

Diplomarbeit

Exekutive Funktionen und Alter
Erfassung exekutiver Funktionen durch zwei
neuropsychologische Tests

eingereicht von

Claudia Blesl

Geb. Dat.: 10.03.1989

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde
(Dr.ⁱⁿ med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Psychiatrie

unter der Anleitung von

Univ.-Ass.ⁱⁿ Priv.-Doz.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. univ. et. scient. Anna Holl

Univ.-Prof. Dr. med. univ. Dr. phil. Hans-Peter Kapfhammer

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 12.05.2014

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Diplomarbeitbetreuerin, Priv.-Doz.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. univ. et. scient. Anna Holl, für die Bereitstellung dieses äußerst spannenden Themas sowie für die besonders freundliche und tatkräftige Unterstützung beim Verfassen dieser Arbeit bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gilt dem Vertrauen und der Geduld meiner lieben Probandinnen und Probanden, die sich die Zeit nahmen, an dieser Studie teilzunehmen und mir somit diese Arbeit erst ermöglichten.

Von ganzem Herzen danke ich meinen Eltern, die mich einfach immer unterstützt haben und immer hinter mir gestanden sind.

Zusammenfassung

EINLEITUNG: Exekutive Funktionen sind für das Alltagsleben jedes Menschen von Bedeutung. Defizite im Bereich der exekutiven Funktionen können u. a. durch Störungen des abstrakten Denkens und der planerischen Fähigkeiten zu Beeinträchtigungen im täglichen Leben führen. Das Ziel der vorliegenden Studie war, herauszufinden, ob es in Bezug auf exekutive Funktionen altersabhängige Unterschiede gibt.

METHODEN: 60 gesunde ProbandInnen zweier altersunterschiedlicher Gruppen (18–30 Jahre (n = 30) bzw. 50–80 Jahre (n = 30)) wurden mit zwei neuropsychologischen Testverfahren für exekutive Funktionen auf kognitive Alterseffekte getestet. Die beiden verwendeten Testbatterien waren: der „Turm-von-London (TL-D)“-Test und der „BADS – Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome“-Test.

ERGEBNISSE: Es zeigten sich sowohl beim TL-D- als auch beim BADS-Test signifikante Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen. Die ProbandInnen der älteren Gruppe erzielten bei den komplexen Problemlösebeispielen des TL-D-Tests signifikant schlechtere Ergebnisse (5-Zug-Beispiele ($p = 0,008$), 6-Zug-Beispiele ($p = 0,034$)) als die jüngere Vergleichsgruppe. Beim BADS-Test war der durchschnittlich erreichte Gesamtprofilwert der älteren Gruppe signifikant niedriger ($p = 0,004$) als der der jüngeren ProbandInnen. Auch bei einem Subtest des BADS-Tests, der die Fähigkeit der Strategieentwicklung prüft, bestand ein signifikanter Unterschied ($p = 0,006$) zu Gunsten der jüngeren Testpersonen.

DISKUSSION: Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass es bei gesunden Menschen zu kognitiven Alterseffekten im Bereich der exekutiven Funktionen kommt. Diese Effekte sind vor allem bei komplexen Aufgaben, die die menschliche Planungsfähigkeit überprüfen, ersichtlich.

Abstract

BACKGROUND: Executive functions play an important role in every person's everyday life. Deficits in the area of executive functioning can lead to impairment in daily living, through, among others, dysfunctions of abstract thinking as well as of planning skills. The aim of this study was to examine whether there are age-related differences concerning executive functioning.

METHODS: Two neuropsychological testbatteries were used to examine possible cognitive age-effects in executive functioning of two different age groups including 60 healthy subjects (18–30 years ($n = 30$) and 50–80 years ($n = 30$)). The both used testbatteries constituted the “*Tower of London (ToL)*”-test and the “*BADS – Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*”-test.

RESULTS: The results show significant differences between the two age groups in scores of the ToL- as well as of the BADS-test. The older age group's participants achieved significant poorer results in the complex ToL-problem-solving-samples than their younger comparison group (5-move-problems ($p = 0,008$), 6-move-problems ($p = 0,034$)). In the BADS-test the average achieved total test score was significant lower in the older age group ($p = 0,004$) than in the younger group. One BADS-subtest that tests the ability to plan a strategy also showed a significant difference ($p = 0,006$) in favour of the younger test participants.

DISCUSSION: This study's results show that cognitive age-effects in the area of executive functioning do occur in healthy adults. These effects are especially apparent during complex tasks that test the human planning abilities.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Eidesstaatliche Erklärung..... | ii |
| Danksagungen | iii |
| Zusammenfassung | iv |
| Abstract..... | v |
| Inhaltsverzeichnis | vi |
| Glossar und Abkürzungen..... | viii |
| Abbildungsverzeichnis | ix |
| Tabellenverzeichnis..... | x |
| | |
| 1 Einleitung | 11 |
| <hr/> | |
| 1.1 Exekutive Funktionen | 11 |
| 1.1.1 Begriffsdefinition..... | 11 |
| 1.1.2 Subkomponenten der exekutiven Funktionen..... | 12 |
| 1.1.3 Anatomie des Frontallappens | 14 |
| 1.1.4 Theoretische Modelle exekutiver Funktionen | 16 |
| 1.1.5 Das dysexekutive Syndrom | 19 |
| 1.2 Kognitive Alterseffekte | 23 |
| 1.2.1 Definition Kognition und kognitive Psychologie | 23 |
| 1.2.2 Kognitives Altern | 24 |
| 1.2.3 Kognitives Altern und exekutive Funktionen | 25 |
| | |
| 2 Zielsetzung und Studienhypothese..... | 31 |
| <hr/> | |
| 3 ProbandInnen und Methoden..... | 32 |
| <hr/> | |
| 3.1 Studienaufbau | 32 |
| 3.1.1 Einschlusskriterien | 32 |
| 3.1.2 Ausschlusskriterien | 32 |
| 3.1.3 ProbandInnen..... | 33 |
| 3.2 Untersuchungsmethoden der Studie | 34 |
| 3.2.1 Turm von London (TL-D) – Deutsche Version des Tower of London (ToL)..... | 35 |
| 3.2.2 Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS) | 38 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | Ergebnisse – Resultate | 46 |
| <hr/> | | |
| 4.1 | <i>Ergebnisse der Stichprobenbeschreibung</i> | 46 |
| 4.2 | <i>Ergebnisse des „Turm von London“ (TL-D)</i> | 46 |
| 4.2.1 | Klassifikation der TL-D Testergebnisse | 46 |
| 4.2.2 | Anzahl der gelösten Züge | 48 |
| 4.2.3 | Durchschnittliche Bearbeitungszeiten | 50 |
| 4.2.4 | Anzahl der Pausen | 51 |
| 4.3 | <i>Ergebnisse des „Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome“ (BADS)</i> | 52 |
| 4.3.1 | Klassifikation der BADS-Testergebnisse | 52 |
| 4.3.2 | Profilwerte | 54 |
| 4.4 | <i>Ergebnisse des Dysexecutive Questionnaire (DEX-Selbstbeurteilungs-Fragebogen)</i> | 56 |
| 4.5 | <i>Korrelationen der Gruppe der 18- bis 30-Jährigen</i> | 59 |
| 4.5.1 | Turm von London | 59 |
| 4.5.2 | BADS-Test | 60 |
| 4.6 | <i>Korrelationen der älteren Altersgruppe</i> | 62 |
| 4.6.1 | Turm von London | 62 |
| 4.6.2 | BADS-Test | 63 |
| 4.7 | <i>Korrelationen zwischen der DEX-Summe und des BADS-Tests beider Altersgruppen</i> | 64 |
| | | |
| 5 | Diskussion | 66 |
| <hr/> | | |
| 5.1 | <i>Diskussion der ToL-Ergebnisse</i> | 70 |
| 5.2 | <i>Diskussion der BADS-Ergebnisse</i> | 72 |
| 5.3 | <i>Diskussion der DEX-Beurteilungen</i> | 73 |
| 5.4 | <i>Schlussfolgerungen</i> | 75 |
| | | |
| 6 | Literaturverzeichnis | 76 |
| <hr/> | | |
| 7 | Anhang | 82 |
| <hr/> | | |
| 7.1 | <i>DEX-Fragebogen</i> | 82 |
| 7.2 | <i>Planungsaufgabe Zoobesuch Version 1</i> | 83 |
| 7.3 | <i>Planungsaufgabe Zoobesuch Version 2</i> | 84 |

Glossar und Abkürzungen

| | |
|-------|---|
| PFC | Präfrontaler Kortex |
| CS | Contention Scheduling |
| SAS | Supervisory Attentional System |
| BADS | Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome |
| TL-D | Turm von London-Test |
| ToL | Tower of London |
| DEX | Dysexecutive Questionnaire |
| DES | Dysexekutive Syndrom |
| VM | Ventromedial |
| DL | Dorsolateral |
| VMPFC | Ventromedialer präfrontaler Kortex |
| DLPFC | Dorsolateraler präfrontaler Kortex |
| MRT | Magnetresonanztomographie |
| PET | Positronen Emissions Tomographie |
| rCBF | Regionaler zerebraler Blutfluss |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abb. 1: Gliederung des frontalen Kortex..... | 14 |
| Abb. 2: Vereinfachte Darstellung des Modells von Norman & Shallice | 17 |
| Abb. 3: Das Arbeitsgedächtnis-Modell nach Baddeley und Hitch..... | 19 |
| Abb. 4: Topographische Lage des VMPFC und des DLPFC | 28 |
| Abb. 5: Streudiagramme und lineare Regressionen von regionalem Gehirnvolumen durch höheres Alter | 29 |
| Abb. 6: Neuronendichte-Abnahme im Bereich des oberen frontalen Gyrus und des CA1 des Hippocampus im Vergleich zwischen zwei Altersgruppen..... | 30 |
| Abb. 7: Beispiel für ein 2-Zug-Probebeispiel des ToL-Tests..... | 37 |
| Abb. 8: Testaufbau und Gegenstände der Handlungsaufgabe | 39 |
| Abb. 9: Aufteilung der Klassifikation der Gesamtstichprobe und im Gruppenvergleich..... | 47 |
| Abb. 10: Anzahl der durchschnittlich gelösten Probleme (3-Zug, 4-Zug, 5-Zug, 6-Zug) im Gruppenvergleich | 49 |
| Abb. 11: Durchschnittliche Bearbeitungszeiten (s) im Gruppenvergleich (3-Zug-, 4-Zug-, 5-Zug-, 6-Zug-Probleme)..... | 51 |
| Abb. 12: BADS-Klassifikation im Gruppenvergleich..... | 53 |
| Abb. 13: Durchschnittliche Profilwerte der einzelnen BADS-Untertests im Gruppenvergleich..... | 56 |
| Abb. 14: Durchschnittliche DEX-Gesamtscores im Gruppenvergleich..... | 57 |
| Abb. 15: Durchschnittliche DEX-Item-Selbstbeurteilungen unterteilt in die drei Faktoren im Gruppenvergleich | 59 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Symptome des dysexekutiven Syndroms | 21 |
| Tab. 2: Demographische Variablen der Studienpopulation unterteilt in die beiden Altersgruppen..... | 33 |
| Tab. 3: Klassifikation der TL-D-Testergebnisse der Gesamtstichprobe sowie im Gruppenvergleich..... | 47 |
| Tab. 4: Anzahl der gelösten Probleme des TL-D-Tests im Gruppenvergleich.... | 49 |
| Tab. 5: Durchschnittliche Bearbeitungszeiten (s) im Gruppenvergleich (3-Zug-, 4-Zug-, 5-Zug-, 6-Zug-Probleme)..... | 50 |
| Tab. 6: Durchschnittliche Anzahl der Pausen im Gruppenvergleich (3-Zug, 4-Zug, 5-Zug, 6-Zug)..... | 52 |
| Tab. 7: Klassifikation der BADS-Testergebnisse in der Gesamtpopulation sowie im Gruppenvergleich | 53 |
| Tab. 8: Durchschnittliche BADS-Gesamtprofilwerte und durchschnittliche Ergebnisse der sechs Untertests im Gruppenvergleich | 55 |
| Tab. 9: Ergebnisse des DEX-Fragebogens: Durchschnittliche Gesamtscores sowie durchschnittliche Scores der drei verschiedenen Faktoren | 57 |
| Tab. 10: Durchschnittliche DEX-Werte pro Item..... | 58 |
| Tab. 11: Signifikante Korrelationen der jüngeren Altersgruppe für den ToL-Test. | 59 |
| Tab. 12: Signifikante Korrelationen der jüngeren Altersgruppe für den BADS-Test | 60 |
| Tab. 13: Signifikante Korrelationen der jüngeren Altersgruppe für den DEX-Fragebogen | 61 |
| Tab. 14: Signifikante Korrelationen der älteren Altersgruppe für den ToL-Test | 62 |
| Tab. 15: Signifikante Korrelationen der älteren Altersgruppe für den BADS-Test. | 63 |
| Tab. 16: Signifikante Korrelationen der älteren Altersgruppe für den DEX-Fragebogen | 64 |

1 Einleitung

1.1 Exekutive Funktionen

Exekutive Funktionen sind eine wichtige Voraussetzung für das Meistern von Situationen im persönlichen, täglichen Leben und haben in jedem Alter eine sehr große Bedeutung. Das Planen der Durchführung von Tätigkeiten, das Lösen von Problemen – eventuell beeinträchtigt durch das fehlende Erkennen der Problemsituation oder durch Ablenkung – und das Anpassen des persönlichen Verhaltens an spezifische Situationsänderungen stellen verschiedene Aufgaben der exekutiven Funktionen dar. Einbußen in Bezug auf die exekutiven Funktionen können das Alltagsleben jedes Menschen gravierend verschlechtern und beeinträchtigen. Das sogenannte „Dysexekutive Syndrom“ ist durch Auffälligkeiten wie Störungen des abstrakten Denkens und der planerischen Fähigkeiten gekennzeichnet und zeigt, wie wichtig die exekutiven Funktionen im Alltagsleben sind.

1.1.1 Begriffsdefinition

Exekutive Funktionen stellen höhere kognitive Kontrollprozesse dar und werden vor allem in komplexen Situationen, wenn automatisiertes Handeln zur Ausführung von Aufgaben nicht mehr ausreicht, benötigt (1). Für den Begriff der exekutiven Funktionen liegt keine einheitliche und allgemeine Begriffsdefinition vor, obwohl sie schon seit Jahren ein gefragtes Forschungsgebiet der Neuropsychologie sind.

Laut Levine, Stuss und Milberg könnte die Beurteilung der exekutiven Funktionen die schwierigste Aufgabe der Neuropsychologie darstellen (2). Baddeley beschreibt die exekutiven Prozesse als die komplexesten Aspekte der menschlichen Kognition. Er gehe nicht davon aus, dass sie in der nahen Zukunft komplett verstanden werden können (3). Laut Lezak ermöglichen exekutive Funktionen das selbstständige und zielstrebige Handeln (4). Um ein Ziel zu erreichen, findet die flexible Koordination von verschiedenen Subprozessen untereinander statt (5).

Exekutive Funktionen sind von großer Bedeutung im täglichen Leben jedes Menschen. Sehr viele von uns als nicht bewusst wahrgenommene, alltägliche Handlungen sind auf die exekutiven Funktionen zurückzuführen. Diese ermöglichen einer Person soziale Regeln und Normen einzuhalten und sich somit adäquat in Situationen zu verhalten. Personen mit beeinträchtigten exekutiven Funktionen leiden oft unter einer mangelnden Selbstbeherrschung, einer erhöhten Vergesslichkeit sowie unter einer erhöhten Ablenkbarkeit (6). Die Integration in ein soziales Umfeld, die Anerkennung und Akzeptanz und auch die Kommunikation mit Mitmenschen sind dann oft schwierig und das Lösen von Alltagsproblemen manchmal gar nicht möglich (6, 7). Das Telefonieren und gleichzeitige Notizführen stellt für solche Personen aufgrund der Schwächung des Arbeitsgedächtnisses eine nicht lösbare Aufgabe dar. Oft wird auch eine sich ihnen stellende von ihrer gewohnten Routine abweichende Problemsituation gar nicht erst als diese erkannt und somit ignoriert. Es wird die ihnen bekannte übliche Routinehandlung ausgeführt, auch wenn eine Änderung dieser und eine Anpassung an eine neue Situation erforderlich wären. Ebenso werden durch Haftenbleiben an einem möglichen Lösungsversuch für ein bestimmtes Problem alternative, vielleicht auch für die Situation besser passende Möglichkeiten gar nicht erst registriert. Des Weiteren werden langfristige Ziele von Personen mit dysexekutiven Störungen nicht mehr wahrgenommen und sie verlieren sich in Nebensächlichkeiten (6). Auch früher gerne ausgeführte Hobbies und Alltagsaufgaben werden oft nicht mehr ausgeführt. Das Verhalten von Personen mit dysexekutiven Beeinträchtigungen wird zunehmend selbstbezogener und die Gefühle und Bedürfnisse von ihren geliebten Mitmenschen werden oft nicht mehr wahrgenommen (7).

1.1.2 Subkomponenten der exekutiven Funktionen

In der Neuropsychologie gibt es mehrere Modelle, die die unterschiedlichen Subkomponenten der exekutiven Funktionen beschreiben. Smith und Jonides unterteilen die exekutiven Funktionen in folgende fünf Komponenten (8):

1.) *„Attention and inhibition“ – Aufmerksamkeit und Inhibition:*

Die Aufmerksamkeit gilt den relevanten Informationen und Prozessen. Irrelevante Informationen werden dagegen inhibiert.

2.) „*Task management*“ – *Aufgabenkoordination*:

Der Fokus der Aufmerksamkeit wird wechselnd auf verschiedene Aufgaben verlagert, um komplexe Aufgaben planen zu können.

3.) „*Planning*“ – *Planung*:

Planung von verschiedenen Subkomponenten um ein gewisses Ziel zu erreichen.

4.) „*Monitoring*“ – *Überwachung*:

Durch die Überwachung und Korrektur der Inhalte, die sich im Arbeitsgedächtnis befinden, wird der nächste Schritt einer sequentiellen Aufgabe ermittelt.

5.) „*Coding*“ – *Kontextkodierung*:

Im Arbeitsgedächtnis werden die Repräsentationen nach Ort und Zeit ihres Auftretens kodiert.

Nach Malloy et al. lassen sich dagegen sechs Komponenten unterscheiden (9):

- 1.) Ein Ziel wird unter Berücksichtigung der Langzeit-Konsequenzen definiert
- 2.) Es werden verschiedene Möglichkeiten und Alternativen zur Zielerreichung entwickelt
- 3.) Es kommt zur Auswahl und zur Initiierung des zielgerichteten Verhaltens
- 4.) Selbstkontrolle über die Korrektheit und Genauigkeit des eigenen Verhaltens findet statt
- 5.) Das Verhalten wird korrigiert und an sich ändernde Umstände angepasst
- 6.) Das Verhalten wird trotz eventueller Ablenkungen zielgerichtet fortgeführt

Zelazo et al. sehen die exekutiven Funktionen als ein einheitliches, funktionelles Konstrukt, das aus vier Teilprozessen besteht. Um ein Problem lösen zu können, sind folgende Schritte notwendig: *Repräsentation des Problems, Planung, Durchführung und Evaluation* des eigenen Ergebnisses. Zur Evaluation zählen neben der Erkennung auch die Korrektur eventueller Fehler (10).

