. Sie bilden häufig Marker für den Schweregrad der Erkrankung. Die lKB ist dahingehend von der AD abzugrenzen, als dass sie (noch) keine erhebliche Beeinträchtigung für den Alltag und die selbstständige Lebensführung des Betroffenen darstellt (vgl. Frankenberg/Degen/Schröder 2016: 175ff.). Es wird angenommen, dass für Betroffene der lKB ein erhöhtes Risiko besteht, in den folgenden Jahren eine manifeste Demenz, insbesondere eine AD, zu entwickeln. Ergebnisse von Verlaufsstudien besagen, dass 10-15% der Probanden mit lKB pro Jahr eine manifeste AD entwickeln. Demnach wird die Phase der lKB auch häufig als ein Prodromalstadium der AD angesehen. Es ist jedoch an dieser Stelle anzumerken, dass nicht bei allen Betroffenen einer lKB in den darauffolgenden Jahren eine Progression zur AD stattfindet (vgl. Pantel/Schröder 2007: 49).

Im Stadium der frühen AD äußern sich die Symptome u.a. in Form von Störungen des Gedächtnisses, der visuell-räumlichen Verarbeitung, Wortfindungsstörungen sowie einer Reduktion des Wortschatzes. Vor allem in diesem Stadium kann es zusätzlich zu depressiven Symptomen kommen. Es treten zwar insgesamt Defizite in der Alltagsbewältigung auf, jedoch sind die Betroffenen in diesem Stadium grundsätzlich noch in der Lage, ein weitgehend selbstständiges Leben zu führen (vgl. Dick et al. 2016: 5).

Das mittlere Stadium der AD ist durch einen fortschreitenden Abbau kognitiver Funktionen gekennzeichnet. Störungen der Sprachproduktion sowie -rezeption verstärken sich und erschweren die Kommunikation zwischen den Betroffenen und ihren Angehörigen bzw. den Pflegenden. Die Bewältigung alltäglicher Aufgaben wird zunehmend schwieriger und mündet in die erhöhte Abhängigkeit der Betroffenen von anderen Personen. Des Weiteren ist das mittelschwere Stadium der AD durch Veränderungen der Persönlichkeit und des Verhaltens der Erkrankten geprägt. Dabei kann es zu Störungen des Tag-Nacht-Rhythmus, Ruhelosigkeit, Veränderungen der Essgewohnheiten sowie dem Auftreten von aggressivem Verhalten kommen (vgl. Dick et al. 2016: 5).

Das späte Stadium der AD ist bis zum Tod der Erkrankten durch die Aufhebung der selbstständigen Lebensführung gekennzeichnet und mündet in der Pflegebedürftigkeit der Betroffenen. Es kommt zu ausgeprägten motorischen Störungen begleitet von Apathie und einem rapiden Abbau des Langzeitgedächtnisses sowie einer massiven Störung ihrer Kommunikationsfähigkeit. Des Weiteren können Inkontinenz und Schluckstörungen beobachtet werden, Probleme bei der Nahrungsaufnahme führen häufig zu einer starken Gewichtsabnahme (vgl. Dick et al. 2016: 6.). Der fortschreitende Zellverlust des Gehirns führt nicht direkt zum Tod der Betroffenen. Dieser tritt vielmehr als Folge von Sekundärkomplikationen, wie z.B. Stürze aufgrund der Immobilität, Pneumonien oder ischämische Herzerkrankungen, ein (vgl. Rensing/Rippe 2014: 12; Kastner/Löbach 2014: 29).

2.3.4 Klinische Diagnostik

Die AD hat einen langen, präklinischen Krankheitsverlauf, im Rahmen dessen noch keine klinisch fassbaren Symptome auftreten. Die Erkrankung wird daher meist erst zu einem Zeitpunkt erkannt, an dem sie bereits zu deutlichen Veränderungen von kognitiver Leistungsfähigkeit sowie des Verhaltens geführt hat. Die klinische Diagnosestellung ist komplex und erfolgt anhand einer Reihe bestimmter Kriterien, welche erfüllt werden müssen, damit schließlich eine AD festgestellt werden kann. Dabei existieren verschiedene Sets solcher Diagnosekriterien, welche Richtlinien für die Diagnostik darstellen (vgl. Borenstein/Mortimer 2016: 11). Die beiden Fachgesellschaften Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN) und Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN) haben 2009 erstmalig die S3-Leitlinie Demenzen herausgegeben, welche der Qualitätssicherung der Demenzdiagnostik- und Therapie dient. Sie umfasst evidenz- und konsensusbasierte Empfehlungen zur Diagnose und Therapie sowie zur Prävention von Demenzerkrankungen (vgl. Lohmann et al. 2017: 895). Der folgende Überblick über die verschiedenen diagnostischen Verfahren orientiert sich an den Empfehlungen der S3-Leitlinie Demenzen.

2.3.4.1 Allgemein diagnostische Verfahren

Sowohl der Erhebung der Anamnese als auch der Fremdanamnese kommt bei der Diagnostik der Alzheimer-Demenz eine wichtige Bedeutung zu. Dabei werden die Hauptbeschwerden des Patienten symptom-orientiert und die Entwicklung der aktuellen psychiatrischen Krankheit auf Grundlage der psychiatrischen und somatischen Vorgeschichte erfasst. Des Weiteren wird eine biografische, soziale und familiäre Anamnese erhoben. Die Fremdanamnese, etwa durch einen Angehörigen, dient der Beschreibung des Ausgangsniveaus des Patienten. Dazu zählen u.a. Charaktereigenschaften, Persönlichkeitsstruktur, prämorbid kognitive Fähigkeiten und frühere Kompetenzen zur praktischen Lebensbewältigung. Die aktuell bestehenden Defizite und Krankheitsprozesse können auf der Grundlage dieser Informationen verlässlicher eingeschätzt werden. Die Fremdanamnese ist vor allem darum wichtig, da sich die Wahrnehmung der Symptome häufig zwischen Patient und Angehörigem

unterscheidet. Vor allem im prodromalen Krankheitsstadium als auch im Stadium der leichten Alzheimer-Demenz dissimulieren und kompensieren Patienten häufig ihre Alltagsdefizite und kognitiven Störungen. Bei der Erstdiagnostik im fortgeschrittenen Krankheitsstadium sind hingegen einige biografische Informationen zum Teil nur durch Angehörige in Erfahrung zu bringen (vgl. Hausner et al. 2018: 188f.).

Da das Demenzsyndrom auf verschiedene Erkrankungen zurückzuführen ist, ist eine ausführliche körperliche internistische Untersuchung notwendig. Dabei wird besonders auf kardiovaskuläre, metabolische und endokrinologische Erkrankungen geachtet (vgl. Reith/Mühl-Benninghaus 2015: 379). Die neurologische Untersuchung gibt Aufschluss darüber, ob die vorliegende Symptomatik auf Krankheiten hinweist, welche als primäre Ursache der Demenz gelten oder auf Krankheiten, welche nicht primär neurodegenerativ oder vaskulär bedingt sind (vgl. DGPPN-DGN 2016: 31). Der psychopathologische Befund beinhaltet ein strukturiertes Querschnittsbild des geistigen und seelischen Zustandes des Patienten auf Basis des vom Arzt beobachteten Verhaltens sowie der überprüfbaren Leistungen, z.B. kognitive Störungen (vgl. Hausner et al. 2018: 189). Die Erhebung des psychopathologischen Befundes gibt differentialdiagnostisch Aufschluss über andere mögliche Ursachen der auftretenden Symptomatik wie z.B. Depression oder Delir (vgl. Reith/Mühl-Benninghaus 2015: 379).

2.3.4.2 Neuropsychologische Diagnostik

Neuropsychologische Tests geben Aufschluss über die kognitiven Defizite der Betroffenen, welche u.a. die Sprache sowie die zeitliche und örtliche Orientierung betreffen (vgl. Reith/Mühl-Benninghaus 2015: 380-381). Es existiert eine Reihe von Testverfahren, welche die kognitiven Defizite der Betroffenen erfassen. Diese können in Basisdiagnostik und vertiefte neuropsychologische Diagnostik unterteilt werden. Erstere dienen der Grobquantifizierung der kognitiven Defizite, der Einschätzung des Schweregrades sowie der Verlaufsuntersuchung. In der vertieften neuropsychologischen Diagnostik kann ein differenzierteres Leistungsbild erhoben werden. Des Weiteren weist sie eine höhere Sensitivität bei leichten bzw. fraglichen Störungen auf (vgl. Hausner et al. 2018: 212).

Nach Empfehlungen von Leitlinien sollte bereits bei der Erstdiagnose eine Quantifizierung der kognitiven Defizite erfolgen. Kognitive Kurztests sind einfach in der Handhabung und werden im Klinikalltag aufgrund der kurzen Durchführungszeit häufig angewandt. Anhand verschiedener Tests kann ein erster Einblick hinsichtlich der vorliegenden kognitiven Störungen des Patienten erlangt werden (vgl. Hausner et al. 2018: 191). Geeignete Kurztests zur orientierenden Einschätzung kognitiver Einschränkungen umfassen Verfahren wie z.B. den Mini-Mental-Status-Test (MMST) (vgl. Hausner et al. 2018: 212). Dieser ist der in Deutschland am häufigsten angewandte psychometrische Kurztest. Der Test besteht insgesamt aus 30 Fragen bzw. Aufforderungen des Testleiters an den Patienten. Die Durchführung dauert etwa 15 Minuten. Die kognitiven Domänen, die anhand des MMST getestet werden, umfassen die Orientierung zu Zeit, Ort und Situation (zehn Fragen), Merkfähigkeit (drei

Fragen), Erinnerungsfähigkeit (drei Fragen), Aufmerksamkeits- und Rechenfähigkeit (fünf Fragen), Wortfindung (drei Fragen), Praxie (drei Fragen), Schreibfähigkeit (eine Frage) sowie die visuo-konstruktiven Fähigkeiten (eine Frage). Pro bewältigte Aufgabe wird ein Punkt vergeben, sodass der Maximalwert 30 Punkte beträgt (vgl. Hausner et al. 2018: 192). Anhand der erreichten Punktzahl wird im Anschluss der Schweregrad des Betroffenen eingeschätzt werden. Die S3-Leitlinie Demenzen nimmt folgende Einteilung vor (vgl. DGPPN-DGN 2016: 33):

- MMST 20 bis 26 Punkte: leichte Alzheimer-Erkrankung
- MMST 10 bis 19 Punkte: moderate/mittelschwere Alzheimer-Erkrankung
- MMST weniger als 10 Punkte: schwere Alzheimer-Erkrankung

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Grenzen zwischen den einzelnen Schweregradeinschätzungen nur als Orientierung dienen und ein Ergebnis vom jeweiligen Arzt unter Berücksichtigung des Bildungsniveaus des Patienten individuell interpretiert werden sollte (vgl. Hausner et al. 2018: 192). Für Betroffene in frühen Stadien der Erkrankung und für Betroffene mit überdurchschnittlicher Bildung sind Screeningtests, die im Rahmen der Basisdiagnostik durchgeführt werden, jedoch häufig nicht sensitiv genug. Des Weiteren geben die Tests keine Hinweise auf die Differenzialdiagnose der Demenz (vgl. Kopf/Rösler 2013: 834). Daher sind psychometrische Kurztests, wie der MMST, für einen ersten orientierenden Eindruck und der Schweregradeinschätzung hilfreich, jedoch ist bei fraglichen oder leichtgradig demenziellen Entwicklungen die Anwendung von vertiefenden neuropsychologischen Tests und diagnostischen Maßnahmen vonnöten (vgl. Reith/Mühl-Benninghaus 2015: 381).

In der vertieften neuropsychologischen Untersuchung kommen ausführlich konstruierte Testungen zum Tragen, um einzelne kognitive Domänen zu untersuchen. Dabei sollen u.a. das Alter, die Bildung und geschlechtsspezifische Unterschiede berücksichtigt werden. Sie erfordert Expertise und wird häufig durch Psychologen in Gedächtnisambulanzen durchgeführt (vgl. Hofmann 2012: 768). Auch hier existieren verschiedene Verfahren, wie z.B. die Testbatterie des *Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease* (CERAD) (vgl. DGPPN-DGN 2016: 34). Diese untersucht die Funktionsbereiche, die bei der AD im Vordergrund stehen. Sie ist dabei besonders sensitiv hinsichtlich Störungen des Gedächtnisses, der Sprache, der konstruktiven Praxis sowie der Orientierung. Insgesamt besteht sie aus acht Untertests und beansprucht eine Durchführungszeit von ca. 30-45 Minuten (vgl. Hausner et al. 2018: 213f.). Im Folgenden werden kurz die beiden Untertests zur Wortflüssigkeit sowie zum konfrontativen Benennen erläutert. Sie enthält zum einen eine Variante zur kategorialen und zum anderen eine Variante zur phonematischen Wortflüssigkeit. Bei Ersterer wird die semantische Kategorie *Tiere* vorgegeben und die Aufgabe der Probanden besteht im Folgenden daraus, so viele Wörter der zuvor genannten Kategorie innerhalb einer Minute zu produzieren. Bei Zweiterer werden die Probanden gebeten, Wörter mit dem Anfangsbuchstaben *S* zu nennen (vgl. Wendelstein 2016: 52). Die dabei erhobenen kognitiven Parameter beziehen sich auf die verbale Produktionsfähigkeit, das semantische Gedächtnis und die kognitive Flexibilität. Defizite in Bezug auf die Wortflüssigkeit sind bereits bei Probanden mit einer leichten kognitiven Störung zu beobachten (vgl. Barth et al. 2005: 574). Die

CERAD-Plus-Batterie enthält außerdem den *Boston Naming Test*, bei welchem es sich um einen Test zum konfrontativen Benennen handelt. Dabei werden den Probanden Strichzeichnungen in schwarz-weiß vorgelegt, welche diese anschließend benennen sollen. Es handelt sich dabei um Begriffe, welche in unterschiedlicher Frequenz im alltäglichen Sprachgebrauch auftreten. Betroffene von AD weisen vor allem bei niedrigfrequenten Wörtern Defizite in der Benennung auf. Wichtig zu erwähnen sei allerdings, dass sich die Sprachdefizite, welche im Rahmen einer Alzheimer-Demenz auftreten, nicht auf die in der Diagnostik untersuchten Wortfindungsstörungen begrenzen lassen, sondern dass diese fast alle linguistischen Ebenen betreffen. Des Weiteren sind gängige Testbatterien für Sprachabbauerscheinungen bei Demenzen noch immer auf Aphasiker ausgerichtet und werden den Defiziten, welche bei einer Alzheimer-Demenz auftreten, nicht in vollem Umfang gerecht (vgl. Wendelstein 2016: 51f.).

2.3.4.3 Labor- und Liquordiagnostik

Da die klinische und neuropsychologische Untersuchung für eine ätiologische Zuordnung einer Demenz nicht ausreichend ist, werden im Rahmen der AD-Diagnostik labormedizinische Untersuchungen durchgeführt. Aufgrund der Möglichkeit, reversible Demenzursachen aufzudecken, des niedrigen Risikos für den Patienten und der kostengünstigen Durchführung wird die Untersuchung von Blutparametern von nahezu allen Leitlinien empfohlen. Als Standardparameter gelten dabei das Blutbild, Elektrolyte, Blutzucker und TSH (Thyreoida-stimulierendes Hormon), CRP (C-reaktives Protein) oder Blutsenkung, Leber- und Nierenfunktionswerte sowie Vitamin B12 und Folsäure (vgl. Reith/Mühl-Benninghaus 2015: 380). In klinisch unklaren Fällen oder bei spezifischen klinischen Verdachtsdiagnosen wird empfohlen, gezielt weiterführende Laboruntersuchungen durchzuführen (vgl. DGPPN-DGN 2016: 37). Grundsätzlich sollen mithilfe der hier aufgeführten Parameter andere somatische Ursachen ausgeschlossen werden, welche für die auftretende Symptomatik verantwortlich sein können. Dazu zählen z.B. metabolische Störungen bei Nieren- und Lebererkrankungen, Schilddrüsenfunktionsstörungen oder entzündliche Erkrankungen des Zentralnervensystems (vgl. Kopf/Rösler 2013: 834).

Mithilfe der Liquordiagnostik wird die Diagnosestellung der AD unterstützt. So können Krankheiten, auf die ein Verdacht vorliegt, diagnostiziert oder ausgeschlossen werden. Dabei kann es sich z.B. um entzündliche Erkrankungen des Zentralnervensystems handeln. Dabei sollten Parameter mit erhoben werden, welche auf andere Ursachen als auf die AD hinweisen könnten. Diese umfassen u.a. die Zellzahl, das Gesamtprotein und die Glukose. Ausgeschlossen werden sollen z.B. Demenzerkrankungen bei Virusenzephalitiden, Hirnabszesse oder Neuroborreliose (vgl. Hofmann 2012: 269).

Des Weiteren erlauben bestimmte Neurodegenerationsmarker Rückschlüsse auf die zugrundeliegende Pathologie bei kognitiven Störungen. Bei diesem Verfahren wird dem Patienten mittels einer Lumbalpunktion Nervenwasser aus dem Rückenmarkskanal entnommen (vgl. Hausner et

al. 2018: 250). Im Liquor sind schließlich Korrelate der neuropathologischen Veränderungen messbar (vgl. Hofmann 2012: 269). Klinisch relevante Parameter sind derzeit beta-Amyloid-1-42, Gesamt-Tau und Phospho-Tau (pTau). Das liquorbasierte neurochemische Diagnostikverfahren soll laut Empfehlungen der S3-Leitlinie Demenzen zur Differenzierung zwischen primär neurodegenerativen Demenzerkrankungen und anderen Ursachen des Demenzsyndroms eingesetzt werden. Jedoch ist die Trennschärfe der hier aufgeführten liquorbasierten Biomarker innerhalb der Gruppe der neurodegenerativen Erkrankungen nicht ausreichend; daher sollten die Ergebnisse der Liquordiagnostik stets im Zusammenhang mit den anderen zur Verfügung stehenden klinischen Befunden interpretiert werden (vgl. DGPPN-DGN 2016: 39f.).

2.3.4.4 Zerebrale Bildgebung

Der zerebralen Bildgebung kommen im Rahmen der Diagnostik von Demenzerkrankungen zwei Funktionen zu. Zum einen dient sie der Aufdeckung möglicher behandelbarer Ursachen eines Demenzsyndroms, z.B. Tumoren oder Normaldruckhydrozephalus, zum anderen trägt sie zur ätiologischen Differenzierung primärer Demenzerkrankungen bei. Die S3-Leitlinie Demenzen empfiehlt die Durchführung einer konventionellen Magnetresonanztomographie (MRT) oder Computertomographie (CT) zur Differentialdiagnostik (vgl. DGPPN-DGN 2016: 40f.).

Die MRT liefert Informationen über die strukturelle Integrität wichtiger neuronaler Regionen und „kann durch die Beurteilung möglicher Atrophiemuster neben der Identifikation von sekundären Demenzursachen auch zur ätiologischen Einordnung von Gedächtnisstörungen beitragen“ (vgl. Hausner et al. 2018: 238). In der klinischen Praxis wird die MRT vor allem zum Ausschluss anderer Erkrankungen, wie z.B. Tumore, Abszesse oder Infektionen, eingesetzt. Die Bildgebung kann jedoch auch Hinweise, wie eine temporomesiale und parietale Atrophie, auf das mögliche Vorliegen einer AD geben. Des Weiteren kann sie durchgeführt werden, um den Verlauf der Krankheit pathophysiologisch nachzuvollziehen und zu verstehen (vgl. Reith 2015: 376). Auf der Basis einer Volumenanalyse kann die MRT Hinweise für die Differenzierung zwischen der AD und der lkb geben. Der Verlust des Hippocampusvolumens beträgt bei der AD ca. 20-25% und bei einer lkb ca. 10-15%. Dies bedeutet je ausgeprägter die hippocampale Involution ist, desto progressiver ist der klinische Verlauf der Erkrankung (vgl. Bodea/Mühl-Benninghaus 2015: 397). Diese Vorgehensweise wird in der Forschung eingesetzt und gilt derzeit aufgrund mangelnder Sensitivität und Spezifität als alleiniges Diagnostikum der AD als nicht angemessen (vgl. DGPPN-DGN 2016: 42). Insgesamt stellt die strukturelle MRT eine nützliche in-vivo Methode dar, um typische Veränderungen, welche mit einer AD einhergehen, zu ermitteln (vgl. Hausner et al. 2018: 248). Jedoch fehlt es derzeit im Rahmen der Diagnostik von Gedächtnisstörungen an einer internationalen Standardisierung der visuellen Beurteilung von MRT-Bildern (vgl. Hausner et al. 2018: 239).

Des Weiteren kann die CT im Rahmen der Diagnostik der AD eingesetzt werden. Diese dient ohne Kontrastmittel dem „Nachweis oder Ausschluss von Raumforderungen, eines subduralen

Hämatoms, vaskulärer Läsionen, einer subkortikalen arteriosklerotischer Enzephalopathie oder eines Hydrozephalus“ (vgl. DGPPN-DGN 2016: 41). Aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung und der höheren Sensitivität der Darstellung von Ursachen von sekundären Demenzen ist jedoch wenn möglich die MRT der CT vorzuziehen (vgl. Hausner et al. 2018: 233).

Die nuklearmedizinische Diagnostik bei neurodegenerativen Erkrankungen hat sich in den letzten Jahren deutlich entwickelt. Die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) bietet in-vivo die Möglichkeit mittels schwach radioaktiv markierter Substanzen Amyloid- oder Tau-Ablagerungen im Gehirn nachzuweisen. In der klinischen Anwendung sind zurzeit Tracer für Amyloidplaques zugelassen, Tracer für Tau-Fibrillen werden derzeit in der Forschung eingesetzt. Die Amyloid-PET erlaubt jedoch lediglich Rückschlüsse auf das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein der kortikalen Amyloidpathologie und ist keinesfalls mit dem Vorliegen einer AD gleichzusetzen, da Amyloidplaques nicht ausschließlich bei AD-Erkrankungen zu finden sind. Das Nuklearmedizinische Verfahren dient daher zur differentialdiagnostischen Abklärung von Demenzsyndromen, insbesondere wenn es sich um klinisch unklare Fälle handelt und die klinische Präsentation nur unzureichend Rückschlüsse auf die zugrundeliegende Neuropathologie zulässt (vgl. Tscheuschler et al. 2018: 844ff.). Insgesamt stellen nuklearmedizinische Verfahren zur differentialdiagnostischen Abklärung keine gängige Praxis im klinischen Alltag dar und werden nur bei klinisch unklaren Fällen empfohlen (vgl. DGPPN-DGN 2016: 44).

2.3.4.5 Zusammenfassung: Klinische Diagnostik

Bei der Diagnostik der AD handelt es sich um einen komplexen Prozess, bei welchem verschiedene diagnostische Verfahren zum Tragen kommen. Im Rahmen der Erstdiagnostik ist eine gründliche Erhebung, Beschreibung und Sicherung des Demenzsyndroms unerlässlich. Die differentialdiagnostische Einordnung des dementiellen Syndroms erfolgt anschließend auf Grundlage der Durchführung einer zerebralen Bildgebung, der Anwendung neuropsychologischer Tests sowie laborchemischer Analysen (vgl. Lohmann et al. 2017: 900). Abbildung 3 fasst den diagnostischen Prozess schematisch zusammen.

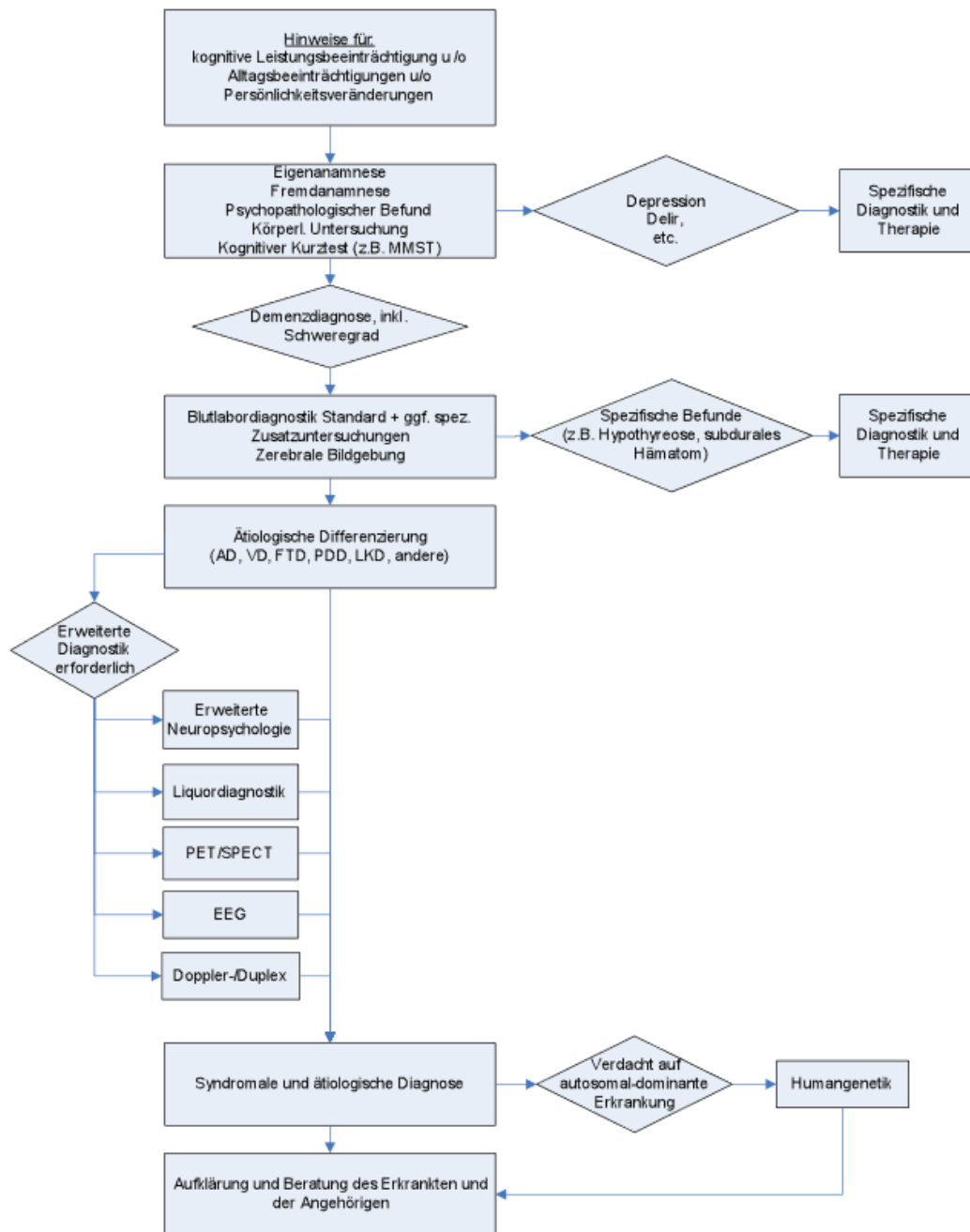


Abbildung 2: Schematische Darstellung des diagnostischen Prozesses (vgl. DGPPN-DGN 2016: 46)

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass es sich bei der klinischen Diagnostik der AD um eine Ausschlussdiagnostik und nicht um eine Positivdiagnostik handelt. Nach aktuellem Forschungsstand kann eine gesicherte AD-Diagnose erst postmortal durch die Histologie erfolgen; in-vivo wird sie nach Ausschluss anderer Krankheiten als „wahrscheinliche Alzheimer-Demenz“ gestellt (vgl. Hofmann 2012: 764). Die Forschung arbeitet auf die Entwicklung von sensitiven und spezifischen Biomarkern hin, um die im Ausschlussverfahren betriebene Diagnostik durch die Erfassung objektiver und valider neurobiologischer Indikatoren zu ersetzen und schließlich auf den Stand einer Positivdiagnostik zu gelangen (vgl. Pantel 2017: 581).

2.3.5 Therapiemöglichkeiten

Da es sich bei der AD um eine vielschichtige Erkrankung handelt, die viele Bereiche des Lebens betrifft, ergeben sich auch hinsichtlich der Therapiemöglichkeiten verschiedene Optionen. Grundsätzlich lässt sich jedoch festhalten, dass die AD nicht heilbar ist und jegliche therapeutischen Ansätze darauf abzielen, die Symptomatik zu lindern und die Lebensqualität der Betroffenen sowie ihrer Angehörigen zu verbessern. Eine mögliche Therapie der AD umfasst zum einen die pharmakologische Therapie und zum anderen psychosoziale Interventionen. Therapeutische Ansätze stützen sich dabei auf verschiedene Säulen. Diese beinhalten die Therapie der kognitiven Symptome, die Therapie von psychischen und Verhaltensauffälligkeiten, die Therapie internistischer Komplikationen sowie die Schaffung einer sicheren und stimulierenden Umgebung als auch die Unterstützung im Alltag (vgl. Kopf/Rösler 2013: 837).

Nachdem mittels verschiedenster differentialdiagnostischer Verfahren andere Ursachen als die AD für das Auftreten der Symptomatik ausgeschlossen worden sind, kann eine pharmakologische Therapie eingeleitet werden (vgl. Jessen 2014: 769). Derzeit gibt es jedoch noch keine kausale Therapie, welche den fortschreitenden Neuronenverlust bei einer AD verhindern kann. Verfügbare Antidementiva wirken symptomatisch und sind von moderater Effektivität (vgl. Fassbender/Frölich 2014: 1590). Die derzeit zugelassenen pharmakologischen Behandlungen der AD zielen auf Störungen im Transmitterhaushalt. Damit fokussieren sie relativ späte Funktionsstörungen, jedoch nicht die Strukturschädigung, welche mit der AD einhergeht und welche bereits viele Jahre bis Jahrzehnte vor dem Auftreten klinischer Symptome beginnt. Drei Substanzen der Gruppe der Acetylcholinesterase-Hemmer sind zurzeit zugelassen und werden bei leichten bis mittelschweren Stadien der AD eingesetzt (vgl. Gutzmann 2014: 55). Ihre Wirkung beruht darauf, dass bereits frühzeitig die Kerngebiete der Acetylcholinproduktion von der Neurodegeneration betroffen sind. Neuronen, welche Acetylcholin produzieren, wirken auf den gesamten Kortex, verbessern die Aufmerksamkeit und vergünstigen Lernvorgänge. Der Abbau dieses unzureichend produzierten, aber wichtigen Neurotransmitters wird durch Acetylcholinesterase-Hemmer verhindert (vgl. Kopf/Rösler 2013: 837). Der NMDA-Antagonist Memantin ist in Deutschland für mittelschwere und schwere Stadien der AD zugelassen. Durch Memantin wird die glutamaterge Übertragung herabgeregt und die Schädigung der Nervenzelle durch Überregung vermieden (vgl. Gutzmann 2014: 55). Die zu erwartende Wirkung von Antidementiva ist eine symptomatische Parallelverschiebung des Krankheitsverlaufes um etwa sechs bis zwölf Monate (Jessen 2014: 769ff.). Es lässt sich festhalten, dass trotz zweijahrzehntelanger Forschung und Entwicklung lediglich symptomatisch wirksame Antidementiva zur medikamentösen Therapie von AD vorliegen. Die Hoffnung für zukünftige Forschung liegt jedoch auf der zeitnahen Entwicklung von einer krankheitsmodifizierenden oder gar einer kausalen Arzneimitteltherapie der AD (vgl. Pantel 2017: 583).

Bei nicht-kognitiven Störungen, welche weniger mit den strukturellen Veränderungen verknüpft sind, sondern mehr die pathologischen Verarbeitungsmechanismen des Betroffenen widerspiegeln, kann ebenfalls eine pharmakologische Therapie eingeleitet werden. Nicht-kognitive Störungen umfassen z.B.

psychomotorische Unruhe, Wahnsymptome und depressive Verstimmungen. Antipsychotika und Antidepressiva sollten jedoch nur eingesetzt werden, wenn Milieugestaltung und psychosoziale Interventionen ohne nachhaltige Wirkung geblieben sind (vgl. Gutzmann 2014: 56).

Da pharmakologische Therapieansätze lediglich symptomatisch wirken, sind auch nicht-medikamentöse Therapien von großer Bedeutung für den Krankheitsverlauf der Betroffenen und der Pflegenden bzw. Angehörigen. Diese werden häufig ergänzend zur medikamentösen Therapie eingesetzt und haben das Ziel, die Lebensqualität der Betroffenen zu erhöhen, ihr Selbstverständnis zu stärken sowie die Angehörigen und Pflegenden im Alltag zu unterstützen. Zu diesen Therapiemöglichkeiten zählen u.a. die Verhaltensmodifikation, physische Aktivität, multisensorische Stimulation und Musiktherapie. Aufgrund der heterogenen Symptomatik und des individuellen Verlaufs der AD besteht die Notwendigkeit, für jeden Betroffenen in seiner spezifischen Betreuungssituation eine individuell abgestimmte Therapie zu realisieren. Ferner können zur Entlastung der Pflegenden, was sich wiederum positiv auf die zu betreuenden Erkrankten auswirken kann, Angehörigen- und Pflegendenschulungen eingesetzt werden. Nicht-medikamentöse Therapieansätze umfassen außerdem primärpräventive Maßnahmen, welche als Ziel haben, die AD durch Änderung des Lebensstils, Prävention oder die frühe Behandlung von chronischen Erkrankungen zu verhindern. Um jedoch die Wirksamkeit der oben stichpunktartig aufgeführten nicht-medikamentösen Therapieansätze zu bestätigen, ist weitere Forschung notwendig (Gutzmann 2014: 58f.).

2.3.6 Risiko- und protektive Faktoren

Obwohl die Mechanismen, welche zu einer AD führen, noch immer nicht hinreichend erforscht werden konnten, gibt es in der gegenwärtigen Literatur inzwischen eine Anzahl von Faktoren, welche als risikobehaftet für die Ausbildung einer Demenz gelten. Diese lassen sich dabei zum einen in modifizierbare und zum anderen in nicht-modifizierbare Risikofaktoren einteilen.

Zu den nicht-modifizierbaren Risikofaktoren zählt an erster Stelle das Alter, da die Demenz im Allgemeinen und die AD im Spezifischen eine altersabhängige Erkrankung darstellen. Die Prävalenz der Demenz steigt im Alter exponentiell verlaufend an. Im Alter von 60-64 Jahren liegt die Prävalenzrate bei ca. 1% und steigt mit den Lebensjahren bis auf 30% bzw. 42% bei 100-jährigen Männern und Frauen an. Als zweiter nicht-modifizierbarer Risikofaktor gilt die genetische Disposition für bestimmte Formen der Demenz. Als dritter nicht beeinflussbarer Risikofaktor für die Ausbildung einer Demenz wird das Geschlecht gesehen. Frauen weisen dabei eine höhere Wahrscheinlichkeit eine Demenz zu entwickeln auf als Männer. Als Erklärung dafür wird zum einen die durchschnittlich höhere Lebenserwartung von Frauen gesehen, wodurch die Wahrscheinlichkeit einer dementiellen Erkrankung höher ist als bei Männern. Zum anderen besteht ein weiterer möglicher Erklärungsansatz, warum Frauen häufiger an Demenzen leiden, in neuroprotektiven Effekten von Östrogen. Diese lassen nach der Menopause nach, da der Östrogenspiegel bei Frauen ab diesem Zeitpunkt absinkt, was das Entstehen einer Demenz begünstigen könnte (vgl. Streber et al. 2014: 92).

Da es zurzeit noch keine Heilungsmöglichkeiten für die AD gibt, rückt die Identifikation von effektiven Präventionsstrategien immer mehr in den Fokus der Forschung. Daher werden modifizierbare Risikofaktoren herausgearbeitet, welche als Anknüpfungspunkt für primär-präventive Maßnahmen genutzt werden können. Insgesamt werden in der gegenwärtigen Literatur vor allem sieben potentiell modifizierbare Risikofaktoren aufgeführt: Bluthochdruck und Adipositas im mittleren Lebensalter, Diabetes mellitus, Depression, körperliche Inaktivität, Rauchen und niedrige Bildung (vgl. Luck/Riedel-Heller 2016: 1194). Zu den kardio-vaskulären Risikofaktoren, die potentiell modifizierbar sind, gehören u.a. Diabetes, Bluthochdruck und Übergewicht. In systematischen Metaanalysen und großen Kohortenstudien konnte belegt werden, dass das Risiko, an einer Demenz zu erkranken, durch Diabetes mellitus erhöht wird. Bei Patienten mit Diabetes zeigte sich eine erhöhte Prävalenz der AD um 50-100%. Bei einem Beginn des Diabetes im mittleren Lebensalter besteht ein doppelt so hohes Risiko an einer AD zu erkranken als bei einer Diabetesmanifestation ab dem 65. Lebensjahr. Des Weiteren wurde eine Korrelation des Risikos einer AD mit der Dauer der Diabeteserkrankung beobachtet. Pathophysiologische Prozesse bei Diabetes mellitus begünstigen dabei die neuropathologischen Veränderungen, welche mit einer AD einhergehen. Als präventive Maßnahmen werden regelmäßige körperliche Aktivität, mediterrane Kost sowie Insulingabe genannt (vgl. Fatke/Förstl/Risse 2013: 477ff.).

Ferner werden Depressionen im Vorfeld einer AD als Faktor erwähnt. Depressionen gehören zu den psychologischen Risikofaktoren, welche potentiell modifizierbar sind. Demnach erhöhen depressive Erkrankungen das epidemiologische Risiko, an einer AD zu erkranken. Einer Übersichtsarbeit zufolge wird in der aktuellen Forschung davon ausgegangen, dass das relative Risiko, eine Demenz zu entwickeln, bei Patienten mit Depressionen etwa 1,5- bis 3-fach erhöht ist. Es wurde festgestellt, dass bei Patienten mit depressiven Erkrankungen in der Prodromalphase und zum klinischen Beginn einer Demenzerkrankung die neuropathologischen Veränderungen einer AD verstärkt sind (vgl. Rapp/Hellwig/Heinz 2011: 1140ff.).

Zu den behavioralen Risikofaktoren gehören körperliche sowie kognitive Inaktivität, Rauchverhalten und Alkoholkonsum, welche potentiell modifizierbar sind. Ein Mangel an körperlicher Aktivität wird häufig als Risiko für das Auftreten einer AD benannt. In systematischen Reviews von Beobachtungs- und longitudinalen Studien wurde gezeigt, dass regelmäßige körperliche Aktivität das Auftreten von Demenzen verzögern kann. Des Weiteren wird herausgestellt, dass körperliche Aktivität zusätzlich einen positiven Einfluss auf die oben genannten kardio-vaskulären und psychologischen Risikofaktoren für Demenz hat. Als primär-präventive Maßnahme wird dahingehend eine regelmäßige und moderate Ausübung unterschiedlicher körperlicher Aktivitäten über den gesamten Lebenslauf empfohlen (Streber et al. 2014: 92).

Innerhalb der Forschung ist eine Tendenz zu beobachten, die Entwicklung der AD wieder in einem breiteren Kontext zu sehen. Dies geschieht indem neben biologischen Zugängen auch soziale und kulturelle Aspekte bei der Erforschung der AD berücksichtigt werden. So liegt das Interesse der

Forschung neben der demenzpräventiven Wirkung von intellektuellen, körperlichen und sozialen Aktivitäten auch auf der protektiven Bedeutung der kognitiven Reserve (vgl. Pantel 2017: 586). Das Konzept der kognitiven Reserve beruht auf der Annahme, dass ein gewisser Grad an neuropathologischen Veränderungen aktiv kompensiert werden kann. Dies bedeutet, dass Menschen mit hoher kognitiver Reserve im Vergleich zu Betroffenen mit verhältnismäßig niedrigerer kognitiver Reserve eine geringere Ausprägung an kognitiven Einschränkungen aufweisen. In solch einem Fall ist also mit dem verspäteten Einsetzen funktioneller Beeinträchtigungen zu rechnen. Zumeist wird die kognitive Reserve anhand der Bildungsjahre bzw. der Komplexität beruflicher Anforderungen oder der Freizeitgestaltung bemessen (vgl. Frankenberg/Degen/Schröder 2016 :179). In diesem Zusammenhang wird außerdem die Mehrsprachigkeit als ein weiterer Faktor diskutiert, welcher als potentieller Schutzfaktor gesehen wird. Eine Reihe von Studien legt nahe, dass ein sozial, mental und körperlich aktiver Lebensstil einen protektiven Einfluss auf den Ausbruch einer Demenz hat, da dieser zur kognitiven Reserve eines Menschen beiträgt. Die Mehrsprachigkeit wird in diesem Zusammenhang als ein weiterer Faktor gesehen, der die kognitive Reserve eines Menschen positiv beeinflusst, da sie eine konstant kognitiv anspruchsvolle Kondition für den mehrsprachigen Menschen darstellt. Eine Reihe von Studien weisen darauf hin, dass der Ausbruch der Symptomatik einer Demenzerkrankung durch die lebenslange Mehrsprachigkeit hinausgezögert werden kann (vgl. Craik et al. 2010; Bialystok et al. 2014). Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass auch der Sprachhintergrund eines an Demenz erkrankten Menschen bei der Erfassung der Ausmaße der demenziellen Erkrankung berücksichtigt werden sollte.

Obwohl es scheinbar eine Reihe von Faktoren gibt, welche als Risiko für das Auftreten einer AD identifiziert werden können und als Ansatz für primär-präventive Maßnahmen genutzt werden können, besteht auch in diesem Bereich noch deutlicher Forschungsbedarf. Die hier erwähnten Faktoren sind häufig eng miteinander verbunden und können sich gegenseitig beeinflussen. Insgesamt kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass nach jetzigem Forschungsstand ein ausgewogener und aktiver Lebensstil mit ausreichender kognitiver sowie körperlicher Aktivität einen positiven Einfluss auf kardio-vaskuläre, psychologische und behaviorale Risikofaktoren für Demenz haben kann. Erwähnenswert ist ebenfalls, dass die hier genannten Faktoren häufig eine Demenz nicht verhindert, sondern sie lediglich verzögert. Außerdem handelt es sich bei den hier benannten primär-präventiven Maßnahmen um eher weiche Kriterien, welcher der Interpretation bedürfen. Jedoch sollte auch berücksichtigt werden, dass es neben diesen modifizierbaren Faktoren auch nicht-modifizierbare Einflussfaktoren wie das Alter, das Geschlecht und die genetische Disposition für bestimmte Formen der Demenz gibt.

2.4 Fazit: Alzheimer-Demenz

Der demographische Wandel führt zu einer Veränderung der Altersstruktur unserer Gesellschaft. In den nächsten Jahren und Jahrzehnten wird der Anteil der Hochaltrigen immer mehr zunehmen. Dementsprechend wird auch die Zahl der altersbedingten Erkrankungen, für die es noch keine kausalen

Therapiemöglichkeiten gibt, weiter ansteigen. Die AD bildet solch eine Krankheit ab und stellt die jetzige und die zukünftige Gesellschaft vor eine Vielzahl von Herausforderungen. Es geht vor allem darum, einen menschenwürdigen Umgang mit Demenzerkrankten umzusetzen und ein grundlegendes Wissen über die Mechanismen zu erlangen, welche der neurodegenerativen Erkrankung zugrunde liegen. Trotz jahrzehntelanger Forschungsbemühungen existieren noch deutliche Forschungslücken hinsichtlich der Pathogenese und möglicher Therapieoptionen. Derzeitige Therapiemöglichkeiten wirken lediglich symptomatisch und sind vor allem darauf ausgerichtet, den Lebensalltag der Betroffenen und ihrer Angehörigen zu unterstützen. Eine kausale Therapie steht nach derzeitigem Forschungsstand nicht zur Verfügung. Derzeit handelt es sich bei der Diagnosestellung der AD um eine Ausschlussdiagnostik; für zukünftige Forschung gilt es allerdings, sensitive und spezifische Biomarker zu entwickeln, um auf den Stand einer Positivdiagnostik zu gelangen. Grundlagenforschung zu verschiedenen Aspekten der Erkrankung kann dazu beitragen, Forschungslücken zu schließen und einen besseren Umgang mit der Krankheit zu entwickeln. Die Schnittstelle zwischen Sprache und Kognition stellt einen ergiebigen Zugang zur Untersuchung der AD dar und kann wichtige Erkenntnisse über die kognitiven Prozesse der Erkrankten liefern.

3. Forschungsüberblick: Sprache, visuell-räumliche Wahrnehmung und AD

Sowohl die Sprachverarbeitung als auch die visuell-räumliche Wahrnehmung sind kognitive Fähigkeiten, welche im Rahmen der AD beeinträchtigt sind. Das folgende Kapitel dient dazu, die dieser Arbeit zugrundeliegende Studie thematisch in den breiteren Forschungskontext einzubetten. Die Basis dafür bildet eine Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Sprache und Kognition. Es folgt ein Forschungsüberblick zum Bereich Sprache und Alzheimer-Demenz im Rahmen dessen exemplarisch Untersuchungen vorgestellt werden, welche bereits Ergebnisse hinsichtlich sprachlicher Veränderungen bei AD liefern konnten. Die darauffolgenden Unterkapitel widmen sich schließlich der Beschreibung des aktuellen Forschungsstandes hinsichtlich räumlich-visueller Wahrnehmung und AD. Initial werden zu diesem Themenbereich exemplarisch verhaltensbasierte Untersuchungen vorgestellt. Gefolgt wird dies durch die Darstellung experimenteller Studien zur visuell-räumlichen Wahrnehmung bei AD. Da sich die durchgeführte Studie dieser Masterarbeit der Methode des Eye-Tracking bedient, werden in diesem Abschnitt ausschließlich Untersuchungen berücksichtigt, welche sich dieser experimentellen Methode bedient haben. Das abschließende Fazit fasst sowohl die Ergebnisse der Sprachverarbeitungsstudien als auch der Untersuchungen der visuell-räumlichen Kognition bei AD zusammen und setzt sie miteinander in Verbindung, damit eine Basis für den empirischen Teil der Arbeit entsteht.

3.1. Sprache und Kognition

Wie hängen Sprache und Denken zusammen? Diese Fragestellung ist bereits seit der Antike Gegenstand sprachphilosophischer sowie sprachwissenschaftlicher Debatten. Auch heute ist die Frage nach diesem Zusammenhang noch immer aktuell. Innerhalb der Wissenschaft gibt es verschiedene Positionen hinsichtlich des Verhältnisses von Sprache und Kognition. Anfang des 19. Jahrhunderts beschäftigte sich Wilhelm von Humboldt mit dieser grundlegenden sprachphilosophischen Fragestellung. So beschreibt er in einer seiner Schriften Sprache als „bildende[s] Organ des Gedanken[s]“ (v. Humboldt 1848: 51). Sein Standpunkt spiegelt sich später in der Sapir-Whorf-Hypothese wider. Diese wurde in den 1950er Jahren postum aus den veröffentlichten Schriften des amerikanischen Linguisten Benjamin Lee Whorf, welcher sich wiederum auf die Schriften seines Lehrers Edward Sapir berief, abgeleitet. Die Kernaussage des linguistischen Relativitätsprinzips besteht darin, dass die grammatikalischen Strukturen einer Sprache die Art und Weise beeinflussen, wie ein Sprecher die Außenwelt wahrnimmt (vgl. Lucy 2015: 903).

Vertreter der Universalgrammatik hingegen vertreten die Position der Unabhängigkeit von Sprache und Kognition voneinander. Einer der Begründer und bekanntesten Vertreter stellt Noam Chomsky dar. Demnach wird davon ausgegangen, dass der Mensch mit angeborenen Mechanismen für den Spracherwerb ausgestattet ist. Aus dieser Sicht stellen Sprache und Kognition separate Komponenten dar, welche unabhängig voneinander arbeiten (vgl. Chomsky 1980).

Seit einigen Jahren liefern immer mehr empirische Studien, vor allem experimentelle Untersuchungen aus der Psycholinguistik, Erkenntnisse dazu, dass Sprache einen bedeutenden Einfluss auf die Kognition des Menschen hat. Insbesondere experimentelle Methoden wie z.B. die Messung der Blickbewegungen machen es möglich, den Zusammenhang von Sprache und Kognition aus einer anderen Perspektive zu betrachten und zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Der Einfluss von Sprache auf die Kognition besteht demzufolge darin, dass die Art, wie ein Mensch etwas wahrnimmt, kategorisiert, verbalisiert und memoriert nicht universell, sondern sprachabhängig ist (vgl. Mertins 2018: 3). Verschiedene Untersuchungen konnten solch einen Einfluss z.B. in den Bereichen der Raumkognition (vgl. Levinson et al. 2002), Farbe (vgl. Roberson 2005) und Zeit (vgl. Fuhrmann et al. 2011) belegen. Aus dem soeben diskutierten Ansatz heraus ist die dieser Arbeit zugrundeliegende Studie entstanden. Auf der Basis eines breitgefächerten methodischen Zuganges ist es das Ziel anhand von einer pathologischen Gruppe Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Sprache und Kognition des Menschen zu gewinnen.

3.2 Sprache und Alzheimer-Demenz

Bereits in seiner Veröffentlichung im Jahr 1907 beschreibt Alois Alzheimer Störungen der Sprachverarbeitung, welche er bei seiner Patientin Auguste Deter beobachten konnte. Diese äußerten sich wie folgt:

Beim Lesen kommt sie von einer Zeile in die andere, liest buchstabierend oder mit sinnloser Betonung; beim Schreiben wiederholt sie einzelne Silben vielmals, lässt andere aus und versendet überhaupt sehr rasch. Beim Sprechen gebraucht sie häufig Verlegenheitsphrasen, einzelne paraphrasische Ausdrücke (Milchgießer statt Tasse), manchmal beobachtet man ein Klebenbleiben. Manche Fragen faßt sie offenbar nicht auf. (vgl. Alzheimer 1907: 147)

Es konnten sich also Störungen der Sprachproduktion sowie der -rezeption bei der AD-Erkrankten beobachten lassen. Diese äußerten sich dabei sowohl bei der mündlichen als auch bei der schriftlichen Sprachproduktion. Einschränkungen der Sprachrezeption zeigten sich darin, dass die Patientin die Bedeutung einiger Äußerungen scheinbar nicht mehr erfassen konnte. Des Weiteren konnten Kompensationsmechanismen wie das Paraphrasieren beobachtet werden (vgl. Alzheimer 1907: 147). Die sprachwissenschaftliche Untersuchung der AD hat in den letzten hundert Jahren eine Reihe an Erkenntnissen dazugewonnen.

Die Alzheimer-Demenz ist von einem deutlichen Abbau kognitiver Fähigkeiten gekennzeichnet. Der Sprachabbau bildet dabei sicherlich eines der auffälligsten Symptome. Defizite der Sprache treten bereits in frühen Stadien der Alzheimer-Demenz auf. Fast alle linguistischen Ebenen sind im Verlauf der Krankheit von diesen Defiziten betroffen. Als auffälligste Merkmale gelten dabei häufig Wortfindungsstörungen und eine herabgesetzte verbale Flüssigkeit. Diese treten bereits früh im Krankheitsverlauf auf und werden von den Erkrankten häufig als sehr belastend empfunden. Auch die Diagnostik der AD macht sich die Erhebung von Wortfindungsstörungen sowie von Störungen der

Wortflüssigkeit zu Nutzen. Obgleich diese Defizite bereits in einem frühen Krankheitsstadium auftreten, sind sie zu Beginn nicht unbedingt besonders auffällig, da die Betroffenen diese häufig zu kompensieren versuchen (vgl. Wendelstein/Schröder 2015: 319ff.).

Im Folgenden werden Untersuchungen dargestellt, welche die Sprachverarbeitung bei AD adressieren. Dabei liegt der Fokus vornehmlich auf der mündlichen Sprachproduktion, da diese für die eigens durchgeführte Studie von Relevanz sind. Es stehen Untersuchungen im Fokus, die anhand von Bildbeschreibungen, offenen Fragen oder semistandardisierten Interviews durchgeführt worden sind. Bildbeschreibungen bieten dabei den Vorteil, dass eine Vergleichbarkeit zwischen den Probanden oder auch zwischen verschiedenen Studien gegeben ist. Im Gegensatz zu z.B. Nacherzählungen sind Bildbeschreibungen dahingehend vorteilhaft, da sie weniger stark durch Effekte der Gedächtnisstörung beeinflusst sind. Um jedoch eine interaktivere Gesprächssituation hervorzurufen, bieten sich semistandardisierte Interviews oder offene Fragen als Elizitationsmethoden an. Diese methodischen Vorgehensweisen ermöglichen ebenfalls die Vergleichbarkeit zwischen Probanden. In solch einer Spracherhebungssituation sind sowohl Sprecher als auch Hörer anwesend und gestalten das Gespräch in einer Interaktion, jedoch ist auch solch eine Situation keine gänzlich natürliche Gesprächssituation (vgl. Wendelstein 2016: 54). Weitere Methoden, welche verwendet werden, um Störungen der Sprachverarbeitung bei AD zu untersuchen, stellen das konfrontative Benennen und Tests zur Wortflüssigkeit dar, welche im Rahmen der Demenzdiagnostik angewendet werden.

Auf lexikalischer Ebene sind vor allem Wortfindungsstörungen und Defizite in der verbalen Flüssigkeit zu beobachten. Diese treten häufig bereits in frühen Krankheitsstadien der Alzheimer-Demenz auf und erschweren für viele Betroffene die alltägliche Kommunikation in der sozialen Interaktion. Forbes-McKay et al. (2013) stellen anhand von Bildbeschreibungen bereits bei Probanden in frühen Stadien der Alzheimer-Demenz Verzögerungen bei der Wortfindung fest. Diese Wortfindungsstörungen werden von Betroffenen gerade in frühen Stadien der Krankheit kaschiert und kompensiert. Diese Kompensationsmechanismen bestehen vor allem aus der Verwendung von Oberbegriffen, Umschreibungen und Leerformeln, wie z.B. Wörtern wie „Ding“ oder Pronomen (vgl. Schecker 2010). Dass diese beschriebenen Wortfindungsstörungen vor allem in den Anfangsstadien von den Betroffenen selbst wahrgenommen werden, kann außer zu Kommunikationsschwierigkeiten sogar zu einem Rückzug der Erkrankten aus sozialen Aktivitäten führen (vgl. Farrell et al. 2014).

Die Abnahme lexikalischer Reichhaltigkeit gilt als weiteres auffälliges Sprachdefizit im Rahmen der AD. Bucks et al. (2000) verwendeten semi-standardisierte Interviews, bei denen die Probanden dazu angehalten worden sind, über sich und ihre Erfahrungen zu sprechen. Ihnen wurden offene Fragen gestellt, welche weder Länge noch Richtung der Antwort vorgaben. Im Anschluss wurden die daraus resultierenden Transkriptionen auf acht linguistische Kriterien hin untersucht. Dabei wurde belegt, dass AD-Patienten in frühen bis moderaten Stadien einen reduzierteren Wortschatz aufweisen als altersgleiche, gesunde Kontrollprobanden. Des Weiteren wurde in derselben Studie bei AD-Patienten im Vergleich zu Kontrollprobanden eine Unterproduktion von Nomen und eine Überproduktion von

Pronomen festgestellt (vgl. Bucks et al. 2000). Diese Ergebnisse bezüglich einer Überproduktion von Pronomen bei Betroffenen der AD decken sich mit den Ergebnissen vieler anderer Studien. So wiesen Almor et al. (1999) bei AD-Patienten in frühen Krankheitsstadien eine signifikant höhere Produktion von pronominalen Referenzen als bei gesunden Kontrollprobanden nach. Dabei wurde kein Zusammenhang mit dem Schweregrad der Krankheit oder der semantischen Fähigkeiten der Probanden und der Überproduktion von Pronomina festgestellt. Diese wurde vielmehr mit Arbeitsgedächtnisleistungen in Zusammenhang gebracht. Demnach steigt die Verwendung von Pronomina, während die Arbeitsgedächtniskapazität sinkt (vgl. Almor et al. 1999). Schecker und Arbeitsgruppe (2010) untersuchten zudem den fehlerhaften Gebrauch definiter Pronomina und definiter Nominalgruppen. Dabei wurde festgestellt, dass AD-Patienten in frühen bis moderaten Krankheitsstadien signifikant mehr Fehler als gesunde Kontrollprobanden in Bezug auf (Re-) Nominalisierungen und Pronominalisierungen machen (vgl. Schecker 2010: 67).

Auch auf syntaktischer Ebene weisen Betroffene der AD Defizite im Sprachgebrauch auf. In frühen Stadien scheinen diese subtiler Natur zu sein, während im späteren Krankheitsverlauf immer deutlichere syntaktische Einschränkungen zu beobachten sind (vgl. Wendelstein/Schröder 2015: 322). Kemper et al. (2001) untersuchten in einer Studie über einen Zeitraum von zweieinhalb Jahren die Veränderungen im Sprachgebrauch von AD-Patienten und gesunden Kontrollprobanden des gleichen Altersdurchschnitts. Die kritischen Probanden wurden alle sechs Monate und die Kontrollprobanden alle 12 Monate getestet. Den Probanden wurden dabei zu jedem Messzeitpunkt unterschiedliche offene Fragen gestellt, die Aufnahmen wurden anschließend transkribiert und auf der Basis von ausgewählten Kriterien ausgewertet. Die Kontrollgruppe wies dabei einen altersbedingten Rückgang grammatischer Komplexität vor allem im Alter zwischen 74 und 78 Jahren auf. Die grammatische Komplexität der Sätze der AD-Patienten nahm im Verlaufe der Krankheit deutlich ab, jedoch unabhängig vom Alter der Probanden (vgl. Kemper et al. 2001). Forbes McKay et al. (2013) konnten diese Ergebnisse bestätigen. Auf der Grundlage von Bildbeschreibungen konnte festgestellt werden, dass AD-Patienten in frühen bis moderaten Stadien zwar fließende Rede produzierten, diese jedoch von einer leichten Reduktion grammatischer Komplexität zeugte. Mit voranschreitender Krankheit wurde jedoch auch diese Reduktion größer.

Des Weiteren können im Rahmen der AD Sprachabbauphänomene beobachtet werden, die Auswirkungen auf der pragmatischen und der Textebene haben. Bei der Sprachrezeption zeigen sich Defizite hinsichtlich lexikalischer Mehrdeutigkeiten. Untersuchungen aus dem Neurolinguistischen Labor Freiburg konnten belegen, dass AD-Patienten bereits in frühen Krankheitsstadien nicht mehr richtig in der Lage waren, einen Kontext-Abgleich durchzuführen. Dabei wurde den Probanden ein Satz vorgelegt und sie wurden gebeten, diesen Satz einem von drei vorgelegten Bildern zuzuordnen. Dabei entsprach jeweils ein Bild dem vorgegebenen Kontext, ein Bild spiegelte eine kontextinadäquate Bedeutung wider und ein Bild diente als Filler. Die betreffenden Probanden waren im Alltag noch weitgehend unauffällig (vgl. Schecker et al. 2010). Auch das Verständnis mehrdeutiger Äußerungen

und metaphorischer Sprache ist bei AD-Patienten beeinträchtigt. So weisen diese Schwierigkeiten bei der Auflösung von Homonymen sowie bei dem Verstehen von Idiomen auf. Auch hier gelingt es AD-Patienten bereits in frühen Stadien nicht mehr, einen Kontext-Abgleich zu vollziehen (vgl. Schecker et al. 2010).

In Bezug auf die mündliche Sprachproduktion erscheinen Erzählungen von AD-Betroffenen häufig wenig detailreich und inhaltsarm. Croisile et al. (1996) untersuchten auf der Grundlage von Bildbeschreibungen den Informationsgehalt gesprochener Sprache in leichten bis moderaten Stadien der AD. Die Erkrankten produzierten dabei deutlich weniger Informationseinheiten als die Kontrollprobanden. Bschor et al. (2001) konnten diese Ergebnisse in einer weiteren Bildbeschreibungsstudie bestätigen. AD-Betroffene in leichten bis fortgeschrittenen Verlaufsstadien produzierten im Vergleich zu den Kontrollen demnach mehr Äußerungen, welche irrelevant für die Aufgabenstellung und das Stimulusmaterial waren. Forbes McKay und Venneri (2005) beschreiben gleichermaßen eine erhöhte Verbalisierung von weniger wichtig erscheinenden Informationen und einer niedrigeren Produktion wichtig erscheinender Informationen.

Störungen beim lexikalischen Zugriff gelten häufig als möglicher Erklärungsansatz für Wortfindungsstörungen und die Überproduktion von Pronomen. Eine Ausdünnung semantischer Merkmale wird als mögliche Ursache für Störungen des semantischen Systems gesehen. Dabei gehen konzeptspezifische Merkmale zuerst verloren, wohingegen Merkmale, welche auf mehrere Konzepte einer Kategorie zutreffen, länger erhalten bleiben. Allerdings dienen diese Erklärungsansätze nicht als hinreichende Erklärung für alle aufgelisteten sprachlichen Defizite. Arbeitsgedächtnisleistungen und Exekutivfunktionen sind als zentrale kognitive Fähigkeiten der Sprachverarbeitung anzusehen. Während der Sprachproduktion und -rezeption findet eine durchgängige Aufrechterhaltung des Hörer- sowie des Sprecherwissens statt, was bei Erkrankten oftmals nicht hinreichend geschieht. Bei AD-Patienten tritt somit auch ein Defizit auf pragmatischer Ebene auf (vgl. Wendelstein/Schröder 2015: 425f.).

3.3 Visuell-räumliche Wahrnehmung und Alzheimer-Demenz

Visuell-räumliche Störungen gelten als eines der Haupt- und Frühsymptome der AD. Visuell-räumliches Denken umfasst z.B. die Fähigkeit, die Topologie von Gegenständen zu erfassen, räumliche Bezüge zu verstehen sowie den Aufbau von Zeichen und Symbolen zu entschlüsseln. Kommt es nun zu Störungen dieser kognitiven Fähigkeiten, führt dies zu gravierenden Defiziten in unterschiedlichsten Alltagstätigkeiten. Davon betroffen sind u.a. Rechnen, Schreiben, Uhrenlesen, Ausfüllen von Formularen sowie die Orientierung in Gebäuden oder in offenem Raum. Gewöhnlich sind komplexere und weniger häufig ausgeführte Tätigkeiten, wie z.B. das Zeichnen, zuerst und bereits frühzeitig im Krankheitsverlauf betroffen. Stark überlernte Fähigkeiten, wie z.B. das Ankleiden oder die räumliche Orientierung in der eigenen Wohnung, sind häufig erst im mittleren Stadium defizitär betroffen (vgl. Schmidtke/Otto 2017: 212).

Verschiedene Studien zeigen, dass Betroffene der AD im Vergleich zu altersgleichen, gesunden Kontrollen Defizite in der visuell-räumlichen Verarbeitung aufweisen. Diese Störungen der visuell-räumlichen Kognition lassen sich zum einen durch verhaltensbasierte Studien und zum anderen durch experimentelle Studien feststellen. Der erste Teil dieses Unterkapitels widmet sich der Untersuchung der visuell-räumlichen Wahrnehmung anhand verhaltensbasierter Studien. Dabei werden exemplarisch durchgeführte Studien vorgestellt und diskutiert. Im Anschluss werden Studien vorgestellt, welche sich der experimentellen Methode des Eye-Tracking bedienen. Einführend dazu werden die Grundlagen der Methode vorgestellt.

3.3.1 Verhaltensbasierte Studien

Verhaltensbasierte Studien zur visuell-räumlichen Aufmerksamkeit bei AD machen sich vor allem neuropsychologische Tests zunutze, welche u.a. auch im Rahmen der neuropsychologischen Untersuchung der Diagnostik der AD angewendet werden. Es handelt sich dabei häufig um standardisierte und normierte Testverfahren, welche angewandt werden, um das kognitive Leistungsspektrum einer Testperson zu erfassen. Auf Grundlage der Nutzung verschiedener Testverfahren können so Faktoren bestimmt werden, welche eine bestimmte Störung verursachen, auslösen und aufrechterhalten (vgl. Petermann/Jäncke 2013: 199). Grundsätzlich umfasst die visuell-räumliche Kognition eines Menschen unterschiedliche Leistungen. Es wird dabei zwischen räumlich-perzeptiven, räumlich-kognitiven, räumlich-konstruktiven sowie räumlich-topographischen Leistungen unterschieden (vgl. Kerkhoff 2006: 318ff.).

Räumlich-perzeptive Leistungen beziehen sich auf die Fähigkeit, visuell-räumliche Eigenschaften eines Objektes aus der Betrachterperspektive einschätzen zu können. Diese umfassen u.a. die Orientierungsschätzung, Längenschätzung (Ausdehnung innerhalb von Objekten), Distanzschätzung (Ausdehnung zwischen Objekten), Formschätzung sowie die Positionswahrnehmung eines Objektes (vgl. Kerkhoff 2006: 318). Ein standardisiertes Testverfahren, um räumlich-perzeptive Leistungen zu untersuchen, stellt die *Visual Object Spatial Perception Battery* (VOSP) dar, welche verschiedene Untertests zur Objekt- und Raumwahrnehmung beinhaltet. In einer Studie von Quental et al. (2013) wurde dieses Testverfahren angewandt, um visuell-perzeptive Leistung zu untersuchen, während die Beteiligung anderer kognitiver Leistungen weitestgehend minimiert wurde. Es konnte in allen vier Untertest zur Objektwahrnehmung als auch in allen vier Untertests zur Raumwahrnehmung deutliche Abweichungen der AD-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden. Besonders deutlich zeigte sich eine Verschlechterung der räumlich-perzeptiven Leistungen der AD-Gruppe bei einer Aufgabe, in welcher den Probanden zehn Testkarten mit steigendem Schwierigkeitsgrad präsentiert werden, auf welchen sich zum Teil verdeckende dreidimensionale Würfel abgebildet sind. Die Anzahl der dargestellten Würfel variiert von Karte zu Karte. Die Aufgabe der Probanden besteht darin, die jeweilige Anzahl der abgebildeten Würfel zu benennen. Auf Grundlage der Studie wurde festgestellt, dass bereits Probanden in frühen Stadien der AD abweichende räumlich-

perzeptive Leistungen im Vergleich zu Kontrollen zeigten. Ein weiteres standardisiertes Verfahren zur Testung räumlich-perzeptiver Leistungen stellt der *Line-Orientation-Test* dar. In einer Studie von Ska et al. (1990) wurden den Probanden zwei Linien präsentiert, welche in einem bestimmten Winkel zueinanderstehen. Aus einer Auswahl aus mehreren Linien mussten die Probanden nun die zwei Linien identifizieren, welche denselben Winkel bilden wie die Testvorlage. Ein Vergleich zwischen mehreren Kontrollgruppen und einer AD-Gruppe konnte zeigen, dass sich zwischen Probanden, welche die neurodegenerative Erkrankung aufwiesen, und den Kontrollen ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der räumlich-perzeptiven Leistungen zeigte.