Nach Hayes gliedert sich das menschliche Problemlöseverhalten in folgende Subkomponenten (11):

- Problemerkennung
- Problemrepräsentation

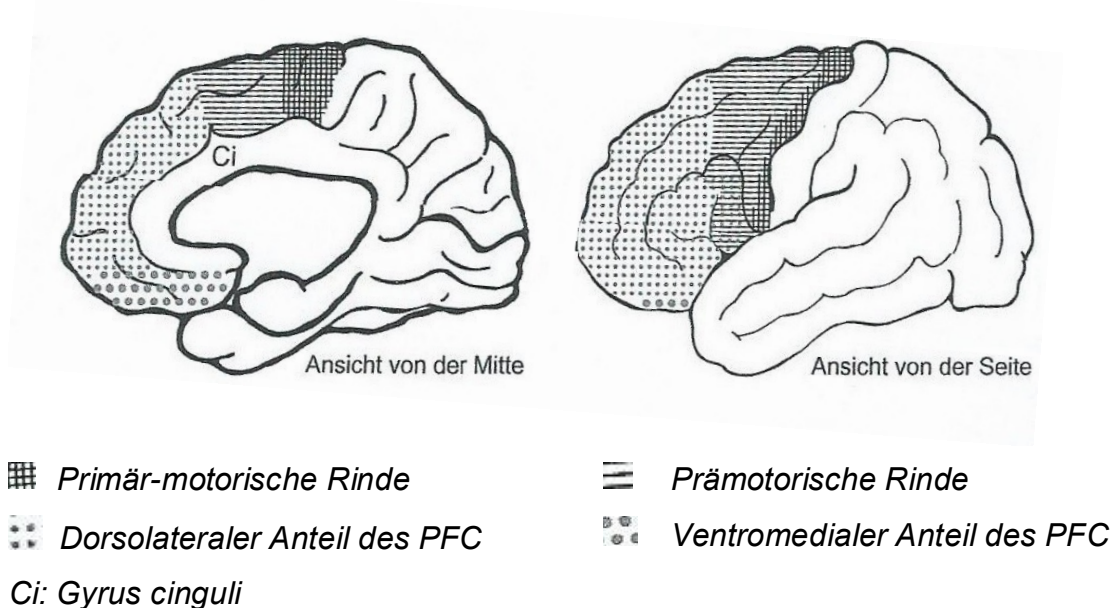
- Lösungsplanung
- Durchführung eines Planes
- Planbewertung
- Lösungsbewertung

Ein neurobiologisches Modell von Braver und Cohen besagt, dass die Auswahl, die Aktualisierung und das Beibehalten eines Kontexts von Interaktionen zwischen dem präfrontalen Kortex und dem Dopamin, einem wichtigen Neurotransmitter des Gehirns, abhängig ist (12).

1.1.3 Anatomie des Frontallappens

Anatomisch werden die den Frontallappen bildenden Flächen der frontalen Rinde als orbital, lateral und medial bezeichnet. Die orbitale Fläche stellt die Unterfläche, die laterale Fläche die Oberfläche und die mediale Fläche die Innenseite dar. Ebenso ist die Einteilung in einen primär-motorischen, einen prämotorischen sowie einen präfrontalen Kortex möglich. Diese Einteilung besteht aufgrund der Konnektivität der einzelnen Areale mit anderen. Die präfrontale Rinde wiederum lässt sich in den dorsolateralen und den orbitalen (= ventromedialen) Abschnitt unterteilen (6).

Abb. 1: Gliederung des frontalen Kortex (6)



1.1.3.1 Der präfrontale Kortex

Der PFC weist eine Reihe von Verbindungen zu anderen Hirnarealen auf. Neben Verbindungen zu temporalen und parietalen Feldern ist der orbitale Anteil ebenso mit dem limbischen System verbunden. In den temporalen und parietalen Hirnarealen findet die Verarbeitung von visuellen, akustischen und taktilen Informationen statt. Der Aktivität präfrontaler Neuronen wird eventuell ein entscheidender Beitrag zur Informationsaufbewahrung im Arbeitsgedächtnis zugemessen (6). Die Aufgabe des PFC ist es, kognitive Prozesse zu kontrollieren, sodass eine angemessene Reaktion zur passenden Zeit und am passenden Ort stattfindet (13).

1.1.3.2 Das limbische System

Das limbische System steuert vegetative Funktionen und emotionale Grundlagen der Motivation (6). Dieses System wurde erstmals von Broca im Jahre 1878 als „limbisches System“ (Limbus = lat. Saum, Kante) bezeichnet und es umfasst unter anderem folgende anatomische Strukturen: Hippokampusformation, Fornix, Corpus amygdaloideum, Corpus mammillare und Gyrus cinguli (14).

1.1.3.3 Motorische und prämotorische Rinde

Der prämotorische und der hinter diesem liegende, primär motorische Kortex bilden den hintersten Teil des Frontallappens. Den medial liegenden Anteil des prämotorischen Kortex nennt man auch „supplementär-motorischer Kortex“. Dieser „supplementär-motorische Kortex“ soll motorische Handlungen nur durch eigenen Antrieb und nicht durch Außenreize in Bewegung bringen (6).

1.1.3.4 Die mediale frontale Rinde

Im medialen Bereich der Hemisphäre treffen die supplementär-motorische Rinde und der PFC auf den Gyrus cinguli, ein dem limbischen System angehöriger Anteil des Gehirns. Kognitive Kontrolle, Motivation und motorische Aktion treffen

hier zusammen und bilden eine mögliche Schnittstelle (6). Grundsätzlich ergänzen sich die rechte und die linke Hemisphäre. Die linke Hemisphäre ist sprachbezogener, die rechte spielt hingegen eine größere Rolle in nonverbalen Bewegungen wie Gesichtsausdrücken. Diese Theorie ist jedoch nur eine relative, denn Studien über Personen mit Frontalhirnläsionen zeigen, dass beide Frontalhirnhälften eine Rolle bei fast jeglichem Verhalten spielen (13). Eine Studie von Tulving et al. zeigte, dass die rechte und die linke Frontalhirnhälfte eine unterschiedliche Rolle in der Erinnerungsverarbeitung spielen könnten. Diese unterschiedliche Aktivierung der beiden frontalen Hemisphären liegt allerdings womöglich in der Variabilität der verwendeten Materialien und Methoden. Der linke PFC spiele eine größere Rolle für die Informationsübertragung ins Gedächtnis, wohingegen die rechte präfrontale Rinde eher für die Informationsabrufung zuständig sei (15).

1.1.4 Theoretische Modelle exekutiver Funktionen

1.1.4.1 Supervisorisches Aufmerksamkeitssystem

„Supervisory Attentional System“

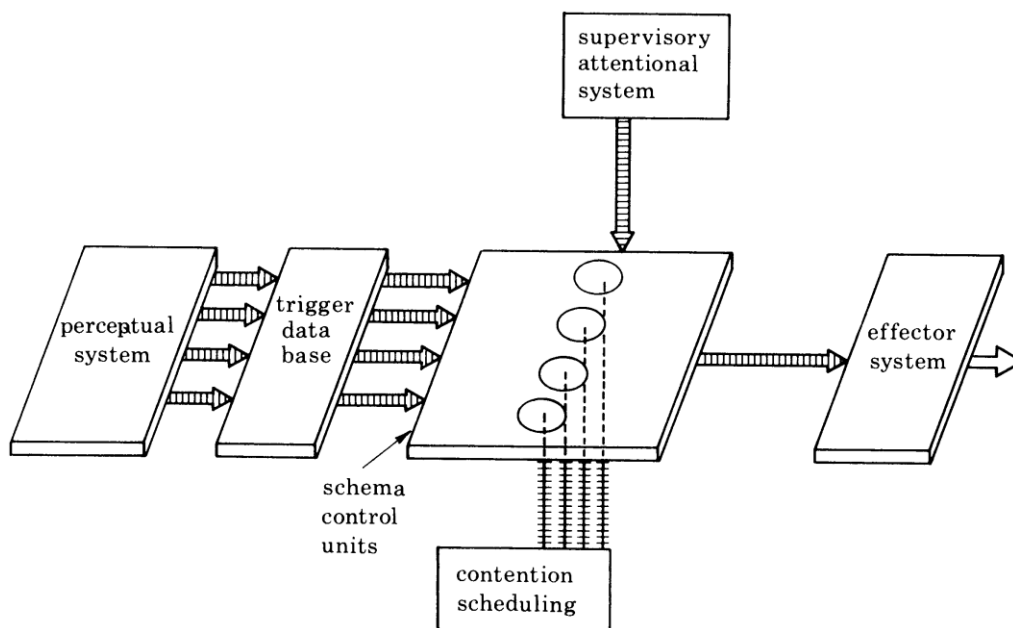
Ein Kontrollmechanismus der Kognition wird – vor allem wenn es sich um neue oder komplexe Aufgaben handelt – benötigt um Vorgänge zu lenken, zu koordinieren und zu aktualisieren (16).

Im Jahre 1980 wurde von Norman und Shallice ein Modell, das supervisorische Aufmerksamkeitssystem entwickelt. Dieses Modell bezieht sich speziell auf die Ansichten der frontalen Funktionen von Luria. Dieses System ist spezialisiert auf das Programmieren, die Regulation und die Verifikation von Prozessen (16). Laut Atkinson und Shiffrin lassen sich menschliche Handlungen in automatisierte und kontrollierte Handlungen unterteilen (17).

Norman und Shallice nahmen an, dass sowohl die Kognition als auch die Aktion bei Routinearbeiten eines laufenden hoch spezialisierten Routineschemas bedürfen. Jedes einzelne Schema führt zur Ausführung einer gewissen Aktion. Schemas werden auf unterschiedlichen Wegen aktiviert, zum Beispiel durch

Trigger, die durch die eigenen Wahrnehmungen entstehen und durch den Output anderer Schemas. Gibt es nun mehrere Trigger, die jeweils zur gleichen Zeit eine andere Aktion auslösen wollen und somit untereinander in Konkurrenz stehen, gewinnt das Schema, das am stärksten durch Umweltstimuli oder festgelegte Prioritäten aktiviert wird. Hierbei ist das „Contention Scheduling“ aktiv (18).

Abb. 2: Vereinfachte Darstellung des Modells von Norman & Shallice, 1980 (18)



Norman und Shallice unterscheiden im kritischen Auswahlprozess zwei qualitativ verschiedene Prozesse (18):

- Das „Contention Scheduling“
- „Supervisory Attentional System“

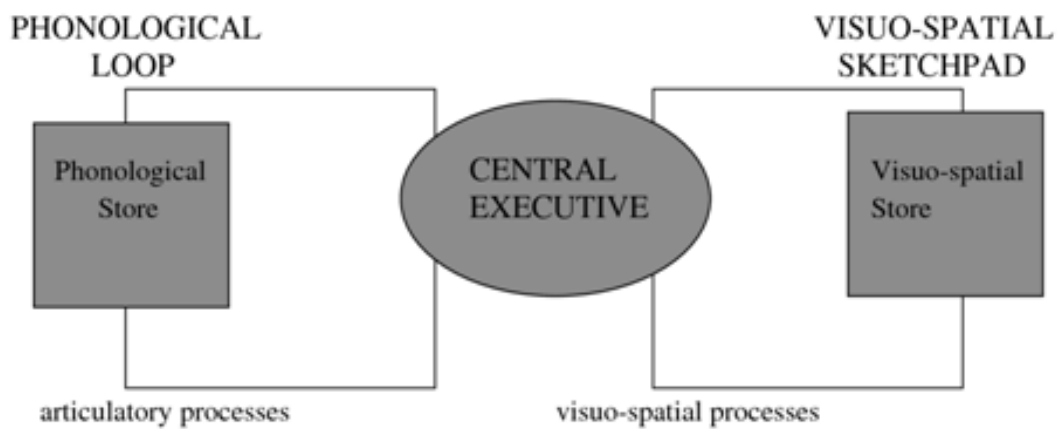
Wenn das reine Agieren des CS nicht mehr ausreicht, bedarf es dem SAS, das dem CS übergeordnet ist und in den Selektionsprozess eingreift. Das SAS gewichtet die verschiedenen Trigger von kontrollierten Handlungen, indem es einen schwächeren Trigger zusätzlich verstärkt und die anderen Trigger hemmt. Auch stellt es ein Planungssystem auf. Die Auswahl durch das SAS ist nicht mehr, wie durch das CS schnell, nicht änderbar und von Routine behaftet, sondern sie wird nun langsam und flexibel. Kognitive Einbußen oder spezifische Defizite im Bereich des SAS führen zu Schwierigkeiten mit der Anpassung an neue Umstände und Veränderungen sowie mit der Planungsinitiative. Die Ausführung

von Routinearbeiten wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt (18). Verschiedene Studien zeigen, dass Personen mit präfrontalen Läsionen Schwierigkeiten mit der Bewältigung von komplexen Planungsaufgaben haben. Ein Beispiel für einen Test der menschlichen Planungsfähigkeit stellt z. B. der Turm von London dar (19). In einer Studie von Shallice und McCarthy zeigten jedoch nur Personen mit links ventralen Läsionen spezifische deutliche Einbußen in ihrem Planungsverhalten (18).

1.1.4.2 Das Arbeitsgedächtnis

Das Arbeitsgedächtnis stellt laut Baddeley ein System des menschlichen Gehirns dar, das als temporärer Informationsspeicher dient. Es ermöglicht den Umgang mit Informationen, die für komplexe kognitive Aufgaben benötigt werden. Es sind dies z. B. das Sprachverstehen, das Lernen oder das logische Denken. Die Definition des Arbeitsgedächtnisses entstand aus dem Konzept eines einheitlichen Kurzzeitgedächtnisses. Seit den sechziger Jahren stellt sich die Frage, ob das Gedächtnis als ein einzelnes einheitliches System gilt oder ob es in zwei oder mehr Subkomponenten unterteilt werden soll. Hier gingen die Meinungen weit auseinander (20). Shallice, Vallar und Baddeley versuchten das verbale Kurzzeitgedächtnis als ein mehrteiliges Komponentensystem zu erklären (21). Das Arbeitsgedächtnis muss die gleichzeitige Aufbewahrung sowie Verarbeitung von Informationen ermöglichen. Baddeley und Hitch entwickelten 1974 das Modell des Arbeitsgedächtnisses und erklärten es als dreiteiliges System. Es besteht aus der „*central executive*“ und zwei weiteren Subkomponenten. Das Arbeitsgedächtnis hat somit eine exekutive, kontrollierende Funktion (20).

Abb. 3: Das Arbeitsgedächtnis-Modell nach Baddeley und Hitch, 1974 (22)



Baddeley bezeichnet die zentrale Exekutive als einen fortlaufenden Versuch die Teilbereiche zu verstehen, die für die exekutive Kontrolle notwendig sind (23). Die beiden weiteren Subkomponenten, die von der zentralen Kontrolle überwacht werden (6), die sogenannten „Sklavensysteme“ stellen die „phonologische Schleife“ und der „visuell-räumliche Skizzenblock“ dar. Baddeley und Hitch nahmen an, dass die phonologische Schleife für die Aufbewahrung und Ausführung von sprachlich basierenden Informationen zuständig ist. Sie ist für den Sprachvokabel-Erwerb notwendig. Neben der Informationsaufbewahrung durch subvokale Wiederholungen im phonologischen Speicher ist es ihr möglich, visuell präsentiertes Material wie etwa Wörter oder benennbare Bilder zu registrieren. Der visuell-räumliche Skizzenblock stellt das Äquivalent zur phonologischen Schleife dar und dient als Speicher für visuelle Eindrücke und Reize (20). Die Gedächtnisspannen der beiden Subsysteme lassen sich durch die richtige Wiedergabe verschiedener Einheiten bestimmen und liegen für die phonologische Schleife bei etwa 7 und beim visuell-räumlichen Speicher bei zirka 5 (6). Neben dem PFC soll laut Cohen et al. auch die parietale Rinde eine Rolle in der Informationsaufbewahrung spielen (24).

1.1.5 Das dysexekutive Syndrom

Durch unterschiedliche Krankheiten kann es zu exekutiven Dysfunktionen kommen. Hierfür können neben pathologischen Mechanismen des Frontallappens

auch Läsionen des Parietal- oder Temporallappens verantwortlich sein (5). Exekutive Dysfunktionen werden traditionell mit einer Schädigung im Bereich des Frontallappens in Verbindung gebracht (6).

Das DES kann für das Vorliegen von großen Alltagsschwierigkeiten verantwortlich sein. Der Begriff des DES wurde von Baddeley im Jahre 1986 eingeführt (25). Dieses soll Läsionen nach ihrem Schädigungsmuster funktionell beschreiben (26) und hat den zuvor gängigen Begriff des „Frontalhirnsyndroms“ abgelöst (25). Die Bezeichnung „Frontalhirnsyndrom“ könnte zu einer Problematik führen, da es nicht korrekt wäre, ein Syndrom nach seiner Entstehungslokalisation zu benennen. Kognitive Besonderheiten ließen sich dadurch nicht so gut erfassen und verstehen. Personen mit Läsionen des Frontalhirns leiden häufig unter ähnlicher Beeinträchtigung, obwohl ihre Schädigungsmuster oft stark variieren (26).

1.1.5.1 Symptome der Frontalhirnläsionen

Da es – wie bereits zu Beginn dieser Arbeit erwähnt – keine einheitliche Definition und Einteilung der exekutiven Funktionen gibt, werden häufig auch die zu beobachteten Beeinträchtigungen durch Läsionen im Bereich des Frontalhirns genannt, um auf die Vielfalt der exekutiven Funktionen zu verweisen. Im folgenden Kapitel soll auf die Defekte, die durch Läsionen im Frontalhirn ausgelöst werden, eingegangen werden. Es werden jedoch nur Auswirkungen von Schädigungen im Bereich des PFC beschrieben, da diese für die exekutiven Funktionen verantwortlich sind.

Tabelle 1 gliedert die Symptome des dysexekutiven Syndroms in fünf Gruppen: Schwächung der motorischen Funktionen, Verlust des divergenten Denkens, Umgebungsbedingte Kontrolle des Verhaltens, Schwächung des zeitlichen Gedächtnisses und andere Symptome (13).

Tab. 1: Symptome des dysexekutiven Syndroms (13)

| Wahrscheinlichstes Symptom | Läsionsseite |
|--|-----------------------|
| <u>Schwächung der motorischen Funktionen</u> | |
| schwaches Imitationsverhalten | dorsolateral |
| <u>Verlust des divergenten Denkens</u> | |
| reduzierte Spontanität | orbital |
| Strategieentwicklungsschwäche | dorsolateral |
| <u>Umgebungsbedingte Kontrolle des Verhaltens</u> | |
| schwache Reaktion-Inhibition | präfrontal |
| assoziative Lernbeeinträchtigung | dorsolateral |
| Risiken eingehen und Regelverletzung | präfrontal |
| Risiken eingehen | orbital |
| mangelnde Selbstbeherrschung | orbital |
| <u>Schwächung des zeitlichen Gedächtnisses</u> | |
| schlechtes Arbeitsgedächtnis | dorsolateral |
| <u>Andere Symptome</u> | |
| Störung des sozialen Verhaltens | orbital, dorsolateral |
| verändertes Sexualverhalten | orbital |

Goldenberg gliedert die Symptome des dysexekutiven Syndroms dagegen in folgende fünf Bereiche (6):

1. Schwächung des Arbeitsgedächtnisses
2. Problemlösestörung
3. Störung des sozialen Verhaltens
4. Antriebslosigkeit und Apathie
5. Mangelnde Kontrolle der Motorik

Kolb und Milner testeten das Imitationsverhalten von Menschen nach lokalisierten, unilateralen, frontalen Lobektomien in Bezug auf Arm- und Gesichtsbewegungen. Es zeigte sich, dass Personen mit Läsionen, egal in welcher Hemisphäre, sowohl beim Nachahmen der Arm- als auch der Gesichtsbewegungen Defizite

aufwiesen (27). Ein klarer Unterschied zwischen den Auswirkungen von parietalen, temporalen und frontalen Lappenläsionen entsteht bei Intelligenztests. Personen mit frontalen Hirnläsionen weisen im Vergleich zu denen mit posterioren Schädigungen keine Einbußen auf. Laut Guilford überprüft ein Intelligenztest die Fähigkeit des konvergenten Denkens. Konvergentes Denken bedeutet, dass es auf eine Frage oder Aufgabenstellung jeweils nur eine richtige Lösung gibt. Beim divergenten Denken hingegen ist viel mehr die Anzahl und Vielfältigkeit der Antworten ausschlaggebend. Frontalhirnläsionen führen zu Verschlechterungen beim divergenten Denken (13). Die Überprüfung einer verminderten Spontanität bei Frontalhirnschädigungen wurde von Jones-Gotman und Milner durchgeführt. In einer fest vorgegebenen Zeitspanne sollten so viele abstrakte Zeichnungen wie möglich gezeichnet werden. Dieser „*Design Fluency Test*“ stellt im Vergleich zu einem „*Verbal Fluency Test*“ einen nonverbalen Flüssigkeitstest dar. Die größten Beeinträchtigungen zeigten hier Menschen mit Schädigungen im Bereich des rechten Frontallappens. Jedoch wiesen ebenso Personen mit Läsionen im linken Frontallappen leichte Verschlechterungen auf. Daraus geht hervor, dass beide Hemisphären für die Absolvierung dieser Testung notwendig sind (28). Die Strategieentwicklungsschwäche geht auf Arbeiten von Shallice zurück (13). Ein möglicher Test zur Überprüfung dieser Schwäche stellt der „*Modifizierte sechs-Elemente-Test*“ dar“, der in Kapitel 3.2.2.2.6 genau erläutert wird (26). Eine besondere Risikobereitschaft zeigen laut Miller und Milner Personen mit linksfrontalen, aber auch mit linkstemporalen Lobektomien. In einer Studie sollten die ProbandInnen anhand von Hinweisen verschiedene Wörter erraten. Mit jedem weiteren Hinweis verringerte sich die zu erhaltene Punktzahl für den/die Probanden/in. Wird falsch geraten, verliert der/die Proband/in hingegen alle Punkte. Personen mit Frontalhirn-Exzisionen gaben öfter gleich nach dem ersten Hinweis einen Tipp ab, machten jedoch auch mehr Fehler (29). Ebenso fällt es Personen mit Frontalhirnschädigungen schwer, Regeln einzuhalten (13). Regeln gilt es z. B. beim „*Modifizierten sechs-Elemente-Test*“ als auch bei der „*Planungsaufgabe*“ des BADS-Tests einzuhalten (26). Diese Testabläufe werden in Kapitel 3.2.2.2.6 und 3.2.2.2.5 beschrieben.

Über ein verändertes Entscheidungsverhalten verfügen laut Bechara, Tranel und Damasio Personen mit Läsionen des ventromedialen präfrontalen Kortex. Mit der

Durchführung eines „*Gambling-Tasks*“ wurde das Nicht-Bewusstsein dieser Personen über die Zukunftskonsequenzen ihrer Handlungen, unabhängig davon, ob diese positiv oder negativ sind, festgestellt. Sie wiesen ein verändertes Entscheidungsverhalten auf (30). Petrides zeigte in einer Studie die starke assoziative Lernbeeinträchtigung bei Personen mit Läsionen im Bereich des lateralen frontalen Kortex (13). Die visuell-motorische Assoziation bestand hier zwischen Farben und Handbewegungen, die die ProbandInnen zuerst im Rahmen von Übungsbeispielen erlernten und anschließend abgeprüft wurden (31). Störungen im Bereich des sozialen Verhaltens sind schwer festzustellen, da von Grund auf jeder Mensch ein unterschiedliches Verhalten in gleichen Situationen zeigt. Eine Erfassung von Auffälligkeiten ist nur durch eine längere Beobachtung einer Person möglich. Ebenso hängt das soziale Verhalten vom Umfeld der Person ab, da dieses von der Kommunikation mit anderen Menschen geprägt ist (6).

Auch die „Theory of mind“ wird mit dem Frontallappen in Verbindung gebracht (32). Sie stellt das Bewusstsein einer Person über die möglichen und wahrscheinlichen Gedanken eines anderen Menschen dar (33). Eine Studie von Stuss, Gallup und Alexander zeigte, dass Personen mit inferior medialen Hirnschädigungen Schwierigkeiten beim Lösen von „Theory of mind“-Aufgaben haben, nicht jedoch Personen mit links dorsolateralen Läsionen (32).

1.2 Kognitive Alterseffekte

1.2.1 Definition Kognition und kognitive Psychologie

„kognitiv: die Erkenntnis betreffend, erkenntnismäßig (von lat.: cognoscere: erkennen, kennen lernen)“ (Der neue Brockhaus, 1985, S. 179 (34))

„Die Kognition berührt alle Bereiche von Wahrnehmungs-, Gedächtnis- und Denkprozessen und ist ein bedeutsames Merkmal aller Menschen“ (Solso, 2005, S. 4 (11))

„Die kognitive Psychologie beschäftigt sich mit der Untersuchung des Denkens“ (Solso, 2005, S. 4 (11))

Neben dem Gewinnen und Behalten sowie der Wahrnehmung und Speicherung von Informationen stellt auch das kognitive Problemlösen Untersuchungsbereiche des Forschungsgebietes der kognitiven Psychologie dar (11).

Die kognitive Psychologie, deren Hauptaufgabe darin besteht, die Funktionsweise des menschlichen Scharfsinns zu begreifen (35), beschäftigt sich mit folgenden Gebieten: *„Kognitive Neurowissenschaft, Wahrnehmung, Mustererkennung, Aufmerksamkeit, Bewusstsein, Gedächtnis, Wissensrepräsentation, bildhafte Vorstellung, Sprache, Entwicklungspsychologie, Denken und Begriffsbildung und menschliche und künstliche Intelligenz“* (Solso, 2005, S. 9 (11)).

Die Kognition des Menschen stellt sich als zielgerichtet und alle kognitiven Aufgaben als Problemlöseaufgaben dar (35).

1.2.2 Kognitives Altern

Der Frage nach altersbezogenen Unterschieden in Bezug auf kognitive Funktionen des Menschen gehen seit vielen Jahren zahlreiche Forscherinnen und Forscher nach. Bis heute herrscht weiterhin Uneinigkeit darüber, wann sich die ersten kognitiven Veränderungen und Defizite bemerkbar machen zu scheinen. Diese Ungewissheit ist bedauerlich, denn dadurch ist der geeignete Zeitpunkt einer Intervention zur Vorbeugung dieser kognitiven Defizite nicht bekannt. Auch für die Forschung ist diese Frage von großer Bedeutung, denn sollten kognitive Veränderungen bereits im frühen Erwachsenenalter auftreten, ließen sich diese Defizite nicht mehr spezifischen Zuständen des höheren Alters – wie zum Beispiel der Pensionierung oder altersabhängigen Krankheiten – zuschreiben (36).

Die Überprüfung der menschlichen kognitiven Fähigkeiten gestaltet sich als äußerst schwer. Mithilfe von kognitiven Tests lässt sich zwar eine spezifische kognitive Fähigkeit objektiv evaluieren, allerdings schaffen es diese Tests nicht, alles für die Kognition Interessante zu beurteilen. Es liegt auch keine spezifische Evidenz vor, ob diese Tests in einem Bezug zum Alter stehen (37).

Laut Salthouse treten einige Aspekte von kognitiven Alterseinbußen bei gesunden, gebildeten Erwachsenen bereits im Lebensalter von 20 und 30 Jahren auf (36). Viele der sich im höheren Alter des Menschen bemerkbar machenden Veränderungen der kognitiven Funktionen dürften durch eine altersabhängige Reduktion der Geschwindigkeit bei der Ausführung relativ einfacher Verarbeitungsprozesse herbeigeführt werden (38).

1.2.3 Kognitives Altern und exekutive Funktionen

Aus bisherigen Studien liegen empirische Hinweise für eine altersbezogene Dysfunktion im Bereich der exekutiven Funktionen vor.

Laut Cahn-Weiner et al. könnten die im Laufe des gesunden Alterungsvorgangs auftretenden exekutiven Dysfunktionen den besten Prädiktor für die Abnahme der menschlichen funktionellen kognitiven Fähigkeiten darstellen (39).

In einer Studie von Andrés und Van der Linden zeigte sich eine Verbindung zwischen kognitiven Alterseffekten und exekutiven Funktionen. Besonders das Planungsverhalten, die Inhibition und die Abstraktion logischer Regeln wiesen hier Einbußen auf. Jedoch ist auch die Prozessiergeschwindigkeit nicht zu vernachlässigen, sie dient ebenso als Mediator zwischen Alter und kognitiver Performanz (40).

Auch Studien von Salthouse ergaben, dass, obwohl Schwächungen des Arbeitsgedächtnisses für zumindest manche der altersabhängigen Verschlechterungen der menschlichen kognitiven Leistungen verantwortlich zu sein scheinen, auch eine Reduktion der Verarbeitungsgeschwindigkeit bei der Durchführung einfacher Aufgaben für viele der auftretenden Alterseffekte in Bezug auf das Arbeitsgedächtnis maßgeblich ist (38).

Laut Garden et al. schneiden ältere Erwachsene (53–64 Jahre) im Vergleich zu jüngeren Erwachsenen (30–46 Jahre) bei praktischen, exekutiven Tests, deren Ergebnisse von den Leistungen der präfrontalen Funktionen abhängig sind, schlechter ab (41).

Brennan, Welsh und Fisher verwendeten, um mögliche Veränderungen der exekutiven Fähigkeiten mit zunehmendem Alter aufzeigen zu können, den „*Turm von Hanoi*“-Test (Simon, 1975). Drei Altersgruppen mit einem durchschnittlichen Alter von 19, 65 und 75 Jahren bildeten die Vergleichsgruppen. Das Ergebnis zeigte, dass die jüngste Altersgruppe, als die Komplexität der Aufgaben stieg, im Durchschnitt bessere Leistungen ablieferte, als ihre beiden älteren Vergleichsgruppen (42).

Ebenso zeigte eine Studie von Salthouse et al. eine mäßige, negative Korrelation zwischen den exekutiven Funktionsleistungen und dem Alter. Mehrere neuropsychologische Testungen wurden von 259 Erwachsenen, die sich in subjektiv betrachtetem guten bis exzellenten Gesundheitszustand befanden und zwischen 19 und 94 Jahre alt waren, absolviert. Auch kognitive Funktionen, die vom Parietal- und Temporallappen gesteuert werden, zeigten hier mäßige, altersbedingte Rückgänge. Allerdings ergab diese Studie auch, dass altersabhängige kognitive Einbußen in vielen Fällen nicht nur einem bestimmten Areal im Gehirn zugeschrieben werden können und es nicht immer unabhängig vom Einfluss anderer Hirnareale zum Auftreten dieser Alterseffekte kommt (43).

Des Weiteren zeigen vorhandene bildgebende Studien, z. B. Raz et al. (44), bereits frühzeitige Veränderungen im Frontallappen und lassen von der Annahme ausgehen, dass exekutive Funktionen bereits in einer relativ frühen Lebensspanne erste Einbußen erfahren (41).

Laut Dempster soll der PFC das Hirnareal darstellen, das als erstes altersabhängige Veränderungen erfährt und die meisten – wenn nicht alle – übrigen zerebralen Areale in den Alterungsprozess einführt (45). Diese Annahme vertritt ebenso West. Die vom PFC beeinflussten kognitiven Funktionen sollen bereits in jüngerem Alter Beeinträchtigungen zeigen als die von anderen Hirnregionen gesteuerten Funktionen (46).

Im Bereich des frontalen Kortex soll von den kognitiven Altersdefiziten vor allem der dorsolaterale Kortex betroffen sein. Die ventromediale Rinde hingegen bleibt von kognitiven Alterseinbußen relativ verschont. Es sollte daher anstatt von einem

globalen Frontallappen-Defizit viel eher von einem DL-Defizit ausgegangen werden (47). Der Altersdefizite aufweisende DL präfrontale Kortex gilt als Mediator für die exekutiven Funktionen und für das Arbeitsgedächtnis (48). Im Vergleich dazu zählen soziales Verhalten und emotionale Verarbeitung zu den verantwortlichen Steuerungen des VM Kortex (49). In einer Studie von Bechara et al. zeigten Personen mit Läsionen des ventromedialen PFC gegenüber gesunden Menschen ein verändertes, defizitäres Entscheidungsverhalten. Eine mögliche Ursache hierfür besteht in der Nichtwahrnehmung der Zukunftskonsequenzen ihrer Handlungen (50).

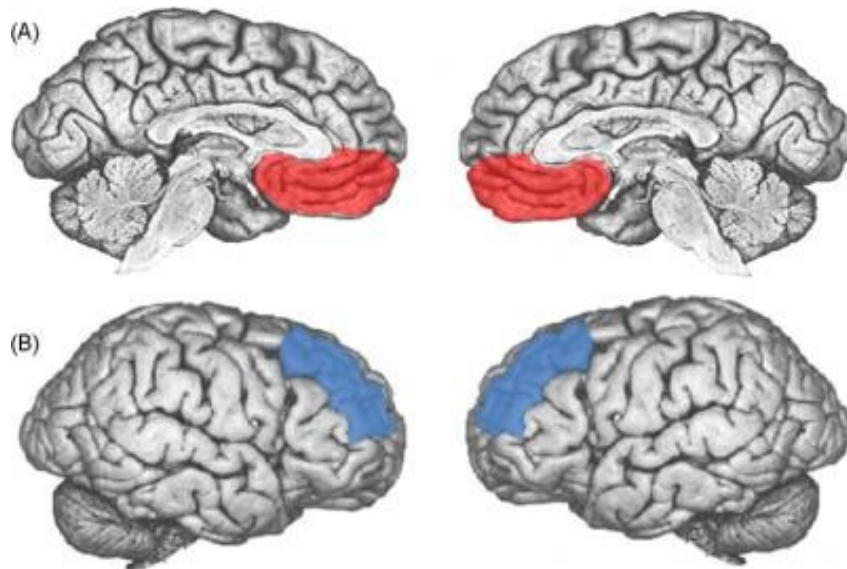
Die DLPFC-Theorie des Alterns von MacPherson et al. wurde durch Erhebung der Alterseffekte dreier Altersgruppen (20–38 Jahre, 40–59 Jahre, 61–80 Jahre) zu je 30 ProbandInnen aufgestellt. Die ProbandInnen mussten jeweils drei Testungen, die – wie angenommen wurde – nur auf Schwächung der exekutiven Funktionen und des Arbeitsgedächtnisses hindeuten sowie drei Testungen, die rein die vom VM präfrontalen Kortex abhängigen Dysfunktionen ermitteln, absolvieren. Alterseffekte wurden bei allen drei Testungen, die nur die vom DLPFC beeinflussten Dysfunktionen messen, gefunden. Die Tests, die die VM präfrontalen Dysfunktionen ermitteln sollten, wiesen hingegen keine negativen Alterseffekte auf. Dies führt zu der Annahme, dass DL präfrontale Funktionen sensibler auf gesundes Altern reagieren als VM präfrontale Funktionen. Eine Einschränkung dieser Annahme stellen jedoch Studien dar, die zeigen, dass Testungen der präfrontalen Funktionen zumeist sowohl den DL als auch den VMPFC betreffen und diese nicht isoliert voneinander gemessen werden können. Ebenso gilt es nicht zu vernachlässigen, dass auch nicht-frontale Hirnregionen mit dem DL Kortex vernetzt sind und auch diese einen Einfluss auf die entstehenden kognitiven exekutiven Dysfunktionen haben könnten (47).

Baena et al. konnten mit ihrer, in Anlehnung an die von MacPherson et al. durchgeführten Studie, auch kognitive Alterseffekte in Bezug auf den VMPFC feststellen (51).

Es liegen bislang nur wenige bildgebende Studien vor, die bei Ermittlung von Alterseffekten des PFC zwischen dem DLPFC und dem VMPFC

unterscheiden (47). Abbildung 4 veranschaulicht die Lage des VMPFC und des DLPFC im Gehirn.

Abb. 4: Topographische Lage des VMPFC und des DLPFC (52)

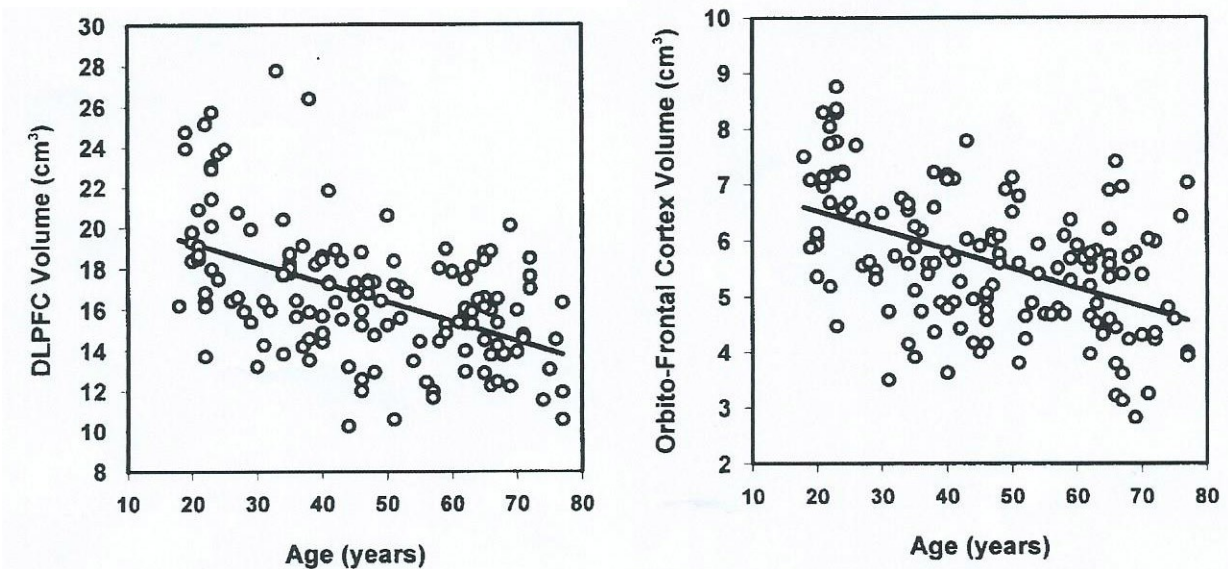


(A) Rot: Lage des VMPFC

(B) Blau: Lage des DLPFC

Raz et al. untersuchten im Rahmen einer computerbasierten Maßanalyse von MRT-Bildern bei 148 gesunden ProbandInnen unterschiedlichsten Alters mögliche Volumenreduktionen der Gehirnmasse in verschiedenen Arealen. Der PFC zeigte eine größere Sensitivität auf das gesunde, menschliche Altern als die übrigen zerebralen Kortizes. Es zeigten sowohl der DLPFC als auch der VMPFC altersabhängige Volumenreduktionen. Abbildung 5 veranschaulicht anhand von Streudiagrammen die altersabhängige, lineare Regression des Volumens des DLPFC sowie des VMPFC (44).