Räumlich-kognitive Leistungen gehen über die reine Wahrnehmungsleistung hinaus und erfordern eine mentale Raumoperation, wie z.B. eine mentale Rotation oder eine Maßstabsrotation (vgl. Kerkhoff 2006: 323). Um dies zu untersuchen wird u.a. der standardisierte *Money Road-Map Test* angewandt. In einer Studie von Rainville et al. (2002) wurde dieser unter zwei Testbedingungen durchgeführt. Grundsätzlich handelt es sich bei dem Test um ein Verfahren, welches eine mentale Rotation erfordert. In der standardisierten Bedingung des Testverfahrens wurde den Probanden eine Straßenkarte einer Kleinstadt vorgelegt, auf welcher eine Route eines Reisenden eingezeichnet war. Die Aufgabe der Probanden bestand nun darin, sich vorzustellen diesen Weg selbst zu gehen und mittels mentaler Rotation anzugeben, ob es sich bei den Abbiegungen in die nächste Straße um eine Rechts- oder um eine Linksbewegung handelte. In einer zweiten Bedingung wurde die mentale Rotation umgangen, indem die Straßenkarte vom Versuchsleiter für jede Abbiegung so gedreht worden ist, dass die Route stets in Abhängigkeit des Referenzrahmens des Probanden ausgerichtet worden ist. Auch in dieser Bedingung bestand die Aufgabe der Probanden darin, die aufgemalte Route gedanklich zu verfolgen und die entsprechenden Rechts- bzw. Linksbewegungen der Abbiegungen anzugeben. In der ersten Bedingung zeigte die AD-Gruppe eine deutliche Abweichung der räumlich-kognitiven Leistungen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Auch in der zweiten Bedingung zeigte sich ein Unterschied hinsichtlich der Leistungen zwischen beiden Gruppen, dieser war jedoch nicht von so einer Deutlichkeit wie es in der ersten Bedingung der Fall war. In einer Studie von Kálman et al. (1995) wurden die räumlich-kognitiven Leistungen von AD-Erkrankten anhand des *Right-Left Orientation Test* untersucht. In einer ersten Bedingung diente die eigene Person als Referenzpunkt für Rechts- bzw. Linksangaben, eine zweite Bedingung hingegen erforderte eine mentale Rotation seitens der Probanden. In der ersten Bedingung zeigten sich keine Unterschiede hinsichtlich der Leistungen zwischen der AD-Gruppe und der Kontrollgruppe, in der zweiten Bedingung wiesen jedoch erstere deutlich verschlechterte räumlich-kognitive Leistungen auf.

Räumlich-konstruktive Leistungen sind für viele komplexe Handlungsabläufe im Alltag von großer Bedeutung, weshalb entsprechende Störungen zu erheblichen Problemen in der Alltagsbewältigung der Betroffenen führen. Zu räumlich-konstruktiven Leistungen zählen einzelne Elemente einer Figur manuell zu einem Ganzen zusammenzufügen (vgl. Kerkhoff 2006: 324). Sowohl in der Forschung als auch in der neuropsychologischen Diagnostik der AD stellt der Uhrentest (*clock-*

drawing test) eine sehr gängige Methode dar, um visuell-räumliche Störungen zu untersuchen. Dieser wird in verschiedenen Ausführungen angewandt. In einer Studie von Kálman et al. (1995) wurde den Probanden die Aufgabe gegeben, eine Uhr aus einem bereits vorgegebenen Kreis zu zeichnen. Anschließend wurden sie gebeten, eine vorgegebene Uhrzeit durch das Aufzeichnen von Uhrzeigern zu bestimmen. Die Forschungsgruppe konnte zeigen, dass AD-Betroffene deutlich mehr Fehler bei der Ausführung der Aufgabe machten als kognitiv gesunde Kontrollprobanden. Die beobachteten Fehler bezogen sich dabei vor allem auf die falsche Platzierung und Auslassung von Ziffern sowie Fehler bei der Setzung der Uhrzeiger. Es konnte gezeigt werden, dass bereits im frühen Stadium der AD Defizite der räumlich-konstruktiven Fähigkeiten auftreten. Der Uhrentest verlangt dem Probanden unterschiedliche kognitive Leistungen ab. Diese umfassen das Verstehen der Aufgabe, die Planung der Ausführung, visuelles Erinnern und die Rekonstruktion der Uhr in graphischer Form, die motorische Ausführung, abstraktes Denken sowie räumlich-konstruktive Leistungen. Grundsätzlich wird der Uhrentest aufgrund dessen, dass er eine Mischung aus visuell-räumlichen Leistungen sowie exekutiver Kontrolle vom Probanden verlangt, als nützlich für die Forschung als auch als Früh- und Verlaufsindikator bei AD angesehen (vgl. Shulman 2000: 550; Schmidke/Otto 2017: 212). In einer Studie von Paxton et al. (2007) wurden anhand des *Hooper Visual Organization Test* ebenfalls räumlich-konstruktive Leistungen bei AD-Erkrankten untersucht. Die Aufgabe der Probanden bestand dabei darin, dargebotene Stimulusfragmente (zwei bis drei Einzelteile) so anzuordnen, dass sie zusammengefügt ein stimmiges Ganzes ergeben. Bei den Stimuli handelte es sich um allgemein geläufige Objekte. Anschließend sollte das Objekt benannt werden. Die Ergebnisse zeigten eine signifikante Verschlechterung der räumlich-konstruktiven Leistungen der AD-Erkrankten innerhalb eines Zeitraumes von einem Jahr.

Räumlich-topographische Leistungen umfassen die Orientierung im vorgestellten oder realen dreidimensionalen Raum. Störungen dieser Leistungen führen zu Navigationsproblemen von Betroffenen in ebendiesem (vgl. Kerkhoff 2006: 325). Monacelli et al. (2003) konnten anhand verschiedener Testaufgaben Defizite in räumlich-topographischen Leistungen bei AD-Erkrankten im Vergleich zu verschiedenen Kontrollgruppen feststellen. Die verschiedenen Testdurchläufe beinhalteten u.a. die räumliche Orientierung der Probanden in einem realen Raum als auch die Testung räumlich-konstruktiver Leistungen wie das Erinnern und Aufmalen der zuvor begangenen Wegstrecke. Die AD-Gruppe zeigte über alle Aufgaben deutliche Schwierigkeiten hinsichtlich ihrer räumlich-topographischen Leistungen

3.3.2 Experimentelle Studien

Ferner lassen sich in empirisch-experimentellen Studien Defizite in der visuell-räumlichen Verarbeitung bei AD feststellen. Da es sich bei der Eye-Tracking Methode um einen komplexen technischen Zugang zur Untersuchung der visuell-räumlichen Wahrnehmung handelt, werden im Folgenden einleitend die theoretischen Grundlagen der Methode kurz dargestellt. Im Anschluss widmet sich die Arbeit der

Beschreibung des aktuellen Forschungsstandes der visuellen Raumwahrnehmung bei AD mittels Eye-Tracking.

3.3.2.1 Methodische Grundlagen: Eye-Tracking

Da das Eye-Tracking für diese Arbeit von methodischer Relevanz ist, wird dieser Zugang im Folgenden kurz erläutert. Es handelt sich dabei um eine *online* Methode, da sie mentale Prozesse untersucht, welche unbewusst und automatisiert stattfinden (vgl. Mertins 2016: 16). Grundsätzlich basiert die Methode des Eye-Tracking auf der Messung visueller Aufmerksamkeitsmuster. Anhand der Aufnahme der Augenbewegungen eines Probanden kann nachverfolgt werden, wie dessen Aufmerksamkeit sowohl räumlich als auch zeitlich verteilt ist. Der Mensch kann nicht alle Eindrücke um ihn herum auf einmal aufnehmen und richtet stattdessen seine mentale Kapazität auf selektierte Bereiche des sensorischen Inputs, damit das Gehirn schließlich den visuellen Reiz verarbeiten kann. Die menschliche Kapazität der Informationsverarbeitung ist jedoch limitiert und das Gehirn verarbeitet sensorischen Input, indem es die zuvor kleinen erschlossenen Bereiche zu einem kohärenten Ganzen zusammensetzt (vgl. Duchowski 2017: 3f.).

Durch die Pupille gelangt Licht in das menschliche Auge, dieses dreht das Bild in der Linse auf den Kopf und projiziert es auf die Retina. Die Retina ist von lichtempfindlichen Zellen durchzogen, welche das hereinkommende Licht in elektrische Signale umwandeln. Diese werden durch den Sehnerv an den visuellen Cortex weitergeleitet, wo die Informationen weiterverarbeitet werden (vgl. Holmqvist et al. 2015: 21). Die Retina weist jedoch nicht überall gleich viele Sinneszellen auf. Daher werden die Augen in einer Art und Weise positioniert, sodass der interessanteste Bereich des zu verarbeitenden Inputs etwa mittig auf die jeweilige Retina fällt. Dieser Bereich, die Fovea centralis, verfügt über die höchste Dichte an Sinneszellen und ist die Stelle des schärfsten Sehens. Dies führt zu der Annahme, dass beide Foveae so lange auf die wichtigen und interessanten Bereiche des Input gerichtet sein müssen, wie es die kognitiven Prozesse erfordern, damit ein sensorischer Reiz hinreichend erkundet werden kann (vgl. Müller 2013: 106). Die Augenbewegungen des Menschen werden durch drei Muskelpaare kontrolliert, welche für horizontale, vertikale sowie torsionale Bewegungen verantwortlich sind. Große Bereiche des Gehirns sind darin involviert, diese Muskelgruppen zu kontrollieren, um die entsprechenden Blickbewegungen auf relevante Bereiche eines Reizes zu richten (vgl. Holmqvist 2015: 21). Die räumliche und zeitliche Vermessung der Blickbewegungen eines Menschen liefern somit wichtige Erkenntnisse über den Ablauf visueller Erkundungsprozesse (vgl. Müller 2013: 106).

Die heutzutage am häufigsten genutzte Methode, um Blickbewegungen zu messen, stellt die Pupillen und Corneareflexions-Methode dar. Diese macht sich zwei Bezugspunkte zunutze; zum einen die Pupille und zum anderen die Hornhaut (Cornea). Die Cornea bedeckt die nach außen liegende Oberfläche des Auges und reflektiert einfallendes Licht. Der Eye-Tracker nutzt Infrarotlicht, um natürliche Lichtreflexionen zu vermeiden und schließlich anhand nur eines Reflexionspunktes und der Bestimmung der Pupillenposition die durchgeführten Blickbewegungen des Probanden zu bestimmen

(vgl. Holmqvist 2015: 21). Die Datenqualität von Eye-Tracking Daten hängt nun zum einen von eye-tracker-spezifischen und zum anderen von probandenspezifischen Eigenschaften ab. In erstere Kategorie gehört eine hinreichende zeitliche Auflösung der gemessenen Augenbewegungen. Die sogenannte *sampling rate* gibt die Zahl der Messpunkte pro Sekunde an. Unterschiedliche Geräte weisen *sampling rates* zwischen 25 und 2000 Hertz (Hz) auf (vgl. Müller 2013: 106). Die meisten *remote* Geräte, welche für die mobile Datenerhebung genutzt werden, messen mit einer *sampling rate* von 60 Hz (vgl. Holmqvist 2015: 30). Ein weiterer Aspekt, welcher für eine gute Datenqualität von Bedeutung ist, ist die Messgenauigkeit der Pupillen- und Lichtreflexmessung (vgl. Müller 2013: 107). Probandenspezifische Eigenschaften, welche die Datenqualität beeinflussen können, umfassen u.a. das Tragen einer Brille, das Tragen von Mascara oder hängende Augenlider des Probanden. Grundsätzlich ist die Datenqualität der Messung von Blickbewegungen von großer Bedeutung, da diese sowohl Ergebnisse unterstützen als auch umkehren kann (vgl. Holmqvist 2015: 29). Daher sollte vor einer Eye-Tracking Aufnahme stets darauf geachtet werden, die Rahmenbedingungen so optimal wie möglich zu gestalten.

Die zwei wichtigsten grundlegenden Parameter für die Analyse von Blickbewegungen stellen zum einen Fixationen und zum anderen Sakkaden dar. Als Fixation wird das Verweilen des Auges auf einem bestimmten Punkt bezeichnet. Fixationen können zwischen zehn Millisekunden (ms) und mehreren Sekunden (s) andauern. Es ist davon auszugehen, dass mit der Messung von Fixationen auch die visuelle Aufmerksamkeit gemessen werden kann. Die schnelle Blickbewegung von einer Fixation zur nächsten wird als Sakkade bezeichnet. Es handelt sich dabei sogar um die schnellste Bewegung, zu welcher der menschliche Körper in der Lage ist. Die durchschnittliche Sakkadendauer beträgt 30-80 ms. Während der Sakkade werden keine neuen Informationen aufgenommen, d.h. das Auge ist während dieser Zeit also größtenteils blind. Sakkaden beschreiben nicht den kürzesten Weg zwischen zwei Fixationen, sondern nehmen unterschiedliche Formen und Krümmungen an (vgl. Holmqvist et al. 2015: 22f.).

3.3.2.2 Eye-Tracking: Visuell-räumliche Wahrnehmung bei Alzheimer-Demenz

Es existiert eine Reihe von Studien aus unterschiedlichen Disziplinen, welche die visuell-räumliche Wahrnehmung bei AD mittels Eye-Tracking untersuchen. Diese experimentelle Methode kann wichtige Informationen über die Veränderungen der visuell-räumlichen Kognition, welche im Rahmen einer AD auftreten, liefern. Studien, die sich mit dieser Thematik auseinandersetzen, untersuchen zum einen grundlegende Veränderungen der Okulomotorik und zum anderen Veränderungen des komplexen visuellen Verhaltens.

Die Neurodegeneration der AD führt zu Veränderungen grundlegender okulomotorischer Funktionen. Studien, welche sich auf diese Veränderungen fokussieren, beziehen sich dabei häufig auf die Untersuchung von Sakkaden, kontinuierlichen Augenfolgebewegungen (*smooth pursuit*) sowie Pupillenreaktionen (vgl. Molitor et al. 2015: 1). In einer Studie von Yang et al. (2013) wurden die *gap*

und *overlap* Paradigmen genutzt, um auf Grundlage der Untersuchung von Sakkaden kognitive Funktionen bei AD und gesundem kognitivem Altern zu testen. In der *gap*-Kondition werden die Probanden instruiert, einen zentralen Fixationspunkt zu fokussieren. Dieser verschwindet 200 ms vor Erscheinen eines Zielobjektes, welches die Probanden anschließend fokussieren sollen. In der *overlap*-Kondition erscheint das Zielobjekt bereits während der zentrale Fixationspunkt noch eingeblendet ist. Die beiden Objekte überschneiden sich insgesamt für einen Zeitraum für 200 ms. Auch in dieser Kondition wurden die Probanden instruiert, so akkurat und schnell wie möglich eine Sakkade zum Zielobjekt zu machen. Die schnellen Augenbewegungen, welche sich zu einem neuauftretenden Reiz hinbewegen, werden als Pro-Sakkaden bezeichnet. Es konnte gezeigt werden, dass sich in der *gap*-Bedingung sowohl in der AD-Gruppe als auch in der gesunden Kontrollgruppe ein *gap*-Effekt einstellte, welcher sich in einer kürzeren Latenz der Pro-Sakkaden in der *gap*-Kondition als in der *overlap*-Kondition äußerte. Die AD-Gruppe wies überdies eine vergleichsweise größere Latenz der Pro-Sakkaden in beiden Konditionen als die gesunden Kontrollen auf. Des Weiteren wurde eine größere Variabilität hinsichtlich der Akkuratheit und der Schnelligkeit der Pro-Sakkaden innerhalb der AD-Gruppe festgestellt. In einer longitudinalen Studie von Crawford et al. (2015) wurden die sakkadischen Augenbewegungen von AD-Betroffenen ebenfalls mit denen von gesunden Kontrollen verglichen. Auch diese Studie bediente sich der *gap* und *overlap* Paradigmen. Die Probanden wurden in einem Zeitraum von 12 Monaten zweimal mit einem Eye-Tracker aufgenommen, um Trends hinsichtlich der Fähigkeit, die visuelle Aufmerksamkeit von einem zentralen Objekt zu lösen und auf ein neu erscheinendes Zielobjekt zu richten, zu untersuchen. Die *gap*- und *overlap*-Konditionen wurden zusätzlich mit dem *go/no-go* Paradigma kombiniert, um die inhibitorische Kontrolle der Probanden zu untersuchen. In der *no-go* Kondition wurden die Probanden instruiert, das erscheinende Zielobjekt zu ignorieren und ihre visuelle Aufmerksamkeit auf dem zentralen Fixationspunkt zu belassen. Die *go-right/no-go-left* Kondition umfasste die Aufgabe der Probanden, das erscheinende Zielobjekt auf der rechten Seite des zentralen Fixationspunktes zu fokussieren und jegliche andere Objekte zur linken Seite dieses Punktes zu ignorieren. In der *go-left/no-go-right* Kondition hingegen wurden die Probanden wiederum instruiert das Zielobjekt im linken Feld zu fokussieren und alle anderen Objekte im rechten Feld zu ignorieren. Die Studie konnte zeigen, dass die AD-Gruppe Schwierigkeiten hinsichtlich ihrer inhibitorischen Kontrolle zeigte und häufiger fehlerhafte Pro-Sakkaden machte.

Auch die Untersuchung von Anti-Sakkaden kann Aufschluss über die inhibitorische Kontrolle von Probanden geben. Eine Anti-Sakkade bezeichnet dabei die schnelle Augenbewegung in die entgegengesetzte Richtung eines erscheinenden Zielobjektes. Dabei muss die reflexartige Pro-Sakkade zu diesem Zielobjekt unterdrückt werden (vgl. Molitor 2015: 3). In einer Studie von Kaufmann et al. (2012) wurden AD-Erkrankte im moderaten Stadium der Erkrankung mit gesunden Kontrollen auf der Basis einer Anti-Sakkaden Aufgabe miteinander verglichen. Die Probanden wurden angewiesen, einen zentralen Fixationspunkt auf einem Bildschirm zu fokussieren. Dieser verschwand sobald das Zielobjekt auf dem Bildschirm erschien. Die Aufgabe der Probanden bestand nun darin, in die entgegengesetzte

Richtung des erscheinenden Zielobjektes zu schauen. Es wurde gezeigt, dass die AD-Gruppe signifikant mehr Fehler produzierte und es zeigt sich zusätzlich eine geringere Korrekturquote dieser Fehler als in der Kontrollgruppe. Auf der Grundlage eines ähnlichen Experimentaufbaus konnten Crawford et al. (2013) diese Erkenntnisse bestätigen. Zudem konnte gezeigt werden, dass die AD-Gruppe durchschnittlich langsamer war, eine Anti-Sakkaden bei der Korrektur eines Fehlers durchzuführen.

Kontinuierliche Augenfolgebewegungen unterscheiden sich grundlegend von Sakkaden, da für beide Augenbewegungen unterschiedliche Regionen des Gehirns verantwortlich sind. Während sakkadische Bewegungen sowohl auf einem weißen Hintergrund als auch im Dunklen vollzogen werden können, benötigt es für kontinuierliche Augenfolgebewegungen einen visuellen Input, dem das Auge folgen kann (vgl. Holmqvist et al. 2015: 23). Eine Reihe von Studien konnte bisher zeigen, dass AD-Erkrankte Schwierigkeiten haben, ein sich bewegendes Zielobjekt kontinuierlich visuell zu verfolgen. Diese äußerten sich im Vergleich zu gesunden altersgleichen Kontrollen in einer größeren Latenz hinsichtlich des Beginns der Zielobjektverfolgung (vgl. Garbutt et al. 2008), in einer niedrigeren Verfolgungsgeschwindigkeit sowie dem vermehrten Auftreten von *catch-up* Sakkaden und antizipatorischen Sakkaden (vgl. Zaccara et al. 1992; Fletcher/Sharpe 1988).

Des Weiteren wird die Untersuchung der Augenbewegungen bei AD genutzt, um Veränderungen des komplexen visuellen Verhaltens feststellen zu können. Obwohl Augenbewegungen reflexartig und automatisiert stattfinden, handelt es sich bei der visuell-räumlichen Wahrnehmung dennoch auch um einen zielorientierten Prozess. Die Untersuchung der Augenbewegungen gibt dabei Aufschluss auf die zugrundeliegende Kognition der Probanden. Veränderungen des Verhaltensmusters von Augenbewegungen bei AD-Erkrankten können wichtige Erkenntnisse über die kognitiven Prozesse der neurodegenerativen Erkrankung liefern. Studien, welche sich der Untersuchung des komplexen visuellen Verhaltens bei AD widmen, bedienen sich u.a. visueller Suchaufgaben oder der Exploration visueller Inputs (vgl. Molitor et al. 2015: 5).

Rösler et al. (2000) bedienten sich in ihrer Studie dem Paradigma der visuellen Suche und verglichen die Leistungen von AD-Erkrankten mit denen von gesunden altersgleichen sowie jungen Kontrollen. Die Probanden wurden instruiert eine einstellige Zahl zwischen 79 Buchstaben, welche als Distraktoren fungierten, auszumachen und einen Knopf zu drücken, sobald sie die Zahl ausfindig gemacht haben. Es konnte festgestellt werden, dass AD-Betroffene im Frühstadium der Erkrankung weniger akkurat und deutlich langsamer in der Detektion der Zielobjekte als beide Kontrollgruppen waren. Des Weiteren konnte die Studie zeigen, dass die AD-Gruppe durchschnittlich längere Fixationszeiten und insgesamt mehr Fixationen auf der Suche nach dem Zielobjekt aufwies. Porter et al. (2010) untersuchten die visuell-räumliche Kognition bei AD ebenfalls mithilfe einer visuellen Suchaufgabe. Dabei wurden die Probanden in dieser Studie instruiert, ein Zielobjekt zwischen einer Reihe von Distraktoren auszumachen, welche mindestens eine Ähnlichkeit mit dem Zielobjekt teilten. Im Vergleich zur Kontrollgruppe war auch in dieser Studie das visuelle Suchmuster der AD-Gruppe durch mehr Sakkaden sowie durch eine längere und wechselhafte Fixationsdauer gekennzeichnet.

Daffner et al. (1992) bedienten sich des Paradigmas der Exploration visuellen Inputs. Den Probanden wurden in der ersten Bedingung des Experiments jeweils gleichzeitig zwei Stimuli auf einem Bildschirm gezeigt und sie wurden instruiert, sich den visuellen Input frei anzuschauen. Die Stimulusbilder bestanden aus Strichzeichnungen und bildeten jeweils Paare; eine Zeichnung stellte dabei eine ungleichmäßige oder inkongruente Figur dar und die andere ihren kongruenten Gegenpart. In der zweiten Kondition wurden den Probanden Photographien gezeigt, welche unerwartete oder inkongruente Elemente besaßen. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die AD-Gruppe in der ersten Aufgabe ihre Aufmerksamkeit gleichmäßig auf die kongruenten und inkongruenten Stimuli verteilten, wohingegen die Kontrollgruppe die inkongruente Figur signifikant länger und häufiger fixierten. In der zweiten Aufgabe wies die AD-Gruppe ein insgesamt begrenzteres Explorationsverhalten als die Kontrollgruppe auf. Dabei fixierten sie zusätzlich seltener unerwartete und inkongruente Bereiche der gezeigten Stimulusbilder.

In einer Studie von Ogrocki et al. (2000) wurde ebenfalls das Explorationsverhalten von AD-Erkrankten mit dem von altersgleichen, kognitiv gesunden Kontrollprobanden verglichen. Den Probanden wurde auf einem Bildschirm eine Reihe von Gesichtern gezeigt, welche unterschiedliche Emotionen widerspiegeln. Die Aufgabe bestand darin, den gezeigten Gesichtern eine von zwei zur Verfügung stehenden Emotionen zuzuordnen. AD-Erkrankte unterschieden sich zwar nicht in der Akkuratheit ihrer Antworten hinsichtlich der Identifikation der gezeigten Emotionen von den Kontrollprobanden, jedoch bezüglich ihrer visuellen Aufmerksamkeitsmuster. AD-Erkrankte schenken den Gesichtern weniger Aufmerksamkeit und fixierten stattdessen mehr aufgabenirrelevante Bereiche der Stimulusbilder.

Brandão et al. (2014) untersuchten mittels Eye-Tracking die Augenbewegungen von AD-Erkrankten während einer mündlichen Sprachproduktionsstudie. Das Experiment wurde in drei Konversationskonditionen durchlaufen. Die Konditionen umfassten einen schwarzen Bildschirm ohne Stichwort, einen Stimulus bestehend aus einem konversationsbezogenen Satz zuzüglich eines Bildes sowie einen Stimulus bestehend aus einem konversationsfernen Satz zuzüglich eines Bildes. Es konnte gezeigt werden, dass strategische Diskursinterventionen in Form von geschriebenen Informationen als auch in Form von Bildern sich positiv auf den Informationsgehalt autobiographischer Erzählungen auswirken kann. Ferner zeigten sich in der AD-Gruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe keine Unterschiede hinsichtlich der *dwell-time* zwischen der *on-topic*-Kondition und der *off-topic*-Kondition. Diese Erkenntnis stützt die Annahme, dass AD-Erkrankte Störungen der inhibitorischen Kontrolle aufweisen und Schwierigkeiten dabei zeigen, ihre visuelle Aufmerksamkeit von aufgabenirrelevanten Bereichen zu lösen.

3.4 Fazit: Forschungsüberblick: Sprache, visuell-räumliche Wahrnehmung und AD

Das vorliegende Kapitel dient einer Übersicht über bisher durchgeführte Forschung in den Bereichen der Sprachverarbeitung sowie der räumlich-visuellen Kognition bei AD. Es konnte anhand der Beschreibung ausgewählter Studien gezeigt werden, dass beide Bereiche im Rahmen einer AD defizitär betroffen sind.

Hinsichtlich der Sprachverarbeitung wurden vorwiegend Studien zur mündlichen Sprachproduktion vorgestellt und beschrieben. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass eine Vielzahl von linguistischen Beschreibungsebenen im Rahmen der AD beim Sprachabbau beteiligt sind. Die wohl auffälligsten und prominentesten Merkmale stellen in dieser Hinsicht Wortfindungsstörungen (vgl. Forbes-McKay et al. 2013) und eine herabgesetzte verbale Flüssigkeit (vgl. Bucks et al. 2000) dar, welche wiederum auch im Rahmen der Diagnostik getestet werden. Außerdem kann bei AD-Erkrankten eine Überproduktion von Pronomen und eine Unterproduktion von Nomen sowie der fehlerhafte Gebrauch definiter Pronomina und definiter Nominalgruppen beobachtet werden (vgl. Bucks et al. 2000; Almor et al. 1999; Schecker 2010). Diese Störungen auf lexikalischer Ebene treten bereits zu einem frühen Zeitpunkt im Krankheitsverlauf auf. Die syntaktische Ebene ist vor allem in moderaten und späten Krankheitsstadien von Störungen betroffen. Charakteristisch ist vornehmlich ein Rückgang der grammatikalischen Komplexität (vgl. Kemper et al. 2001; Forbes-McKay et al. 2013). Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass im Rahmen der AD Sprachdefizite auftreten, welche Auswirkungen auf pragmatischer und Textebene haben. Diese äußern sich u.a. durch Schwierigkeiten hinsichtlich eines Kontext-Abgleiches bei lexikalischen Mehrdeutigkeiten sowie bei metaphorischer Sprache (vgl. Schecker 2010). Ferner sind Erzählungen von AD-Betroffenen häufig durch aufgabenirrelevante Informationen charakterisiert (vgl. Croisile et al. 1996; Bschor et al. 2001; Forbes McKay/Venneri 2005). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die im Rahmen einer AD auftretenden Sprachabbauphänomene bereits früh im Krankheitsverlauf eintreten und schwerwiegende Auswirkungen auf das alltägliche Leben der Betroffenen haben.

Einschränkungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung lassen sich einerseits durch verhaltensbasierte und andererseits durch experimentelle Untersuchungen feststellen. Erstere bedienen sich zumeist neuropsychologischer Testuntersuchungen, wie sie auch im Rahmen der Diagnostik zum Einsatz kommen. Es konnte gezeigt werden, dass AD-Erkrankte Defizite in räumlich-perzeptiven (vgl. Quental et al. 2013; Ska et al. 1990), räumlich-kognitiven (vgl. Rainville et al. 2002; Kálman et al. 1995), räumlich-konstruktiven (vgl. Kálman et al. 1995; Paxton et al. 2007) sowie räumlich-topographischen (vgl. Monacelli 2003) Leistungen aufweisen. Diese äußern sich u.a. in Störungen der räumlichen Orientierung im zweidimensionalen als auch im dreidimensionalen Raum. Ferner konnte anhand einer Reihe von Eye-tracking Studien aufgezeigt werden, dass sich die visuell-räumliche Wahrnehmung von AD-Erkrankten von dem gesunder, altersgleicher Kontrollen unterscheidet. Auf der Ebene des grundlegenden okulomotorischen Verhaltens untersuchten Studien die Durchführung von Pro- und Anti-Sakkaden (vgl. Yang et al. 2013; Crawford et al. 2015; Kaufmann et al. 2012; Crawford

et al. 2013) sowie kontinuierliche Augenfolgebewegungen (vgl. Garbutt et al. 2008; Zaccara et al. 1992; Fletcher/Sharpe 1988). Charakteristisch für AD-Erkrankte sind im Vergleich zu Kontrollen u.a. weniger Akkurate und langsamer durchgeführte Sakkaden sowie schlechtere Verfolgungsleistungen. Auf der Ebene des komplexen visuellen Verhaltens konnten Unterschiede zwischen AD-Erkrankten und Kontrollen hinsichtlich der visuellen Suche (vgl. Rösler et al. 2000; Porter et al. 2010) sowie des Explorationsverhaltens (vgl. Daffner et al. 1992; Ogrocki et al. 2000) herausgearbeitet werden. Diese äußern sich u.a. in der vermehrten Fixation aufgabenirrelevanter Bereiche des visuellen Inputs, insgesamt längerer Fixationszeiten sowie in einem begrenztem Explorationsverhalten. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Störungen der visuell-räumliche Kognition, ähnlich wie Sprachdefizite, ein Kernmerkmal der AD darstellen und gravierende Auswirkungen auf die Bewältigung des Alltages der betroffenen haben.

Obwohl dargelegt werden konnte, dass es eine Reihe von Studien gibt, welche sich mit der Sprachverarbeitung als auch mit der visuell-räumlichen Wahrnehmung im Rahmen der AD beschäftigen, existieren dennoch kaum Studien, welche diese beiden Bereiche miteinander verknüpfen. Eine Ausnahme stellt die Pilotstudie von Ilgner und Mertins (2018, unveröffentlicht) dar, die sowohl die mündliche als auch die schriftliche Sprachproduktion mit der visuell-räumlichen Wahrnehmung bei AD verbindet und untersucht. Diese dient gleichzeitig als Pilotstudie für die dieser Arbeit zugrundeliegenden Studie. Auf der Basis der soeben diskutierten Forschungsergebnisse ist der breitgefächerte methodische Zugang zur Kognition bei AD entstanden und bietet somit einen Einblick in die mündliche Sprachproduktion sowie die visuell-räumliche Wahrnehmung. Dabei werden verhaltensbasierte Methoden mit der experimentellen Methode des Eye-Tracking verknüpft, damit sich die daraus gewonnen Erkenntnisse ergänzen und zu einem tieferen Verständnis einer solch komplexen Krankheit der AD beitragen können.

4. Die Studie

Im folgenden Kapitel werden die angewendeten Methoden der vorliegenden Arbeit vorgestellt. Hierbei wird zunächst die Zielsetzung des Projektes erläutert, um anschließend die übergeordnete Fragestellung und die daraus abgeleiteten Hypothesen vorzustellen. Es folgt eine Beschreibung der Zusammensetzung der beiden Stichproben. Im Anschluss erfolgt eine detaillierte Beschreibung des Forschungsdesigns, indem für jede der drei Methoden jeweils das Stimulusmaterial, der Aufbau und Ablauf der Datenerhebung sowie die Methoden der Datenauswertung vorgestellt werden.

4.1 Zielsetzung, Fragestellungen und Hypothesen

Die vorliegende Studie hat das Ziel, Unterschiede hinsichtlich der mündlichen Sprachproduktion sowie der visuell-räumlichen Wahrnehmung zwischen AD-Erkrankten und altersgleichen, kognitiv gesunden Kontrollen zu untersuchen. Um einen umfassenden Einblick in den pathologischen sowie den gesunden Alterungsprozess zu erlangen, wurde für die Studie ein breiter methodischer Zugang gewählt. Die Sprachproduktionsstudie bedient sich einer Bilderbuchgeschichte anhand derer die Probanden eine Geschichte erzählen sollen. Der zweite Teil der Studie umfasst eine Act-Out Studie, in welcher anhand dreier verschiedener Aufgaben das visuell-räumliche Verständnis der Probanden getestet wird. In einem dritten Zugang wird mittels der empirisch-experimentellen Methode des Eye-Tracking die visuell-räumliche Verhalten der Probanden untersucht.