Abb. 5: Streudiagramme und lineare Regressionen von regionalem Gehirnvolumen durch höheres Alter (44)



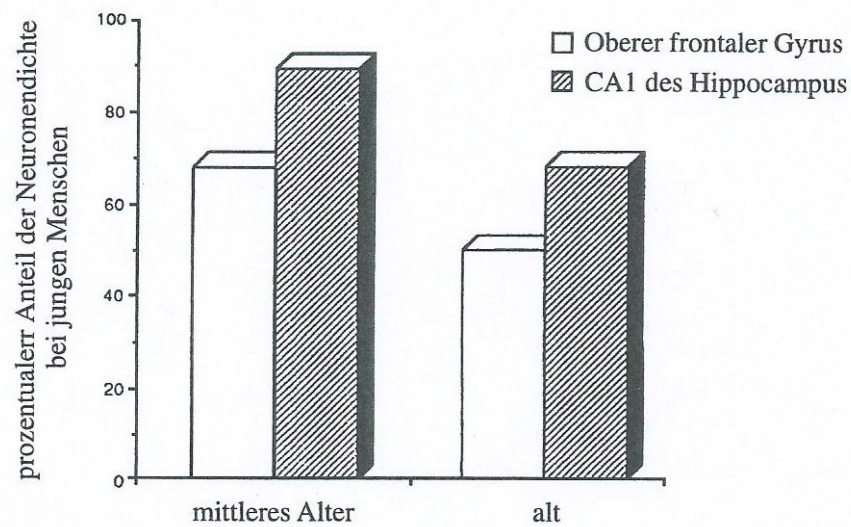
Zu erwähnen ist jedoch, dass in dieser Studie der als VM präfrontale Kortex bezeichnete Bereich, Teile der Brodmann Areale 11 und 47 beinhaltete (44) und die mehr ventral und medial liegenden Areale 12, 13 und 14 nicht in der VM Region mit eingeschlossen waren (47). Diese Areale beeinflussen jedoch das soziale, menschliche Verhalten (47, 49).

Auch eine PET-Studie von Esposito et al. spricht für physiologische, altersabhängige exekutive Dysfunktionen. In dieser Studie wurde unter anderem der absolute, regionale, zerebrale Blutfluss von 41 gesunden ProbandInnen im Alter von 18–80 Jahren während der Ausführung eines neuropsychologischen Tests, der vor allem auf Veränderungen des Arbeitsgedächtnisses schließt und somit sensibel auf Dysfunktionen des DLPFC zu reagieren scheint, gemessen. Es zeigte sich während der Testung ein verminderter rCBF bei älteren ProbandInnen im DLPFC (53).

In einer weiteren Studie untersuchten Flood und Coleman die Neuronendichte zweier Gehirnbereiche im Frontallappenbereich (dem oberen frontalen Gyrus und dem CA1 des Hippocampus) bei gesunden Menschen verschiedenen Alters. Die Neuronendichte nimmt im höheren Alter jeweils stark ab (siehe Abb. 6), was dafür spricht, dass Funktionen, die durch diese Hirnareale gesteuert werden – wie z. B.

das Planungsverhalten und die Reaktionsflexibilität – mit zunehmendem Alter schlechter werden (37).

Abb. 6: Neuronendichte-Abnahme im Bereich des oberen frontalen Gyrus und des CA1 des Hippocampus im Vergleich zwischen zwei Altersgruppen (37)



Auch erfährt der frontale Cortex einen schnelleren Abbau als übrige Gehirnareale (37).

2 Zielsetzung und Studienhypothese

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, zu untersuchen, ob es beim gesunden Menschen im höheren Alter zu einer Veränderung der frontalen Verarbeitung kommt. Es werden zwei Altersgruppen, eine jüngere (18–30 Jahre) und eine ältere (50–80 Jahre) miteinander verglichen, um festzustellen, ob es hier signifikante Unterschiede in Bezug auf die exekutiven Funktionen gibt. Im Wesentlichen ist zu erwarten, dass der Mensch im höheren Alter gewisse kognitive Defizite aufweist. Durch diese Diplomarbeit soll herausgefunden werden, ob mögliche auftretende kognitive Defizite auch wirklich signifikant sind und bestimmten exekutiven Funktionen zuzuweisen sind.

Der Neuigkeitswert dieser Arbeit besteht darin, dass mittels des „*Tower of London*“- und des „*Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*“-Tests untersucht werden soll, ob es im höheren Alter bei klinisch nicht dementen Personen zu einer signifikanten, kognitiven Inflexibilität kommt. Bislang gibt es noch keine Studie, die zwei gesunde, altersunterschiedliche Kohorten mittels des ToL- und des BADS-Tests getestet hat. Durch diese Diplomarbeit soll festgestellt werden, ob es vielleicht zu kognitiven Defiziten kommt, die nicht auf den ersten Blick erkennbar sind, die aber den Alltag jener Menschen beeinträchtigen. Des Weiteren soll untersucht werden, im Bereich welcher exekutiven Funktionen die größten Defizite vorliegen.

Es wurden folgende Arbeitshypothesen formuliert:

- **1. Hypothese:** Es gibt einen Unterschied zwischen den beiden zu untersuchenden Altersgruppen in Bezug auf die exekutiven Funktionen.
- **2. Hypothese:** Vorliegende kognitive Defizite sind bestimmten exekutiven Funktionen zuzuweisen.

Die Nullhypothese geht jeweils von keinem Unterschied beziehungsweise keinen bestimmten exekutiven Funktionen aus.

3 ProbandInnen und Methoden

3.1 Studienaufbau

Im Rahmen dieser Studie – durchgeführt an der Universitätsklinik für Psychiatrie der Medizinischen Universität Graz – wurden die exekutiven Funktionen von 60 Probandinnen und Probanden erfasst. Die ProbandInnen waren, insofern sie den festgelegten Einschluss- und Ausschlusskriterien der Studie entsprachen, zur Teilnahme berechtigt. Alle ProbandInnen willigten nach einer ausführlichen Aufklärung über den Studienablauf sowie über die Anonymität ihrer Teilnahme freiwillig und schriftlich durch Unterzeichnung des Aufklärungsbogens in die Studie ein. Vor jeder Testung fand ein ausführliches Anamnesegespräch statt, um mögliche vorbekannte, neurologische- und psychiatrische Erkrankungen oder das Vorliegen einer Drogen- oder Alkoholabhängigkeit, die zum Ausschluss aus der Studie geführt hätten, zu erfahren. Die Testung inklusive des Ausfüllens des DEX-Fragebogens dauerte jeweils zwischen 30 und 45 Minuten und fand in einem ungestörten Raum statt. Somit wurden einerseits Ablenkungen der ProbandInnen durch andere Personen vermieden und andererseits die Anonymität der TestteilnehmerInnen gegenüber dritten Personen gewahrt.

3.1.1 Einschlusskriterien

Für die Studie wurden folgende Einschlusskriterien definiert:

- Alter zwischen 18 und 30 Jahre oder
- Alter zwischen 50 und 80 Jahre
- Informed consent

Männliche und weibliche ProbandInnen wurden gleichermaßen in die Studie eingeschlossen.

3.1.2 Ausschlusskriterien

Es wurden folgende Ausschlusskriterien definiert:

- Vorliegen einer vorbekannten, neurologischen oder psychiatrischen Erkrankung

- Vorliegen einer Alkohol- oder Drogenabhängigkeit

3.1.3 ProbandInnen

3.1.3.1 Demographische Variablen

An dieser Studie nahmen insgesamt 60 ProbandInnen und Probanden teil. Die folgende Tabelle beschreibt die demographischen Variablen der StudienteilnehmerInnen.

Tab. 2: Demographische Variablen der Studienpopulation unterteilt in die beiden Altersgruppen

| | jüngere Gruppe (18–30 Jahre) | | | | | ältere Gruppe (50–80 Jahre) | | | | | p |
|--------------------|------------------------------|------|------|-------|------|-----------------------------|------|------|-------|------|---------|
| | n | min. | max. | MW | SD | n | min. | max. | MW | SD | |
| Anzahl | 30 | - | - | - | - | 30 | - | - | - | - | - |
| männlich | 13 | - | - | - | - | 13 | - | - | - | - | - |
| weiblich | 17 | - | - | - | - | 17 | - | - | - | - | - |
| Alter (a) | - | 18 | 30 | 24,10 | 2,45 | - | 50 | 77 | 58,37 | 8,24 | < 0,001 |
| Bildung (a) | - | 10 | 19 | 15,77 | 2,89 | - | 11 | 23 | 14,47 | 2,39 | NS |

Die Gesamtanzahl an ProbandInnen betrug 60, davon waren 34 (56,67 %) Testpersonen weiblich und 26 (43,33 %) Testpersonen männlich. Die beiden Gruppen bestanden gleichermaßen aus jeweils 17 (56,67 %) weiblichen und 13 (43,33 %) männlichen ProbandInnen. Die jüngere Gruppe setzte sich aus ProbandInnen im Alter zwischen 18 und 30 Jahren zusammen, die ältere wurde von Testpersonen im Alter zwischen 50 und 77 Jahren geformt. Es wurden t-Tests für unabhängige Stichproben verwendet, um die demographischen Unterschiede der beiden Altersgruppen ermitteln zu können. Das Durchschnittsalter der jüngeren ProbandInnengruppe betrug 24,10 Jahre (SD = 2,45 Jahre), das der

älteren Gruppe 58,37 Jahre (SD = 8,24 Jahre). Zwischen den beiden Altersgruppen bestand ein signifikanter Unterschied in Bezug auf ihr Alter ($p < 0,001$). Die jüngeren Testpersonen gaben Ausbildungsjahre zwischen 10 und 19 Jahren an, die älteren zwischen 11 und 23 Jahren. Das Bildungsmittel der jüngeren Gruppe betrug 15,77 Jahre (SD = 2,89 Jahre), das der Gruppe der älteren TestteilnehmerInnen 14,47 Jahre (SD = 2,39 Jahre). In Bezug auf die Ausbildungsjahre bestand zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

3.2 Untersuchungsmethoden der Studie

Im Rahmen dieser Studie wurden zwei neuropsychologische Testverfahren zur Erfassung exekutiver Funktionen herangezogen. Seit der erstmaligen Verwendung des „*Tower of London*“-Tests im Jahre 1982 durch Tim Shallice dient dieser Test der Beurteilung der Fähigkeiten des menschlichen Planens und der Erfassung eventueller Störungen des problemlösenden Denkens (19).

Der „*Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*“-Test wurde entwickelt, um Beeinträchtigungen eines dysexekutiven Syndroms zu erfassen. Dieses Syndrom ist meist mit Schädigungen des Frontalhirns verbunden. Personen mit einem dysexekutiven Syndrom haben Schwierigkeiten mit der Planung, dem Organisieren, dem Initiieren und der Kontrolle der ihnen gestellten Aufgaben sowie mit dem Anpassen ihres Verhaltens an eventuelle Situationsänderungen. Auch in der Schizophrenieforschung wird der Test verwendet (26).

Der „*Dysexecutive Questionnaire*“ (DEX) Selbstbeurteilungs-Fragebogen besteht aus 20 Items und beschreibt Verhalten, die mit dem dysexekutiven Syndrom assoziiert werden. Die ProbandInnen wählen auf einer Skala (von „nie“ bis „oft“) mit welcher Häufigkeit sie das jeweilige, bestimmte Verhalten an sich beobachten (26).

3.2.1 Turm von London (TL-D) – Deutsche Version des Tower of London (ToL)

Shallice, 1982

Deutsche Version: TL-D von Tucha und Lange, 2004

3.2.1.1 Theoretischer Hintergrund

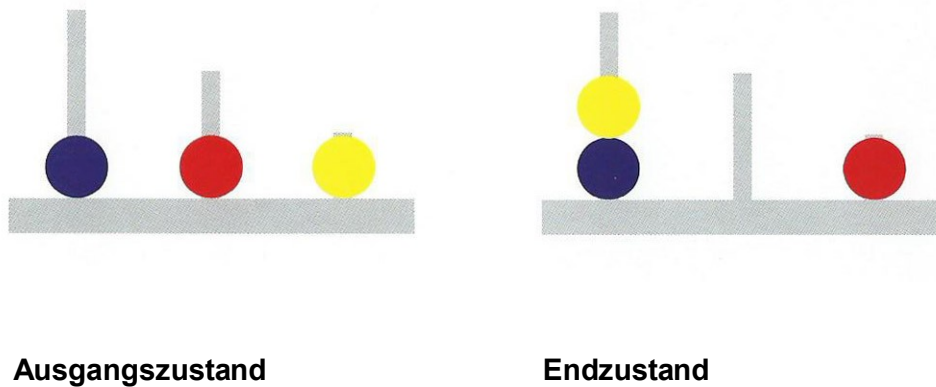
Der „*Turm von London*“ untersucht die Planungsfähigkeit des Menschen. Er wird seit 1982 zur Erfassung des problemlösenden Denkens eingesetzt und entwickelte sich aus dem „*Turm von Hanoi*“ (Simon, 1975). In einigen Studien wurden bei Personen mit neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen schwächere Leistungen bei diesem Test festgestellt. Einbußen im Bereich des problemlösenden Denkens sind oft auf Hirnschädigungen zurückzuführen, die sich negativ auf die exekutiven Funktionen auswirken (19) und zu gravierenden Problemen im Alltag führen können (54). Bei einer zielgerichteten Problemlöseaufgabe soll von einer Ausgangssituation ein gewisser Endzustand erreicht werden, der allerdings nicht auf den ersten Blick erkennbar ist. Des Weiteren ist es notwendig, verschiedene Hürden zu meistern, um diesen gewissen Zielzustand zu erreichen. Im Rahmen des ToL-Tests werden den TestteilnehmerInnen nur geschlossene Probleme zu deren Bewältigung präsentiert (19). Bei geschlossenen Problemen handelt es sich um klar festgelegte Ausgangs- sowie Zielpunkte. Um ans Ziel einer Aufgabe zu gelangen, gibt es nicht verschiedene Lösungswege, sondern eben nur einen einzigen. Bei geschlossenen Problemen ist sogenanntes konvergentes, schlussfolgerndes Denken gefragt. Im Gegensatz dazu gibt es bei offenen Problemstellungen mehrere Lösungswege, um einen gewünschten Zielzustand zu erreichen. Hier ist die Kreativität in der Entwicklung verschiedener Problemlösungsmöglichkeiten gefragt (55). Ein Beispiel für eine solche offene Aufgabe stellt der „*Regensburger Wortflüssigkeitstest*“ (RWT) dar (56). Bei diesem Test sollen TestteilnehmerInnen in einer festgelegten Zeit möglichst viele Wörter aus einer bestimmten Kategorie oder mit einem bestimmten Anfangsbuchstaben nennen (4).

3.2.1.2 Aufbau des Testverfahrens und Durchführung

Der ToL-Test besteht aus einem Holzmodell mit drei verschiedenen langen Stäben und drei verschiedenen farbigen Kugeln. Die Kugeln in den Farben rot, blau und gelb sind auf den Holzstäben angeordnet. Auf den ersten Holzstab passt nur eine Kugel, auf den zweiten passen zwei und auf den dritten drei Kugeln. Die Aufgabe ist es, die Kugeln aus einem Ausgangszustand in einen gewissen Endzustand zu bringen. Die gewünschten Anordnungen der Kugeln werden den ProbandInnen durch das Bild aus einer Vorlagemappe gezeigt. Das Ziel ist es, den gezeigten Endzustand durch die vorgegebene Anzahl an Zügen zu erreichen (19).

Ein Zug besteht aus dem Anheben und anschließendem Positionswechsel einer Kugel. Bei einem Zug darf immer nur eine einzige Kugel versetzt werden. Es dürfen nie zwei Kugeln gleichzeitig aufgehoben werden. Der Test besteht aus 20 Aufgabenstellungen, die in fünf Schwierigkeitsstufen eingeteilt werden. Die Schwierigkeitsstufen unterscheiden sich durch die notwendige Anzahl an Zügen, die erforderlich sind, um den jeweiligen Endzustand zu erreichen. Es gibt jeweils fünf 3-Zug-, fünf 4-Zug-, fünf 5-Zug- und fünf 6-Zug-Beispiele. Zu Beginn bekommen die ProbandInnen zwei 2-Zug-Probepbeispiele zu lösen. Auf dem Protokollbogen notiert der/die Testleiter/in, ob die Beispiele gelöst oder nicht gelöst wurden; zusätzlich wird die Zeit aufgeschrieben, die die Testperson braucht, bis sie mit dem ersten Zug beginnt. Bei diesem Test sollten sich die Testpersonen die Züge, die sie durchführen möchten, vorher im Kopf durchdenken und sich gut überlegen, ob sie so das Beispiel auch wirklich mit der verlangten Anzahl an Zügen lösen können. Hebt die Testperson auch nur eine Kugel auf und setzt sie dann auch wieder auf dem gleichen Holzstab ab, gilt das bereits als Zug, und das Beispiel kann nicht mehr gelöst werden. Auf dem Testprotokoll werden des Weiteren auch etwaige Pausen notiert. Bei einer Pause handelt es sich um das abermalige Innehalten der Testperson nach dem bereits erfolgten ersten Zug. Die Testperson wird darauf hingewiesen, dass sie nach der anfänglichen Planungszeit alle Züge hintereinander zügig durchführen soll und keine weiteren Planungszeiten zwischen diesen benötigen sollte (19).

Abb. 7: Beispiel für ein 2-Zug-Probeneispiel des ToL-Tests (57)



3.2.1.3 Testauswertung

Zur Testauswertung gibt es den Auswertungsbogen. Auf diesem wird die Anzahl der jeweils richtigen Züge der einzelnen Schwierigkeitsstufen notiert. Auch die durchschnittliche Planungszeit wird berechnet und die notwendigen Pausen notiert. Des Weiteren wird die Anzahl insgesamt gelöster Probleme aufgeschrieben und ein Prozentrang vergeben. Die Prozentränge werden aus bildungsspezifischen Normtabellen, die sich in verschiedene Altersgruppen gliedern, entnommen. Es liegen drei bildungsspezifische Normtabellen für Erwachsene vor sowie zwei bildungsunspezifische, eine für Kinder und eine für die Gesamtstichprobe. Der Prozentrang gibt die Anzahl der ProbandInnen der Normstichprobe in Prozent an, die das gleiche oder ein niedrigeres Testergebnis als die Testperson erreichten (19). Nach den Kriterien nach Fisseni werden Testergebnisse mit Prozenträngen von 0 bis 15 als unterdurchschnittlich, Ergebnisse von 15 bis 85 als durchschnittlich und Ergebnisse mit Prozenträngen über 85 als überdurchschnittlich gewertet (58).

3.2.2 Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS)

Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, Evans, 1996

Deutsche Erstfassung: 2000

3.2.2.1 Theoretischer Hintergrund

Das dysexekutive Syndrom (DES), das mit einer Reihe von Beeinträchtigungen einhergeht, soll mithilfe der „BADS“-Testbatterie erfasst werden. Das DES wird oft mit Schädigungen des Frontalhirns assoziiert. Personen mit einem DES haben häufig Schwierigkeiten mit Alltagsaufgaben zurechtzukommen. Diese Schwierigkeiten beinhalten unter anderem das Planen, Organisieren, Initiieren und Kontrollieren von Situationen sowie das Anpassen des eigenen Verhaltens an Situationsänderungen. Keine Probleme entstehen allerdings bei Routinearbeiten. Die AutorInnen des BADS-Tests argumentieren, dass ihr Test exekutive Funktionen in komplexeren und alltagsrealeren Situationen erfasst als andere Tests (26).

3.2.2.2 Aufbau des Testverfahrens und Durchführung

Der BADS-Test besteht aus sechs Subtests und zwei Fragebögen. Die einzelnen Untertests fordern die Testperson zum Planen, Initiieren, Kontrollieren und Anpassen ihres Verhaltens auf explizite und implizite Anforderungen in mehreren verschiedenen Aufgaben auf.

Die BADS-Testbatterie gliedert sich in folgende sechs Untertests (26):

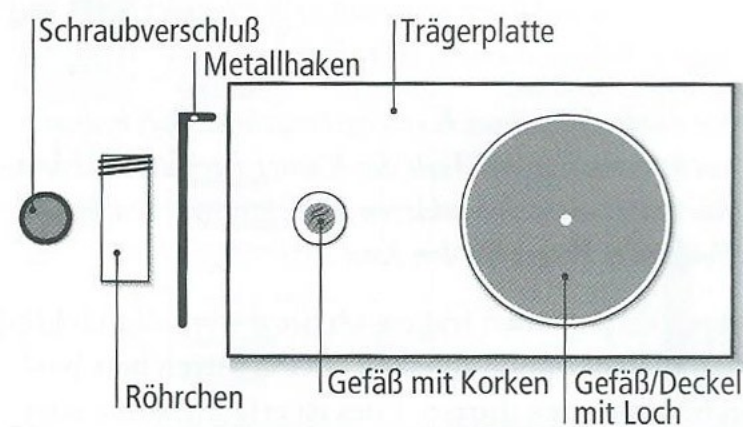
1. *Instruktionswechsel* – Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, Evans
2. *Handlungsaufgabe* – adaptiert nach Klosowska, 1976
3. *Schlüsselsuche* – beeinflusst durch einen Test von Terman und Merrill, 1937
4. *Zeitschätzungen* – Alderman, Evans, Emslie, Wilson, Burgess
5. *Planungsaufgabe „Zoo-Besuch“* – Alderman, Evans, Emslie, Wilson, Burgess
6. *Modifizierter Sechs-Elemente-Test* – Burgess, Alderman, Evans, Wilson, Emslie, Shallice

3.2.2.2.1 *Instruktionswechsel*

Dieser Test besteht aus einem Spiralblock mit 21 Spielkarten ohne Bildern. Die Spielkarten sind entweder rot oder schwarz. Ziel dieses Tests ist es, die Flexibilität der Testpersonen bei wechselnden Aufgabenstellungen zu untersuchen und perseverative Tendenzen zu erkennen. Der Instruktionswechsel fordert die Testpersonen auf, auf bestimmte Stimuli laut einer der beiden Aufgabenstellungen zu antworten. Die erste Aufgabenstellung, die auf einer Instruktionkarte geschrieben steht, lautet: „Sagen sie JA zu den roten Karten und NEIN zu den schwarzen Karten“. Der/die TestleiterIn zeigt der Testperson nacheinander alle 21 Karten und notiert, ob die Antworten richtig sind. Die Instruktionkarte bleibt währenddessen für die Testperson sichtbar am Tisch liegen, um nicht fälschlicherweise Fehler aufgrund einer verminderten Gedächtnisleistung zu machen. Es werden die Anzahl der Fehler und die notwendige Zeit für die gesamte Aufgabe notiert. Im zweiten Durchgang erhält die Testperson eine neue Aufgabenstellung: „Sagen sie JA, wenn eine Karte dieselbe Farbe hat, wie die vorangegangene Karte. Ansonsten sagen sie NEIN.“ Die Durchführung ist ident zur vorherigen Aufgabe (26).

3.2.2.2.2 *Handlungsaufgabe*

Abb. 8: Testaufbau und Gegenstände der Handlungsaufgabe (26)



Bei der Handlungsaufgabe soll die Testperson ein praktisches Problem lösen. Dazu ist es notwendig, sich einen Handlungsplan zu überlegen. Aus einem dünnen Plastikröhrchen soll ein Korken herausgebracht werden. Es sind gewisse Regeln zu beachten und für das Missachten dieser sowie für eventuelle Hilfestellungen durch den/die TestleiterIn, gibt es Punkteabzüge. Die Testutensilien dieser Aufgabe bestehen aus einer rechteckigen Platte, auf der zwei Gefäße befestigt sind. Das eine Gefäß ist ein schmales, dünnes Röhrchen, in dem sich ein Korken befindet und das andere Gefäß ist ein größeres, durchsichtiges Gefäß mit einem abnehmbaren, flachen Deckel, der in der Mitte ein Loch hat. Dieses Gefäß ist zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllt. Beide Gefäße dürfen von der Testperson nicht aufgehoben oder berührt werden. Weitere Hilfsmittel, die zur Lösung der Aufgabe notwendig sind, sind ein Metallhaken sowie ein kleines Röhrchen und ein Schraubverschluss, der auf das Röhrchen passt, jedoch extra, als drittes Hilfsmittel vor der Testperson liegt. Die Testperson wird beauftragt, den Korken aus dem Gefäß zu bekommen. Es dürfen hierfür die drei Hilfsmittel benutzt werden, allerdings dürfen die Platte und die beiden auf ihr befestigten Gefäße nicht berührt werden. Es gibt nur einen richtigen Weg – bestehend aus fünf Lösungsschritten – mit dem diese Aufgabe zu lösen ist. Es muss hierzu der Deckel des größeren Gefäßes mithilfe des Metallhakens entfernt werden, im Anschluss muss der Schraubverschluss auf das Röhrchen, das als Hilfsmittel verwendet werden darf, geschraubt werden und danach muss zwei Mal Wasser aus dem großen Gefäß in das schmale Röhrchen gefüllt werden, damit der Korken aufsteigen kann. So kann man den Korken einfach aus dem Gefäß nehmen. Für diese Aufgabe gibt es keine Zeitbegrenzung. Allerdings wird nach jeweils zwei Minuten Überlegungszeit der Testperson eine Hilfestellung für den nächsten Lösungsschritt gegeben. Auf dem Protokollbogen wird notiert, welche und wie viele Lösungsschritte von der Testperson selbstständig gelöst wurden (26).

3.2.2.2.3 Schlüsselsuche

Mit dieser Aufgabe sollen die Testpersonen ihre Fähigkeiten des Planens einer Strategie zum Lösen eines Problems unter Beweis stellen. Es soll ein Schlüssel, der in einem Feld verloren wurde, gefunden werden. Dies wird nachgestellt, indem der Testperson ein Blatt Papier mit einem zehn mal zehn Zentimeter großen

Quadrat vorgelegt wird. Fünf Zentimeter unter dem Quadrat befindet sich ein schwarzer Punkt. Die Testperson soll sich nun vorstellen, dass sie dieser schwarze Punkt sei und das Quadrat eine Wiese, auf der sie irgendwo ihren Schlüssel verloren hat. Es soll nun, ausgehend von dem schwarzen Punkt ein Weg eingezeichnet werden, nach welchem Prinzip die Testperson die Wiese nach dem Schlüssel absuchen würde, um den Schlüssel auch sicher wieder zu finden. Die Punktevergabe basiert auf einer Reihe von Kriterien; unter anderem, ob der/die Testleiter/in die Strategie als effektiv und systematisch bezeichnet. Für eine Zeitüberschreitung gibt es auch einen Punkteabzug (26).

3.2.2.2.4 Zeitschätzungen

Der Testperson werden vier Fragen gestellt, auf die sie mit Zeitangaben antworten soll. Es geht bei diesem Test nicht um das Erraten der genauen Zeit, sondern vielmehr einfach um eine grobe Einschätzung und um das Geben einer sinnvollen Antwort. Um einen Punkt zu bekommen, ist eine Antwort im Bereich einer jeweiligen Zeitspanne zu machen. Bei zwei der Fragen werden Antworten in Minuten gefordert, bei einer in Sekunden und bei einer in Jahren. Die vier Fragen lauten (26):

- *Wie lange dauert eine Kontrolluntersuchung beim Zahnarzt?*
- *Wie lange dauert es, bis Kartoffeln gar gekocht sind?*
- *Wie lange leben Hunde?*
- *Wie lange benötigt man, um einen Luftballon aufzublasen?*

3.2.2.2.5 Planungsaufgabe „Zoo-Besuch“

Dieser Test besteht aus zwei Teilen. In jedem der beiden Teile erhält die Testperson einen Plan eines Zoos. Die erste Aufgabe testet die Planungsfähigkeit des Menschen. Unter Beachtung gewisser Regeln, soll die Testperson einen Weg durch den Zoo planen. Es sollen sechs vorgegebene Gehege, der insgesamt zwölf besucht werden. Der Besuch soll am Eingang beginnen und am Picknickplatz enden. Wichtig ist außerdem, dass alle Wege grundsätzlich nur einmal benutzt werden dürfen und Wegwiederholungen vermieden werden sollen. Nur Wege, die durch strichlierte Linien gekennzeichnet sind, dürfen so oft wie nötig benützt

werden. Es wird die Planungszeit, d. h. die Zeit, die der/die Proband/in braucht bis er/sie zum Zeichnen des Weges beginnt sowie die Gesamtzeit notiert. Die zweite Aufgabe erfordert hauptsächlich die Fähigkeit, Anweisungen zu folgen und Checklisten abzuarbeiten. Bei diesem Beispiel ist der Weg genau vorgegeben und die Testperson soll versuchen diesen möglichst fehlerfrei einzuzichnen. Auch bei diesem Beispiel gelten die gleichen Regeln wie bei der ersten Aufgabe. Hier ist keine eigenständige Planung mehr erforderlich (26).

3.2.2.2.6 Modifizierter Sechs-Elemente-Test

Der Modifizierte Sechs-Elemente-Test erfordert das Erledigen von drei verschiedenen Aufgaben (benennen, rechnen, diktieren), die jeweils aus zwei Teilen bestehen. Die Testperson soll versuchen innerhalb von zehn Minuten von jedem dieser sechs Bereiche zumindest einen Teil zu erledigen. Es geht hierbei um das Benennen von Bildern, das Rechnen von Rechenbeispielen sowie das Diktieren von persönlichen Erlebnissen. Von diesen Beispielen gibt es jeweils einen Teil A und einen Teil B. Die Testperson findet vor sich vier Blöcke, zwei mit Bildern und zwei mit Rechenaufgaben, ein Instruktionsblatt, das den Test noch einmal zusammenfasst, eine Stoppuhr und ein Blatt Papier sowie einen Stift. Es soll nun innerhalb von zehn Minuten von jeder dieser sechs Aufgaben zumindest ein bisschen was erledigt und keine Aufgabe vernachlässigt werden. Auch ist die Regel zu beachten, dass nach dem Erledigen der Aufgabe A eines Bereiches, im Anschluss nicht sofort die Aufgabe B des gleichen Aufgabenbereiches erledigt werden darf. Man muss die Aufgaben also untereinander kombinieren. Für einen Regelverstoß gibt es Punkteabzüge. Der/die TestleiterIn notiert die jeweiligen Bearbeitungszeiten aller Beispiele und ermittelt im Anschluss die Gesamtbearbeitungszeit der drei verschiedenen Bereiche. Weiters bekommt man einen Punkteabzug, wenn ein Teilbereich länger als 271 Sekunden durchgehend bearbeitet wird. Es ist irrelevant, wie gut, das heißt, wie viele Rechenbeispiele die Testperson löst. Ausschlaggebend ist nur, mit wie vielen Aufgaben begonnen wurde und ob die Regeln eingehalten wurden. Dieser Test erfordert Fähigkeiten des Planens, Handelns und Organisierens und stellt des Weiteren Anforderungen an das prospektive Gedächtnis. Die Testperson muss sich daran erinnern, dass sie zu einem späteren Zeitpunkt eine andere Handlung durchführen muss (26).

3.2.2.3 Auswertung

Die Auswertung erfolgt zuerst für jeden der Subtests separat. Für jeden Untertest wird ein Rohwert und durch diesen dann ein Profilwert von 0 bis 4 ermittelt. Für den Instruktionswechsel, die Schlüsselsuche sowie die Planungsaufgabe „Zoobesuch“ gibt es einen Punkteabzug bei Überschreitung des jeweiligen Zeitlimits. Im Anschluss werden die einzelnen Profilwerte dann zu einem Gesamtprofilwert addiert, der zwischen 0 und 24 Punkte ergibt. Mithilfe der BADS-Normtabelle im Handbuch erfolgt die Transformation des Gesamtprofilwertes in einen Standardwert. Berücksichtigt wird bei dieser Testauswertung nur der Altersfaktor und nicht das Bildungsniveau wie beim ToL-Test. Die erzielte Testleistung wird – je nach erreichtem Standard- oder Alterswert – wie folgt klassifiziert (26):

- gestört
- grenzwertig
- unterer Durchschnitt
- durchschnittlich
- oberer Durchschnitt
- überdurchschnittlich
- weit überdurchschnittlich

3.2.2.4 Dysexecutive Questionnaire (DEX), Selbstbeurteilungsversion des Fragebogens

Burgess, Alderman, Wilson, Evans, Emslie (1996)

Deutsche Version: 2000

Vom DEX-Fragebogen gibt es eine Selbstbeurteilungs- und eine Fremdbeurteilungsversion. Für die folgende Studie wurde nur der Selbstbeurteilungsfragebogen verwendet. Dieser dient zur eigenen Beurteilung der Testperson, während der Fremdbeurteilungsfragebogen von einer der erkrankten Person nahestehenden Person auszufüllen wäre. Da es sich bei dieser Studie rein um gesunde Probanden handelt, wurde auf den Fremdbeurteilungsfragebogen verzichtet. Die beiden Fragebögen sind ident, nur die Formulierungen

sind anders. Der Fragebogen besteht aus 20 Items, die das mit dem *DES* assoziierte Verhalten beschreiben. Er dient der subjektiven Selbstbeurteilung der exekutiven Funktionen der Testperson in Alltagssituationen. Die Testperson wählt auf einer Skala zwischen „nie“ und „sehr oft“ wie häufig sie das jeweilige Verhalten an sich beobachten kann (0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = sehr oft). Die 20 Items erfragen die von Stuss und Benson erarbeiteten Auffälligkeiten im Bereich von emotionalen und Persönlichkeitsveränderungen. Motivationale Veränderungen, Verhaltensänderungen und kognitive Veränderungen sollen mit diesem Fragebogen ebenfalls entdeckt werden (59, 60).

Charakteristiken des DES gemessen mit dem DEX Fragebogen (26):

- 1 *Störung des abstrakten Denkens*
- 2 *Impulsivität*
- 3 *Konfabulation*
- 4 *Störung der planerischen Fähigkeiten*
- 5 *Euphorie*
- 6 *Zeitliche Sequenzierungsprobleme*
- 7 *Mangel an Einsicht und sozialem Taktgefühl*
- 8 *Apathie und mangelnder Antrieb*
- 9 *Enthemmung*
- 10 *Gestörte Impulskontrolle*
- 11 *(Zurückhalten) affektiver Reaktionen*
- 12 *Aggressionen*
- 13 *Mangelnde Rücksichtnahme*
- 14 *Perseverationen*
- 15 *Psychomotorische Unruhe*
- 16 *Unfähigkeit, Reaktionen zu unterdrücken*
- 17 *Dissoziation zwischen Wissen und Reaktion*
- 18 *Ablenkbarkeit*
- 19 *Mangelnde Entscheidungsfähigkeit*
- 20 *Mangelndes Bewusstsein für soziale Regeln*

Durch Addition der Punkte aller zwanzig Fragen ergibt sich ein Gesamtwert zwischen 0 und 80. Die vorläufige Faktorenstruktur des DEX laut den Autoren sieht wie folgt aus (26):

Faktor 1: Verhalten (Items 2, 7, 9, 12, 13, 15, 16, 20)

Faktor 2: Kognition (Items 3, 6, 14, 18, 19)

Faktor 3: Emotion (Items 5, 8, 11)

4 Ergebnisse – Resultate

Zur Auswertung der Ergebnisse dieser Studie wurde SPSS Version 20 verwendet. Die grafischen Darstellungen wurden mithilfe von Excel 2013 erstellt. Die Auswertung der jeweiligen Tests erfolgt nach den Standardauswertungen laut Handbuch. Neben der deskriptiven Statistik (Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD)) kamen auch der t-Test nach Student für unabhängige Stichproben, der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben sowie die bivariate Korrelationsanalyse nach Pearson zur Anwendung.

4.1 Ergebnisse der Stichprobenbeschreibung

Die Ergebnisse der Stichprobenbeschreibung sind in Kapitel 3.1.3.1 und Tabelle 2 enthalten. Hier wurden die demographischen Verhältnisse der StudienteilnehmerInnen genau beschrieben und miteinander verglichen.