Die übergeordnete Fragestellung, die der durchgeführten Studie zugrunde liegt, lautet daher: Welche systematischen Unterschiede in der mündlichen Sprachproduktion und der visuell-räumlichen Kognition zeigen sich zwischen AD-Erkrankten und gleichaltrigen, kognitiv gesunden Kontrollprobanden? Um diese Forschungsfrage hinreichend beantworten zu können, wurden im Vorfeld für die einzelnen Versuchsaufgaben Leitfragen entwickelt, anhand derer im Anschluss Hypothesen generiert worden sind, welche es anhand der Ergebnisse der Studie zu überprüfen gilt.

(1) Sprachproduktionsstudie

Welche Unterschiede ergeben sich in der mündlichen Sprachproduktion auf semantischer Ebene zwischen AD-Erkrankten und gesunden Kontrollen?

Auf der Basis der oben aufgeführten Leitfrage wurden folgende Hypothesen generiert:

H1a: Die kritische Gruppe produziert mehr Aufzählungen und Beschreibungen als die Kontrollgruppe.

H1b: Die AD-Gruppe produziert weniger (Handlungs-)Darstellungen als die Kontrollgruppe.

H1c: Die produzierte Sprache der AD-Gruppe zeichnet sich durch mehr aufgabenirrelevante Informationen aus als es in der Kontrollgruppe der Fall ist.

(2) Act-Out Studie

Welche Unterschiede ergeben sich hinsichtlich des visuell-räumlichen Verständnisses zwischen AD-Erkrankten und gesunden Kontrollen?

Auf der Basis der oben aufgeführten Leitfrage wurden folgende Hypothesen formuliert:

H2a: Die AD-Gruppe weist mehr Fehler bei der Lösung aller Aufgaben auf als die Kontrollgruppe.

H2b: In der AD-Gruppe kommt es zu mehr Abbrüchen als in der Kontrollgruppe.

(3) Eye-Tracking Studie

Welche Unterschiede ergeben sich zwischen AD-Erkrankten und gesunden Kontrollen hinsichtlich des visuell-räumlichen Verhaltens anhand der Untersuchung der Blickbewegungen?

Auf der Basis der oben aufgeführten Leitfrage wurden folgende Hypothesen formuliert:

H3a: In der AD-Gruppe zeigt sich eine deutlich geringere Fokussierung der größten Blicktiefe als in der Kontrollgruppe.

H3a: Die AD-Gruppe weist eine geringere Anzahl und Dauer von Sakkaden auf als die Kontrollgruppe.

H3c: Das Explorationsverhalten der AD-Gruppe ist räumlich begrenzter als das der Kontrollgruppe.

Insgesamt wurden acht Hypothesen generiert, welche es in der vorliegenden Arbeit zu überprüfen gilt.

4.2 Probanden

Für die vorliegende Studie wurden insgesamt 24 Probanden rekrutiert. Die Einwilligung zur Teilnahme wurde auf der Grundlage einer Einverständniserklärung schriftlich (siehe Anhang 1) entweder von den Probanden selbst oder falls vorhanden von den jeweiligen Bevollmächtigten der Studienteilnehmer erteilt. Insgesamt wurden 20 der 24 Teilnehmer in die Studie aufgenommen. Die Daten der vier restlichen Probanden dienten der Pilotierung und wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Anhand dieser Pilotierungsteilnehmer wurde das Forschungsdesign der Studie getestet und im Anschluss minimal angepasst. Dies betraf vor allem Aspekte wie z.B. die Versuchsdurchführung oder die Optimierung der Aufnahmeprotokolle. Für die Studie wurden somit zwei hinsichtlich bestimmter Kriterien vergleichbare Gruppen generiert. Die kritische Gruppe umfasst zehn demenzerkrankte und die Kontrollgruppe zehn altersgleiche, kognitiv gesunde Probanden.

Die Studienteilnehmer wurden in verschiedenen Institutionen kontaktiert und schließlich rekrutiert. Für die kritische Probandengruppe diente zum einen eine Wohngemeinschaft für Demenzerkrankte in Gelsenkirchen-Rotthausen als Ansprechpartner und zum anderen wurde die Alzheimer Gesellschaft Dortmund e.V. kontaktiert. Kontrollprobanden wurden sowohl aus letztgenannter Selbsthilfegruppe als auch in einem Seniorenhaus in Dortmund-Dorstfeld rekrutiert. Persönliche Daten zu den jeweiligen Teilnehmern wurden anhand eines Fragebogens im Vorfeld der Aufnahmen erhoben (siehe Anhang 2). Bei allen zehn Kontrollprobanden fand dies in einem persönlichen Gespräch mit den Versuchsleiterinnen statt. Die persönlichen Daten der Demenzerkrankten wurden sowohl in Gesprächen mit den Angehörigen als auch durch die Einsicht in die Krankenakte erhoben. Die Zusammensetzung der beiden Stichproben wird in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: *Zusammensetzung der Probandengruppen*

	Kritische Gruppe	Kontrollgruppe
Anzahl	10	10
Geschlecht	Weiblich (n=7) Männlich (n=3)	Weiblich (n=4) Männlich (n=6)
Altersdurchschnitt	83,7 Jahre	82,1 Jahre
Sprachhintergrund	Monolingual (Deutsch)	Monolingual (Deutsch)
Händigkeit	rechtshändig	rechtshändig
Diagnose	Alzheimer-Demenz (n=5); senile Demenz (n=2); Demenz (n=3)	-

Die kritische Probandengruppe setzt sich aus zehn an Demenz erkrankten Teilnehmern zusammen. Für jede dieser Personen liegt eine offizielle ärztliche Demenzbescheinigung vor. Bei der Zusammenstellung der Stichprobe wurde versucht, eine möglichst homogene Gruppe zu rekrutieren. Daher wurden sekundäre Demenzformen ausgeschlossen und es wurden bevorzugt Teilnehmer mit einer diagnostizierten AD aufgenommen. Da es jedoch in diesem Bereich häufig an einer ätiologischen Zuordnung der Demenz mangelt, wurden auch Personen in die Gruppe aufgenommen, welche an einer (senilen) Demenz leiden. Daraus ergibt sich eine Zusammensetzung von fünf Probanden mit einer AD, zwei Probanden mit einer senilen Demenz und drei weiteren ohne ätiologische Zuordnung der Demenzform. Hinsichtlich des Schweregrades der jeweiligen Erkrankung kann an dieser Stelle zudem ebenfalls keine Aussage gemacht werden, da weder den Krankenakten eine Einschätzung zu entnehmen war, noch empfand sich das Pflegepersonal dazu in der Lage, diese anzugeben. Es ist somit davon auszugehen, dass sich sowohl Personen in frühen als auch in fortgeschrittenen Verlaufsstadien der Erkrankung unter den kritischen Probanden befinden. Dieser Umstand spiegelt wiederum die bereits im

theoretischen Teil erwähnten Schwierigkeiten hinsichtlich der Diagnostik und der Schweregradeinschätzung in der alltäglichen Praxis wider. Die Gruppe weist einen Altersdurchschnitt von 83,7 Jahren auf; die Altersspanne bewegt sich dabei zwischen 73 und 91 Jahren. Die Gruppe besteht aus sieben weiblichen und drei männlichen Teilnehmern. Die leichte Unausgewogenheit hinsichtlich der Geschlechterverteilung entspricht dem erhöhten Erkrankungsrisiko sowie der allgemein höheren Lebenserwartung von Frauen. Alle Probanden sprechen Deutsch als Muttersprache und sind monolingual aufgewachsen. Hinsichtlich des Bildungsgrades der Versuchspersonen kann festgehalten werden, dass neun Probanden nach einem achtjährigen Besuch der Volksschule entweder in die Lehre gegangen oder anderweitig einen Beruf erlernt haben. Lediglich eine Probandin hat das Abitur und anschließend ein Studium absolviert. Zum Zeitpunkt der Erhebung lagen keine weiteren Krankheiten vor, welche die Kognition der Erkrankten betreffen könnte. Auch werden von diesen Teilnehmern keine Medikamente regelmäßig eingenommen, welche Auswirkungen auf die kognitiven Leistungen der Probanden haben könnten.

Die Kontrollgruppe setzt sich ebenfalls aus zehn Teilnehmern zusammen und wurde so ausgewählt, dass sie der kritischen Gruppe bezüglich bestimmter Kriterien entspricht. Diese betreffen das Alter, den Spracherwerb, die Geschlechterverteilung sowie die Schulbildung. Zum Zeitpunkt der Erhebung lag bei keinem der Studienteilnehmer eine Erkrankung vor, welche Auswirkungen auf die Kognition der Probanden haben könnte. Des Weiteren wurde kontrolliert, dass die Teilnehmer keine nennenswerten Medikamente nehmen, welche kognitive Leistungen beeinflussen. Insgesamt weist die Kontrollgruppe einen Altersdurchschnitt von 82,1 Jahren auf; die Altersspanne bewegt sich dabei zwischen 76 und 93 Jahren. Die Gruppe besteht aus vier weiblichen und sechs männlichen Teilnehmern. Insgesamt haben acht Probanden der Kontrollgruppe die Volksschule besucht, zwei Teilnehmer haben im Anschluss an das Bestehen des Abiturs ein Studium abgeschlossen.

Jeder der 20 Studienteilnehmer konnte alle drei Studienteile erfolgreich durchlaufen, sodass für die Studie 20 komplette Datensätze ausgewertet werden konnten. Für die Auswertung der Eye-Tracking Daten wurden die Stichproben jedoch aufgrund der Aufnahmequalität ausgedünnt. Demnach wurden nur qualitativ hochwertige Daten in der Auswertung berücksichtigt, wodurch eine valide Aussagekraft der gewonnenen Erkenntnisse gewährleistet werden kann.

4.3 Forschungsdesign und Methoden

Die Studie ist in Zusammenarbeit mit Judith Wulf in einem Projekt der *psycholinguistics laboratories* unter der Betreuung von Prof. Dr. Barbara Mertins der TU Dortmund entstanden. Die methodische Ausrichtung und Umsetzung, die Probandenrekrutierung sowie die Aufnahmen der Daten wurde dementsprechend gemeinsam durchgeführt. Bei der Auswertung wurden für beide Arbeiten jeweils andere Schwerpunkte gewählt, sodass sich die beiden Ausarbeitungen gegenseitig ergänzen. An den entsprechenden Stellen werden demnach Querverweise auf die Arbeit von Judith Wulf verwendet. Die Arbeit stellt die Fortführung eines 2017 von Carina Ilgner durchgeführten Pilotprojektes dar und

orientiert sich somit sowohl methodisch als auch inhaltlich an ebendiesem. Anhand der damals gewonnen Erkenntnisse wurde das Projekt adaptiert und durch einen dritten Teil erweitert.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde sowohl die mündliche Sprachproduktion als auch die visuell-räumliche Wahrnehmung von AD-Erkrankten und altersgleichen Kontrollen untersucht. Um einen methodisch breitgefächerten Zugang zu diesen Untersuchungsgegenständen zu gewährleisten, ist die Studie in drei verschiedene Teile gegliedert: die Sprachproduktionsstudie, die Act-Out Studie sowie die Eye-Tracking Studie. In der Sprachproduktionsaufgabe wurde anhand einer Bilderbuchgeschichte mündliche Sprache untersucht. Die Act-Out Studie wurde auf der Grundlage von drei Aufgaben, welche unterschiedliche visuell-räumliche Leistungen beanspruchen, durchgeführt. Mittels Eye-Tracking wurde zudem die grundlegende Raumwahrnehmung der Teilnehmer experimentell getestet. Die Reihenfolge der Studienteile variierte von Proband zu Proband. Dies hatte zum einen praktische Gründe und zum anderen konnte der gesundheitliche Zustand der Studienteilnehmer berücksichtigt werden. Da es sich bei der AD um eine stark tagesformabhängige Erkrankung handelt, wurde stets darauf geachtet, dass sich die Betroffenen am Tag der jeweiligen Aufnahmen in einem guten sowohl physischen als auch psychischen Allgemeinzustand befanden. War dies nicht der Fall, konnte die Aufnahme unterbrochen und zu einem späteren Zeitpunkt wieder fortgesetzt werden. So erklärt sich der Umstand, dass einige Probanden alle drei Teile hintereinander durchlaufen konnten, während andere Teilnehmer an drei unterschiedlichen Tagen getestet worden sind. Tabelle 2 fasst die methodischen Zugänge der Studie zusammen.

Tabelle 2: Übersicht der methodischen Zugänge

Kognition		
Sprache	Visuell-räumliche Wahrnehmung	
Mündliche Sprachproduktion: Elizitation	Act-Out	Eye-Tracking
Stimulusmaterial: <i>Frog-Story</i> mit reduziertem Stimulusmaterial	Stimulusmaterial: Sortierwürfel Wiedererkennen Nachbau	Stimulusmaterial: Kritische Stimuli aus den Kategorien Built/Mix/Nature

Die Datenerhebung fand stets in einem für die Studienteilnehmer gewohnten Umfeld statt. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass es sich bei einigen der Studienteilnehmer um bewegungseingeschränkte Personen handelt. Zum anderen wurde durch diesen Umstand möglicherweise eine bessere Datenqualität erlangt, da sich die Probanden in einem Umfeld befanden, welches ihnen bekannt ist und in welchem sie sich wohlfühlen. Es wurde in jeder Institution stets darauf geachtet, möglichst ähnliche Rahmenbedingungen zu schaffen und potentielle Ablenkungen nach

Möglichkeit zu vermeiden. Die einzelnen Erhebungsmethoden werden im Folgenden im Detail erläutert. Im Zuge dessen werden zu Anfang das verwendete Stimulusmaterial vorgestellt. Es folgt jeweils eine Beschreibung der Datenerhebung sowie eine Darstellung der Auswertungsmethoden.

4.3.1 Sprachproduktionsstudie

Die linguistische Untersuchung bezieht sich in der vorliegenden Studie auf die mündliche Sprachproduktion. Die Elizitationsaufgabe bedient sich einer Bilderbuchgeschichte als Stimulusmaterial auf Grundlage derer die Probanden angewiesen worden sind, eine Geschichte zu erzählen. Die Aufnahmen wurden mit einem Diktiergerät aufgenommen, nach vorgegeben Regeln transkribiert, nach erarbeiteten Regeln kodiert und schließlich ausgewertet. Insgesamt haben alle 20 Teilnehmer die Sprachproduktionsstudie durchlaufen. Die Datenqualität der Aufnahmen ist als sehr gut zu betrachten, wodurch gleichermaßen alle 20 Transkripte in der Auswertung berücksichtigt werden konnten. Die methodische Vorgehensweise wird im Folgenden näher erläutert.

4.3.1.1 Stimulusmaterial

Das Stimulusmaterial für die Elizitationsaufgabe basiert auf der Bilderbuchgeschichte „Frog, where are you?“ von Mercer Mayer (1969). Es handelt sich dabei um Material, welches im linguistischen Kontext bereits für verschiedenste Alters- und Probandengruppen eingesetzt worden ist. Die Originalfassung der Geschichte umfasst 24 Bilder, auf welchen eine zusammenhängende Geschichte abgebildet ist. Die Geschichte kommt dabei ohne Worte aus und wird rein bildlich vermittelt. Die Bilder sind ursprünglich in schwarz-weiß gehalten. Um sie der hier angesprochenen Probandengruppe zugänglicher zu machen, wurde das Stimulusmaterial angepasst und abgeändert. Die Anzahl der Bilder wurde von 24 auf 11 reduziert. Dabei wurde darauf geachtet, dass die auf den Bildern dargestellten Ereignisse dennoch eine zusammenhängende Geschichte ergeben. Die Reduktion der Stimulusbilder wurde durchgeführt, um eine mögliche kognitive Überforderung der AD-Betroffenen auszuschließen und somit sicherstellen zu können, dass alle Teilnehmer die gesamte Geschichte verbalisieren können. Eine weitere Anpassung betrifft die Größe sowie die Farbgestaltung des Materials. Die Originalbilder wurden dementsprechend vergrößert, damit auch für Menschen mit Sehschwäche gewährleistet werden konnte, dass alle Details gut erkennbar sind. Die Bilder wurden zudem nach einem festgelegten Farbkonzept bunt eingefärbt, damit zum einen Kontraste besser sichtbar werden und damit zum anderen wahrnehmbar ist, dass es sich bei den einzelnen Bildern inhaltlich um eine zusammenhängende Geschichte handelt.

Grundsätzlich thematisiert die Bilderbuchgeschichte die Suche eines Jungen nach seinem Frosch. Dabei wird er stets von seinem Hund begleitet. Befinden sich die drei Protagonisten zu Anfang noch im Zimmer des Jungen, wird alsbald abgebildet, wie der Frosch eines Nachts aus seinem Glas verschwindet. Es schließt sich die bereits erwähnte Suche des Jungen und des Hundes nach dem Frosch an. Dabei durchstreifen sie die Natur und begegnen einem Hirsch, welcher die beiden einen Abgrund

hinunterstößt. Der Junge und der Hund landen in einem See und finden dort schließlich ihren entlaufenen Frosch wieder. Obwohl der narrative Rahmen durch die dargestellten Ereignisse somit zumindest in seinen Grundzügen vorgegeben ist, können die Probanden dennoch ihre eigenen Ideen und Erfahrungen mit in die Erzählung einbringen. In Abbildung 3 sind exemplarisch zwei ausgewählte Stimulusbilder der *Frog-story* dargestellt (für das gesamte Stimulusmaterial siehe Anhang 3).



Abbildung 3: Ausgewählte Stimulusbilder der *Frog-Story*

4.3.1.2 Datenerhebung

Die Erhebung der Sprachproduktionsaufgabe erfolgte stets, indem die Teilnehmer instruiert worden sind, anhand der ihnen dargebotenen Bilder eine Geschichte zu erzählen. Für die Durchführung der Elizitationsaufgabe wurde ein Leitfaden erstellt, auf welchem aufgeführt wird, auf welche Weise sich die Versuchsleiterin in die Aufnahme einbringen kann (siehe Anhang 4). Dieser Leitfaden bezieht sich auf die Einleitung, anregende bzw. verstärkende Elemente sowie den Schluss der Erzählung. Grundsätzlich wurde jedoch darauf geachtet, dass sich die Versuchsleiterin so wenig wie möglich in die Aufnahme einbringt. Dies geschah nur in solchen Fällen, wenn der jeweilige Proband offensichtlich Schwierigkeiten hinsichtlich der Bewältigung der Aufgabe zeigte. Nach einer kurzen einführenden Information zum Ablauf der Aufgabe, wurde den Teilnehmern das erste Bild vorgelegt und sie wurden instruiert, ihre Erzählung zu beginnen. Sobald deutlich wurde, dass ein Proband alle Informationen zu dem ihm vorliegenden Bild wiedergegeben hat, wurde ihm das nächste Bild vorgelegt. Die bereits besprochenen Bilder wurden auf einem Stapel abgelegt und konnten nach Bedarf der Probanden zu jeder Zeit wieder aufgenommen werden. Die mündliche Sprachproduktion wurde mit Einwilligung der Probanden mit einem Diktiergerät aufgezeichnet, damit die Daten im Anschluss transkribiert werden konnten. Dieses wurde im Vorfeld auf einem festen Untergrund so fixiert, dass es für die Probanden nicht als Ablenkung wahrgenommen wurde. Für die Datenerhebung wurde ein Aufnahmeprotokoll

erstellt, auf welchem Notizen zum Ablauf sowie Besonderheiten der jeweiligen Aufnahme festgehalten wurden (siehe Anhang 5).

4.3.1.3 Datenauswertung

Die Sprachproduktionsdaten wurden anhand der Audiodateien in einem ersten Schritt aufbereitet, indem sie nach vorgegeben Regeln transkribiert worden sind. Die Segmentierung der Sprachdaten fand anschließend nach festgelegten Vorgaben in Äußerungen statt. Eine Äußerung wird demnach nach dem finiten Verb segmentiert (siehe Äußerungen 1-3² 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.

Elliptische Aussagen werden als separate Äußerung berücksichtigt. Es handelt sich dabei meist um Aufzählungen von Objekten und Figuren (siehe Äußerungen 16-18 in Beispiel 2).

Beispiel 2 (P023):

- (16) Dann sind da Pantoffel
- (17) und hier rechts (*sind*) Stiefel
- (18) und da vor ist ein Hocker.

Satzabbrüche und anderweitige Korrekturen werden gekennzeichnet und werden nur dann als separate Äußerung gewertet, wenn die korrigierte Äußerung deutlich inhaltlich von der abgebrochenen Äußerung abweicht (siehe Äußerung 37-38 in Beispiel 3). Wird derselbe Gedankengang nach einem Abbruch jedoch innerhalb der korrigierten Äußerung fortgeführt, findet keine separate Segmentierung statt (siehe Äußerungen 52-53 in Beispiel 4).

Beispiel 3 (P007):

- (37) Der ist immer noch in derselben / na / SCHWEIGT
- (38) Jedenfalls ruft ruft der Junge irgendwem zu.

Beispiel 4 (P007):

- (52) Oh, jetzt hat er das Reh gefunden
- (53) und hat hat es / nimmt es mit nach Hause.

Im Anschluss an die erste Transkription sowie die Segmentierung wurden die Transkripte von einer zweiten Person überprüft und in entsprechenden Fällen angepasst. In einem weiteren Schritt wurden die Sprachdaten für die Kodierung ein zweites Mal aufbereitet. Für diesen Zweck wurden die Transkripte

² Die bei den Beispielen in Klammern angegebene Zahl entspricht jeweils der tatsächlichen Äußerungsnummerierung des Transkriptes.

von Äußerungen seitens der Versuchsleiterinnen bereinigt. Des Weiteren wurden Äußerungen, welche in Interaktion zwischen den Probanden und den Versuchsleiterinnen entstanden sind, bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Dies war dann der Fall, wenn der Inhalt dieser Äußerungen in keiner Weise durch die Stimulusbilder ausgelöst worden sind und nicht in Bezug auf die Aufgabe entstanden sind (siehe Beispiel 5).

Beispiel 5 (P006):

B³: Was ist denn da?
Ich geh mal am (an das) Fenster.

I: Ja ich komm (komme) mit.
Huch, nicht fallen!

B: Ich fall (falle) schon hin.

Die Kodierung der Sprachdaten fand nach ausgewählten Kriterien statt. Dafür wurde eine Maske erstellt, in welche anschließend alle 20 Transkripte eingefügt und den aufgestellten Regeln entsprechend kodiert worden sind. Um die Kodierung zu überprüfen wurden insgesamt zehn Transkripte von zwei unabhängigen Personen kodiert. Diese umfassen fünf willkürlich gewählte Transkripte aus der kritischen Gruppe und fünf willkürlich ausgewählte Transkripte aus der Kontrollgruppe. Anhand dieser zehn Datensätze wurde anschließend die InterCoder-Reliabilität anhand des Kappa-Koeffizienten nach Cohen berechnet. Dafür wurde die Anzahl der Übereinstimmungen beider Codierer durch die Anzahl der möglichen Übereinstimmungen dividiert. Die mittlere Übereinstimmung liegt bei 92%; die Werte bewegen sich dabei zwischen 92 und 98%. Die Auswertung der Sprachdaten der vorliegenden Arbeit wurde nach Absprache auf bestimmte Kriterien beschränkt, welche in einem Kodierungshandbuch festgehalten wurden. Die Daten wurden zum einen auf struktureller und zum anderen auf inhaltlicher Ebene ausgewertet. Die vorliegende Arbeit fokussiert sich dabei auf die inhaltliche Perspektive, die Strukturanalyse ist der Arbeit von Judith Wulf zu entnehmen.

Die Analyse des Inhaltes wurde anhand von zwei Untersuchungskriterien vollzogen: zum einen anhand der Einordnung der Äußerungen in vier verschiedene Informationskategorien und zum anderen anhand der Aufgabenrelevanz der geäußerten Informationen. Des Weiteren wurde als Basis die Gesamtanzahl der Äußerungen errechnet. Die Kodierungsregeln werden im Folgenden näher erläutert.

(1) Informationskategorien

Das dieser Arbeit zugrundeliegende erste Analysekriterium bezieht sich auf unterschiedliche Informationskategorien, welche der Sprecher durch seine Äußerung kommuniziert. Die ausgewählten Informationskategorien beziehen sich dabei auf die Hauptinformation, die der Sprecher dem Hörer

³B= Befragter; I= Interviewer

vermittelt. Die Bestimmung der entsprechenden Informationskategorie findet dabei häufig auf Grundlage des geäußerten Verbes statt. Es wird insgesamt zwischen vier Informationskategorien unterschieden: a) Aufzählung, b) Beschreibung, c) (Handlungs-)Darstellung sowie d) Kommentar. Jede Äußerung drückt hauptsächlich eine Kategorie aus. Für den Fall, dass einer Äußerung mehr als eine Kategorie zugeordnet werden kann, wird die Kategorie gewählt, welche höher in folgender Hierarchie eingestuft wird: Darstellung > Beschreibung > Aufzählung > Kommentar.

Die Kategorie der Aufzählung umfasst vor allem existenzielle Aussagen. Der Sprecher drückt damit aus, was auf dem entsprechenden Stimulus dargestellt ist (siehe Äußerung 5 in Beispiel 6) oder was er sieht (siehe Äußerung 3 in Beispiel 6). Eine Aufzählung gibt keine Information darüber, welche Handlung von den dargestellten Figuren durchgeführt wird.

Beispiel 6 (P023):

- (5) Also hier *ist* ein Fenster.
- (3) Dann *sehe ich* hier vier Stäbe.

Die Information, die einer Beschreibung zugrundliegt, ist hingegen attribuierend. Es werden weitere Informationen zu Figuren oder Objekten gegeben, welche über eine reine Existenzaussage hinausgehen. Dabei sind diese häufig wertend, beschreibend oder kennzeichnend für eine Figur oder ein Objekt. Eine Beschreibung wird häufig durch die Verwendung von Adjektiven (siehe Äußerung 2 in Beispiel 7) realisiert. Lokale Angaben (siehe Äußerung 28 in Beispiel 7) werden ebenfalls als Beschreibung gewertet.

Beispiel 7 (P010):

- (2) (*Da ist ein*) *kleiner* Junge oder *kleines* Mädchen.
- (28) Oh, da isser (ist er) *auf der Wiese vorm (vor dem) Haus*.

Die Informationskategorie der (Handlungs-)Darstellung umfasst Äußerungen, welche die dargestellte Handlung versprachlichen bzw. diese miteinander verknüpft. Dies wird vor allem durch die Verwendung von Aktionsverben realisiert (siehe Äußerung 53 in Beispiel 8). Des Weiteren wird wörtliche Rede ebenfalls als (Handlungs-)Darstellung gewertet (siehe Äußerung 110 in Beispiel 8). Insgesamt leistet der Sprecher mit der (Handlungs-)Darstellung eine Transferleistung, weshalb diese Informationskategorie die höchste Position innerhalb der Hierarchie zugesprochen wird.

Beispiel 8 (P024):

- (53) Und die Vögel *fliegen wech* (weg).
- (110) [Und jetzt sagt er:] „*Auf Wiedersehen!*“

Der Kommentar stellt die letzte ausgewählte Informationskategorie dar. Zu dieser werden alle Äußerungen gezählt, welche nicht inhaltsbezogen sind und somit keine neuen Informationen zur Erzählung der Probanden beinhalten. Die Funktion dieser Art von Kategorie besteht häufig darin, dass

sich der Proband der Korrektheit seiner Äußerung vergewissern möchte (siehe Äußerung 128 in Beispiel 9).

Beispiel 9 (P017):

(128) [Das ist n (ein) Hirsch, ne?] *Ist das richtig?*

Bei Fragen seitens der Probanden wird zwischen Verständnisfragen und rhetorischen Fragen unterschieden. Eine Verständnisfrage liegt dann vor, wenn der Proband offensichtlich eine Antwort von Seiten der Versuchsleiterin erwartet und diese auch erhält, es handelt sich jedoch um eine rhetorische Frage, wenn der Proband keine Antwort auf diese erwartet und sie stattdessen als Stilmittel einsetzt. Verständnisfragen (siehe Äußerung 128 in Beispiel 9) werden als Kommentar gewertet, wohingegen rhetorische Fragen nach ihrem jeweiligen Inhalt zu bewerten und in die entsprechende Kategorie einzuordnen sind.

(2) Aufgabenrelevanz

Das zweite Analysekriterium umfasst die Aufgabenrelevanz der Äußerungen. Dabei wird eine Einordnung in stimulusnahe und stimulusferne Informationen vorgenommen. Äußerungen werden dann als stimulusnah gewertet, wenn es sich bei der Information, welche der Sprecher kommuniziert, offensichtlich um einen Aspekt handelt, der auf dem entsprechenden Stimulus dargestellt wird. Tiefergehende Interpretationen von dargestellten Handlungen werden ebenfalls als stimulusnah kategorisiert. Es handelt sich jedoch um stimulusferne Informationen, sobald ersichtlich wird, dass der Sprecher über Aspekte spricht, welche nicht inhaltsbezogen sind. Dies trifft dann zu, wenn der Proband thematisch vom dargestellten Inhalt abweicht und z.B. von seiner Jugend erzählt (siehe Äußerungen 132-134 in Beispiel 10). Dieses Kriterium wurde in die Analyse mit aufgenommen, um Äußerungen zu identifizieren, welche kommuniziert worden sind, um der ursprünglichen Aufgabenstellung auszuweichen. Wenn eine Äußerung bei der Einordnung der vier unterschiedlichen Informationskategorien als Kommentar gewertet worden ist, fand keine Einordnung in stimulusnahe bzw. stimulusferne Information statt, da der Kommentar an sich keinen neuen Inhalt bzw. keine neue Information in die Erzählung einbringt.

Beispiel 10 (P006):

- (132) Mein Mann hat mich früher aufm (auf den) Rücken genommen.
- (133) Da hab (habe) ich mich draufgesetzt
- (134) und dann sind wa (wir) LACHT aufm (auf dem) großen See da rumgefahren.

Die Auswertung der Sprachdaten fand aufgrund der Auszählungen der Inhaltskategorien sowie der Einordnung in stimulusnahe bzw. stimulusferne Äußerungen statt. In der Auswertung wurden die

Ergebnisse deskriptiv analysiert und die Mittelwerte sowie die Streuung gruppenvergleichend gegenübergestellt. Tabelle 3 fasst die Analysekriterien abschließend zusammen.

Tabelle 3: Auswertungskriterien der Sprachproduktionsstudie

Mündliche Sprachproduktion					
Kriterium I: Inhaltskategorien				Kriterium II: Aufgabenrelevanz	
Aufzählung	Beschreibung	(Handlungs-) Darstellung	Kommentar	Stimulusnahe Information	Stimulusferne Information

4.3.2 Act-Out Studie

Die Act-Out-Studie zur Untersuchung des visuell-räumlichen Verständnisses besteht insgesamt aus drei kleinen Aufgaben, welche die Teilnehmer durchlaufen mussten. Die Reihenfolge der drei Teilaufgaben erfolgte stets nach der gleichen Struktur. Beginnend musste ein Sortierwürfel gelöst werden, im Anschluss wurde eine Aufgabe des Wiedererkennens durchgeführt und abschließend mussten drei Figuren aus Duplosteinen nachgebaut werden. Die drei Aufgabenteile der Act-Out Studie beanspruchen unterschiedliche visuell-räumliche Leistungen. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben variiert sowohl zwischen als auch innerhalb der Aufgaben. Die folgenden Absätze beschreiben das jeweils verwendete Material.

4.3.2.1 Stimulusmaterial

Das Stimulusmaterial für die erste Aufgabe der Act-Out Studie besteht aus einem hölzernen Sortierwürfel, welcher in originaler Fassung aus dem Würfel an sich und zehn verschieden geformten Holzformen besteht, welche jeweils ausschließlich in die für sie bestimmte Öffnung des Würfels passen. Für die Studie wurde jedoch die Anzahl der Holzformen von zehn auf sechs reduziert, sodass schließlich sechs bunte Formen übriggeblieben sind. Die Holzformen haben folgende Formen: halbrund, dreieckig, rund, viereckig, kreuzförmig sowie rechteckig. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe besteht darin, die dreidimensionale Form der Holzformen wahrzunehmen und mit den Öffnungen des Sortierwürfels abzugleichen, um die richtige schließlich finden zu können. Dazu muss diese nicht nur gefunden werden, sondern die Holzform muss zusätzlich entsprechend gedreht werden, damit sie durch die entsprechende Öffnung hindurch passt. Das verwendete Material für die erste Act-Out Aufgabe ist Abbildung 4 zu entnehmen.



Abbildung 4: Stimulusmaterial Act-Out I

Die zweite Aufgabe der Act-Out Studie ist insgesamt in drei Durchgänge unterteilt. Das Stimulusmaterial setzt sich in jedem Durchgang aus vier bunten Fotografien von verschiedenen Duplofiguren zusammen. Für jeden Durchgang wurde eine Duplofigur generiert, welche das Zielobjekt des jeweiligen Durchgangs bildet. Für diese wurden drei unterschiedliche Kategorien generiert: lebendig, symbolisch sowie baulich. Für jeden Durchgang standen den Probanden drei Möglichkeiten zur Auswahl. Unter diesen drei Stimulusbildern befand sich jeweils eine Replik des Zielobjektes sowie zwei Distraktoren. Die Merkmale der Distraktoren unterscheiden sich jeweils nur in einer Dimension von dem Zielobjekt. Ein Distraktor trägt stets dieselben Farben, aus welchen auch das Zielobjekt besteht und unterscheidet sich somit von diesem in der Merkmalsdimension Form. Die Merkmalsdimension Farbe teilt sich dieser Distraktor hingegen mit dem Zielobjekt. Der zweite Distraktor weist dagegen dieselbe Form wie das Zielobjekt auf, nicht jedoch die Farbe. Für diese Art von Distraktoren wurden unterschiedliche Schwierigkeitsgrade gewählt. Diese bewegen sich von komplett unterschiedlichen Farben bis zu nur einem Duplostein in einer anderen Farbe. Auf Grundlage dieses Materials wurden die Studienteilnehmer instruiert, aus den drei Auswahlmöglichkeiten das Bild auszuwählen, welches die gleiche Figur abbildet wie das Target-Bild. Abbildung 5 zeigt exemplarisch einen Durchgang der zweiten Act-Out Aufgabe (siehe Anhang 6 für das gesamte Stimulusmaterial).