4.2 Ergebnisse des „Turm von London“ (TL-D)

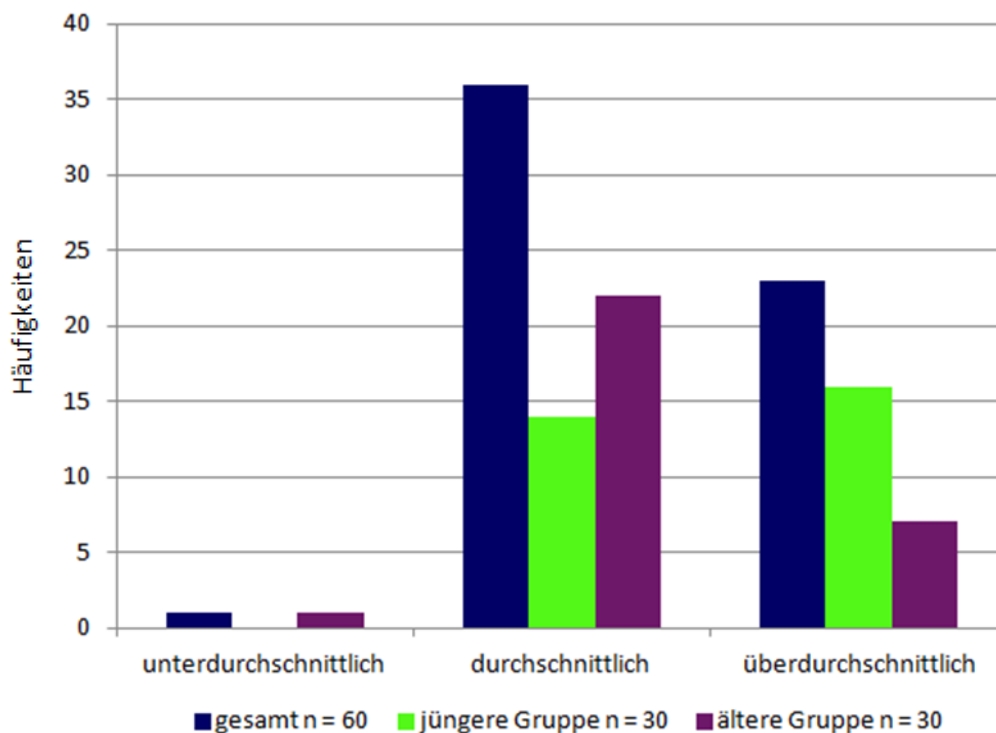
4.2.1 Klassifikation der TL-D Testergebnisse

Wie die Auswertung der TL-D Testergebnisse erfolgt, wurde bereits in Kapitel 3.2.1.3 erläutert. Nach Fisseni werden Prozenträge zwischen 16 und 84 als durchschnittlich gewertet (58). Das bedeutet, dass sie im Intervall „Mittelwert \pm eine Standardabweichung“ liegen (19). Prozenträge von 85 bis 100 gelten als überdurchschnittlich und Prozenträge von 0 bis 15 als unterdurchschnittlich (58). Ein unterdurchschnittliches Testergebnis wird mit dem *dysexekutiven Syndrom (DES)* gleichgesetzt (19).

Tab. 3: Klassifikation der TL-D-Testergebnisse der Gesamtstichprobe sowie im Gruppenvergleich

| | jüngere Gruppe n = 30 (100 %) | ältere Gruppe n = 30 (100 %) | gesamt n = 60 (100 %) |
|---|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| DES (PR: 0–15) | 0 (0 %) | 1 (3,33 %) | 1 (1,67 %) |
| durchschnittlich (PR: 16–84) | 14 (46,67 %) | 22 (73,34 %) | 36 (60 %) |
| überdurchschnittlich (PR: 85–100) | 16 (53,33 %) | 7 (23,33 %) | 23 (38,33 %) |

Abb. 9: Aufteilung der Klassifikation der Gesamtstichprobe und im Gruppenvergleich



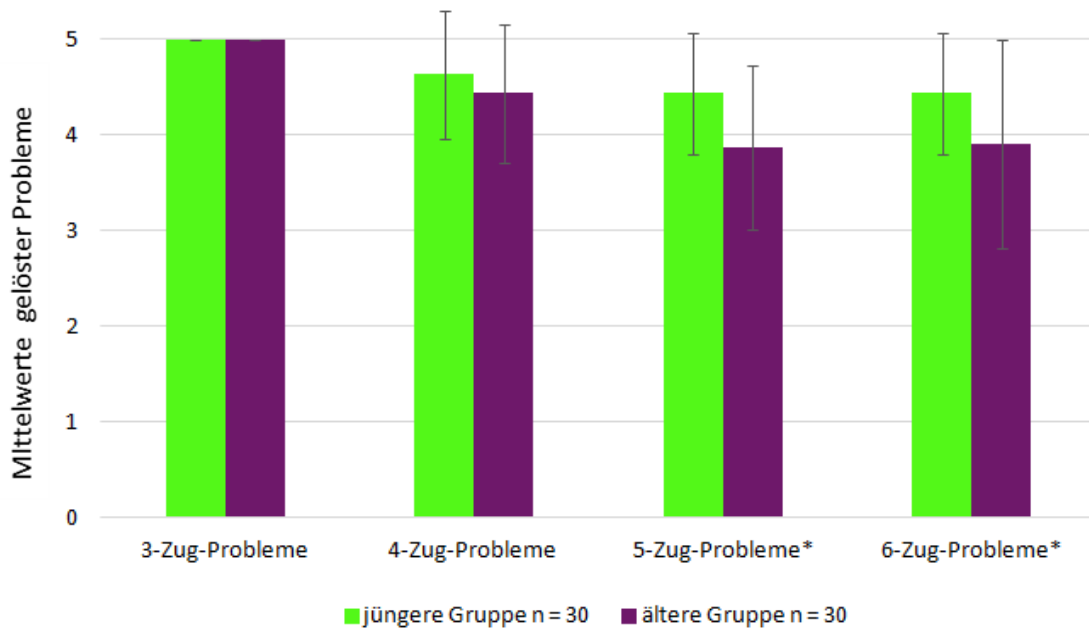
Wie aus Tabelle 3 und Abbildung 9 hervorgeht lagen 36 (60 %) aller 60 Testpersonen mit ihren Testergebnissen im durchschnittlichen Bereich. Die Testergebnisse von 23 (38,33 %) Personen wurden unabhängig von ihrer Gruppenzugehörigkeit als überdurchschnittlich gewertet. Bei einem (1,67 %) der 60 ProbandInnen wurde ein unterdurchschnittliches Ergebnis ermittelt.

Bei einzelner Betrachtung der beiden Gruppen ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 3, Abbildung 9): Die Gruppe der 18- bis 30-Jährigen zeigt folgende Aufteilung ihrer Testergebnisse: 14 (46,67 %) ProbandInnen erzielten durchschnittliche und 16 (53,33 %) Personen sogar überdurchschnittliche Ergebnisse. In der Gruppe der 50- bis 77-Jährigen lagen 22 (73,34 %) der TestteilnehmerInnen mit ihren Ergebnissen im durchschnittlichen Bereich. Sieben (23,33 %) ProbandInnen erzielten überdurchschnittliche Ergebnisse und ein Proband (3,33 %) erreichte nur ein unterdurchschnittliches Testergebnis.

4.2.2 Anzahl der gelösten Züge

Abbildung 10 und Tabelle 4 zeigen die Mittelwerte der Anzahl der jeweils gelösten Züge (3er-Züge, 4er-Züge, 5er-Züge, 6er-Züge) im Vergleich der beiden Altersgruppen. Mittels Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben wurde jeweils berechnet, ob sich die beiden Gruppen in Bezug auf die Anzahl der jeweils richtig gelösten Züge signifikant unterscheiden. Die 3-Zug-Beispiele wurden von allen ProbandInnen beider Gruppen gelöst, hier ergab sich somit kein Unterschied. Ebenso konnte man bei den 4-Zug-Problemen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen feststellen. Im Vergleich dazu zeichneten sich die schwierigeren Beispiele, die 5-Zug-Beispiele ($p = 0,008$) und die 6-Zug-Beispiele ($p = 0,034$) durch jeweils einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen aus.

Abb. 10: Anzahl der durchschnittlich gelösten Probleme (3-Zug, 4-Zug, 5-Zug, 6-Zug) im Gruppenvergleich, * $p < 0,05$, die Indikatoren entsprechen den Standardabweichungen



Tab. 4: Anzahl der gelösten Probleme des TL-D-Tests im Gruppenvergleich

| | jüngere Gruppe n = 30 | | ältere Gruppe n = 30 | | p |
|------------------------|--------------------------|------|-------------------------|------|-------|
| | MW | SD | MW | SD | |
| gelöste 3-Zug-Probleme | 5,00 | 0,00 | 5,00 | 0,00 | NS |
| gelöste 4-Zug-Probleme | 4,63 | 0,67 | 4,43 | 0,73 | NS |
| gelöste 5-Zug-Probleme | 4,43 | 0,63 | 3,87 | 0,86 | 0,008 |
| gelöste 6-Zug-Probleme | 4,43 | 0,63 | 3,90 | 1,09 | 0,034 |

4.2.3 Durchschnittliche Bearbeitungszeiten

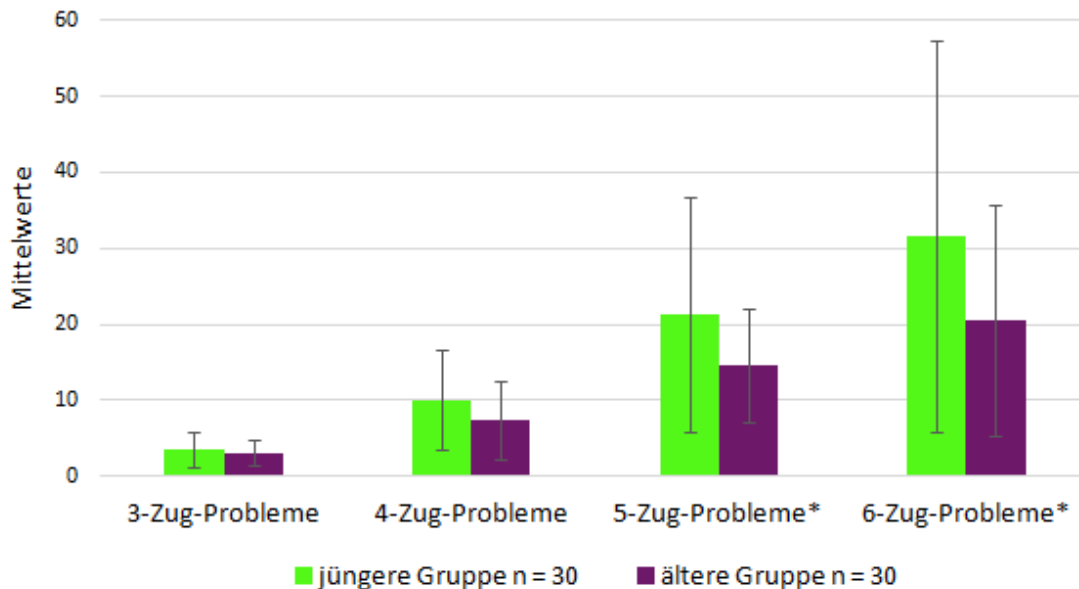
Wie bereits in Kapitel 3.2.1.2 erwähnt wurde, handelt es sich bei der Planungszeit des ToL-Tests um die Zeit, die ein/e Proband/in bei einem Beispiel braucht, bis er/sie mit dem ersten Zug beginnt. Die ProbandInnen wurden vor Beginn des Tests darauf aufmerksam gemacht, dass es bei dem Test nicht um Schnelligkeit geht, sondern es wichtiger ist, dass das Beispiel richtig gelöst wird. Die Planungszeit ist für die Klassifikation der Testergebnisse irrelevant. Auf dem Protokollbogen wurde für jede einzelne Aufgabe die Bearbeitungszeit notiert und anschließend wurde auf dem Auswertungsbogen jeweils die durchschnittlich benötigte Zeit für die 3-Zug-, 4-Zug-, 5-Zug- und 6-Zug-Probleme berechnet (19).

Tab. 5: Durchschnittliche Bearbeitungszeiten (s) im Gruppenvergleich (3-Zug-, 4-Zug-, 5-Zug-, 6-Zug-Probleme)

| | jüngere Gruppe n = 30 | | ältere Gruppe n = 30 | | p |
|--|--------------------------|-------|-------------------------|-------|-------|
| | MW | SD | MW | SD | |
| Bearbeitungszeit 3-Zug-Probleme | 3,50 | 2,43 | 3,02 | 1,70 | NS |
| Bearbeitungszeit 4-Zug-Probleme | 10,06 | 6,51 | 7,49 | 5,16 | NS |
| Bearbeitungszeit 5-Zug-Probleme | 21,25 | 15,44 | 14,55 | 7,50 | 0,039 |
| Bearbeitungszeit 6-Zug-Probleme | 31,70 | 25,75 | 20,53 | 15,16 | 0,046 |

Mithilfe von t-Tests für unabhängige Stichproben wurde nach signifikanten Unterschieden in Bezug auf die Bearbeitungszeiten bei den verschiedenen Zuganzahl-Beispielen zwischen den beiden Altersgruppen (jünger versus älter) gesucht. Wie aus Tabelle 5 und Abbildung 11 hervorgeht erhöhen sich die durchschnittlichen Bearbeitungszeiten der beiden Gruppen mit der Zunahme der Schwierigkeit der Beispiele.

Abb. 11: Durchschnittliche Bearbeitungszeiten (s) im Gruppenvergleich (3-Zug-, 4-Zug-, 5-Zug, 6-Zug-Probleme) , * $p < 0,05$, die Indikatoren entsprechen den Standardabweichungen



Aus Tabelle 5 wird ersichtlich, dass bei den durchschnittlichen Bearbeitungszeiten der 3-Zug-Beispiele ($p = 0,385$) und der 4-Zug-Beispiele ($p = 0,095$) jeweils kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen besteht. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei der durchschnittlichen Bearbeitungszeit der 5-Zug-Beispiele ein signifikanter Unterschied zugunsten der älteren Gruppe ($p = 0,039$). Ebenso benötigte die Gruppe der 50- bis 77-Jährigen eine signifikant kürzere Zeit bis zur Initiierung der 6-Zug-Probleme ($p = 0,046$).

4.2.4 Anzahl der Pausen

In Kapitel 3.2.1.2 wurde bereits beschrieben, was unter einer Pause zu verstehen ist und dass die ProbandInnen diese vermeiden sollten. Ebenso wie die Bearbeitungszeiten wurden die Pausen während der Testungen auf dem Protokollbogen vermerkt und dann am Auswertungsbogen für die verschiedenen Schwierigkeitsstufen summiert. Die statistische Auswertung der Pausen erfolgte mittels des Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben. Bei den 6-Zug-Problemen benötigte die Gruppe der älteren ProbandInnen signifikant mehr Pausen als die Gruppe der jüngeren Testpersonen ($p = 0,012$) (siehe Tabelle 6).

Bei allen anderen Problemen zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen in Bezug auf die Pausen bei den 3-Zug- ($p = 0,317$), den 4-Zug- ($p = 0,765$) und den 5-Zug-Beispielen ($p = 0,095$). Aus Tabelle 6 ist des Weiteren ersichtlich, dass sich die durchschnittliche Anzahl der Pausen bei der jüngeren ProbandInnengruppe mit der Zunahme der Schwierigkeitsstufe – ausgenommen sind die 3-Zug-Probleme hier machte keiner der 30 ProbandInnen der Gruppe eine Pause – minimal verringerte. Bei der älteren ProbandInnengruppe hingegen stieg jeweils die Anzahl der durchschnittlichen Pausen mit Zunahme der Schwierigkeit der Aufgabe.

Tab. 6: Durchschnittliche Anzahl der Pausen im Gruppenvergleich (3-Zug-, 4-Zug-, 5-Zug-, 6-Zug-Beispiele)

| | jüngere Gruppe n = 30 | | ältere Gruppe n = 30 | | p |
|------------------------------|--------------------------|------|-------------------------|------|-------|
| | MW | SD | MW | SD | |
| Pausen 3-Zug-Probleme | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,18 | NS |
| Pausen 4-Zug-Probleme | 0,17 | 0,38 | 0,17 | 0,46 | NS |
| Pausen 5-Zug-Probleme | 0,13 | 0,35 | 0,43 | 0,77 | NS |
| Pausen 6-Zug-Probleme | 0,10 | 0,40 | 0,47 | 0,78 | 0,012 |

4.3 Ergebnisse des „Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome“ (BADS)

4.3.1 Klassifikation der BADS-Testergebnisse

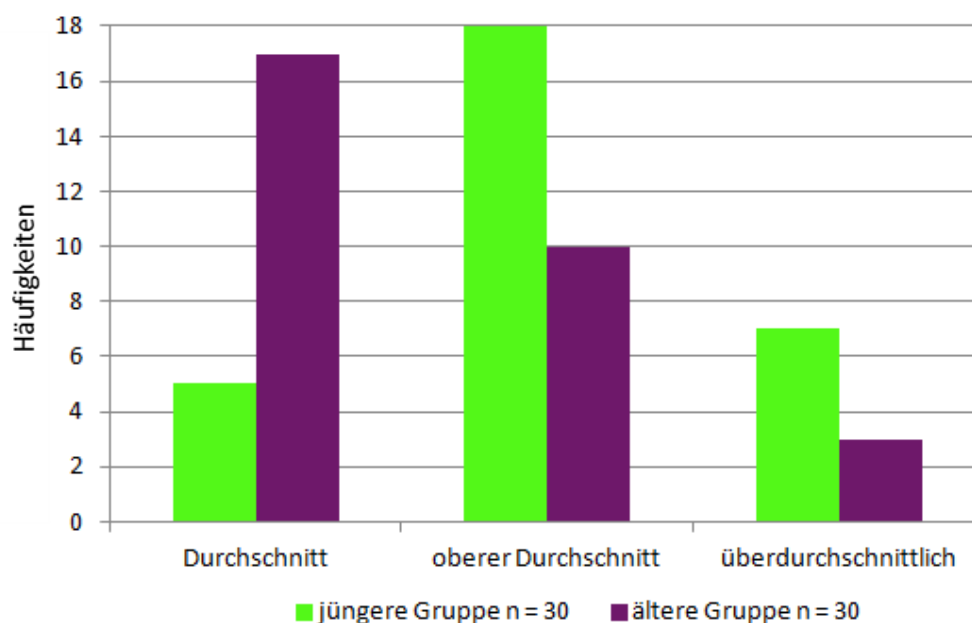
Die Auswertung des *BADS-Tests* wurde bereits in Kapitel 3.2.2.3 beschrieben. Die Ergebnisse im *BADS-Test* werden in sieben verschiedene Gruppen unterteilt: gestört, grenzwertig, unterer Durchschnitt, Durchschnitt, oberer Durchschnitt, überdurchschnittlich und weit überdurchschnittlich (26). Tabelle 7 und Abbildung 12 zeigen die Klassifikation für die beiden Altersgruppen (jung versus

alt) im Vergleich. Keines der Testergebnisse – weder das der jüngeren, noch das der älteren Gruppe – wurde als gestört, grenzwertig oder im Bereich des unteren Durchschnitts klassifiziert. Alle 60 ProbandInnen lagen mit ihren Testergebnissen im durchschnittlichen bis überdurchschnittlichen Bereich. Somit wird in Tabelle 7 und in Abbildung 12 auf die Auflistung der nicht vorkommenden Klassifizierungen verzichtet.

Tab. 7: Klassifikation der BADS-Testergebnisse in der Gesamtpopulation sowie im Gruppenvergleich

| | jüngere Gruppe n = 30 | ältere Gruppe n = 30 | gesamt n = 60 |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| Durchschnitt | 5 (16,67 %) | 17 (56,67 %) | 22 (36,67 %) |
| oberer Durchschnitt | 18 (60 %) | 10 (33,33 %) | 28 (46,66 %) |
| überdurchschnittlich | 7 (23,33 %) | 3 (10 %) | 10 (16,67 %) |

Abb. 12: BADS-Klassifikation im Gruppenvergleich



Insgesamt erreichten somit 10 (16,67 %) ProbandInnen ein überdurchschnittliches Testergebnis. Die Leistungen von 28 (46,66 %) Testpersonen wurden als oberer Durchschnitt klassifiziert. 22 (36,67 %) ProbandInnen der Gesamtstichprobe lagen mit ihrem Testergebnis im Bereich des Durchschnittes.

Betrachtet man nun die Testergebnisse der jüngeren Altersgruppe isoliert, wird ersichtlich, dass mehr als die Hälfte der 30 ProbandInnen (60 %) BADS-Testergebnisse im Bereich des oberen Durchschnittes erzielten. Das Ergebnis von sieben (23,33 %) Personen wurde sogar als überdurchschnittlich klassifiziert. Hingegen lagen fünf (16,67 %) ProbandInnen im Durchschnitt. Die Klassifikation der Altersgruppe der 50- bis 77-Jährigen unterscheidet sich klar von der ihrer jüngeren Vergleichsgruppe. Hier erzielte die Mehrheit der Testpersonen (56,67 %) durchschnittliche BADS-Gesamtergebnisse. Zehn (33,33 %) Ergebnisse fielen in die Kategorie des oberen Durchschnittes und sogar drei (10 %) Testpersonen konnten ein überdurchschnittliches Testergebnis erzielen.

4.3.2 Profilwerte

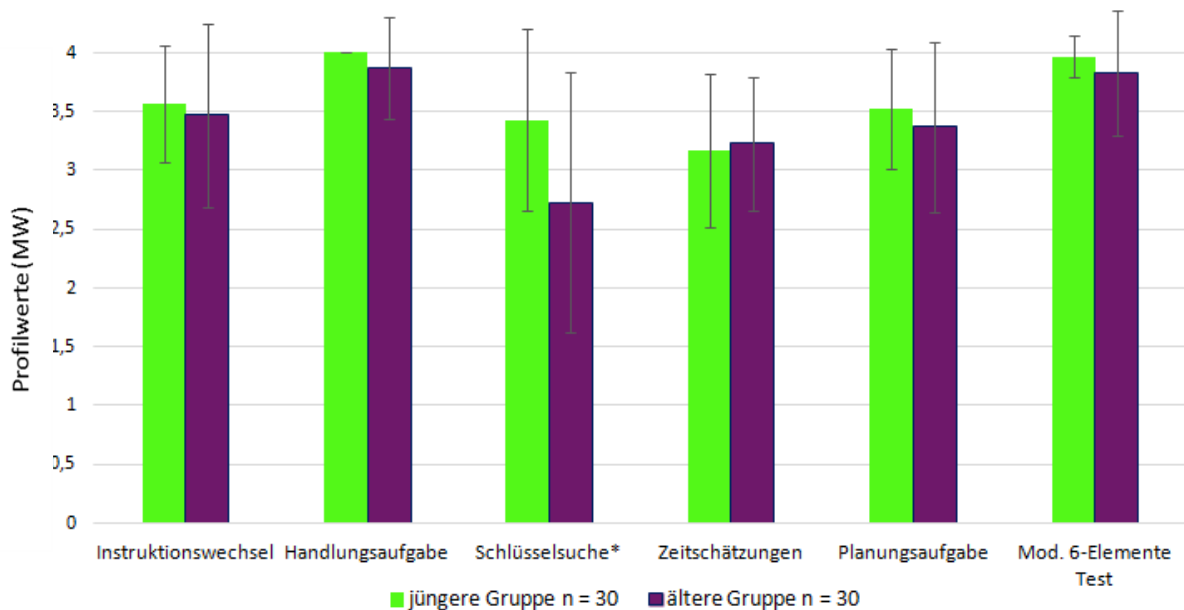
Aus Tabelle 8 können die Mittelwerte und die Standardabweichungen aller sechs BADS-Subtests und die durchschnittlichen Gesamtprofilwerte für die beiden Vergleichsgruppen entnommen werden. Es wird ersichtlich, dass sich die Testergebnisse der TeilnehmerInnen in Bezug auf den Gesamtprofilwert signifikant unterscheiden ($p = 0,004$). Der einzige BADS-Untertest, der auch einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen erkennen lässt, ist die „Schlüsselsuche“ ($p = 0,006$). Bei all den anderen Tests („Instruktionswechsel“, „Handlungsaufgabe“, „Zeitschätzungen“, „Planungsaufgabe“, „Modifizierter 6-Elemente-Test“) bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Vergleichsgruppen.

Tab. 8: Durchschnittliche BADS-Gesamtprofilwerte und durchschnittliche Ergebnisse der sechs Untertests im Gruppenvergleich

| | jüngere Gruppe n = 30 | | ältere Gruppe n = 30 | | p |
|--------------------------------------|--------------------------|------|-------------------------|------|-------|
| | MW | SD | MW | SD | |
| <u>Gesamtprofilwert</u> | 21,7 | 1,39 | 20,43 | 1,81 | 0,004 |
| Instruktionswechsel | 3,57 | 0,50 | 3,47 | 0,78 | NS |
| Handlungsaufgabe | 4,00 | 0,00 | 3,87 | 0,43 | NS |
| Schlüsselsuche | 3,43 | 0,77 | 2,73 | 1,11 | 0,006 |
| Zeitschätzungen | 3,17 | 0,65 | 3,23 | 0,57 | NS |
| Planungsaufgabe | 3,53 | 0,51 | 3,37 | 0,72 | NS |
| Modifizierter 6-Elemente Test | 3,97 | 0,18 | 3,83 | 0,53 | NS |

Die folgende Abbildung (Abbildung 13) zeigt die einzelnen durchschnittlichen BADS-Profilwerte im Gruppenvergleich. Die Gruppe der 18- bis 30-jährigen ProbandInnen erzielte in fünf der sechs Subtests durchschnittlich höhere Profilwerte als die Gruppe der 50- bis 77-jährigen. Bei der Aufgabe der „Zeitschätzungen“ wies die Gruppe der älteren TestteilnehmerInnen minimal höhere Durchschnittsprofilwerte auf als ihre Vergleichsgruppe. Diese waren allerdings nicht signifikant. Alle ProbandInnen der jüngeren Altersgruppe erreichten bei der „Handlungsaufgabe“ den maximalen Profilwert von 4. Auch die TeilnehmerInnen der älteren Gruppe wiesen bei der „Handlungsaufgabe“ im Durchschnitt ihr bestes Testergebnis auf (MW = 3,87, SD = 0,43). Bei der „Handlungsaufgabe“ stellten die ProbandInnen ihre Fähigkeiten der Problemlösung unter Beweis. Den niedrigsten durchschnittlichen Profilwert zeigte die Gruppe der 18- bis 30-Jährigen bei den „Zeitschätzungen“ (MW = 3,17, SD = 0,65). Bei der älteren Gruppe bestanden die größten Schwierigkeiten bei der Aufgabe der „Schlüsselsuche“ (MW = 2,73, SD = 1,11). Die „Schlüsselsuche“ prüft vor allem die Fähigkeit der Strategieentwicklung.

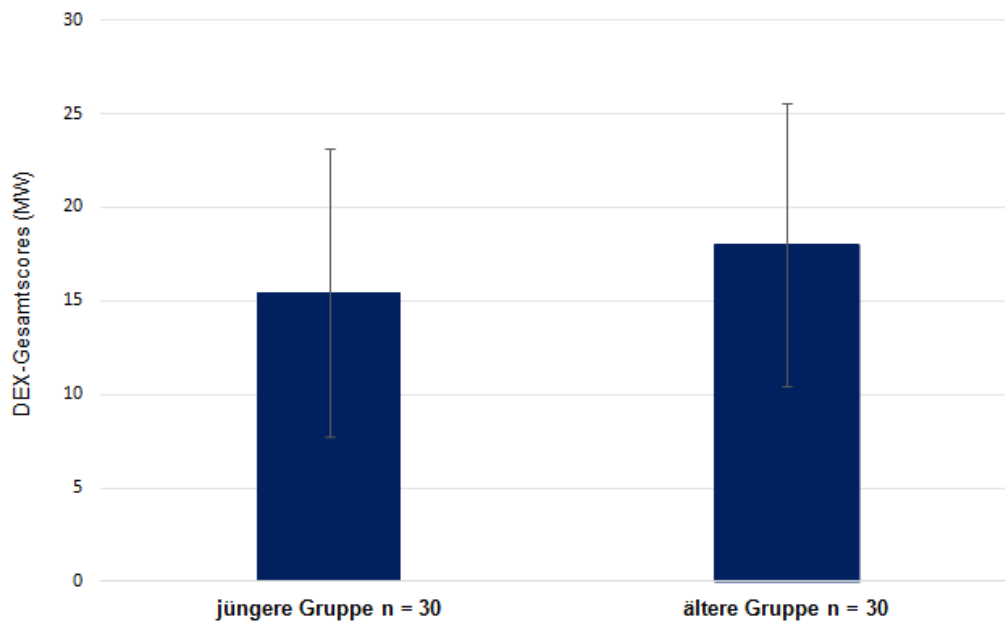
Abb. 13: Durchschnittliche Profilwerte der einzelnen BADS-Untertests im Gruppenvergleich, * p <0,05, die Indikatoren entsprechen den Standardabweichungen



4.4 Ergebnisse des Dysexecutive Questionnaire (DEX-Selbstbeurteilungs-Fragebogen)

Wie bereits in Kapitel 3.2.2.4 erwähnt dient der Fragebogen der subjektiven Selbstbeurteilung der exekutiven Funktionen der Testperson in Alltagssituationen. Die ProbandInnen wählen auf einer Skala zwischen „nie“ und „sehr oft“ (0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = sehr oft) wie häufig sie das jeweils beschriebene Verhalten an sich beobachten können. Die Punkte werden folgendermaßen vergeben: nie = 0 Punkte, selten = 1 Punkt, manchmal = 2 Punkte, oft = 3 Punkte, sehr oft = 4 Punkte. Bei zwanzig Situationsbeschreibungen kann sich somit die Gesamtpunkteanzahl zwischen 0 und 80 Punkte belaufen (26). Der durchschnittliche DEX-Gesamtscore war bei der jüngeren Altersgruppe (MW = 15,43, SD = 7,69) niedriger, wies jedoch keine Signifikanz gegenüber der älteren Vergleichsgruppe (MW = 18,03, SD = 7,54) auf. Dies veranschaulicht Abbildung 14.

Abb. 14: Durchschnittliche DEX-Gesamtscores im Gruppenvergleich, die Indikatoren entsprechen den Standardabweichungen



Dies besagt, dass die subjektive Einschätzung der jüngeren Gruppe in Alltagssituationen weniger häufig ein mit dem DES assoziiertes Verhalten an sich beobachtet als die ältere Vergleichsgruppe. Der Unterschied stellt sich jedoch nicht als signifikant dar.

Tab. 9: Ergebnisse des DEX-Fragebogens: Durchschnittliche Gesamtscores sowie durchschnittliche Scores der drei verschiedenen Faktoren (Faktor 1: Verhalten, Faktor 2: Kognition, Faktor 3: Emotion)

| | jüngere Gruppe n = 30 | | ältere Gruppe n = 30 | | p |
|---|--------------------------|------|-------------------------|------|----|
| | MW | SD | MW | SD | |
| <u>DEX-Gesamtscore</u> (max. 80 Punkte) | 15,43 | 7,69 | 18,03 | 7,54 | NS |
| Verhalten (max. 32 Punkte) | 6,43 | 3,38 | 6,83 | 3,75 | NS |
| Kognition (max. 20 Punkte) | 3,53 | 2,39 | 4,40 | 2,47 | NS |
| Emotion (max. 12 Punkte) | 2,57 | 1,72 | 3,37 | 1,69 | NS |

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich lagen die Mittelwerte und somit die Selbstbeurteilung der älteren Altersgruppe bei allen unterschiedlichen Faktoren sowie bei der Gesamtsumme immer etwas höher als die der jüngeren Altersgruppe. Mithilfe von t-Tests versuchte man eventuelle, signifikante Unterschiede zwischen den beiden Vergleichsgruppen festzustellen, diese traten jedoch nicht ein.

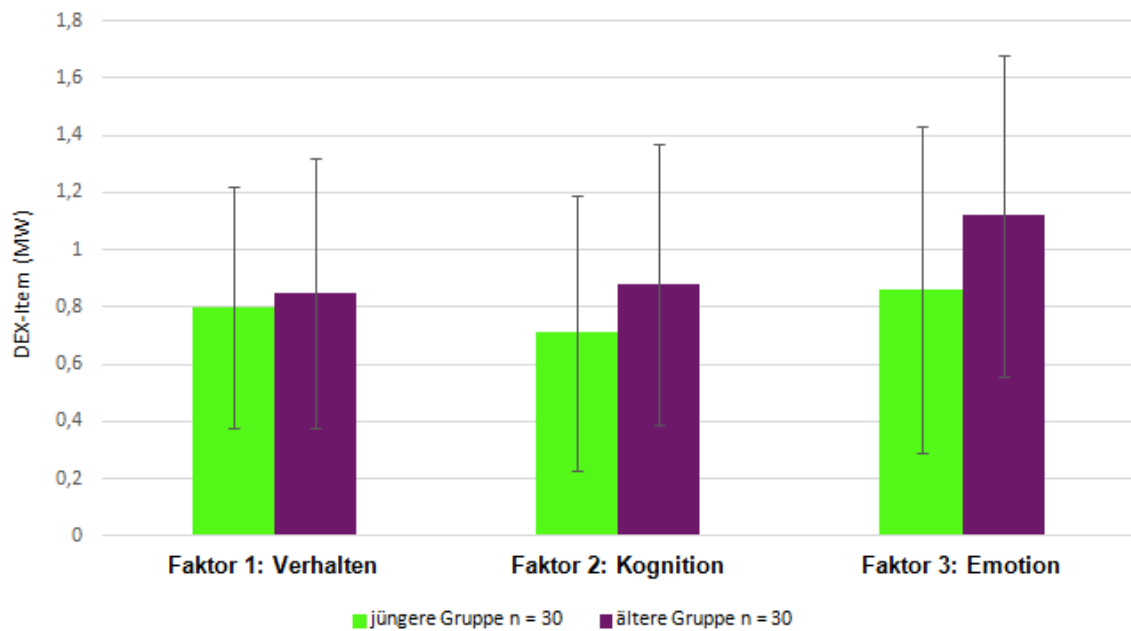
Die Faktoren Verhalten, Kognition und Emotion können wegen der unterschiedlichen zu erreichenden Maximalpunkte nicht unmittelbar miteinander verglichen werden. Deshalb wurde im Anschluss an die obere Auswertung für jeden der drei Faktoren der Mittelwert eines einzelnen Items berechnet, um diese dann miteinander vergleichen zu können und ein schlüssiges Ergebnis zu erhalten.

Tab. 10: Durchschnittliche DEX-Werte pro Item

| | jüngere Gruppe n = 30 | | ältere Gruppe n = 30 | |
|-------------------------------|--------------------------|------|-------------------------|------|
| | MW | SD | MW | SD |
| <u>Gesamtscore DEX</u> | 0,77 | 0,38 | 0,90 | 0,38 |
| Verhalten | 0,80 | 0,42 | 0,85 | 0,47 |
| Kognition | 0,71 | 0,48 | 0,88 | 0,49 |
| Emotion | 0,86 | 0,57 | 1,12 | 0,56 |

Alle mittleren Item-Bewertungen sowie die jeweiligen durchschnittlichen Gesamtsummen des DEX lagen zwischen 0 und 1, ausgenommen der mittleren Bewertungen des Faktors „Emotion“ der 50- bis 77-Jährigen, die zwischen 1 und 2 lag. Werte zwischen 0 und 1 heißen, dass die ProbandInnen im Durchschnitt Antworten zwischen „nie“ und „selten“ wählten. Die durchschnittliche Bewertung des Faktors „Emotion“ der älteren Altersgruppe belief sich zwischen „selten“ und „manchmal“.

Abb. 15: Durchschnittliche DEX-Item-Selbstbeurteilungen unterteilt in die drei Faktoren im Gruppenvergleich, die Indikatoren entsprechen den Standardabweichungen



4.5 Korrelationen der Gruppe der 18- bis 30-Jährigen

4.5.1 Turm von London

Um in der Gruppe der 18- bis 30-Jährigen Zusammenhänge darzustellen, wurde eine Korrelation nach Pearson durchgeführt.

Tab. 11: Signifikante Korrelationen der jüngeren Altersgruppe für den ToL-Test ($p < 0,05$)

| | Pausen 4-Zug-Probleme | Bearbeitungszeit 5-Zug-Probleme | Bearbeitungszeit 6-Zug-Probleme |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Anzahl gelöster 4-Zug-Probleme | -0,43 | NS | NS |
| Bearbeitungszeit 4-Zug-Probleme | NS | 0,46 | 0,50 |
| Bearbeitungszeit 5-Zug-Probleme | NS | NS | 0,63 |

Die Anzahl der gelösten 4-Zug-Probleme korrelierte negativ und mit schwacher mittlerer Stärke und mit hoher Signifikanz mit den Pausen bei den 4er-Zügen ($r = -0,43$, $p = 0,02$). Das bedeutet, dass diejenigen ProbandInnen, die mehr 4-Zug-Aufgaben lösen konnten, weniger Pausen bei diesen Zügen benötigten. Dies weist darauf hin, dass die Personen, die Pausen benötigten, mehr Fehler machten.

Des Weiteren korrelierte die durchschnittlich benötigte Zeit bei den 4-Zug-Aufgaben mit der durchschnittlich benötigten Zeit der 5-Zug-Aufgaben. Es bestand hier eine schwache Korrelation von hoher Signifikanz ($r = 0,46$, $p = 0,01$). Ebenso bestand diese Korrelation zwischen der durchschnittlichen Zeit bei den 4er-Zügen und der der 6er-Züge ($r = 0,50$; $p = 0,01$) sowie bei der durchschnittlichen Zeit der 5er-Züge und der der 6er-Züge ($r = 0,63$, $p = 0,00$). Dies zeigt, dass Personen unabhängig von der Anzahl der Züge entweder zu einer kürzeren oder längeren Planungsphase neigten. Alle anderen Faktoren zeigten keine signifikante Korrelation.

4.5.2 BADS-Test

Tab. 12: Signifikante Korrelationen der jüngeren Altersgruppe für den BADS-Test ($p < 0,05$)

| | Gesamtprofilwert |
|-----------------|------------------|
| Schlüsselsuche | 0,70 |
| Zeitschätzungen | 0,59 |
| Planungsaufgabe | 0,53 |

Bei der Untersuchung der Korrelationen (Rangkorrelationen nach Pearson) der BADS-Subtests untereinander und mit dem Gesamtprofilwert der jüngeren Altersgruppe zeigte sich eine starke Korrelation von höchster Signifikanz der Aufgabe der „Schlüsselsuche“ mit dem Gesamtprofilwert des BADS-Tests

($r = 0,70$, $p = 0,000$). Auch der „Zeitschätzungen“-Test wies eine mittlere Korrelation von höchster Signifikanz mit dem Gesamtprofilwert auf ($r = 0,59$, $p = 0,001$). Ebenso ließ die „Planungsaufgabe“ eine positive, mittlere Korrelation mit dem Gesamtprofilwert erkennen ($r = 0,53$, $p = 0,003$). Dies besagt, dass die Subtests „Schlüsselsuche“, „Zeitschätzungen“ und „Planungsaufgabe“ ausschlaggebend für einen höheren Gesamtprofilwert waren. Weitere signifikante Zusammenhänge zwischen den Subtests untereinander bestanden nicht.