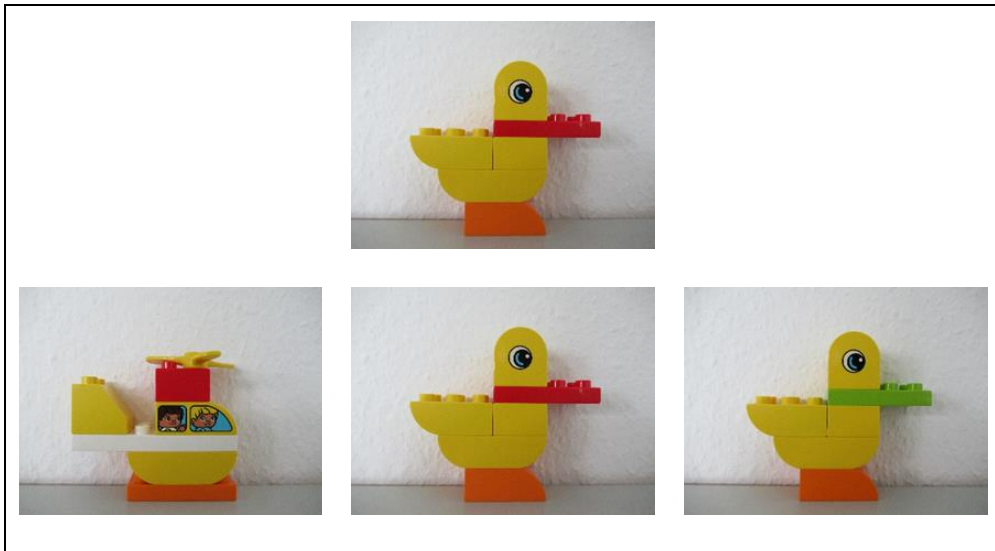


Abbildung 5: Beispiel Stimulusmaterial Act-Out II

Auch die dritte Act-Out Aufgabe ist in drei Durchgänge unterteilt. Sie besteht aus dem Nachbauen dreier Duplofiguren anhand einer Zielfigur. Ähnlich wie in der zweiten Act-Out Aufgabe gehören die Figuren jeweils der Kategorie baulich, symbolisch sowie lebendig an. Die Zielfiguren besitzen die Form eines Hauses, eines Herzes und eines Pelikans. Als Zielfigur diente den Studienteilnehmern in dieser Aufgabe eine dreidimensionale Duplofigur. So konnte diese von den Probanden in die Hand genommen und bei Bedarf durch Drehen näher betrachtet werden. Pro Durchgang bestand das Stimulusmaterial somit zum einen aus der bereits aufgebauten Zielfigur und zum anderen aus den entsprechenden einzelnen Duplosteinen, welche benötigt wurden, um die Zielfigur zu replizieren. Der Schwierigkeitsgrad variiert zwischen den drei vorgegebenen Figuren hinsichtlich der Anordnung sowie der Form der Steine. Diese Aufgabe stellt womöglich die komplexeste der drei Act-Out Aufgaben dar, da sie verschiedene Leistungen seitens der Probanden erfordert. Neben dem Grundverständnis der Aufgabe müssen die Studienteilnehmer ihr nachzubauendes Item konstant mit dem Zielobjekt mental abgleichen. Des Weiteren wird vor allem die Visuomotorik beansprucht und abschließend muss überprüft werden, ob potentielle Fehler korrigiert werden müssen. Das Stimulusmaterial wird in Abbildung 6 dargestellt.

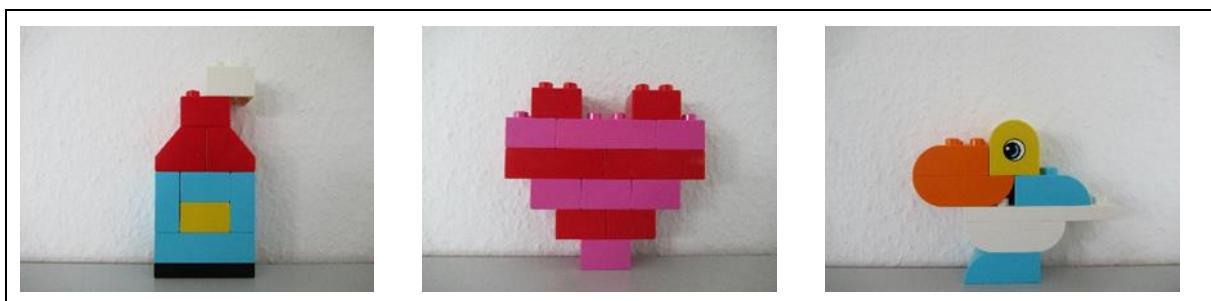


Abbildung 6: Stimulusmaterial Act-Out III

4.3.2.2 Datenerhebung

Die Erhebung der Act-Out Daten fand stets in der gleichen Reihenfolge statt: zuerst wurde Act-Out I, anschließend Act-Out II und abschließend Act-Out III durchlaufen. Die Aufgaben wurden jeweils in Räumlichkeiten durchgeführt, in denen möglichst keine ablenkenden Einflüsse zu spüren waren. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die Probanden genug Platz auf einem Tisch hatten, um die Aufgaben auszuführen. Initial wurden die Probanden darüber aufgeklärt, in den kommenden Minuten kleine Aufgaben bzw. Rätsel lösen zu müssen. Im Falle der dritten Act-Out Aufgabe gab es stets einen Übungsdurchlauf, in welchem die Teilnehmer dazu aufgefordert worden sind, das Aufeinanderbauen der Duplosteine zu üben. So konnte gewährleistet werden, dass alle Probanden das gleiche Ausgangsniveau hinsichtlich der Handhabung des verwendeten Materials hatten.

Jeder Aufgabenblock wurde mit der Aufklärung über die Aufgabenstellung begonnen, sobald die Probanden dazu bereit waren, wurde die Aufgabe gestartet. Während der Datenerhebung hat sich die Versuchsleiterin nach Möglichkeit so wenig wie möglich eingebracht, um die Vorgehensweisen und Lösungsstrategien der Teilnehmer nicht zu beeinflussen. Wurde jedoch offensichtlich, dass der Proband an einem bestimmten Punkt nicht mehr weiterwusste, hat die Versuchsleiterin subtil eingegriffen und versucht, den Probanden erneut an die Aufgabenstellung zu erinnern. Im Falle der dritten Act-Out Aufgabe wurde jedoch in bestimmten Fällen Hilfestellung gegeben. Dies war dann vonnöten, wenn der Proband aufgrund physischer Schwächen nicht in der Lage war, die Duplosteine aufeinander zu stecken. Auf verbale Anweisung des Probanden wurde das Aufeinanderbauen in solch einem Falle von der Versuchsleiterin übernommen. Die Steine wurden jedoch ausschließlich exakt so platziert, wie es der Proband angewiesen hat. Zwischen den drei Aufgaben wurden nach Bedarf kurze Pausen eingelegt. Für die Datenerhebung wurde auch für diesen Teil der Studie ein Aufnahmeprotokoll erstellt (siehe Anhang 7). Auf diesem wurden Auffälligkeiten, sowie für die Auswertung relevante Parameter festgehalten. Diese werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

4.3.2.3 Datenauswertung

Die drei Act-Out Aufgaben wurden nach zuvor festgelegten Kriterien ausgewertet. Für jeden Teil wurde die Bearbeitungszeit in Sekunden, die Fehleranzahl sowie die Abbruchanzahl im Aufnahmeprotokoll festgehalten. Den Probanden wurde im Vorfeld zwar mitgeteilt, dass die Bearbeitungszeit gemessen werden würde, sie wurden jedoch nicht von der Versuchsleiterin unter zeitlichen Druck gesetzt und konnten sich für die jeweiligen Aufgaben so viel Zeit nehmen, wie sie benötigten. Im Rahmen dieser Arbeit fand eine Auswertung anhand der Fehler- und der Abbruchanzahl statt, die Datenauswertung der Bearbeitungszeit lässt sich der Masterarbeit von Judith Wulf entnehmen.

Ein Abbruch wurde bei der Datenerhebung als solcher gewertet, wenn der Teilnehmer zu keiner für sich selbst zufriedenstellenden Lösung der Aufgabe kommen konnte. Dies musste von den Probanden auf Rückfrage der Versuchsleiterinnen deutlich verbalisiert werden und erst darauf wurde

der Versuch als Abbruch eingeordnet. Ein Item wurde dann als fehlerhaft gewertet, wenn es nicht identisch mit dem Zielobjekt war. Jeder Abbruch entspricht in der Auswertung einem Fehler, andersherum wurden Fehler jedoch nicht automatisch als Abbruch gewertet. Die Daten wurden deskriptiv ausgewertet und gruppenvergleichend gegenübergestellt. Für den dritten Methodenteil wurden zusätzlich zu den soeben genannten zwei Auswertungskriterien die fehlerhaften Items fotografisch dokumentiert und bei der Analyse nach möglichen Lösungsmustern kategorisiert. Es lagen insgesamt 20 volle Datensätze für die Auswertung vor.

4.3.3 Eye-Tracking Studie

Die Eye-Tracking Studie stellt die umfangreichste und technisch aufwändigste Methode dar und wird daher im Folgenden detailliert beschrieben. Das Forschungsdesign wurde aus der Pilotstudie von Carina Ilgner (2018) übernommen, welche ebenfalls die visuell-räumliche Wahrnehmung bei AD untersucht hat. Bei dem verwendeten Eye-Tracking Experiment handelt es sich wiederum um eine Adaption einer Studie von Mertins et al. (2017), welche in den *psycholinguistics laboratories* der TU Dortmund durchgeführt worden ist. In der Studie wurde der Einfluss von Expertise auf die visuelle Raumwahrnehmung von Architekten und Nicht-Architekten untersucht. Für die vorliegende Studie wurde das Originaldesign jedoch abgeändert und der hier untersuchten Zielgruppe angepasst. Das Stimulusmaterial, die Datenerhebung sowie die Auswertungsmethoden werden im Folgenden erläutert.

4.3.3.1 Stimulusmaterial

Das Stimulusmaterial der ET-Studie setzt sich aus 15 kritischen Stimuli und 15 Füllern zusammen. Für die Auswertung relevant sind ausschließlich erstgenannte, die unterschiedlichen Filler dienen als Distraktoren und wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Die 15 kritischen Stimuli gehören drei unterschiedlichen Kategorien an. Die Kategorie *Built* umfasst fünf Stimulusbilder, auf denen vollständig bebauter Raum abgebildet ist. In der Kategorie *Nature* sind Stimulusbilder zu finden, welche einen rein unbebauten Raum abbilden. Die Kategorie *Mix* vereint schließlich beide Kategorien miteinander und bildet teilweise bebauten Raum ab. Auf den 15 Füllern werden Objekte aus den Kategorien Essen und Trinken, Sport, Kleidung sowie Instrumente dargestellt.

Das Experiment wurde in zwei Blöcke unterteilt, damit bei Bedarf nach dem ersten Block eine Erholungspause für die Studienteilnehmer eingelegt werden konnte. Die Blöcke gliedern sich folgendermaßen:

Block a:

- 2x3 kritische Items
- 6 Filler

Block b:

- 3x3 kritische Items
- 9 Filler

Jeder kritische Stimulus wird von den Probanden selbst ausgelöst, indem sie ihren Blick für eine bestimmte Zeit auf ein zentrales Fixationskreuz richten. Dies gewährleistet, dass die Erkundung des darauffolgenden kritischen Stimulus bei jedem Teilnehmer an dem gleichen räumlichen Ausgangspunkt beginnt. Auf jeden kritischen Stimulus folgt wiederum ein Filler. Zusätzlich wird zu jedem dieser Filler auditiv eine Frage eingespielt, die sich auf das gezeigte Bild bezieht. Es handelt sich dabei vornehmlich um Fragen des persönlichen Geschmacks oder der Benennung der gezeigten Gegenstände. Die auditiv eingespielten Fragen dienen der Aufmerksamkeitsaufrechterhaltung, werden jedoch nicht aufgenommen und sind dementsprechend irrelevant für die Auswertung der Daten. Die Stimulusbilder werden den Probanden jeweils für eine Zeitspanne von 10s präsentiert und erscheinen in randomisierter Reihenfolge.

Die Datenerhebung wurde mit einem *Remote Eye-Tracker* mit einer *sampling rate* von 60 Hz durchgeführt. Für die Aufnahme wurde das *Eye-Tracking Device* am unteren Rand des Bildschirms angebracht, auf welchem den Studienteilnehmern die Stimulusbilder präsentiert wurden. Es handelt sich dabei um einen 24 Zoll Monitor im Verhältnis 16:9. Die Darstellung der Stimuli erfolgte in einer Auflösung von 1920x1080 Pixel.

4.3.3.2 Datenerhebung

Vor Beginn der Datenerhebung wurde darauf geachtet, in den unterschiedlichen Institutionen möglichst ähnliche Rahmenbedingungen für die Untersuchung zu schaffen. Bei dem Versuchsaufbau wurde jeweils ein Raum gewählt, welcher sich in einem ruhigen Bereich der jeweiligen Institution befindet und durch eine Tür zu den restlichen Räumen verschließbar ist. Damit konnte gewährleistet werden, dass es während der Datenerhebung zu keinen Störungen von außerhalb kam. Des Weiteren wurden die Geräte jeweils so aufgebaut, dass sich im direkten Blickfeld der Probanden möglichst wenig visuelle Ablenkungen befanden. Der Bildschirm, auf dem das Stimulusmaterial präsentiert worden ist, wurde dabei auf der Mitte eines Tisches platziert. Die Versuchsleiterinnen wurden mit einem weiteren Tisch rechts von den Probanden so lokalisiert, dass diese sich zwar in unmittelbarer Reichweite von den Teilnehmern, sich jedoch nicht im Blickfeld dieser befanden. Die Kabel der Geräte wurden so angeordnet, dass diese nicht als Ablenkung für die Probanden empfunden werden konnten. Ein weiterer Aspekt, welcher in den verschiedenen Institutionen beim Versuchsaufbau berücksichtigt worden ist, sind die Lichtverhältnisse im Aufnahmerraum. Dabei wurde stets darauf geachtet, dass sich weder das Sonnenlicht noch das durch die künstlichen Lichtquellen erzeugte Licht auf dem Bildschirm der Probanden spiegelte.

Im Vorfeld einer jeden Aufnahme wurden die Probanden darüber aufgeklärt, was sie in den darauffolgenden Minuten zu erwarten hatten. Ihnen wurde die Aufgabe gegeben, sich die ihnen gezeigten Bilder frei anzuschauen. Anschließend wurden die Probanden auf einem Stuhl mittig vor dem Bildschirm mit einem Abstand von durchschnittlich 70 cm von diesem platziert. Die optimale Ausrichtung des Probanden vor dem Bildschirm dient der reibungslosen Aufzeichnung der

Blickbewegungen. Im Falle von ängstlichen oder eingeschüchterten Probanden befand sich stets eine der Versuchsleiterinnen in unmittelbarer Nähe des Probanden, um diesen gegebenenfalls beruhigen zu können. Dabei wurde darauf geachtet, dass sich diese nicht in Reichweite des Eye-Tracking *Devices* befand. Sobald die Ausrichtung der Geräte und der Studienteilnehmer als optimal empfunden wurde, wurden die Probanden angewiesen sich für den Zeitraum der Datenerhebung so wenig wie möglich zu bewegen und wenn möglich nicht mit den Versuchsleiterinnen verbal in Kontakt zu treten.

Der erste Block der Datenerhebung begann stets mit der Kalibrierung der Blickbewegungen der Probanden. Diese dient der Messung der Stellung der Augen an bestimmten Punkten des Bildschirms. Nur so kann gewährleistet werden, dass das Gerät die Augen erfassen und die Augenbewegungen der Probanden kontinuierlich verfolgen kann. Eine neue Kalibrierung für jeden Teilnehmer ist dabei essentiell wichtig, da der Radius des Augapfels bei Erwachsenen bis zu 10% variiert. Des Weiteren gibt es häufig Unterschiede hinsichtlich der Form (vgl. Holmqvist et al. 2015: 128). Während der Kalibrierung bewegt sich ein Punkt in alle Ecken des Bildschirms und der Studienteilnehmer erhält die Aufgabe, diesem Punkt zu folgen. Im Gegensatz zum Originalexperiment wurde der wandernde Punkt durch eine bunte Blume ausgetauscht, damit die Aufmerksamkeit der Probanden geweckt und aufrechterhalten werden konnte. Des Weiteren wurde die Schnelligkeit der Bewegung dieser Blume minimiert. Wurden im ersten Durchlauf nicht hinreichend gute Kalibrierungswerte erlangt, wurde diese wiederholt. Anschließend wurde das Experiment gestartet. Nach Beendigung des ersten Blockes wurde nach Bedarf eine Pause eingelegt und offene Fragen konnten geklärt werden. Sobald sich der Teilnehmer für bereit erklärte, wurde Block b gestartet. Im Falle einer guten Kalibrierung in Block a wurden die Werte für Block b übernommen und es fand keine zweite Kalibrierung statt.

Ähnlich wie in den zuvor beschriebenen Methodenteilen wurde auch für das ET-Experiment ein Aufnahmeprotokoll erstellt (siehe Anhang 8). Auf diesem wurden personenbezogene Daten, wie z.B. das Tragen einer Brille während des Experiments, die Kalibrierungswerte sowie weitere Besonderheiten festgehalten.

4.3.3.3 Datenauswertung

Der Datenaufbereitung begann mit der Sichtung der Daten und der Erstellung von Gruppen mithilfe des Microsoft Office Programmes Excel 2016. Dazu wurden alle Probandendaten in eine Excel Tabelle eingefügt, auf deren Grundlage die Erstellung von Gruppen stattfinden kann. Berücksichtigt wurden dabei persönliche Aspekte wie Geschlecht, Alter, die Zugehörigkeit zur kritischen Gruppe bzw. zur Kontrollgruppe und eventuelle Einschränkungen des Sehvermögens. Des Weiteren wurden technische Daten wie die Kalibrierungswerte beider Augen sowie die *Trackingratio* über beide Versuchsblöcke in die Gruppenbildung mit einbezogen. Nach der Erstsichtung der personenbezogenen sowie der technischen Merkmale wurden bestimmte Mindestwerte festgelegt, anhand derer die Gruppen bestehend aus 10 Probanden pro Gruppe, gefiltert wurden. Die Bereinigung der ursprünglichen Stichproben führt zwar zu einer Verkleinerung der Gruppen, jedoch kann nur so gewährleistet werden, dass die

Datenqualität der Gruppen nicht durch technisch qualitativ schlechte Ausreißer beeinflusst wird. Die finalen Stichproben für die Auswertung der Eye-Tracking Daten setzen sich schließlich aus fünf kritischen Probanden sowie fünf Kontrollprobanden zusammen. In Tabelle 4 ist die für die Auswertung der ET-Daten relevante Zusammensetzung der Stichproben zusammengefasst.

Tabelle 4: *Zusammensetzung der gefilterten Stichproben der Eye-Tracking Studie*

	Kritische Gruppe	Kontrollgruppe
Anzahl	5	5
Alter im Durchschnitt	83,7 Jahre	82,1 Jahre
Geschlecht	weiblich n=3 männlich n=2	weiblich n=1 männlich n=4

Bei der finalen Sortierung der Stichproben wurde darauf geachtet, die Kalibrierungswerte möglichst niedrig und die Trackingratio möglichst hoch zu halten. Der Mindestwert für die Trackingratio wurde bei 75% angesetzt und beträgt im Mittel für beide Gruppen zusammen 89,4%. Die Analyse der Blickbewegungen beschränkt sich in der vorliegenden Arbeit auf das rechte Auge der Probanden, da davon ausgegangen werden kann, dass sich die Blickbewegungen beider Augen überwiegend zeitgleich und simultan vollziehen (vgl. Holmqvist 2015: 59). Tabelle 5 fasst sowohl die Werte der Trackingratio in Prozent als auch die Kalibrierungswerte in Grad der gefilterten Gruppe (N=10) zusammen.

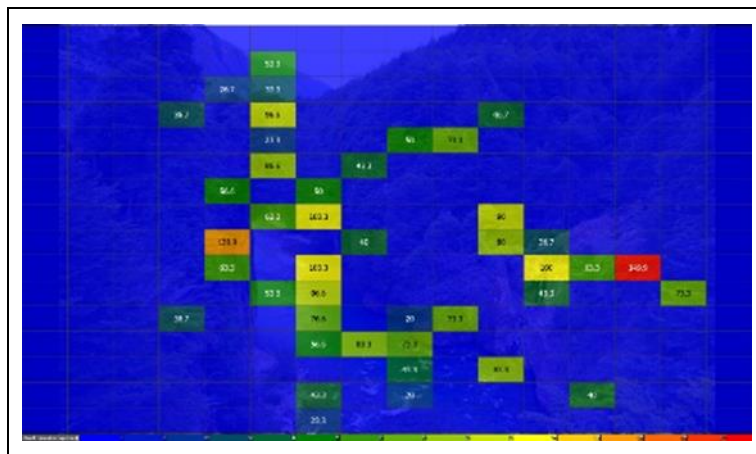
Tabelle 5: *Übersicht der Trackingratio und der Kalibrierungswerte der gesamten gefilterten Gruppe*

Gruppe gefiltert (n=10)	<i>M</i>	<i>MAX</i>	<i>MIN</i>
Trackingratio	89,4%	97,0%	76,9%
Kalibrierung x-Achse	0,49°	0,90°	0,30°
Kalibrierung y-Achse	1,00°	2,50°	0,20°

Anmerkung. Dargestellt sind Mittelwert (*M*), Maximalwert (*MAX*) und Minimalwert (*MIN*)

Die Datenauswertung fand mithilfe der Analysesoftware *BeGaze* von *SensoMotoric Instruments (SMI)* statt. Die zuvor in Microsoft Excel definierten Sortierungskriterien wurden in einem ersten Schritt in die Analysesoftware übertragen. Diese Vorgehensweise erlaubt es, die Probanden, welche für die Auswertung irrelevant sind, auszuschließen und sich ausschließlich die Teilnehmer der finalen Sortierung anzeigen zu lassen. Die Datenauswertung fand in unterschiedlichen Schritten statt und wird im Folgenden beschrieben:

Um Eye-Tracking Daten auszuwerten und zu analysieren stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung. Um einen ersten Zugang zu den Eye-Tracking-Daten zu gewinnen, wurde eine Analyse mithilfe von *G-AOIs* vollzogen. Grundsätzlich definiert eine *Area of Interest (AOI)* Bereiche eines Stimulusbildes, welche für die wissenschaftliche Analyse relevant sind. So kann z.B. nachvollzogen werden, ob ein Proband bestimmte Bereiche fokussiert oder welche Eigenschaften seine Blickbewegungen in bestimmten Bereichen aufweisen. Auf der Grundlage von *AOIs* können weitere *events* definiert als auch aufgenommene Daten aufbereitet und vereinfacht werden, indem bestimmte graphische Repräsentationen erstellt werden. Grundsätzlich quantifizieren *AOIs* ob und wieviel visuelle Aufmerksamkeit ein Proband einem definierten Bereich widmet (vgl. Holmqvist et al. 2015: 187; 206). In einer *G-AOI* wird das jeweilige Stimulusbild in eine bestimmte Anzahl an gleichgroßen Zellen unterteilt. Die Anzahl der Zellen kann unterschiedlich gewählt werden. Die *G-AOI* wird über das Stimulusbild gelagert und jede Zelle enthält die jeweilige *dwell time*, welche der Proband in diesem Bereich verbringt. Die *dwell time* beschreibt die Zeit, für welche die Blickbewegungen eines Probanden in einem bestimmten Bereich verweilen. Diese wird in ms dargestellt. Für die vorliegende Studie wurde eine 16x16 Matrix gewählt. Bei der Farbskala der *G-AOI* handelt es sich um eine relative Skala. Blaue Bereiche wurden nicht fokussiert, während rote Flächen die größten *dwell times* aufweisen. Abbildung 7 zeigt ein Beispiel für ein 16x16 Rastergitter.



Für die Auswertung wurde in einem ersten Schritt die Timeline in drei gleich große Abschnitte eingeteilt, um eine sequentielle Auswertung der Daten vornehmen zu können. Diese Methode erlaubt es, sowohl die räumliche als auch die zeitliche Verteilung der Aufmerksamkeit zu untersuchen. Die gesamte Timeline, welche für die Auswertung relevant ist, liegt zwischen 0,52⁴-10,00 Sekunden. Die Dreiteilung dieser Timeline ergibt folgende Zeitfenster:

59

- 1) 0,52-3,68 Sekunden,
- 2) 3,68-6,84 Sekunden,
- 3) 6,84-10,00 Sekunden.

Diese Art der Visualisierung der Eye-Tracking-Daten erlaubt es, auf einen Blick die Ergebnisse der kritischen Gruppe mit denen der Kontrollgruppe sequentiell gegenüberzustellen und zu vergleichen. Die Datenauswertung auf der Basis von *G-AOIs* wurde für alle drei kritischen Stimuluskategorien durchgeführt und umfasst somit insgesamt 15 Stimuli pro Gruppe. Eine kumulative Auswertung der Daten anhand von *G-AOIs* findet sich in der Arbeit von Judith Wulf.

(2) Definierte AOIs

Der zweite Analyseschritt umfasst die Auswertung der Eye-Tracking Daten auf der Grundlage von zwei genrierten AOIs. Die erste bezieht sich auf die Analyse der größten Blicktiefe der Stimulusbilder und die zweite auf den oberen Fassadenteil von architektonischen Objekten. Auch bei diesen AOIs kann mithilfe dieser Vorgehensweise quantifiziert werden, ob und wieviel ein Proband diese Bereiche fokussiert. Da sich beide definierten AOIs lediglich auf bebauten Raum übertragen lassen, wurden bei der Auswertung ausschließlich Stimulusbilder der Kategorie *Built* berücksichtigt. Daher bezieht sich die Analyse auf jeweils fünf kritische Stimuli pro Gruppe. Für jeden Stimulus wurden somit zwei eigens auf sie angepasste Stimuli definiert und angepasst. Der Bereich, welcher nicht von der jeweiligen AOI überlagert wird, wird als *whitespace* bezeichnet. Auch für diesen Bereich kann quantifiziert werden, ob und wieviel ein Proband diesen fokussiert (vgl. Holmqvist et al. 2015: 206).

Die erste AOI bezieht sich auf die größte Blicktiefe des bebauten Stimulusbildes, welche das geometrische Zentrum des architektonischen Raumes bildet. Dieser definierte Bereich wurde wiederum in zwei voneinander getrennte Bereiche unterteilt. Daraus ergibt sich zum einen der untere Bereich und zum anderen der obere Bereich der größten Blicktiefe. Abbildung 8 zeigt exemplarisch eines der fünf kritischen Stimuli, auf welches die definierten AOIs überlagert worden sind.



Abbildung 8: Beispiel AOI größte Blicktiefe

In einem zweiten Schritt wurde eine weitere *AOI* für den oberen Teil der Fassade von dargestellten architektonischen Objekten definiert. In der Auswertung kann auch hier quantifiziert werden, ob und wieviel ein Proband oder die gesamte Probandengruppe diesen Bildbereich fokussiert. Wie bereits bei der größten Blicktiefe geschehen, wurde auch in diesem Fall für jeden kritischen Stimulus aus der Kategorie *Built* eine eigene *AOI* erstellt. Abbildung 9 zeigt exemplarisch einen kritischen Stimulus mit der überlagerten *AOI* für den oberen Fassadenteil.



Abbildung 9: Beispiel *AOI* oberer Fassadenbereich

Folgende Parameter wurden für beide Arten der *AOIs* über die gesamte Timeline (0,52-10,00s) ausgewertet und zwischen den Gruppen verglichen:

- *First Fixation Duration* [ms]: summierte Dauer der ersten Fixation pro Gruppe
- *First Fixation Average* [ms]: summierte Dauer der ersten Fixationen dividiert durch die Probandenanzahl pro Gruppe
- *Revisits Total*: summierte Anzahl der rückkehrenden Fixationen
- *Revisits Average*: summierte Anzahl der rückkehrenden Fixationen dividiert durch die Probandenanzahl pro Gruppe

(3) Analyse eines kritischen Stimulusbildes für die kritische Probandengruppe

Für den dritten Schritt der Auswertung wurde ein kritischer Stimulus exemplarisch ausgewählt, anhand dessen Unterschiede sowohl innerhalb der kritischen Gruppe, als auch im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden konnte. Für die Analyse wurde ein Bild aus der Kategorie *Nature* ausgewählt (siehe Abb. 10).



Abbildung 10: kritischer Stimulus *Chile-river* aus der Kategorie *Nature*

Die Auswertung fand auf Grundlage verschiedener Arten der grafischen Visualisierung statt und stellt eine deskriptive Auswertung qualitativer Auffälligkeiten dar. Zuerst wurden *ScanPaths* der Probanden analysiert. Anhand eines *ScanPath* ist es möglich, die Blickbewegungen eines Probanden sowohl räumlich als auch zeitlich nachzuverfolgen. Bei der Analyse ist es zum einen möglich unterschiedliche *timelines* zu wählen, zum anderen können sowohl die Blickbewegungen eines Probanden verfolgt, als auch die Blickbewegungen ausgewählter Gruppen vergleichend übereinandergelegt werden. *ScanPath* Visualisierungen sind entweder statisch oder dynamisch. Statische *ScanPaths* spiegeln die Augenbewegungen eines Probanden oder einer Gruppe zu einem bestimmten Zeitpunkt wider, während dynamische *ScanPaths* zusätzlich eine zeitliche Analyse der Aufmerksamkeitsverteilung eines Probanden abzeichnen. Fixationen werden durch Kreise markiert, welche je nach Dauer der Fixation unterschiedliche Größen haben. Sakkaden werden durch Linien visualisiert, welche die Fixationen miteinander verbinden (vgl. Holmqvist et al. 2015: 254). Ein Beispiel einer *ScanPath* Visualisierung ist in Abbildung 11 abgebildet.



Abbildung 11: Beispiel *ScanPath* aus der Kategorie *Mix*

Eine zweite Möglichkeit der Visualisierung der aufgenommen Eye-Tracking Daten stellen sogenannte *AttentionMaps* dar. Diese werden häufig durch *HeatMap* realisiert. Auch diese Visualisierung gibt

Aufschluss über die räumliche und zeitliche Aufmerksamkeitsverteilung eines Probanden oder einer Gruppe über ein Stimulusbild. Sie sind ähnlich wie *ScanPaths* entweder statisch oder dynamisch. Die Vorgehensweise besteht daraus, bestimmte Bereiche des Stimulusbildes anhand einer zuvor eingestellten Farbskala farblich zu markieren. Dabei werden Bereiche, welche häufig fixiert werden mit warmen Farben (rot) und Bereiche, welche weniger häufig fixiert werden, mit kalten Farben (blau) markiert (vgl. Holmqvist et al. 2015: 231f.). Ein Beispiel einer *Heatmap* ist in Abbildung 12 abgebildet.



Abbildung 12: Beispiel *Heatmap* aus der Kategorie *Built*

Die Form der Visualisierung mithilfe einer *Heatmap* ist dahingehend eine sinnvolle Ergänzung zu den zuvor analysierten *Scanpaths*, als dass die Bereiche, welche von den angezeigten Probanden am häufigsten fokussiert worden sind, auf einen Blick deutlich werden. *Scanpaths* können dies hingegen nur bedingt leisten, da durch die Fixationen und Sakkaden der einzelnen Probanden schnell ein ungeordnetes und schwierig zu überblickendes Bild entstehen kann.

(4) Weitere Auffälligkeiten

In einem vierten Schritt wurden Auffälligkeiten analysiert, welche während des vorangegangenen Analyseprozesses beobachtet werden konnten. Diese beziehen sich dabei vor allem auf einzelne Ausreißer innerhalb der kritischen Gruppe. Aufgrund qualitativer Beobachtungen wurde die kritische Gruppe in zwei Untergruppen unterteilt und gruppenvergleichend der Kontrollgruppe gegenübergestellt. Aus dieser Zweiteilung ergibt sich zum einen eine auffällige ($n=2$) und zum anderen eine unauffällige kritische Probandengruppe ($n=3$). Die scheinbaren Unterschiede im Explorationsverhalten der Probanden wurden anschließend auf Grundlage von ausgewählten grundlegenden Parametern quantifiziert. Die Auswertung umfasst dabei sowohl die Sakkadenanzahl als auch die Sakkadendauer.

5. Darstellung der Ergebnisse

Im Folgenden Kapitel werden die Ergebnisse dargestellt, die mit den zuvor erläuterten Methoden ausgewertet worden sind. Initial erfolgt die Darstellung der Ergebnisse der Sprachproduktionsstudie. Anschließend werden die Ergebnisse der Act-Out Studie beschrieben. Das Kapitel schließt mit der Darstellung der Eye-Tracking Ergebnisse.

5.1 Sprachproduktionsstudie

Die Analyse der Sprachproduktionsdaten fand auf der Basis von zwei zuvor festgelegten Auswertungsparametern statt. Das erste Analysekriterium umfasste die Einordnung der Äußerungen in vier verschiedene Informationskategorien. In Tabelle 6 eine vergleichende Übersicht hinsichtlich der Gesamtäußerungsanzahl und der vier Informationskategorien dargestellt.

Tabelle 6: Übersicht der Gesamtäußerungsanzahl und der Informationskategorien im Gruppenvergleich

		Gesamt	Aufz.	Beschr.	Dar.	Kom.
Kritische Gruppe (n=10)	<i>M</i>	95	25	22	25	23
	<i>SD</i>	36	17	14	19	14
Kontrollgruppe (n=10)	<i>M</i>	85	9	17	43	16
	<i>SD</i>	30	9	12	16	10

Anmerkung. Dargestellt wird absoluter Mittelwert (*M*) und Standardabweichung (*SD*); Gesamtäußerungsanzahl (Gesamt), Aufzählungen (Aufz.), Beschreibungen (Beschr.), Darstellungen (Dar.) sowie Kommentare (Kom.).

Die durchschnittliche Anzahl der Gesamtäußerungen der kritischen Gruppe beläuft sich auf 95(*SD*=36) Äußerungen. Davon wurden im Mittel 25(*SD*=17) Aufzählungen, 22(*SD*=14) Beschreibungen, 25(*SD*=19) (Handlungs-)Darstellungen sowie 23(*SD*=14) produziert. Die prozentuale Verteilung der Informationskategorien beläuft sich auf 26% Aufzählungen, 24% Beschreibungen 28% (Handlungs-)Darstellungen und 23% Kommentare. Die durchschnittliche Anzahl der Gesamtäußerungen der Kontrollgruppe beläuft sich auf 85(*SD*=30) Äußerungen. Im Mittel produzierte die Kontrollgruppe 9(*SD*=9) Aufzählungen, 17(*SD*=12) Beschreibungen, 43(*SD*=16) (Handlungs-)Darstellungen und 16(*SD*=10) Kommentare. Die prozentuale Verteilung der vier Informationskategorien liegt bei 9% Aufzählungen, 20% Beschreibungen, 53% (Handlungs-)Darstellungen sowie 18% Kommentare. Abbildung 13 fasst die prozentuale Verteilung der Informationskategorien grafisch zusammen und stellt die Ergebnisse gruppenvergleichend gegenüber.

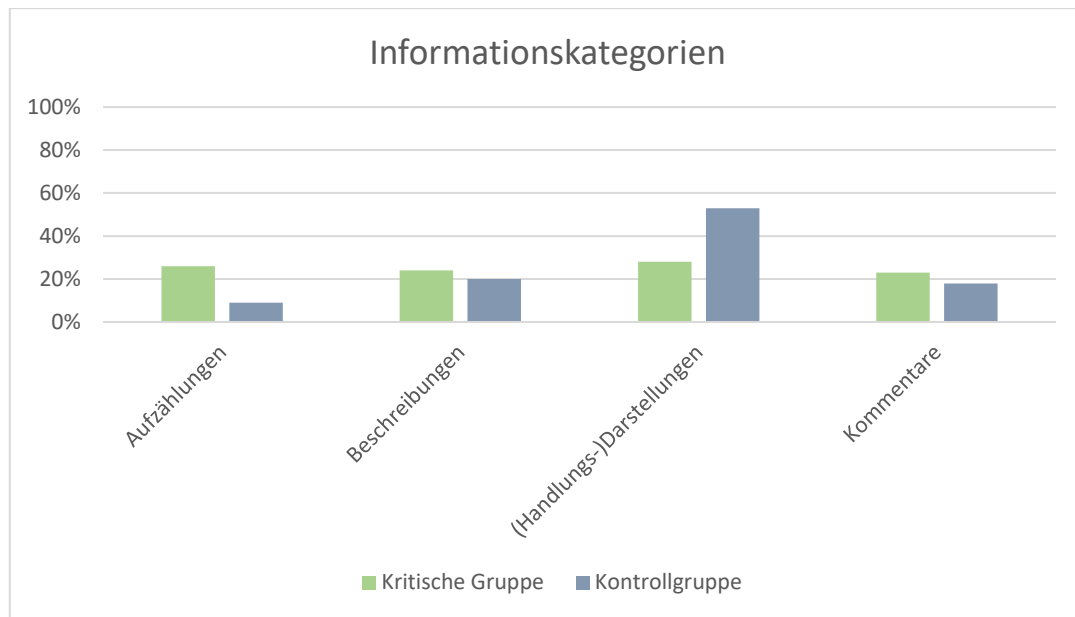


Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der Informationskategorien im Gruppenvergleich

Das zweite Auswertungskriterium der Sprachproduktionsstudie erfasst die Aufgabenrelevanz der Äußerungen. Tabelle 7 stellt die Gesamtäußerungsanzahl sowie die Verteilung in stimulusnahe und stimulusferne Informationen gruppenvergleichend gegenüber.

Tabelle 7: Übersicht der Gesamtäußerungsanzahl und Aufgabenrelevanz im Gruppenvergleich

		Gesamt	Stimulusnah	Stimulusfern
Kritische Gruppe (n=10)	<i>M</i>	65	62	11
	<i>SD</i>	22	25	14
Kontrollgruppe (n=10)	<i>M</i>	69	68	1
	<i>SD</i>	24	23	1

Anmerkung. Dargestellt wird absoluter Mittelwert (*M*) und Standardabweichung (*SD*).

Durch den Ausschluss der Kommentare hinsichtlich der Einordnung in stimulusnahe bzw. stimulusferne Informationen ergeben sich für das Analyse Kriterium II neue Gesamtäußerungsanzahlen für beide Gruppen. Die Gesamtäußerungsanzahl der kritischen Gruppe beläuft sich im Mittel auf 65(*SD*=22) Äußerungen. Insgesamt produzierte die kritische Gruppe durchschnittlich 62(*SD*=25) stimulusnahe und 11(*SD*=14) stimulusferne Äußerungen. Die prozentuale Verteilung beläuft sich dabei auf 85% stimulusnahe und 15% stimulusferne Äußerungen. Für die Kontrollgruppe ergibt sich eine neue durchschnittliche Gesamtäußerungsanzahl von 69(*SD*=24) Äußerungen. Im Mittel produzierte die Kontrollgruppe 68(*SD*=23) stimulusnahe und 1(*SD*=1) stimulusferne Äußerungen. Die prozentuale Verteilung beläuft sich auf 99% stimulusnahe und 1% stimulusferne Äußerungen. Abbildung 14 stellt die Streuung der stimulusfernen Äußerungen innerhalb der kritischen Gruppe sowie der Kontrollgruppe

vergleichend anhand eines Boxplots dar. Diese Darstellung zeigt grafisch wie groß die Varianz sowohl zwischen der kritischen und der Kontrollgruppe als auch innerhalb der kritischen Gruppe ist.

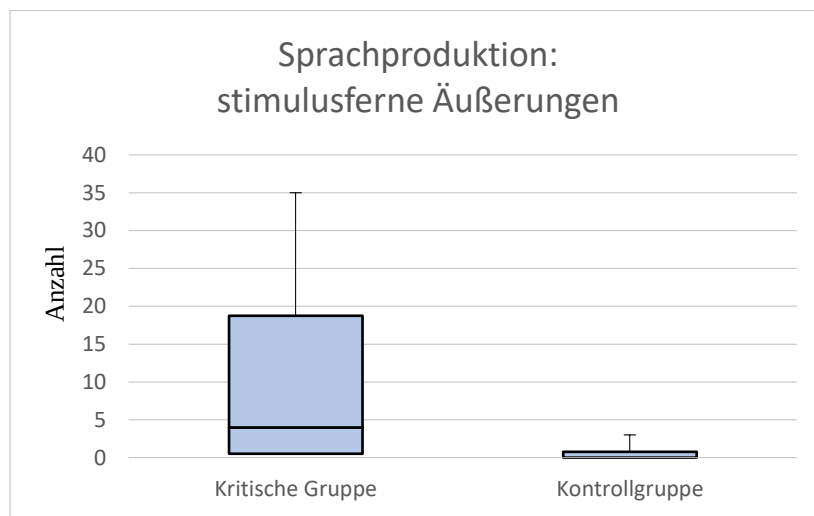


Abbildung 14: Stimulusferne Äußerungen im Gruppenvergleich

5.2 Act-Out Studie

Alle drei Act-Out Aufgaben wurden hinsichtlich der Fehler und der Abbrüche der Studienteilnehmer ausgewertet. In der ersten Act-Out Aufgabe mussten je Proband sechs Holzformen in die für sie vorgesehenen Öffnungen des Sortierwürfels einsortiert werden. Dies ergibt insgesamt pro Gruppe 60 mögliche Fehler bzw. Abbrüche. Tabelle 8 stellt die Ergebnisse der ersten Act-Out Aufgabe im Gruppenvergleich dar.

Tabelle 8: Act-Out I: Übersicht der Fehler und Abbrüche im Gruppenvergleich

		Anzahl	<i>M</i>	%
Kritische Gruppe (n=10)	Fehler	2/60	0,2	3%
	Abbrüche	2/60	0,2	3%
Kontrollgruppe (n=10)	Fehler	0/60	0	0%
	Abbrüche	0/60	0	0%

Anmerkung. Dargestellt wird Anzahl, Mittelwert (*M*) sowie die Fehler- und Abbruchquote (%).

In der kritischen Gruppe traten insgesamt 2 Fehler bei der Lösung der Aufgabe auf. Beide dieser Fehler wurden gleichzeitig als Abbruch gewertet, da der Proband zu keiner für ihn zufriedenstellenden Lösung der Aufgabe gelangen konnte. Die Fehler- sowie die Abbruchquote beträgt demnach jeweils 3% innerhalb der kritischen Gruppe. Die Kontrollgruppe wies in der ersten Act-Out Aufgabe hingegen weder Fehler noch Abbrüche auf. Daher beträgt sowohl die Fehler- als auch die Abbruchquote für die

Kontrollgruppe 0%. Insgesamt ist für beide Gruppen eine niedrige Fehler- und Abbruchquote für diese Aufgabe zu verzeichnen und es ergibt sich kein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Die zweite Act-Out-Aufgabe, in welcher die Studienteilnehmer unter drei zur Auswahl stehenden Stimuli einen Zielstimulus bestimmten sollten, wurde ebenfalls hinsichtlich der korrekten Items sowie hinsichtlich der Abbruchquote der Aufgabe ausgewertet. Insgesamt waren pro Gruppe 30 Fehler und Abbrüche möglich. Tabelle 9 stellt eine Übersicht der Fehler und Abbrüche im Gruppenvergleich dar.

Tabelle 9: Act-Out II: Übersicht der Fehler und Abbrüche im Gruppenvergleich

		Anzahl	<i>M</i>	%
Kritische Gruppe (n=10)	Fehler	3/30	0,1	10%
	Abbrüche	0/30	0	0%
Kontrollgruppe (n=10)	Fehler	1/30	0,03	3%
	Abbrüche	0/30	0	0%

Anmerkung. Dargestellt werden Anzahl, Mittelwert (*M*) sowie die Fehler- und Abbruchquote (%).

In der zweiten Act-Out Aufgabe sind für die kritische Gruppe drei von 30 Fehlern zu verzeichnen. Insgesamt kam es jedoch während der Aufgabe zu keinem Abbruch innerhalb der kritischen Gruppe. Aus diesen Ergebnissen ergeben sich zum einen eine Fehlerquote von insgesamt 10% und eine Abbruchquote von 0% für die kritische Gruppe. Auch in der Kontrollgruppe kam es in dieser Aufgabe zu einer fehlerhaften Lösung. Ähnlich wie in der kritischen Gruppe ist es allerdings auch in der Kontrollgruppe zu keinem Abbruch der Aufgabe gekommen. Daraus ergibt sich für diese eine Fehlerquote von 3% und eine Abbruchquote von 0%.

Abschließend wurde auch die dritte Act-Out Aufgabe hinsichtlich der Fehler und Abbrüche ausgewertet. Ähnlich wie in der zuvor beschriebenen Aufgabe waren pro Gruppe 30 Fehler sowie Abbrüche möglich. Im Gegensatz zu den beiden ersten Aufgabenteilen kam es in der Nachbau-Aufgabe zu deutlich mehr Fehlern sowie Abbrüchen. Die Ergebnisse für beide Gruppen werden vergleichend in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Act-Out III: Übersicht der Fehler und Abbrüche im Gruppenvergleich

		Anzahl	<i>M</i>	%
Kritische Gruppe (n=10)	Fehler	17/30	0,6	57%
	Abbrüche	5/30	0,2	17%
Kontrollgruppe (n=10)	Fehler	3/30	0,1	10%
	Abbrüche	0/30	0	0%

Anmerkung. Dargestellt werden Anzahl, Mittelwert (*M*) sowie die Fehler- und Abbruchquote (%).

Innerhalb der kritischen Probandengruppe kam es zu 17 Fehlern, von welchen fünf zusätzlich zu den Abbrüchen gezählt werden, da die Probanden die Aufgabe nicht beendet haben. Es ergibt sich daraus eine Fehlerquote von 57% und eine Abbruchquote von 17%. Die Kontrollgruppe hat insgesamt 3 Fehler zu verzeichnen. Jedoch kam es während der Aufgabe innerhalb dieser Gruppe zu keinem Abbruch. Somit beträgt die Fehlerquote 10% und die Abbruchquote 0%. Insgesamt ergeben sich aus dem Gruppenvergleich für die dritte Act-Out Aufgabe deutliche Differenzen zwischen den beiden untersuchten Stichproben. Dabei kam es vor allem bei den fehlerhaften Items zu einem deutlichen Anstieg innerhalb der kritischen Gruppe.

Für den Nachbau wurde zusätzlich zur Fehler- und zur Abbruchquote ein weiteres Auswertungskriterium hinzugezogen. Inkorrekt nachgebaute Items wurden fotografisch festgehalten und anschließend in der Analyse hinsichtlich möglicher Vorgehensmuster kategorisiert. Es konnten drei Muster identifiziert werden, welche in Abbildung 15 anhand eines Beispiels dargestellt werden (für weitere inkorrekte Items siehe Anhang 9).

Muster I	Muster II	Muster III
		
Ausschließlich kritische Gruppe	Ausschließlich kritische Gruppe	Kritische Gruppe und Kontrollgruppe

Abbildung 15: Muster der inkorrekten Items Act-Out III

Insgesamt wurden innerhalb der kritischen Gruppe von 30 nachgebauten Duplofiguren 17 inkorrekt erstellt. Von diesen 17 Figuren wurden zwölf Items von den Teilnehmern als endgültige, korrekte Version deklariert. Bei den restlichen fünf fehlerhaften Items handelt es sich um Abbrüche, bei denen die Probanden keine Lösung der Aufgabe finden konnten und sie vorzeitig beendet haben. Diese Items werden dennoch mit in die Kategorisierung der inkorrekten Items mit aufgenommen, da auch diese interessante Muster hinsichtlich der Vorgehensweise beim Nachbau aufweisen. Die Verteilung der fehlerhaften Nachbauten über die drei Kategorien sieht wie folgt aus: Das Haus aus der Kategorie *baulich* wurde fünf Mal, das Herz aus der Kategorie *symbolisch* sechs Mal und der Pelikan aus der Kategorie *lebendig* sechs Mal inkorrekt aufgebaut. Bei der Betrachtung der fehlerhaften Lösungen lässt sich beobachten, dass in fünf Fällen die Duplosteine, welche für die Replik der Zielfigur verwendeten werden sollten, zusätzlich auf die Zielfigur aufgebaut worden sind (siehe Muster I in Abbildung 15). Dieses Muster trat ausschließlich innerhalb der kritischen Gruppe auf. Eine weitere Vorgehensweise

lässt sich darin beobachten, dass scheinbar wahllos die zur Verfügung stehenden Steine aufeinandergesetzt worden sind (siehe Muster II in Abbildung 15). Dies war bei drei der 17 inkorrekten Items festzustellen. Diese unterscheiden sich dahingehend von dem zuvor beschriebenen Muster, dass in diesen Fällen ausschließlich die für die Replik vorgesehenen Steine verwendet worden sind. Auch dieses Muster findet sich ausschließlich innerhalb der kritischen Gruppe wieder.

Innerhalb der Kontrollgruppe traten ebenfalls fehlerhafte Nachbauten auf. Insgesamt wurden innerhalb der Gruppe von 30 nachgebauten Duplofiguren drei Items inkorrekt erstellt. Diese drei inkorrekten Items wurden jeweils von unterschiedlichen Probanden erbaut, sodass es bei keinem der Teilnehmer zu mehr als einem Fehler innerhalb der dritten Act-Out-Aufgabe kam. Unter den fehlerhaften Figuren befindet sich einmal das Haus aus der Kategorie *baulich* und zweimal der Pelikan aus der Kategorie *lebendig*. Bei allen drei Items wurde jeweils nur einer der Steine falsch gesetzt (siehe Muster III in Abbildung 15). Dieses Muster konnte sowohl in der kritischen als auch in der Kontrollgruppe beobachtet werden. Daraus geht hervor, dass einige Probanden der kritischen Gruppe vergleichbar mit den Leistungen der Studienteilnehmer der Kontrollgruppe waren.

5.3 Eye-Tracking Studie

Die Eye-Tracking Daten wurden hinsichtlich der zuvor festgelegten und vorgestellten Parameter gruppenvergleichend in vier Analyseschritten ausgewertet. Die Analyse ergab folgende Ergebnisse:

(1) *Gridded AOIs*

Die erste Auswertung der durch das Eye-Tracking-Experiment gewonnenen Daten erfolgte auf der Grundlage von *G-AOIs*. Die Datenauswertung erfolgte für alle drei kritischen Stimuluskategorien und umfasst somit insgesamt 15 Stimulusbilder. Ein erster Unterschied zwischen den beiden Gruppen lässt sich hinsichtlich des Explorationsverhaltens feststellen. Die kritische Gruppe weist eine deutlich begrenztere räumliche Aufmerksamkeitsverteilung in allen drei sequentiell ausgewerteten *Timelines* als die Kontrollgruppe auf. Abbildung 16 stellt exemplarisch die Muster beider Gruppen im sequentiellen Verlauf gegenüber.

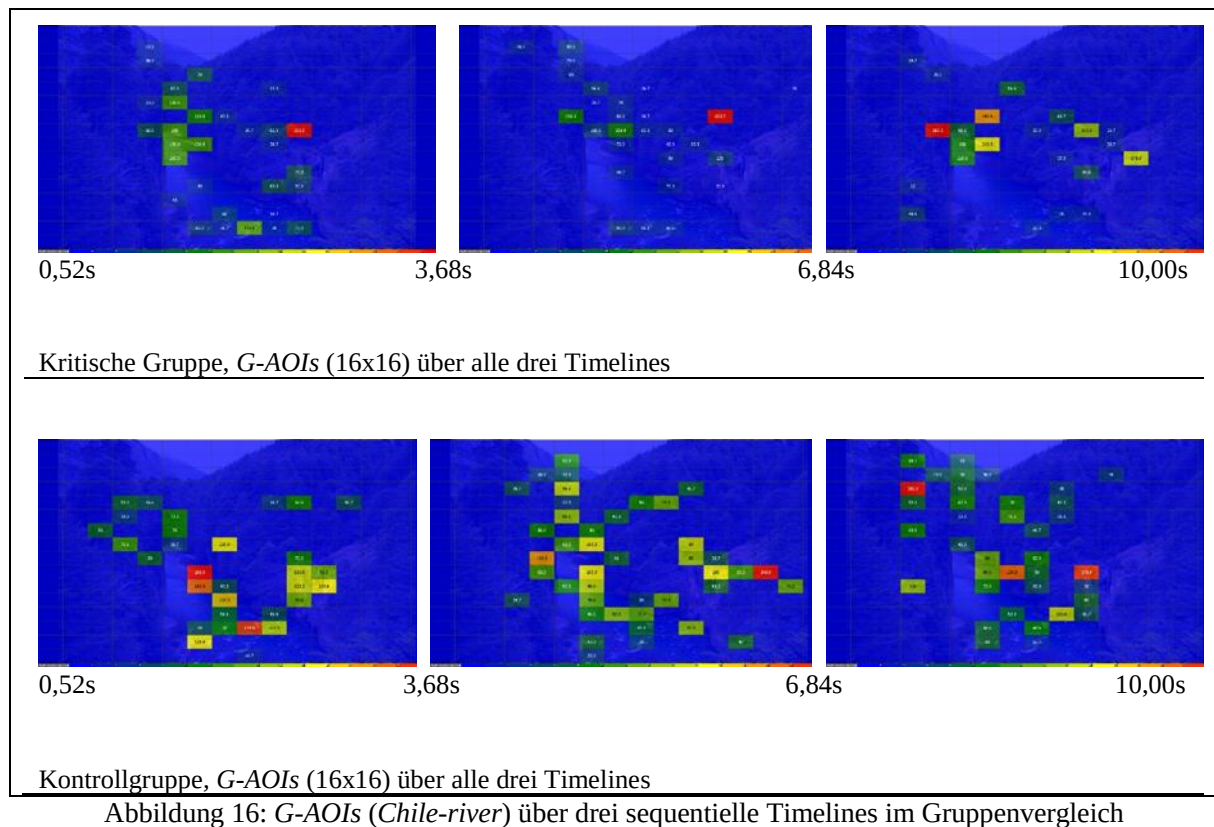


Abbildung 16: G-AOIs (Chile-river) über drei sequentielle Timelines im Gruppenvergleich

Anhand dieses Beispielstimulus der Kategorie *Nature* können zudem weitere Unterschiede zwischen den Gruppen festgehalten werden. Die höchste mittlere Verweildauer der kritischen Gruppe weist insgesamt eine größere Spannbreite auf als die der Kontrollgruppe. Dies ist dem Umstand zu schulden, dass die kritische Gruppe mehr und längere Fixationen durchführt als die Kontrollgruppe. Ein weiteres Muster, welches sich in Bezug auf die höchste mittlere Verweildauer beobachten lässt, ist, dass diese sich für die kritische Gruppe über alle drei Zeitsequenzen auf der gleichen horizontalen Linie in ähnlichen Bereichen befindet. In der Kontrollgruppe hingegen verschiebt sich die höchste mittlere Verweildauer deutlich räumlich zwischen den Sequenzen. Grundsätzlich lässt sich aufgrund der G-AOIs festhalten, dass sich die Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb der kritischen Gruppe in einem begrenzteren Radius um das Zentrum herum befindet.

(2) Definierte AOIs

Die Analyse der größten Blicktiefe gliedert sich in zwei Bereiche; zum einen wurde eine AOI für den oberen Bereich und zum anderen eine AOI für den unteren Bereich definiert. Beide AOIs wurden hinsichtlich der Parameter *First Fixation Duration*, *First Fixation Duration Total*, *Revisits Total* und *Revisits Average* ausgewertet. Tabelle 11 gibt die Werte der Auswertungsparameter für den oberen Bereich sowie den unteren Bereich der größten Blicktiefe in einem Gruppenvergleich wieder.

Tabelle 11: Übersicht der Gruppenunterschiede für die Region der größten Blicktiefe (oberer und unterer Bereich) über fünf Built-Stimuli

	Oberer Bereich		Unterer Bereich	
	Kritische Gruppe	Kontrollgruppe	Kritische Gruppe	Kontrollgruppe
<i>First Fixation Duration Total</i> [ms]	7013,9 (206%)	3399,0 (100%)	3898,0 (89%)	4381,8 (100%)
<i>First Fixation Duration Average</i> [ms]	280,6 (206%)	135,9 (100%)	155,9 (89%)	175,3 (100%)
<i>Revisits Total</i>	16,0 (114%)	14,0 (100%)	12,0 (35%)	34,0 (100%)
<i>Revisits Average</i>	0,9 (129%)	0,7 (100%)	0,6 (38%)	1,7 (100%)

Anmerkung. In der prozentualen Darstellung der Ergebnisse wurden die Werte der Kontrollgruppe auf 100% gesetzt, sodass sich die Prozentwerte der kritischen Gruppe als positive bzw. negative Abweichung dieses Wertes zu verstehen sind.

In der Gegenüberstellung der festgelegten Parameter für den oberen sowie den unteren Bereich der größten Blicktiefe ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den zwei untersuchten Gruppen. Im folgenden Gruppenvergleich werden die Werte der Kontrollprobanden auf 100% gesetzt, damit diese als Vergleichswerte für die kritische Gruppe dienen kann. Der Prozentsatz der Werte der kritischen Gruppe ist somit als eine Abweichung der Werte der Kontrollgruppe zu sehen. Die kritische Gruppe weist im Vergleich zur Kontrollgruppe eine deutlich längere erste Fixation des oberen Bereiches auf (+106%). Die Verweildauer der ersten Fixation beträgt somit für die kritische Gruppe mehr als doppelt so viel wie die der Kontrollgruppe. Hinsichtlich der *Revisits* in diesen ausgewählten Bereich ergibt sich im Vergleich zwischen den Gruppen ebenfalls eine höhere Anzahl (+14%) für die kritische Gruppe. Für den unteren Bereich der größten Blicktiefe ergeben sich jedoch gegenteilige Ergebnisse. Für diesen Bereich ergibt sich für die kritische Gruppe eine kürzere *First Fixation Duration* (-11%) als für die Kontrollgruppe. Noch deutlicher wird der Unterschied zwischen den Gruppen anhand des Auswertungsparameters der *Revits*. Die kritische Gruppe kehrt insgesamt deutlich seltener (-65%) in den unteren Bereich der größten Blicktiefe zurück. Es kann also eine Verschiebung der Aufmerksamkeitszuteilung zwischen beiden Gruppen gesprochen werden. Während die kritische Gruppe dem oberen Bereich mehr Aufmerksamkeit beimisst, fokussiert die Kontrollgruppe vermehrt den unteren Bereich der größten Blicktiefe.

Auch für die zweite generierte AOI lassen sich Gruppenunterschiede feststellen. Ähnlich wie zuvor wurden zwei Bereiche der fünf bebauten Stimuli unterteilt, sodass sich ein oberer sowie ein unterer Fassadenteil ergibt. Eine Gegenüberstellung des quantitativen Vergleichs dieser Bereiche zwischen den Gruppen wird in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Übersicht der Gruppenunterschiede für den oberen und unteren Fassadenbereich über fünf Built-Stimuli

	Oberer Fassadenbereich		Unterer Fassadenbereich	
	Kritische Gruppe	Kontrollgruppe	Kritische Gruppe	Kontrollgruppe
<i>First Fixation Duration Total</i> [ms]	6996,7 (110%)	6347,7 (100%)	7213,7 (124%)	5797,9 (100%)
<i>First Fixation Duration Average</i> [ms]	279,9 (110%)	253,9 (100%)	288,6 (124%)	231,9 (100%)
<i>Revisits Total</i>	56,0 (95%)	59,0 (100%)	63,0 (83%)	76,0 (100%)
<i>Revisits Average</i>	2,4 (100%)	2,4 (100%)	2,5 (83%)	3,0 (100%)

Anmerkung. In der prozentualen Darstellung der Ergebnisse wurden die Werte der Kontrollgruppe auf 100% gesetzt, sodass sich die Prozentwerte der kritischen Gruppe als positive bzw. negative Abweichung dieses Wertes zu verstehen sind.

Hinsichtlich der *First Fixation Duration* lässt sich im Gruppenvergleich feststellen, dass die kritische Gruppe den oberen Fassadenbereich in geringem Ausmaß länger fixiert (+10%) als die Kontrollgruppe. Die Werte der *Revisits* sind hingegen für diesen Bereich zwischen den Gruppen fast identisch. Die *First Fixation Duration* des unteren Fassadenbereiches ist zwar für die kritische Gruppe länger als für die Kontrollgruppe, jedoch weist erstere weniger *Revisits* (-17%) in diesen Bereich auf. Somit ergeben sich auch für die Analyse des oberen sowie des unteren Fassadenbereiches Unterschiede zwischen den Gruppen, jedoch sind diese zweifellos nicht so deutlich wie für die *AOI* der größten Blicktiefe.

(3) Analyse eines kritischen Stimulusbildes für die kritische Probandengruppe

Der dritte Schritt der Analyse umfasst die gruppeninterne Auswertung eines ausgewählten kritischen Stimulusbildes. Im Zuge dessen wurde ein Stimulus der Kategorie Nature gewählt. Bei der Auswertung wurde die gesamte Timeline (0,52-10,00s) berücksichtigt. Bereits anhand der *G-AOIs* konnten Auffälligkeiten hinsichtlich der höchsten Verweildauer in Bezug auf diesen Stimulus festgestellt werden. Dabei war vor allem auffällig, dass sich diese über die gesamte Timeline auf einer horizontalen Linie in der Mitte des Stimulusbildes bewegt hat. In diesem Schritt der Auswertung wurden aus diesem Grund zusätzlich weitere Visualisierungsarten für die Auswertung hinzugezogen, um diese Auffälligkeiten näher zu analysieren. Abbildung 17 stellt einen *ScanPath* und eine *HeatMap* vergleichend für die kritische Gruppe gegenüber.

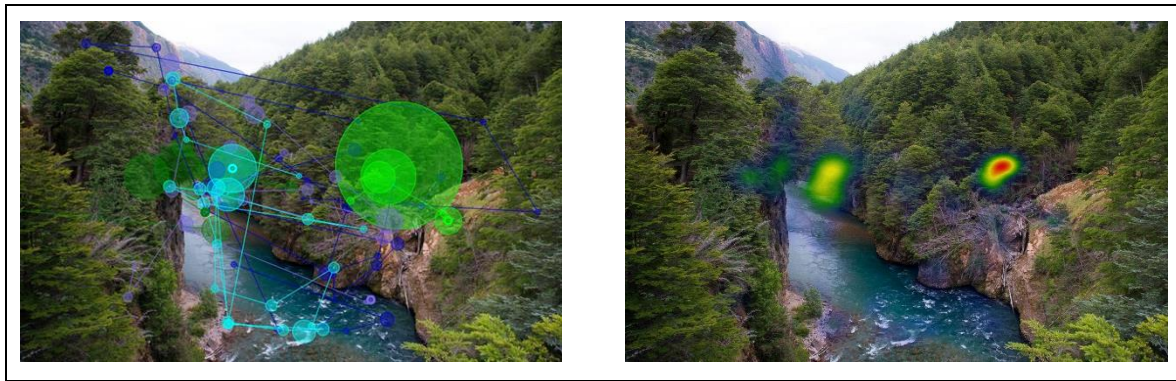


Abbildung 17: Gegenüberstellung eines *ScanPath* und einer *HeatMap* für die kritische Gruppe (0,52-10,00s)

Anhand dieser unterschiedlichen Visualisierungen lassen sich nun verschiedene qualitative Auffälligkeiten feststellen. Zum einen scheint die höchste Verweildauer der *G-AOIs* vor allem durch einen einzelnen Probanden zustande gekommen sein (auf dem *ScanPath* in hellgrün dargestellt) und zum anderen wird ein gruppeninterner Unterschied hinsichtlich der räumlichen Verteilung der Aufmerksamkeit deutlich. Während drei der fünf Probanden ein ähnliches visuelles Verhalten aufweisen, zeigen die restlichen zwei kritischen Probanden (P007, P009) ein deutlich begrenzteres Aufmerksamkeitsmuster. Anhand eines dynamischen *ScanPaths* wird deutlich, dass sich die ersten Fixationen beider auffälliger kritischer Probanden im mittleren Bereich des Bildes vollziehen und anschließend ebenfalls in diesem Bereichen verweilen. Auch wenn sich die Fixationen der beiden Probanden in unterschiedliche Richtungen bewegen, so scheinen sie doch beide im weiteren Verlauf in ebendiesen Bereichen hängen zu bleiben. Ferner sind die Fixationen der beiden auffälligen Probanden deutlich länger und die Sakkaden deutlich kürzer als die der restlichen drei kritischen Probanden, welche ein ähnliches visuelles Verhalten wie die Kontrollprobanden aufweisen (siehe Abbildung 18).

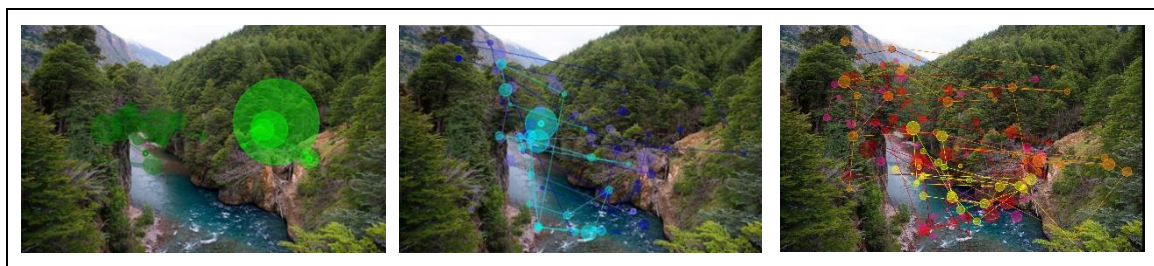


Abbildung 18: *Scanpath Chile-River* (0,52-10,00s): P007 ,P009 (links); P008, P015, P019 (mittig) und Kontrollgruppe (rechts)

Bei Betrachtung aller kritischer Stimuli kann festgestellt werden, dass sich P007 und P009 auf nahezu allen dieser Bilder auffällig von den restlichen drei kritischen Probanden unterscheiden. Diese Unterschiede äußern sich in einer deutlich niedrigeren Fixationsanzahl, längeren Fixationszeiten sowie kürzeren Sakkaden. Diese Charakteristika der Aufmerksamkeitsverteilung führen zu einem sichtbar begrenzten Explorationsverhalten.

(4) Weitere Auffälligkeiten

Aufgrund der zuvor qualitativ festgestellten Unterschiede innerhalb der kritischen Gruppe wurde in einem vierten Auswertungsschritt eine Teilung der Gruppe in zwei Untergruppen vorgenommen. Anschließend wurde dies auf der Grundlage von festgelegten Auswertungsparametern quantitativ überprüft. Im Zuge dessen wurden die Sakkadenanzahl und -dauer für alle 15 kritischen Stimuli ausgewertet und zwischen den Gruppen verglichen. Aus der Unterteilung der kritischen Gruppe resultieren schließlich eine auffällige kritische Gruppe (P007, P009) sowie eine unauffällige kritische Gruppe (P008, P015, P019). Die Benennung wurde an dieser Stelle so gewählt, da sich das visuelle Verhalten von P007 und P009 über alle 15 kritischen Stimuli stark von dem der restlichen drei kritischen Probanden unterscheidet. Im folgenden Gruppenvergleich werden die Werte der Kontrollprobanden auf 100% gesetzt, damit diese als Vergleichswerte für die kritische Gruppe(n) dienen kann. Der Prozentsatz der Werte der kritischen Gruppe(n) ist somit als eine Abweichung der Werte der Kontrollgruppe zu sehen. Die gesamte kritische Gruppe unterscheidet sich über beide Parameter von der Kontrollgruppe, indem sie eine geringere Anzahl an Sakkaden (-22%) als auch eine längere Sakkadendauer (+19%) aufweist. Wird nun allerdings die kritische Gruppe in die soeben erwähnten zwei Untergruppen unterteilt, ergibt sich ein gänzlich anderes Bild. Während die auffällige kritische Gruppe bereits deutlich weniger Sakkaden (-44%) als die Kontrollgruppe durchführt, zeigt sich bei der auffälligen kritischen Gruppe eine noch deutlichere Differenz zur Kontrollgruppe (-79%). Hinsichtlich der Sakkadendauer ist festzustellen, dass die unauffällige kritische Gruppe eine durchschnittliche längere Sakkadendauer (+31%) als die Kontrollgruppe aufweist, die auffällige kritische Probandengruppe zeigt jedoch eine geringere durchschnittliche Sakkadendauer (-15%) als die Kontrollprobanden. In Tabelle 13 und 14 werden die durchschnittliche Sakkadenanzahl sowie die durchschnittliche Sakkadendauer gruppenvergleichend dargestellt.

Tabelle 13: *Durchschnittliche Sakkadenanzahl über alle Gruppen und Stimuluskategorien*

	Alle Stimuli (n=15)	Built (n=5)	Mix (n=5)	Nature (n=5)
Kontrollgruppe (n=5)	40 (100%)	41 (100%)	37 (100%)	41 (100%)
Kritische Gruppe gesamt (n=5)	31 (78%)	32 (79%)	29 (79%)	31 (75%)
Auffällige kritische Gruppe (n=2)	9 (21%)	10 (25%)	8 (22%)	7 (17%)
Unauffällige kritische Gruppe (n=3)	22 (56%)	22 (54%)	21 (56%)	24 (58%)

Anmerkung. In der prozentualen Darstellung der Ergebnisse wurden die Werte der Kontrollgruppe auf 100% gesetzt, sodass sich die Prozentwerte der kritischen Gruppe als positive bzw. negative Abweichung dieses Wertes zu verstehen sind.

Tabelle 14: *Durchschnittliche Sakkadendauer über alle Gruppen und Stimuluskategorien*

	Alle Stimuli [ms] (n=15)	Built [ms] (n=5)	Mix [ms] (n=5)	Nature[ms] (n=5)
Kontrollgruppe (n=5)	31 (100%)	32 (100%)	29 (100%)	31 (100%)
Kritische Gruppe gesamt (n=5)	37 (119%)	35 (110%)	38 (131%)	38 (123%)
Auffällige kritische Gruppe (n=2)	27 (85%)	26 (81%)	28 (95%)	26 (86%)
Unauffällige kritische Gruppe (n=3)	41 (131%)	39 (123%)	42 (145%)	41 (134%)

Anmerkung. In der prozentualen Darstellung der Ergebnisse wurden die Werte der Kontrollgruppe auf 100% gesetzt, sodass sich die Prozentwerte der kritischen Gruppe als positive bzw. negative Abweichung dieses Wertes zu verstehen sind.

Es lässt sich ferner anhand dieser Auswertungsparameter feststellen, dass die auffällige kritische Gruppe sowohl niedrigere Werte hinsichtlich der Sakkadenanzahl als auch der Sakkadendauer im Vergleich zur Kontrollgruppe aufweist. Für die unauffällige kritische Probandengruppe zeigt jedoch nur eine geringere durchschnittliche Sakkadenanzahl, jedoch eine durchschnittlich längere Sakkadendauer als für die Kontrollgruppe. Die soeben benannten Tendenzen lassen sich zusätzlich über alle drei Stimuluskategorien feststellen. Insgesamt hat sich die Unterteilung der kritischen Gruppe aufgrund qualitativer Unterschiede auch aus quantitativer Sicht legitimiert.

6. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden die Sprache sowie die Raumwahrnehmung bei AD untersucht. Dabei galt es die übergeordnete Forschungsfrage, welche systematischen Unterschiede sich in einem Vergleich zwischen AD-Erkrankten und kognitiv gesunden Kontrollprobanden hinsichtlich der mündlichen Sprachproduktion sowie der visuell-räumlichen Kognition ergeben, zu beantworten. Um diese Forschungsfrage und die daraus abgeleiteten Hypothesen beantworten zu können, wurde für die durchgeführte Studie ein breiter methodischer Zugang gewählt. Im Folgenden werden nun die Ergebnisse der drei Studienteile im Hinblick auf die in Kapitel 4 formulierten Hypothesen diskutiert. Initial findet die Diskussion der mündlichen Sprachproduktionsdaten statt. Im Anschluss wird die visuell-räumliche Kognition anhand der Act-Out- sowie der Eye-Tracking-Daten diskutiert. Eine abschließend zusammenfassende Diskussion verknüpft die Ergebnisse sowie die unterschiedlichen Methoden miteinander.

6.1 Sprachproduktionsstudie

Bei der Untersuchung der mündlichen Sprachproduktion wurden auf der semantischen Ebene zwei Analysekriterien generiert, um mögliche Differenzen zwischen der kritischen Gruppe und der Kontrollgruppe aufzudecken. Zunächst wird das Analysekriterium der Inhaltskategorien diskutiert.

Hinsichtlich der Gesamtäußerungsanzahl lässt sich feststellen, dass die kritische Gruppe im Durchschnitt mehr Äußerungen produziert hat als die Kontrollgruppe. Demnach unterscheiden sich die AD-Betroffenen nicht in der Menge des Outputs von den Kontrollprobanden, jedoch konnten inhaltliche Unterschiede festgemacht werden. Die kritische Gruppe zeigte insgesamt einen stark ausgeprägten Gebrauch von Aufzählungen, welcher sich deutlich von dem der Kontrollprobanden unterscheidet. Bei der Analyse war in dieser Hinsicht vor allem der frequente Gebrauch einer Aneinanderreihung der auf dem Stimulusmaterial dargestellten Objekte bzw. Subjekte auffällig. Die Aufzählungen wurden zudem in vielen Fällen auf ein Minimum reduziert, sodass eine Vielzahl von elliptischen Äußerungen entstanden ist. Diese Auffälligkeiten der mündlichen Sprachproduktion lassen sich an dieser Stelle mit den Ergebnissen der schriftlichen Sprachproduktion der Pilotstudie von Ilgner und Mertins (2018) in Verbindung bringen. In dieser Studie wurde zuerst mündliche Sprache auf der Grundlage zweier Bilder elizitiert. Anschließend wurden die Probanden instruiert, das zuvor Verbalisierte auch schriftlich zu verfassen. Als eines der Ergebnisse der schriftlichen Sprachproduktion wurde dabei festgestellt, dass die AD-Gruppe einen frequenten Gebrauch eines Telegramm-Stils aufwies. Dieser ähnelt dem Stil der Aufzählungen aus der vorliegenden Studie stark.

Ferner konnte eine erhöhte Produktion von Beschreibungen in der kritischen Gruppe festgestellt werden. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist hinsichtlich dieser Inhaltskategorie zwar nicht so deutlich wie hinsichtlich des Gebrauchs von Aufzählungen, jedoch sind auch Beschreibungen sehr

charakteristisch für die ausgewerteten Daten der kritischen Gruppe. Demnach konnte die erste Hypothese bestätigt werden:

H1a: Die kritische Gruppe produziert mehr Aufzählungen und Beschreibungen als die Kontrollgruppe.

Darüber hinaus ist für die kritische Gruppe eine erhöhte Produktion von Kommentaren zu beobachten. Während Aufzählungen und Beschreibungen sich inhaltlich auf das Stimulusmaterial beziehen, wird durch die Produktion von Kommentaren jedoch kein neuer Inhalt zur Erzählung hinzugefügt. Die hier festgestellten Kommentare wurden häufig in der Form von Rückfragen an die Versuchsleiterin formuliert. Es kann vermutet werden, dass AD-Betroffene verstärkt Rückmeldung dazu brauchen, ob das von ihnen Gesagte der Wahrheit entspricht. Innerhalb der Kontrollgruppe konnten zwar auch solche Rückfragen beobachtet werden, jedoch wurden diese häufig als rhetorische Fragen und somit als Stilmittel eingesetzt. AD-Erkrankte erwarteten in solchen Situationen hingegen eine Antwort auf ihre Fragen.

Ein weiterer deutlicher Unterschied lässt sich anhand der Produktion von (Handlungs-) Darstellungen festmachen. Hinsichtlich dieser Inhaltskategorie zeigte sich eine stark erhöhte Produktion von darstellenden Äußerungen in der Kontrollgruppe. Die kritische Gruppe hingegen produzierte nur halb so viele (Handlungs-)Darstellungen wie die Kontrollgruppe. Während es sich bei Aufzählungen und Beschreibungen im Hinblick auf die Aufgabenstellung eher um Basisleistungen der reinen Wiedergabe der abgebildeten Objekte handelt, leistet ein Sprecher mit einer Handlungsdarstellung eine Transferleistung. Im Zuge dessen werden dynamische Handlungen sprachlich wiedergegeben und miteinander verknüpft, sodass eine Interpretation der dargestellten Ereignisse und somit eine Erzählung entsteht. Anhand dieser Ergebnisse konnte somit auch die zweite Hypothese für die mündliche Sprachproduktion verifiziert werden:

H1b: Die AD-Gruppe produziert weniger (Handlungs-)Darstellungen als die Kontrollgruppe.

In dieser Hinsicht hat es sich zudem als ergiebig erwiesen, das Kriterium der Aufgabenrelevanz in die Analyse mit aufzunehmen. Denn obwohl die kritische Gruppe sogar eine leicht erhöhte Gesamtäußerungsanzahl aufweist, unterscheiden sich diese hinsichtlich stimulusfernen Äußerungen von denen der Kontrollgruppe. Während diese fast ausschließlich Äußerungen produziert haben, welche sich inhaltlich auf das Stimulusmaterial und somit auch auf die vorgegebene Aufgabenstellung bezogen haben, konnte in der kritischen Gruppe ein häufiges Ausweichen auf persönliche Themen sowie persönliche Erfahrungen aus der Vergangenheit beobachtet werden. Insgesamt hat die kritische Gruppe deutlich mehr stimulusferne Äußerungen produziert. Es kann an dieser Stelle vermutet werden, dass auch diese Strategie als eine Art Kompensationsmechanismus für Wortfindungsschwierigkeiten und Störungen der verbalen Flüssigkeit gesehen werden kann. Es handelt sich bei den Stimulusbildern um neues und fremdes Material, was die spontane mündliche Sprachproduktion zusätzlich erschwert. Um dies umgehen zu können, werden stattdessen Informationen aus dem Langzeitgedächtnis der Probanden

aufgerufen, welches typischerweise erst in einem fortgeschrittenen Krankheitsstadium defizitär betroffen ist. Es lässt sich somit festhalten, dass die dritte Hypothese durch die soeben diskutierten Ergebnisse bestätigt werden kann:

H1c: Die produzierte Sprache der AD-Gruppe zeichnet sich durch mehr aufgabenirrelevante Informationen aus als es in der Kontrollgruppe der Fall ist.

Auf der Grundlage der soeben diskutierten Ergebnisse lässt sich also vermuten, dass AD-Betroffene vermehrt Schwierigkeiten hinsichtlich einer Interpretation und Verknüpfung der auf dem Stimulusmaterial dargestellten Geschichte aufweisen und dies zu kompensieren versuchen, indem sie verstärkt reine Aufzählungen und Beschreibungen produzieren oder thematisch ausweichen. Somit lässt sich festhalten, dass sich die hier untersuchten AD-Probanden zwar nicht in der Quantität ihrer Äußerungen von den Kontrollprobanden unterscheiden, jedoch im Hinblick auf die Aufgabenstellung in der Qualität.

6.2 Act-Out Studie

Um das visuell-räumliche Verständnis der Probanden zu untersuchen und mögliche Unterschiede zwischen AD-Erkrankten und kognitiv gesunden Probanden feststellen zu können, wurden für die Studie drei Act-Out Aufgaben generiert. Für alle Aufgaben wurde die Fehler- sowie die Abbruchquote ausgewertet. Dabei ergaben sich zwischen den Aufgaben deutliche Unterschiede. Dies lässt sich vermutlich auf unterschiedliche Schwierigkeitsgrade und den verschiedenen erforderlichen räumlich-visuellen Leistungen zurückführen. Die Ergebnisse werden im Folgenden je Aufgabenteil diskutiert.

Die über beide Gruppen niedrige Fehler- sowie Abbruchquote in der ersten Act-Out-Aufgabe legt nahe, dass sowohl die Kontrollgruppe als auch die kritische Gruppe in der Lage waren, diese Aufgabe korrekt und für sich selbst zufriedenstellend zu lösen. Lediglich ein Proband der kritischen Gruppe hat das Lösen des Sortierwürfels vorzeitig beendet. Unterschiede sind somit nicht anhand der resultierenden Abbruch- bzw. Fehlerquote festzustellen, jedoch spiegeln sich Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Gruppen in der Bearbeitungszeit der Aufgabe wider. Anhand der Aufnahmeprotokolle kann nachvollzogen werden, dass die kritische Gruppe eine andere Vorgehensweise bei der Lösung der Aufgabe aufwies als die Kontrollgruppe, was wiederum die signifikant längeren Bearbeitungszeiten der kritischen Gruppe erklären könnte. Eine detaillierte Analyse dieses Auswertungsparameters kann der Masterarbeit von Judith Wulf entnommen werden.

Auch in der zweiten Aufgabe sind jeweils für beide Gruppen niedrige Fehler- und Abbruchquoten zu verzeichnen, obgleich diese im Vergleich zur ersten Act-Out Aufgabe minimal höher ausfallen. Dennoch wurde auch diese Aufgabe sowohl von den kritischen Probanden als auch von den Kontrollprobanden weitestgehend korrekt gelöst und es konnten keine weiteren Auffälligkeiten hinsichtlich bestimmter Lösungsstrategien gemacht werden.

Die dritte Act-Out Aufgabe unterscheidet sich anhand der zwei Auswertungsparameter jedoch deutlich von den zuvor genannten zwei Aufgaben. Die Auswertung der Fehler- und Abbruchquote ergab einen deutlichen Unterschied zwischen der kritischen Gruppe und der Kontrollgruppe. Letztere wies im Vergleich zu den ersten zwei Act-Out Aufgaben zwar auch eine etwas höhere Fehlerquote auf, jedoch kam es innerhalb der kritischen Gruppe zu deutlich mehr Fehlern und Abbrüchen als in der Kontrollgruppe. Die Identifizierung von Mustern unter den inkorrekt erstellten Items hat zudem zu erstaunlichen Ergebnissen geführt. Hinsichtlich der Auswertung dieser Items ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Erkrankten und den Kontrollen. Während die Kontrollprobanden in der vorliegenden Studie jeweils lediglich einen Stein fehlerhaft an ihre Figur angebracht haben, zeigten sich bei der kritischen Gruppe hinsichtlich der inkorrekten Items deutliche bis Unterschiede zwischen der Zielfigur und der Figur, welche die Teilnehmer erstellt haben. Dabei zeigt sich bei den Erkrankten ein Lösungsmuster, welches von verschiedenen Probanden unabhängig voneinander bei der Lösung angewandt worden ist. Das Aufbauen der für die Replik vorgesehenen Steine auf die Zielfigur lässt zweierlei vermuten. Zum einen scheint es bei der Aufgabe bei den an AD-Erkrankten an einem Grundverständnis hinsichtlich der Aufgabenstellung zu mangeln, sodass sie diese nicht in vollem Maße korrekt umsetzen können. Dieser Umstand wird zusätzlich durch die krankheitsbedingten Einschränkungen des Arbeitgedächtnisses erschwert. Zum anderen scheint dieses Muster eine strategische Vorgehensweise zu sein, um diesen Umstand zu kompensieren und somit dennoch eine Lösung vorlegen zu können. Am Ende eines jeden Versuchsdurchganges wurden die Probanden gebeten ihr erbautes Objekt mit der Zielfigur zu vergleichen und anzugeben, ob diese nun identisch seien. Obwohl mehr als die Hälfte der 30 nachzubauenden Items inkorrekt waren, wurde jedoch von beinahe allen Probanden angegeben, dass ihre Duplofigur der Zielfigur entspricht. Dieser Umstand lässt vermuten, dass kein mentaler Abgleich zwischen den beiden Figuren und ihren Formen stattfindet. Ferner legt die hohe Abbruchquote nahe, dass die Aufgabe des Nachbauens für AD-Erkrankte ein hohes Potential für Frustration birgt, welche die Probanden dazu gebracht hat, die Aufgabe frühzeitig abubrechen. Die Schwierigkeit bei der korrekten Bewältigung dieser Aufgabe liegt darin, dass unterschiedliche visuell-räumliche Leistungen seitens der Probanden gefordert sind.

Im Hinblick auf die im Vorfeld generierten Thesen können beide grundsätzlich bestätigt werden, jedoch kam es im Gegensatz zur dritten innerhalb der ersten beiden Act-Out Aufgaben zu einer lediglich gering erhöhten Anzahl an Fehlern und Abbrüchen:

H2a: Die AD-Gruppe weist mehr Fehler bei der Lösung aller Aufgaben auf als die Kontrollgruppe.

H2b: In der AD-Gruppe kommt es zu mehr Abbrüchen als in der Kontrollgruppe.

Werden nun die drei unterschiedlichen Act-Out Aufgaben miteinander in Bezug gesetzt, wird deutlich, dass die kritischen Probanden vor allem Schwierigkeiten mit dem Lösen der ersten und der dritten Aufgabe aufwiesen. Den beiden Aufgaben ist gemeinsam, dass das Material aus

dreidimensionalen Formen besteht, welches den AD-Betroffenen augenscheinlich Schwierigkeiten bereitet. Dieser Umstand wird jeweils in beiden Aufgaben durch bestimmte Lösungsstrategien kompensiert, welche ausschließlich innerhalb der kritischen Gruppe auftreten. Die Möglichkeit für das Entwickeln und Anwenden solcher Strategien wird im Rahmen dieser Studie darin angesehen, dass die Probanden nicht unter Zeitdruck gesetzt worden sind. Die AD-Betroffenen dieser Studie waren somit noch imstande gute Leistungen zu erbringen, sie benötigten lediglich mehr Zeit dafür als die Kontrollgruppe. Grundsätzlich sei zudem an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass einige Probanden der kritischen Gruppe in bestimmten Aufgaben vergleichbar mit den Leistungen der Kontrollgruppe waren. Dieser Umstand lässt sich ebenfalls in den Ergebnissen der Eye-Tracking Studie wiederfinden.

6.3 Eye-Tracking Studie

Die Auswertung der Eye-Tracking Daten hat unterschiedliche Differenzen zwischen der kritischen Gruppe und der Kontrollgruppe zu Tage gebracht. Die initiale Analyse mittels *G-AOIs* konnte jedoch nur bedingt Ergebnisse hinsichtlich der räumlichen Aufmerksamkeitsverteilung liefern. Obwohl auf den ersten Blick scheinbar Differenzen und Tendenzen des visuellen Verhaltens zwischen den Gruppen zu erkennen waren, stellte sich bei genauerer Betrachtung heraus, dass die höchste Verweildauer der kritischen Gruppe auf der Mehrzahl der Stimuli häufig durch lediglich einen oder zwei Probanden zustande kam, da diese auf einem bestimmten Punkt des Bildes hängen geblieben sind. Um ökologisch valide Aussagen auf der Grundlage von *G-AOIs* treffen zu können, bedarf es deutlich größerer Stichproben. Die Erstellung von *G-AOIs* eignet sich vielmehr für eine erste Sichtung der aufgenommenen Eye-Tracking Daten und trägt dazu bei, dass der Versuchsleiter einen Überblick über die räumliche Verteilung der Daten bekommt. Über die zeitliche Verteilung können an dieser Stelle auf Grundlage einer solch kleinen Stichprobe hingegen nur bedingt Aussagen getätigt werden.

Die Auswertung der ausgewählten Parameter in den zwei generierten Arten von *AOIs* hat deutliche Unterschiede zwischen der kritischen Gruppe und der Kontrollgruppe ergeben, wenngleich aufgrund der kleinen Stichprobengröße lediglich von Tendenzen gesprochen werden kann. Die Untersuchung der größten Blicktiefe hat sich dabei als besonders sensitiv herausgestellt. Hier konnte in der kritischen Gruppe eine systematische Verschiebung nach oben der Fixation des geometrischen Zentrums der Stimulusbilder festgestellt werden. Diese Tendenz konnte bereits in der Pilotstudie von Ilgner und Mertins (2018) qualitativ beobachtet werden und wurde in der vorliegenden Studie entsprechend quantifiziert. Während die Kontrollgruppe diesen Bereich aus Fußgängerperspektive fixiert hat, fand sich die größte Aufmerksamkeitszuteilung der kritischen Gruppe in den oberen Bereichen der Stimuli wieder. Des Weiteren konnten für die kritischen Probanden weniger Wechsel zwischen den definierten Bereichen festgestellt werden. Dieser Umstand kann möglicherweise darauf zurückzuführen sein, dass die kritischen Probanden Bilder von bebautem Raum nicht mehr aus einer Nutzerperspektive betrachten wie es die Kontrollprobanden tun. Auf diese Art und Weise könnten sich die AD-Betroffenen einer kognitiven Überforderung, die aus der Nutzerperspektive durch beständiges

Abgleichen von visuellen Reizen und Erfahrungen eintreten kann, entziehen. Die für die Region der größten Blicktiefe aufgestellte Hypothese konnte somit nur teilweise bestätigt werden:

H3a: In der AD-Gruppe zeigt sich eine deutlich geringere Fokussierung der größten Blicktiefe als in der Kontrollgruppe.

Diese Tendenzen müssten jedoch in zukünftiger Forschung anhand einer größeren Stichprobe weiter geprüft werden. Im Zuge dessen sollte auch eine Anpassung und Erweiterung des Stimulusmaterials vorgenommen werden. Die größte Blicktiefe auf vier von fünf kritischen Stimuli der Kategorie *Built* befindet sich jeweils in unmittelbarer Nähe des Zentrums des Bildes. Dieser Bereich muss von den Probanden im Versuchssetting für eine bestimmte Zeit fixiert werden, damit der kritische Stimulus im Anschluss erscheint. Dadurch beginnt die Exploration des visuellen Inputs auch in der Nähe der größten Blicktiefe. Die Lage des geometrischen Zentrums des Bildes sollte somit zwischen den kritischen Stimuli variieren.

Die Sichtung qualitativer Unterschiede zwischen den Gruppen hat ergeben, dass es nicht nur Differenzen des visuellen Verhaltens zwischen der kritischen Gruppe und der Kontrollgruppe gibt, sondern auch innerhalb der kritischen Gruppe. Durch verschiedenste Arten der Visualisierung konnte für den Großteil der kritischen Stimuli festgestellt werden, dass sich zwei der fünf kritischen Probanden auffällig von den restlichen drei Probanden unterscheiden. Letztere sind in einigen Parametern sogar vergleichbar mit dem visuellen Verhalten der Kontrollgruppe. Um diese Beobachtungen zu überprüfen wurden diese Differenzen in einem letzten Analyseschritt quantifiziert. Auf der Grundlage von ausgewählten Parametern konnte schließlich festgestellt werden, dass sich die zuvor qualitativen Beobachtungen auch in den errechneten Werten widerspiegeln. Die Unterteilung der kritischen Gruppe in zwei Sub-Gruppen hat massive Unterschiede zwischen diesen beiden kritischen Gruppen offenbart. Diese äußern sich in der auffälligen kritischen Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe in einer deutlich niedrigeren Sakkadenanzahl und einer etwas niedrigeren Sakkadendauer. Die unauffällige kritische Probandengruppe weist zwar im Vergleich mit der Kontrollgruppe ebenfalls eine deutlich niedrigere Sakkadenanzahl auf, jedoch konnte eine längere Sakkadendauer festgestellt werden. Daher konnte die zweite aufgestellte Hypothese nur teilweise verifiziert werden:

H3b: Die AD-Gruppe weist eine geringere Anzahl und Dauer von Sakkaden auf als die Kontrollgruppe.

Diese Differenzen sprechen dafür, dass es auch unter den AD-Erkrankten eine große Varianz gibt. Obgleich die Stichprobe der durchgeführten Studie als klein einzustufen ist, zeigen sich dennoch bereits bei fünf Erkrankten große Varianzen auf. Für die zukünftige Überprüfung dieser festgestellten Tendenzen gilt es also das visuell-räumliche Verhalten an einer größeren Stichprobe zu untersuchen. Zusätzlich sollte der Schweregrad bzw. das Krankheitsstadium der Erkrankung als Gruppenkriterium mit aufgenommen werden. Allerdings stellt sich dies in der Praxis als schwierig heraus, da bereits bei keinem der hier untersuchten zehn AD-Erkrankten darüber eine Aussage getroffen werden konnte.

Weder das zuständige Pflegepersonal befand sich dazu in der Lage, eine valide Aussage darüber zu treffen, noch war den Krankenakten solch eine Information zu entnehmen.

Werden nun abschließend alle gewonnen Erkenntnisse der Auswertung der Eye-Tracking Daten zusammengeführt, lässt sich festhalten, dass die kritische Gruppe, vor allem die auffällige Sub-Gruppe, insgesamt weniger und längere Fixationen sowie weniger und kürzere Sakkaden aufweist. Diese Erkenntnisse sprechen für ein deutlich begrenzteres Explorationsverhalten als es die Kontrollgruppe aufweist. Durch diese Ergebnisse konnte somit die dritte Hypothese bestätigt werden:

H3c: Das Explorationsverhalten der AD-Gruppe ist räumlich begrenzter als das der Kontrollgruppe.

Dieser Umstand kann möglicherweise auf eine kognitive Verlangsamung zurückzuführen sein, was sich in längeren Fixationszeiten und damit geringeren Sakkadendurchführungen zeigen könnte. Jedoch sei an dieser Stelle auch darauf hingewiesen, dass es sich bei der AD um eine tagesformabhängige Erkrankung handelt und nicht eingeschätzt werden kann, in welchen Zustand sich die Probanden am Tag der Aufnahmen befunden haben.

Für zukünftige Forschung ergeben sich einige weitere Aspekte, bei welchen es fruchtbar und interessant erscheint, diese genauer zu untersuchen. So konnte z.B. bei einigen der kritischen Probanden die Tendenz beobachtet werden, ihre Aufmerksamkeitsverteilung mehr in den rechten Bereich der Stimulusbilder zu verlagern und dabei den linken Bereich völlig zu übergehen. Dieser Aspekt ließe sich untersuchen, indem eine AOI für diesen Bereich erstellt würde und die grundlegenden Parameter wie die Fixationsanzahl und -dauer sowie die Sakkadenanzahl und -dauer für diesen Bereich überprüft werden würde.

6.4 Zusammenfassende Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde die mündliche Sprachproduktion sowie die visuell-räumliche Kognition von AD-Erkrankten und kognitiv gesunden Probanden in drei Studienteilen untersucht. Die zuvor diskutierten Ergebnisse der Datenauswertung werden im Folgenden miteinander in Bezug gesetzt. Die Ergebnisse der Sprachproduktion legen nahe, dass es zwar keinen bedeutenden Unterschied in der Quantität des Outputs zwischen den zwei Gruppen gibt, jedoch unterscheiden sich die Gruppen hinsichtlich der inhaltlichen Qualität der verbal produzierten Erzählung. Werden an dieser Stelle nun auch die Ergebnisse der Pilotstudie von Ilgner und Mertins (2018) hinzugezogen, so scheint es für zukünftige Forschung sinnvoll zu sein, zusätzlich zur mündlichen Sprachproduktion auch die schriftliche Sprachproduktion zu untersuchen. Eine mögliche Vorgehensweise wäre, beides auf der Grundlage desselben Stimulusmaterials zu testen, um Gemeinsamkeiten oder Unterschiede feststellen zu können.

Sowohl die Ergebnisse der Sprachproduktions- als auch die Ergebnisse der Act-Out Studie zeigen deutlich, dass AD-Erkrankte bestimmte Mechanismen anwenden, um ihre Defizite zu

kompensieren. In der Elizitationsaufgabe äußert sich dies darin, dass AD-Erkrankte gehäuft stimulusferne Äußerungen, welche hinsichtlich ihres Informationsgehaltes nicht der Aufgabenstellung entsprechen, kommunizieren. In der Act-Out Studie zeigt sich dies vor allem in der ersten sowie der dritten Aufgabenstellung. Da die Probanden in diesen Aufgaben unter keinem zeitlichen Druck standen, konnten sie bestimmte Strategien entwickeln, um die Aufgaben zu lösen. Dieser Umstand hat vermutlich bedeutend dazu beigetragen, dass es in der ersten und zweiten Aufgabe zu lediglich wenigen Fehlern kam. Die hohe Fehler- und Abbruchquote in der dritten Aufgabe spricht dafür, dass es sich bei dieser Aufgabe wohl um die am schwierigsten zu bewältigende Aufgabe für die kritischen Probanden handelte.

Mittels Eye-Tracking konnten zusätzliche Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich ihres visuell-räumlichen Verhaltens festgestellt werden. Dabei weist diese experimentelle Methode vor allem den Vorteil auf, dass sie hochautomatisierte und unbewusste Prozesse untersucht, welche von den Probanden nur schwerlich beeinflusst werden können. Auf diese Weise konnten charakteristische Muster des visuell-räumlichen Verhaltens der AD-Probanden festgestellt werden. Wichtig zu erwähnen ist allerdings auch, dass es sich vor allem in technischer Hinsicht bei AD-Probanden um eine Zielgruppe handelt, die eine Herausforderung für das methodische Vorgehen darstellen. Dies äußert sich z.B. in einer schwierigen Kalibrierung oder einer niedrigen Trackingratio.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass obwohl es sich bei der hier untersuchten Stichprobe um eine kleine Gruppe handelt, in allen drei methodischen Zugängen bestimmte Muster identifiziert werden konnten. Die Stärke der Studie ist dabei sicherlich darin zu sehen, dass sie sich unterschiedlicher methodischer Zugänge bedient hat, welche sich gegenseitig ergänzen.

7. Fazit und Ausblick

Die vorliegende Masterarbeit thematisiert Sprache und Kognition bei AD. Das Ziel war es, systematische Differenzen hinsichtlich der mündlichen Sprachproduktion sowie der visuell-räumlichen Wahrnehmung zwischen AD-Erkrankten und Kontrollprobanden zu identifizieren. Um die aus diesem Ziel abgeleitete Forschungsfrage zu beantworten, wurde eine methodisch breit gefächerte Studie konzipiert und durchgeführt. Dabei stützt sich diese auf die Verbindung von verhaltensbasierter und empirisch-experimenteller Methodik.

In der Sprachproduktionsstudie wurde auf Grundlage einer Bilderbuchgeschichte mündliche Sprache elizitiert. Für die Untersuchung der visuell-räumlichen Wahrnehmung wurden unterschiedliche Methoden miteinander kombiniert. In der Act-Out Studie galt es, drei Aufgaben zu lösen, welche verschiedene visuell-räumliche Leistungen erforderten. Zusätzlich wurde die Methode des Eye-Tracking hinzugezogen, um die visuelle Raumwahrnehmung der Probanden zu erforschen. Insgesamt wurden zehn Demenzerkrankte und zehn kognitiv gesunde Kontrollprobanden mittels der soeben genannten drei methodischen Zugänge untersucht. Auf der Grundlage der ausgewerteten Daten wurden die Gruppen zum einen miteinander und zum anderen die Probanden innerhalb der kritischen Gruppe miteinander verglichen.

In allen drei Aufgaben konnten Differenzen zwischen den Gruppen identifiziert werden. In der Sprachproduktionsstudie konnte festgestellt werden, dass die kritische Gruppe eine stark erhöhte Produktion von Aufzählungen und Beschreibungen aufwies. Des Weiteren produzierten die AD-Erkrankten im Vergleich zur Kontrollgruppe mehr Kommentare, welche keine neuen Informationen zur Erzählung beitrugen. Viel mehr vergewisserten sie sich verstärkt bei der Versuchsleiterin mittels Nachfragen, ob der Informationsgehalt ihrer Äußerungen der Wahrheit entsprach. Ferner kam es in der kritischen Gruppe zu einer deutlich geringeren Produktion von (Handlungs-)Darstellungen. Insgesamt hatte die mündliche Sprachproduktion der kritischen Gruppe einen eher beschreibenden als erzählenden Charakter. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass die AD-Erkrankten deutlich mehr stimulusferne Äußerungen produzierten als es die Kontrollgruppe tat.

Die Act-Out Studie zeigte in den ersten beiden Aufgaben keine solchen starken Differenzen hinsichtlich der ausgewerteten Fehler und Abbrüche. In der dritten Aufgabe hingegen offenbarte sich ein gänzlich anderes Bild. Sowohl die Fehler- als auch die Abbruchquote der kritischen Gruppe war im Vergleich zur Kontrollgruppe stark erhöht. Ferner konnten auf Grundlage der fehlerhaften Items bestimmte Lösungsmuster identifiziert werden. Zwei von drei Mustern traten dabei ausschließlich innerhalb der kritischen Gruppe auf. Das fehlerhafte Lösen der Aufgabe kann u.a. vermutlich auf ein Unverständnis der Aufgabenstellung und auf Einschränkungen des Arbeitsgedächtnisses zurückgeführt werden. Letztendlich stellen diese Lösungsstrategien Kompensationsmechanismen für diese Umstände dar.

Mittels Eye-Tracking konnten im dritten Teil der Studie zudem deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Insgesamt wies die kritische Gruppe im Vergleich zur

Kontrollgruppe eine durchschnittlich niedrigere Sakkadenanzahl als auch Sakkadendauer auf. Bei Betrachtung der Region der größten Blicktiefe konnte für die kritische Gruppe eine systematische Verschiebung der Aufmerksamkeit auf den oberen Bereich beobachtet werden. Die Kontrollgruppe fixierte diese Region hingegen aus einer Fußgänger- und Nutzerperspektive.

Neben den Differenzen zwischen den Gruppen konnte allerdings auch in allen drei Studienteilen eine große Varianz innerhalb der kritischen Gruppe festgestellt werden. Besonders deutlich wurde dies in den Eye-Tracking Daten. Auf der Grundlage qualitativer Beobachtungen wurde eine Unterteilung der kritischen Gruppe vorgenommen und anschließend zur Überprüfung quantifiziert. Auf der Basis der ausgewerteten Parameter konnte schließlich bestätigt werden, dass sich die kritische Gruppe anhand ihrer visuellen Verhaltensmuster in zwei Sub-Gruppen einteilen lassen. Während zwei der drei kritischen Probanden sich auffällig von allen anderen Studienteilnehmer unterschieden, zeigten die restlichen drei kritischen Probanden hinsichtlich bestimmter Parameter vergleichbare Leistungen wie die Kontrollprobanden. Insgesamt lässt sich diese Beobachtung auf alle drei Methoden ausweiten: einige der Erkrankten waren in bestimmten Aufgaben vergleichbar mit den Leistungen der Kontrollprobanden.

Auch wenn die durchgeführte Studie deutliche Differenzen hinsichtlich der mündlichen Sprachproduktion und der visuell-räumlichen Kognition identifizieren konnte, können die hier gewonnen Erkenntnisse jedoch nur Tendenzen aufzeigen. Dies ist vor allem auf die kleine Stichprobengröße zurückzuführen. Ferner besteht bei lediglich fünf der zehn Probanden eine diagnostizierte AD, bei den restlichen fünf Probanden hat keine ätiologische Zuordnung des Demenzsyndroms stattgefunden, was die Aussagekraft der Erkenntnisse womöglich einschränkt.

Grundsätzlich lässt sich jedoch festhalten, dass die Studie trotz kleiner Stichprobengröße systematische Muster der mündlichen Sprachproduktion sowie der visuellen Raumwahrnehmung identifizieren konnte. Dabei konnte vor allem gezeigt werden, dass sich die drei methodischen Zugänge gegenseitig ergänzen, was wegweisend für weitere Forschung sein könnte. Denn obwohl die AD bereits vor über hundert Jahren das erste Mal beschrieben worden ist, bestehen noch immer große Wissenslücken hinsichtlich verschiedenster Aspekte der Erkrankung. Grundlagenforschung in den Bereichen Sprachverarbeitung und visuell-räumlicher Kognition könnten zukünftig einen Beitrag dazu leisten, weitere Faktoren für die Diagnostik, die Früherkennung sowie die Verlaufsprognose der AD zu identifizieren. Aber vor allem kann Wissen über die kognitiven Verarbeitungsprozesse bei AD dazu beitragen, die soziale Position von AD-Erkrankten zu verändern und den Umgang mit ihnen zu verbessern, was vor dem Hintergrund der demographischen Veränderungen von essentieller Bedeutung für unsere zukünftige Gesellschaft ist.

V. Literaturverzeichnis

- Almor, A.; Kempler, D.; MacDonald, M.C.; Andersen, E.S. und Tyler, L.K. (1999): Why do Alzheimer patients have difficulties with pronouns? Working memory, semantics, and reference in comprehension and production in Alzheimer's disease. In: *Brain and Language* 67, S. 202-227.
- Alzheimer, A. (1907): Über eine eigenartige Erkrankung der Hirnrinde. In: *Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie und Psychisch-gerichtliche Medizin* 64, S. 146-148.
- Alzheimer, A. (1911): Über eigenartige Krankheitsfälle des späteren Alters. In: *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie* 4, S. 356-385.
- Barth, S.; Schönknecht, P.; Pantel, J., & Schröder, J. (2005): Neuropsychologische Profile in der Demenzdiagnostik. In: *Fortschritte der Neurologie - Psychiatrie* 73, S. 1-9.
- Bialystok, E., Craik, F.I.M, Binns, M.A. & Osher, L. (2014): Effects of Bilingualism on the Age of Onset and Progression of MCI and AD: Evidence from Executive Function Tests. In: *Neuropsychology* 28(2), S. 290-304.
- 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 Zugriff am 11.03.18).
- Bickel, H. (2017): Epidemiologie und Gesundheitsökonomie. In Wallesch, C.W, Förstl, H. & Bartels, C. (Eds.): *Demenzen*. Stuttgart: Thieme, S. 18-31.
- Bodea, S.V. & Mühl-Benninghaus, R. (2015): MRT bei dementiellen Erkrankungen. In: *Der Radiologe* 55(5), S. 397-402.
- 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., Holmqvist, K., & Andersson, R. (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.
- Bschor, T., Kühl, K.P., & Reischies, F.M. (2001): Spontaneous speech of patients with dementia of the Alzheimer Type and Mild Cognitive Impairment. In: *International Psychogeriatrics* 13(3), S.289-298.
- Chomsky, N. (1980): *Rules and Representations*. Columbia University Press: New York.
- Craik, 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, J., Dale, M., Shaunak, S., & Lekwuwa, G. (2013): The role of working memory and attentional disengagement on inhibitory control: effects of aging and Alzheimer's disease. In: *AGE* 35(5), S. 1637-1650.
- Crawford, T.J., Higham, S., Devereaux, A., & Kelly, C. (2015): The disengagement of visual attention in Alzheimer's disease: a longitudinal eye-tracking study. In: *Frontiers in Aging Neuroscience* 7, S. 118-128.

- 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., Weintraub, S., Guinessey, J. E., Mesulam, M.M., & Scinto, L.F. (1992): Diminished curiosity in patients with probable Alzheimer's disease as measured by exploratory eye movements. In: *Neurology* 42(2), S. 320-328.
- Dick, S., Häusler, A., & Krause-Köhler, K., **et al.** (2016): Demenzielle Erkrankungen: Grundlagen. In Kuhlmei, A. & Renteln-Kruse, W. (Eds.): *Demenzielle Erkrankungen im Alter*. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 2-13.
- Duchowski, A.T. (2017): *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. Cham: Springer International Publishing.
- Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, Psychotherapie und Nervenheilkunde (DGPPN), Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN) (2016): *S3-Leitlinie „Demenzen“*.
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), bearb. von Graubner, B. (2019): *ICD-10-GM Version 2019. Systematisches Verzeichnis Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision – German Modification*.
- Doblhammer, G., Fink, A., Fritze, T., & Nerius, M. (2018): Demographische Entwicklung und Epidemiologie von Demenzerkrankungen. In Jessen F. (Ed.): *Handbuch Alzheimer-Krankheit*. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 13-34.
- Farrell, Meagan **et al.** (2014): Subjective Word-Finding Difficulty Reduces Engagement in Social Leisure Activities in Alzheimer's Disease. In: *Journal of the American Geriatrics Society* 62, S. 1-8.
- Fassbender, K. & Frölich, L. (2014): Leitlinien zur ‚Pharmakotherapie neurodegenerativer Demenzen.‘ In: *Der Nervenarzt* 85(12), S. 1589-1602.
- Fatke, B., Förstl, H. & Risse, A. (2013): Diabetes: Risikofaktor für Demenz. In: *Der Diabetologe* 9(6), S. 475-486.
- Fletcher, W.A., & Sharpe, J.A. (1988): Smooth pursuit dysfunction in Alzheimer's disease. In: *Neurology* 38(2), S. 272-277.
- Fliessbach, K. & Schneider, A. (2018): Biomarker-basierte Diagnostik der Alzheimer-Krankheit. In: *Der Nervenarzt* 89(3), S. 345-358.
- Forbes-McKay, K.E., Shanks, M.F., & Venneri, A. (2013): Profiling Spontaneous Speech Decline in Alzheimer's Disease: a Longitudinal Study. In: *Acta Neuropsychiatrica* 25(6), S. 320–327.
- 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.
- Frankenberg, C., Degen, C. & Schröder, J. (2016): Leichte kognitive Beeinträchtigungen und beginnende Demenzen: Eine klinische Übersicht. In: *Wissen kompakt. Fortbildung für Zahnärzte* 10(4), S. 173-184.

- Fuhrmann, O., McCormick, K., Chen, E., Jiang, H., Shu, D., Mao, S., & Boroditski, L. (2011): How Linguistic and Cultural Forces Shape Conceptions of Time: English and Mandarin Time in 3D. In: *Cognitive Science* 35(7), S. 1305-1328.
- Garbutt, S., Matlin, A., Hellmuth, J., Schenk, A.K., Johnson, J.K., Rosen, H., Dean, D., Kramer, J., Neuhaus, J., Miller, B.L., Lisberger, S.G., Boxer, A.L. (2008): Oculomotor function in frontotemporal lobar degeneration, related disorders and Alzheimer's disease. In: *Brain* 131(5), S. 1268-1281.
- Graeber, M.B. & Möller, H.J. (1998): The case described by Alois Alzheimer in 1911: Historical and conceptual perspectives based on the clinical record and neurohistological sections. In: *European Archives of Psychiatry and Clinical Neurosciences* 248(3), S. 111-122.
- Gutzmann, H. (2014): Aktuelle Therapiemethoden bei Demenz. In: *Der Neurologe & Psychiater* 15(11), S. 54-63.
- Hausner, L., Frölich, L., Wagner, M., Frommann, I., Dick, S., Rapp, M.A., Kilimann, I., Grothe, M., Teipel, S., Drzezga, A., Vogelgsang, J., Neychev, E., Wiltfang, J., Jessen, F., Fließbach, K., Faber, J., Düzel, E. & Riepe, M. (2018). Diagnostische Methoden. In Jessen F. (Ed.): *Handbuch Alzheimer-Krankheit*. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 187-352.
- Helmchen, H. & Reischies, F.M. (1998): Normales und pathologisches kognitives Altern. In: *Der Nervenarzt* 69(5), S. 369-378.
- Hofmann, W. (2012). Leitliniengerechte Diagnose der Demenzätiologie. In: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 45(8), S. 761-773.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. & v.d. Weijer, J. (2015): *Eye Tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: OUP.
- Humboldt, W.v. (1848): Natur und Beschaffenheit der Sprache überhaupt. In: *Humboldt, Wilhelm von: Gesammelte Werke* 6, S.49-66.
- Ilgner, C., & Mertins, B. (2018, unveröffentlicht): *Alzheimer-Demenz: Sprache und Kognition – eine empirische Untersuchung der Sprachproduktion und Raumwahrnehmung*. TU Dortmund.
- Jessen, F. (2014): Therapie von Demenzerkrankungen. In: *Der Internist* 55(7), S. 769-774.
- 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*. München: Urban & Fischer.
- Kaufmann, L.D., Pratt, J., Levine, B. & Black, S.E. (2012): Executive deficits detected in mild Alzheimer's disease using the antisaccade task. In: *Brain and Behavior* 2(1), S. 15-21.
- Kemper, S., Thompson, M., & Marquis, J. (2001). Longitudinal change in language production: Effects of aging and dementia on grammatical complexity and propositional content. In: *Psychology and Aging* 16, S. 600-614.
- Kerkhoff, G. (2006): Störungen der visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition. In Büchel, C. & Hartje, W. (Eds.): *Klinische Neuropsychologie*. Stuttgart: Thieme, S. 316-333.
- Kopf, D. & Rösler, A. (2013): Demenz. Diagnostik und Therapie. In: *Der Internist* 54(7), S. 827-843.

- Lehrner J., Bodner T., Dal-Bianco P., & Schmidt R. (2011): Demenzsyndrome. In Lehrner J., Pusswald G., Fertl E., Strubreither W., & Kryspin-Exner I. (Eds.): *Klinische Neuropsychologie*. Wien: Springer, S. 375-394.
- Levinson, S.C., Kita, S., Haun, D.B.N., & Rasch, B.H. (2002): Returning the tables: language affects spatial reasoning. In: *Cognition* 84(2), S. 155-188.
- Lohmann, H., Kulesa, F., Holling, H., Johnen, A., Reul, S., Lueg, G. & Duning, T. (2017): Umsetzung der S3-Leitlinie ‚Demenzen‘ im klinischen Alltag: Wunsch oder Wirklichkeit? In: *Der Nervenarzt* 88(8), S. 895-904.
- Luck, T. & Riedel-Heller, S.G. (2016): Prävention von Alzheimer-Demenz in Deutschland: Eine Hochrechnung des möglichen Potenzials der Reduktion ausgewählter Risikofaktoren. In: *Der Nervenarzt* 87(11), S. 1194-1200.
- Lucy, J.A. (2015): Sapir-Whorf Hypothesis. In: *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* 20, S. 903-906.
- Mayer, M. (1969): *Frog, where are you?* New York: Dial Books.
- Mertins, H., Mertins, B., Delucchi Danhier, R., Schulz, A., & Schulz, B. (2017): Architekten haben eine andere Raumwahrnehmung. In: *Detail* 9/2017, S.80-81.
- Mertins, B. (2018): *Sprache und Kognition: Ereigniskonzeptualisierung im Deutschen und Tschechischen*. Berlin, Boston: De Gruyter.
- 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.
- Molitor, R.J., Ally, B.A., & Ko, P.C. (2015): Eye movements in Alzheimer's Disease. In: *Journal of Alzheimer's Disease* 44(1), S. 1-12.
- Monacelli, A.M., Cushmann, 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.
- Müller, H.M. (2013): *Psycholinguistik – Neurolinguistik*. Paderborn: Wilhelm Fink.
- 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. (2017): Alzheimer-Demenz von Auguste Deter bis heute: Fortschritte, Enttäuschungen und offene Fragen. In: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 50(7), S. 576-587.
- Pantel, J., & Schröder, J. (2007): Die leichte kognitive Beeinträchtigung: Epidemiologie, Symptomatik und klinisches Management. In: *Nervenheilkunde* 26(1), S. 49-58.
- 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.
- Petermann, F., & Jäncke L. (2013): Neuropsychologische Diagnostik. In: *Zeitschrift für Neuropsychologie* 24(4), S. 199-200.

- 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.
- Quental, N.B., Bueno, O.F., & Brucki, S.M. (2013): Visuospatial function in early Alzheimer's disease-the use of the Visual Object and Space Perception (VOSP) battery. In: *PloS one* 8(7), e68398.
- Rainville, C., Marchand, N. & Passini, R. (2002): Performances of patients with a dementia of the Alzheimer type in the Standardized Road-Map test of Direction Sense. In: *Neuropsychologia* 40(5), S. 567-573.
- Rapp, M.A., Hellwig, R. & Heinz, A. (2011): Die Bedeutung depressiver Syndrome bei beginnender Demenz vom Alzheimer-Typ im höheren Lebensalter. In: *Der Nervenarzt* 82(9), S. 1140-1144.
- Reith, W. (2018): Neurodegenerative Erkrankungen. In: *Der Radiologe* 58(3), S. 241-258.
- Reith, W. (2015): Bildgebung bei Demenz. In: *Der Radiologe* 55(5), S. 376-377.
- Reith, W. & Mühl-Benninghaus, R. (2015): Differenzialdiagnose demenzieller Erkrankungen. In: *Der Radiologe* 55(5), S. 378-385.
- Rensing, L. & Rippe, V. (2014): *Altern: Zelluläre und molekulare Grundlagen, körperliche Veränderungen und Erkrankungen, Therapieansätze*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Roberson, D. (2005): Color categories are culturally diverse in cognition as well as in language. In: *Cross-Cultural Research* 39(1), S. 56-71.
- Rösler, A., Mesulam, M.M., Rademaker, A., Mapstone, M.E., Weintraub, S.H., Alissa, K., & Gitelman, D.R. (2000): Alterations of visual search strategy in Alzheimer's disease and aging. In: *Neuropsychology* 14(3), S. 398-408.
- Schecker, Michael (2010): Pragmatische Sprachstörungen bei Alzheimer-Demenz. In: *Sprache·Stimme·Gehör* 34, S. 63-72.
- Schmidtke, K. & Otto, M. (2017): Alzheimer-Demenz. In Wallesch, C.W, Förstl, H. & Bartels, C. (Eds.): *Demenzen*. Stuttgart: Thieme, S. 203-226.
- Shulman, K.I. (2000): Clock-drawing: Is it the ideal cognitive screening test? In: *International Journal of Geriatric Psychiatry* 15(6), 548-561.
- Ska B., Poissant A., & Joannette 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.
- Streber, A., Abu-Omar, K., Wolff, A. & Rütten, A. (2014): Bewegung zur Prävention von Demenz. In: *Prävention und Gesundheitsförderung* 9(2), S. 92-98.
- Thal, D.R., Walter, J., Tacik, P., Heneka, M.T., Karaca, I., Wagner, H., Ramirez, A. (2018): Neuropathologie und molekulare Mechanismen. In Jessen, F. (Ed.): *Handbuch Alzheimer-Krankheit*. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 35-122.
- Thal, D.R., & Braak, H. (2005): Postmortale Diagnosestellung bei Morbus Alzheimer: Stadiengliederungen der kennzeichnenden Hirnveränderungen. In: *Der Pathologe* 26(3), S. 201-213.

- Tscheuschler, M., Gebest, M., Jessen, F. & Drzezga, A. (2018): Bedeutung molekularer Bildgebung (PET) in der Diagnostik von Demenzerkrankungen. In: *Der Nervenarzt* 89(7), S. 843-856.
- Wahl, H.W. & Kruse, A. (2010): *Zukunft Altern: Individuelle und gesellschaftliche Weichenstellungen*. Heidelberg: Spektrum.
- Wendelstein, Britta (2016): *Gesprochene Sprache im Vorfeld der Alzheimer-Demenz. Linguistische Analysen im Verlauf von präklinischen Stadien bis zur leichten Demenz*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter.
- Wendelstein, B., & Schröder, J. (2015): Veränderung verbaler Kommunikation bei Alzheimer-Demenz: Zwischen Früherkennung und Ressourcenorientierung. In A. Busch, & T. Spranz-Fogasy (Eds.): *Handbuch Sprache in der Medizin*. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 317-332.
- Wiltfang, J., Lewczuk, P. & Otto, M. (2016): Biomarker bei Demenzen und anderen neurodegenerativen Erkrankungen. In: *Der Nervenarzt* 87(12), S. 1305-1309.
- Yang, Q., Wang, T., Su, N., Xiao, S., & Kapoula, Z. (2013): Specific saccade deficits in patients with Alzheimer's disease at mild to moderate stage and in patients with amnesic mild cognitive impairment. In: *Age* 35(4), S.1287–1298.
- Zaccara, G., Parigi, A., Arnetoli, G. Pallanti, S., Messori, A., Paganini, M., Gangemi, P.F., & Muscas, G.C. (1992): Smooth-pursuit eye movements: alterations in Alzheimer's disease. In: *Journal of the Neurological Sciences* 112(1); S. 81-89.

VI. Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Vorlage der Einverständniserklärung zur Studienteilnahme	xv
Anhang 2: Vorlage Fragebogen	xviii
Anhang 3: Reduziertes und eingefärbtes Stimulusmaterial der Frog-Story	xxi
Anhang 4: Leitfaden zur Erhebung der Sprachproduktionsdaten.....	xxiii
Anhang 5: Vorlage des Aufnahmeprotokolls der Sprachproduktionsstudie.....	xxiv
Anhang 6: Stimulusmaterial und Aufbau Act-Out II: Wiedererkennen	xxv
Anhang 7: Vorlage des Aufnahmeprotokolls der Act-Out Studie	xxviii
Anhang 8: Vorlage des Aufnahmeprotokolls der Eye-Tracking Studie.....	xxix
Anhang 9: Beispiele Inkorrekte Items Act-Out III	xxx

Anhang 1: Vorlage der Einverständniserklärung zur Studienteilnahme



Fakultät

Kulturwissenschaften



psycholinguistics
laboratories

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 Teilnehmerinnen⁵ 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

Weitergabe an Dritte

⁵ Die ausschließliche Verwendung der weiblichen Form dient der besseren Lesbarkeit und steht innerhalb des gesamten Textes stellvertretend für beide Geschlechter.

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 2: Vorlage Fragebogen



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 Fragennummer 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: _____

1. 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: _____

2. In welchem Semester studieren Sie gerade? _____

☐ Bachelor ☐ Master Fachliche Ausrichtung: _____

Semesterzahl bis zum voraussichtlichen Abschluss: _____

3. Waren Sie jemals länger als 6 Monate im Ausland? ☐ ja ☐ nein

Wann? _____ Wie lange? _____ Wo? _____

Wann? _____ Wie lange? _____ Wo? _____

4. 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

5. Kannten Sie einen oder mehrere der gezeigten Orte (genau diesen Ort)?

☐ nein ☐ ja Welche? _____

6. 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):

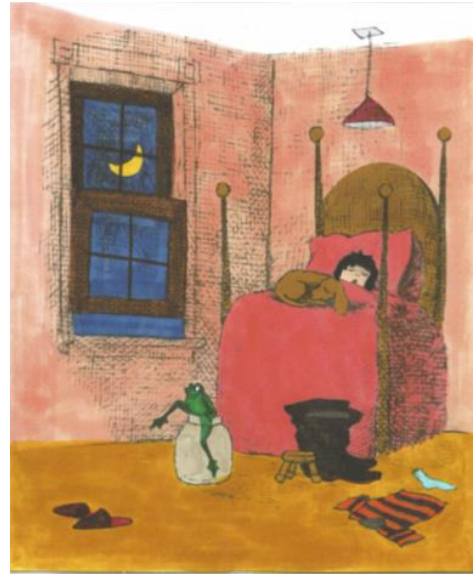
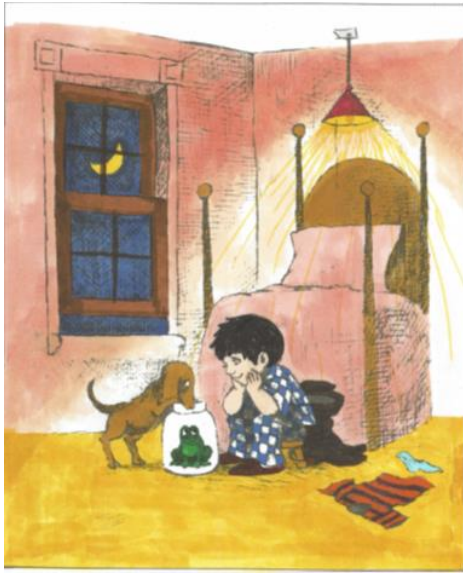
1. Sind Sie bilingual / mehrsprachig aufgewachsen? ☐ ja ☐ nein

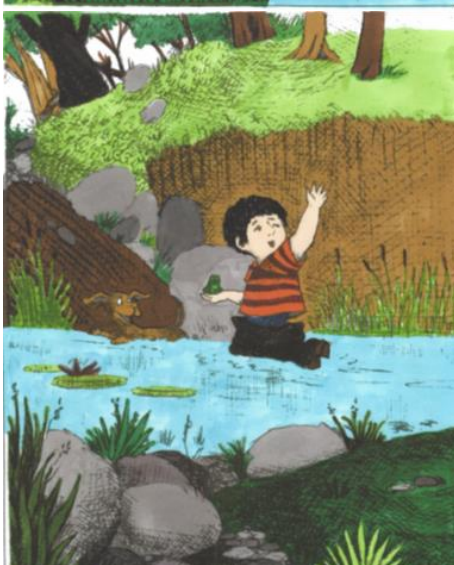
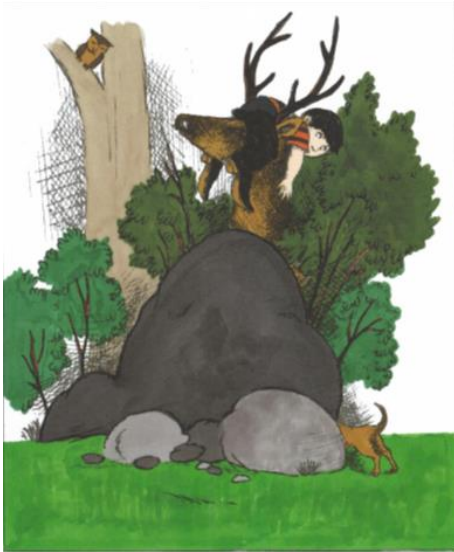
2. Nehmen Sie regelmäßig verschreibungspflichtige Medikamente ein? Wenn ja, welche?

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

VIELEN DANK FÜR IHRE MITHILFE!

Anhang 3: Reduziertes und eingefärbtes Stimulusmaterial der *Frog-Story*





Anhang 4: 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:

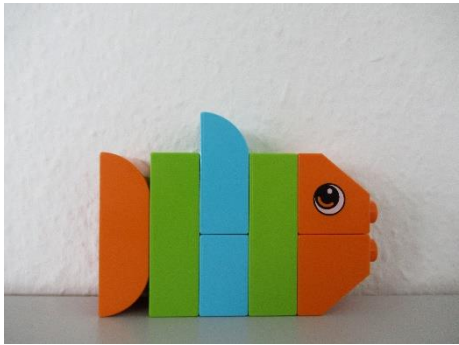
So eine schöne Geschichte! Vielen Dank, dass Sie sie mir erzählt haben. Das haben Sie wirklich toll gemacht.

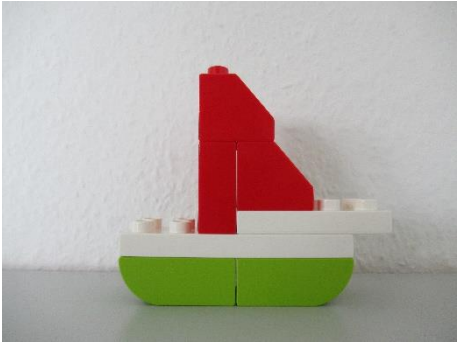
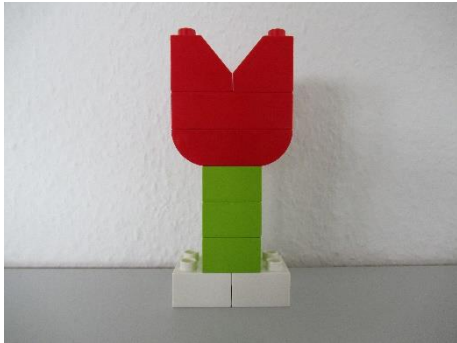
Anhang 5: Vorlage des Aufnahmeprotokolls der Sprachproduktionsstudie

Versuchspersonen- Nummer:	Versuchsleiterin:			Datum & Uhrzeit:		
<i>frogstory</i>	Bewertung:	++	+	0	-	--
Bearbeitungszeit insgesamt:	Anregungen:			Verstärkungen:		
Kommentare:						

Anhang 6: Stimulusmaterial und Aufbau Act-Out II: Wiedererkennen

Target (Kategorie)	Auswahlmöglichkeiten (Target/Distraktor)
Ente: gelb/orange/roter Schnabel (lebendig) 	Ente: gelb/orange/roter Schnabel (Target) 
	Ente: gelb/orange/grüner Schnabel (Distraktor) 
	Hubschrauber: gelb/orange/rot (Distraktor) 

Target (Kategorie)	Auswahlmöglichkeiten (Target/Distraktor)
	Blume: grün/blau/orange (Target) 
Blume: grün/blau/orange (symbolisch) 	Blume: grün/rot/gelb (Distraktor) 
	Fisch: blau/orange/grün (Distraktor) 

Target (Kategorie)	Auswahlmöglichkeiten (Target/Distraktor)
Segelboot: rot/grün/weiß (baulich) 	Segelboot: rot/grün/weiß (Target) 
	Segelboot: gelb/blau/orange/schwarz (Distraktor) 
	Tulpe: rot/grün/weiß (Distraktor) 

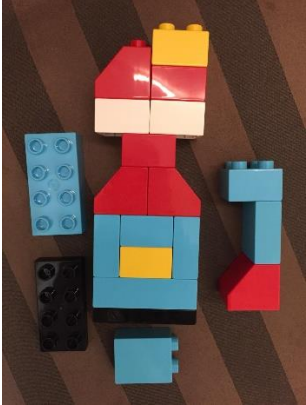
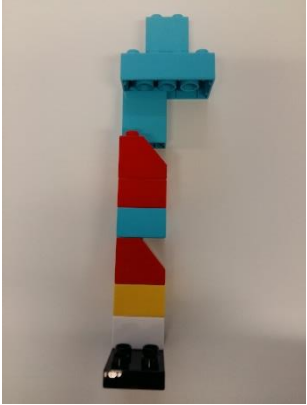
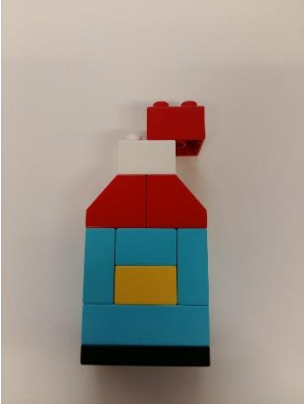
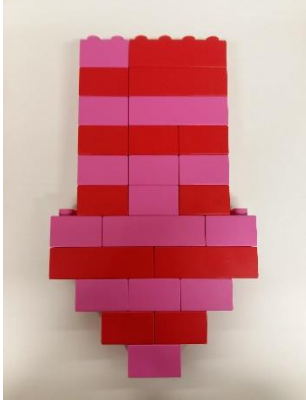
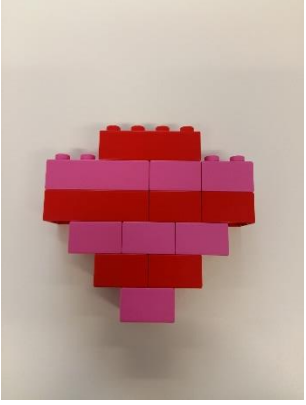
Anhang 7: Vorlage des Aufnahmeprotokolls der Act-Out Studie

Versuchspersonen- Nummer:	Versuchsleiterin:			Datum & Uhrzeit:		
Act Out I: Würfel	Bewertung:	++	+	0	-	--
Bearbeitungszeit insgesamt:	Abbruchquote gesamt: / 6			Korrekte Items:		
Kommentare:						
Act Out II: Wiedererkennen	Bewertung:	++	+	0	-	--
Bearbeitungszeit insgesamt:	Abbruchquote gesamt: / 3			Korrekte Items:		
	Zeit	Lösung?		Abbruch?		
Block A:						
Block B:						
Block C:						
Kommentare:						
Act Out III: Nachbauen	Bewertung:	++	+	0	-	--
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 8: Vorlage des Aufnahmeprotokolls der Eye-Tracking Studie

Proband	Datum	Uhrzeit	Aufnahmeleiter	Wertung		
Kalibrierung	Final					
Sitzposition	von	bis	$\emptyset$			
	vertikal	horizontal				
Bewegung						
			Items manuell	Testlauf	Final	
Genauigkeit	Note	Critical				Filler
Blickbewegungen			gut			
Offset X	+		schlecht			
Sonstiges						

Anhang 9: Beispiele Inkorrekte Items Act-Out III

Muster I	Muster II	Muster III
		
		
		

Eidesstattliche Versicherung

Name, Vorname

Matr.-Nr.

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit mit dem Titel

Sprachproduktion und Raumwahrnehmung bei Alzheimer-Demenz:

Ein systematischer Vergleich zum gesunden kognitiven Altern mittels Eye-Tracking

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ort, Datum

Unterschrift

Belehrung:

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden

Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz - HG -)

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Technische Universität Dortmund wird gfls. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z.B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die obenstehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

Ort, Datum

Unterschrift