Tab. 13: Signifikante Korrelationen der jüngeren Altersgruppe für den DEX-Fragebogen ($p < 0,05$)

| | Kognition | Emotion |
|-----------|-----------|---------|
| Verhalten | 0,69 | 0,53 |
| Kognition | NS | 0,48 |

Bei Betrachtung der Korrelationen zwischen den einzelnen DEX-Faktoren wurde ersichtlich, dass alle drei Faktoren untereinander mit höchster Signifikanz mittelstark korrelieren. Das besagt, dass sich diejenigen ProbandInnen, die sich bei einem beliebigen Faktor schlechter beurteilten, dies auch bei den anderen beiden Faktoren taten.

4.6 Korrelationen der älteren Altersgruppe

4.6.1 Turm von London

Tab. 14: Signifikante Korrelationen der älteren Altersgruppe für den ToL-Test ($p < 0,05$)

| | Alter | Pausen 3-Zug-Probleme | Pausen 4-Zug-Probleme |
|---------------------------------|-------|-----------------------|-----------------------|
| Pausen 5-Zug-Probleme | NS | 0,38 | 0,76 |
| Pausen 6-Zug-Probleme | NS | 0,37 | 0,84 |
| Anzahl gelöster 4-Zug-Probleme | NS | NS | -0,53 |
| Anzahl gelöster 5-Zug-Probleme | -0,37 | NS | -0,46 |
| Anzahl gelöster 6-Zug-Probleme | -0,33 | NS | -0,65 |
| Bearbeitungszeit 5-Zug-Probleme | -0,29 | NS | NS |
| Bearbeitungszeit 6-Zug-Probleme | -0,28 | NS | NS |

Wie aus der Statistik hervorgeht schaffte es die Gruppe der 50- bis 77-Jährigen signifikant weniger 5- und 6-Zug-Probleme beim ToL-Test zu lösen als ihre Vergleichsgruppe. Dagegen benötigte die Gruppe der älteren ProbandInnen im Durchschnitt signifikant kürzere Planungszeiten bei diesen Zuganzahlbeispielen. Das Alter wies eine schwache negative Korrelation mit der Anzahl der 5-Zug-Aufgaben von höchster Signifikanz auf ($r = -0,37$, $p = 0,004$), ebenso mit der Anzahl der 6-Zug-Aufgaben ($r = -0,33$, $p = 0,10$). Negative schwache Korrelationen von mittlerer Signifikanz bestanden zwischen dem Alter und der durchschnittlichen Planungszeit bei den 5er-Zug-Aufgaben ($r = -0,29$, $p = 0,024$) und der Planungszeit bei den 6er-Zug-Problemen ($r = -0,28$, $p = 0,029$). Mithilfe der Rangkorrelationen nach Pearson wurde nun untersucht, ob es daher signifikante Korrelationen zwischen der gelösten Zug-Probleme und der Planungszeit gab. Doch weder die Anzahl der 5-Zug-Probleme korrelierte mit der durchschnittlichen Zeit dieser Aufgaben ($r = 0,20$, $p = 0,292$) noch die Anzahl der 6er-Zug-Aufgaben wies eine Korrelation mit ihrer Planungszeit auf ($r = 0,19$,

$p = 0,328$). Es geht nicht hervor, dass Personen mit kürzerer Initiierungszeit mehr Fehler machten.

Des Weiteren bestand bei dieser Studiengruppe eine negative Korrelation von mittlerer Stärke zwischen der Anzahl der gelösten 4-Zug-Probleme und den benötigten Pausen bei den 4er-Zug-Aufgaben ($r = -0,53$, $p = 0,003$). Die Fehlerquote bei Personen die mehr Pausen benötigten war also höher.

Die Probandinnen und Probanden, die mehr Pausen bei den 3-Zug-Beispielen machten, benötigten diese auch häufiger bei den 5-Zug-Aufgaben ($r = 0,38$, $p = 0,037$). Ebenso traf dies zwischen den Pausen bei den 4-Zug-Aufgaben und denen der 5-Zug-Aufgaben zu ($r = 0,76$, $p = 0,000$) sowie zwischen den Pausen bei den 4er Zügen und den der 6er-Zügen ($r = 0,84$, $p = 0,000$). Auch zwischen den Pausen der 6-Zug-Aufgaben und der 3-Zug-Aufgaben bestand eine schwach positive Korrelation ($r = 0,37$, $p = 0,042$). Wenn eine Tendenz zu Pausen bestand, dann größtenteils unabhängig von der Zuganzahl. Des Weiteren korrelierten die Pausen bei den 4-Zug-Problemen negativ mit der Anzahl der gelösten 5-Zug-Probleme ($r = -0,46$, $p = 0,10$) und negativ mit der Anzahl der gelösten 6-Zug-Probleme ($r = -0,65$, $p = 0,00$). Es zeigt sich, dass Pausen bei den 4-Zug-Problemen sich negativ auf das Lösen der 5- bzw. 6-Zug-Beispiele auswirkten.

4.6.2 BADS-Test

Tab. 15: Signifikante Korrelationen der älteren Altersgruppe für den BADS-Test ($p < 0,05$)

| | Gesamtprofilwert |
|----------------------|------------------|
| Instruktionswechsel | 0,76 |
| Schlüsselsuche | 0,44 |
| Zeitschätzungen | 0,60 |
| Mod. 6-Elemente-Test | 0,47 |

Der Gesamtprofilwert wies eine starke, positive Korrelation von höchster Signifikanz mit dem Instruktiionswechsel auf ($r = 0,76$, $p = 0,00$). Ebenso korrelierte dieser mit der Schlüsselsuche ($r = 0,44$, $p = 0,02$), den Zeitschätzungen ($r = 0,60$, $p = 0,00$) und dem modifizierten 6-Elemente-Test ($r = 0,47$, $p = 0,01$). Die Subtests „Instruktionswechsel“, „Schlüsselsuche“, „Zeitschätzungen“ und „modifizierter 6-Elemente-Test“ waren entscheidend für einen höheren Gesamtprofilwert.

Tab. 16: Signifikante Korrelationen der älteren Altersgruppe für den DEX-Fragebogen ($p < 0,05$)

| | Kognition | Emotion |
|-----------|-----------|---------|
| Verhalten | 0,57 | 0,48 |
| Kognition | NS | 0,56 |

In Bezug auf den DEX-Fragebogen wurde ersichtlich, dass alle drei DEX-Faktoren untereinander mit höchster Signifikanz mittelstark korrelieren. Diejenigen Probandinnen und Probanden, die sich bei einem Faktor schlechter beurteilten, taten dies auch bei den anderen beiden Faktoren.

4.7 Korrelationen zwischen der DEX-Summe und des BADS-Tests beider Altersgruppen

Mithilfe der Rangkorrelationen nach Pearson wurde untersucht, ob signifikante Korrelationen zwischen den subjektiven Selbsteinschätzungen der ProbandInnen, – ermittelt durch den DEX-Fragebogen – und ihren erzielten BADS-Profilwerten bestanden. Es sind jedoch zwischen keinem der Subtests des BADS-Tests sowohl bei der jüngeren als auch bei der älteren Gruppe signifikante Korrelationen mit der DEX-Gesamtsumme zu benennen. Auch der BADS-Gesamtprofilwert korrelierte weder mit der DEX-Summe der Altersgruppe der 18- bis 30-Jährigen ($r = -0,01$, $p = 0,97$) noch mit der DEX-Summe der älteren Vergleichsgruppe ($r = -0,14$, $p = 0,45$). Dies besagt, dass eine schlechtere Selbstbeurteilung durch den DEX-Fragebogen auf keinen schlechteren BADS-Gesamtprofilwert schließen

lässt. Genauso wenig ermöglicht eine positive Selbstbeurteilung den Rückschluss auf gute Ergebnisse im BADS-Test.

5 Diskussion

Das Ziel dieser Studie war es, mögliche kognitive Alterseffekte im Bereich der exekutiven Funktionen bei gesunden Personen zu ermitteln.

Die Hauptaussage der vorliegenden Studie ist, dass es bei Menschen im höheren Alter zu einem leichten, nicht pathologischen Abbau der kognitiven, exekutiven Leistungen kommt. Diese Minderungen sind zwar so gering, dass sie nicht einmal von allen exekutiven Tests erkannt werden können, dennoch sind signifikante Unterschiede im Vergleich zu jungen Personen vorliegend, die bei komplexen kognitiven Aufgaben zum Vorschein kommen.

Als Kritikpunkt dieser Studie kann das mit insgesamt 60 Testpersonen nicht besonders große getestete ProbandInnen gut gesehen werden. Diese Fallzahl ist allerdings für den begrenzten Zeit- und Personalaufwand, den eine Diplomarbeit mit sich bringt sowie das Nichtvorliegen finanzieller Mittel, als gut zu betrachten. Zahlreiche Studien, die ebenso kognitive Alterseffekte gesunder Personen ermittelten, schlossen zwar wesentlich mehr ProbandInnen in ihre Testungen ein (z. B. Salthouse et al. n = 261 (9), Andrés und Van der Linden n = 95 (40)), jedoch liegen auch Studien mit deutlich geringeren Fallzahlen vor (z. B. Brennan et al. n = 31 (42), Garden et al. n = 40 (41)). Die Aussagekraft sowie die signifikanten Ergebnisse der vorliegenden Studie sind somit keineswegs geschmälert. Es gab keine Ausfallsrate und alle ProbandInnen absolvierten alle Testungen. Die Durchführung einer möglicherweise aussagekräftigeren Längsschnitt-Studie (37) war aufgrund der zeitlichen Begrenzung der Studie auf ein Jahr ebenso nicht möglich. Die Rekrutierung der Probandinnen und Probanden erfolgte aus Bekannten- und Freundeskreisen und begeisterte mehr Frauen als Männer. Beide Altersgruppen bestanden jeweils aus 13 männlichen Probanden und 17 weiblichen Probandinnen. Geschlechtsspezifische Unterschiede wurden aufgrund der begrenzten Zeit, die eine Diplomarbeit mit sich bringt, nicht untersucht. Während der Rekrutierung der Probandinnen und Probanden zeigte sich, dass Frauen grundsätzlich mehr Interesse an der Studie hatten und eher in die Teilnahme einwilligten als Männer. Das reflektiert sich auch in der höheren Anzahl an Frauen als TestteilnehmerInnen dieser Studie. Das

Durchschnittsalter der jüngeren ProbandInnengruppe lag bei 24,10 Jahren und repräsentiert daher die Altersgruppe der 18- bis 30-Jährigen sehr gut. Das mittlere Alter der älteren Gruppe hingegen lag bei 58,37 Jahren. Die Gruppe soll die Repräsentation von 50- bis 80-jährigen ProbandInnen darstellen, was aufgrund des relativ niedrigen Durchschnittsalters nicht ganz zutrifft. Daher konnten eventuell auftretende kognitive Defizite des höheren Alters durch diese Studie nicht erfasst werden. Mit einer durchschnittlichen Bildung von 15,77 Jahren der jüngeren und von 14,47 Jahren der älteren Gruppe ist das Bildungsniveau des ProbandInnenkollektivs sehr hoch. Es ist fraglich, ob sich diese Ergebnisse auf die Gesamtbevölkerung aller Bildungsschichten umlegen lassen, zumal die Bildung nachweislich mit der Gedächtnisleistung korreliert (37). Da zwischen den beiden zu untersuchenden Altersgruppen der vorliegenden Studie kein signifikanter Unterschied in Bezug auf ihre Bildung bestand, sind die aufgetretenen altersabhängigen, kognitiven Einbußen der älteren Gruppe nicht auf eine geringere Bildung zurückzuführen. Ausbildungsspezifische Unterschiede wurden in dieser Studie aus demselben Grund wie geschlechtsspezifische Unterschiede nicht erhoben.

Eventuelle Risikofaktoren, denen man im Laufe des Lebens ausgesetzt ist und die zu möglichen größeren kognitiven Defiziten führen wie Altersdiabetes oder Depressionen (37), konnten bei jedem/jeder Probanden/in durch eine gründliche Anamnese vor Beginn der Testungen ausgeschlossen werden. Es besteht daher keine Relevanz die Testergebnisse darauf zurückzuführen, zumal dies ein Ausschlusskriterium für die Studienteilnahme darstellte.

Eine mögliche schwächere Performanz der älteren TestprobandInnen durch Selbstzweifel kann natürlich nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Alle Probandinnen und Probanden nahmen jedoch freiwillig an der Studie teil und brachten große Motivation und auch Ehrgeiz, ein besonders gutes Testergebnis zu erzielen, mit. Zudem bestand bei sehr vielen ProbandInnen großes Interesse an den Testungen sowie an der Methodik der Ermittlung kognitiver Alterseffekte; selbst Desinteresse kann somit und aufgrund subjektiver Einschätzungen der ProbandInnen während der Testsituationen ausgeschlossen werden.

Auch eine mögliche Konzentrationsschwäche aufgrund einer langen Testungsdauer war bei der vorliegenden Studie mit 30 bis 45 Minuten pro Testung nicht gegeben. Alle Probandinnen und Probanden zeigten neben großer Motivation auch Freude und Begeisterung bei den verschiedenen Testungen und niemand klagte über eine zu lange Testungsdauer oder über Ermüdung und Erschöpfung. Den ProbandInnen wurde zudem vor Testbeginn mitgeteilt, dass natürlich eine Pause eingelegt werden könnte, sollten sie diese benötigen. Diese Pause wurde aber von keinem der 60 Testpersonen verlangt. Laut Rückmeldungen der Testpersonen war das Klima im Rahmen der Testung sehr angenehm und die ProbandInnen fühlten sich gänzlich wohl. Auch die Testung an sich wurde von den Probandinnen und Probanden als äußerst positiv beurteilt.

Natürlich könnte grundsätzlich eine schlechte Tagesverfassung, Schlafmangel, private Belastungen oder die Angst des Versagens der Grund für ein schlechteres Testergebnis mancher ProbandInnen gewesen sein. Das konnte jedoch nicht evaluiert werden.

Im Rahmen einer Testung von Salthouse, Atkinson und Berish wurde festgestellt, dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass ältere ProbandInnen, die zwar bevorzugt zu einer früheren Tageszeit getestet werden, bessere Ergebnisse erzielten als diejenigen ProbandInnen, deren Testungen zu einer späteren Tageszeit stattfanden (9). Der Zeitpunkt der Testungen dieser Studie wurde variabel auf eine gewünschte Tageszeit der ProbandInnen festgelegt.

Laut einer Studie von Phillips, Bull, Adams and Fraser wirkt sich eine positive Stimmungslage der TestprobandInnen positiv auf die Kreativität bei exekutiven Tests (z.B. Wortflüssigkeitstests) aus. Dahingegen stellten sie bei einer Wechselaufgabe des „*Stroop-Tests*“ (Stroop, 1935) bei Menschen mit aktuell glücklicherer Stimmungslage schlechtere Ergebnisse fest (61). Der Stroop-Test (Farb-Wort-Interferenz-Test) testet die Fähigkeit der Inhibition einer vorherrschenden Antwort. Dem/der Probanden/in werden Farbnamen in einer unterschiedlichen Tintenfarbe gedruckt vorgelegt. Bei der Wechselaufgabe soll die Testperson immer abwechselnd einmal die Tintenfarbe und dann wieder das

geschriebene Farbenwort nennen (62). Bei unserer vorliegenden Studie wurde die Stimmungslage der einzelnen ProbandInnen nicht eruiert. Es lassen sich die Ergebnisse von Phillips et al. aber auch nicht auf die unterschiedlichen signifikanten Ergebnisse der beiden Altersgruppen beim ToL-Test umlegen, da hier durch das reine Lösen von geschlossenen Problemen keine Kreativität gefragt ist, und es sich ebensowenig um eine mit der Wechselaufgabe des „Stroop-Tests“ vergleichbare Aufgabe handelt. Auch der BADS-Test verlangt den TeilnehmerInnen keine Kreativität ab. Der Aufgabenwechsel zwischen zwei Problemstellungen wird durch den „Instruktionswechsel“ überprüft. Hier könnte eine positive Stimmung ebenso einen negativen Einfluss auf das Ergebnis haben wie bei der Wechselaufgabe des Stroop-Tests. Zwischen den beiden Altersgruppen zeigte sich hier jedoch auch kein signifikanter Unterschied.

Die Validität neuropsychologischer, exekutiver Testungen ist heutzutage weiterhin umstritten. Laut Burgess et al. reflektieren sich schwache Leistungen bei exekutiven Tests auf Schwierigkeiten im alltäglichen Leben. Sind die weiteren Ergebnisse von Burgess et al. korrekt und messen verschiedene exekutive Aufgaben auch verschiedene Aspekte des DES im Alltagsleben, ist es von Vorteil, nicht nur einen oder zwei verschiedene Tests durchzuführen, um diese Beeinträchtigungen zu entdecken (63). In der vorliegenden Studie wurde neben dem ToL-Test, der eine Planungsaufgabe darstellt, auch der BADS-Test durchgeführt, dessen Subtests weitere Planungsaufgaben enthalten.

Für ältere Erwachsene stellen Testungen ohne Zeitdruck leichter zu bewältigende Aufgaben dar als Testungen mit Zeitdruck (35). Bei keinem der Testungen in dieser Studie war jedoch Schnelligkeit gefragt und die Planungszeit der ProbandInnen – wenn überhaupt – nur sekundär von Bedeutung. Die Probandinnen und Probanden wurden zudem immer darauf aufmerksam gemacht, dass es hier nicht um Schnelligkeit ginge, sondern viel mehr darum, die Aufgaben richtig und gewissenhaft zu lösen. Daher gilt es nicht, das schlechtere Abschneiden der älteren ProbandInnengruppe auf Zeitdruck zurückzuführen.

Da diese Studie keine Bildgebung während der Testungen inkludierte, lässt sich daraus nicht ableiten, ob und wenn, welcher Teil des PFC von kognitiven

Alterseffekten betroffen ist. Ein Vergleich der DLDFC-Theorie des Alterns von MacPherson et al. ist daher nicht möglich.

Laut Salthouse et al. treten erste kognitive Beeinträchtigungen bereits in einem Alter zwischen 20 und 30 Jahren auf (36). Ein Vergleich mit dieser Annahme ist durch die vorliegende Studie nicht möglich, da dazu nicht die entsprechenden Altersgruppen getestet wurden. Die durchgeführte Studie spricht jedoch für kognitive Veränderungen zwischen dem 24. und dem 54. Lebensjahr. Natürlich bedeutet das nicht, dass bei diesen Personen nicht schon bereits früher erste kognitive Veränderungen aufgetreten sind. Garden, Phillips and MacPherson wiederum stellten in einer Studie signifikante Unterschiede bei strukturierten, exekutiven Tests zwischen zwei Altersgruppen mit einem Durchschnittsalter von 38,20 und 59,60 Jahren fest (41). Eine Aussage darüber, wann sich erste kognitive Veränderungen bei gesunden Menschen bemerkbar machen, war allerdings nicht das Ziel dieser Studie und daher sind auch keine Aussagen diesbezüglich möglich.

Mehrere Studien, die bereits kognitive Alterseffekte in Bezug auf im höheren Alter auftretende exekutive Dysfunktionen ermittelten, kamen zu der Erkenntnis, dass ältere Menschen schlechter bei strukturierten, exekutiven Tests abschneiden als jüngere (z.B. Andrés und Van der Linden (40), Salthouse (36), Brennan et al. (42)). Diese Erkenntnis trifft auch auf die vorliegende Studie und besonders auf den Turm-von- London-Test zu.

5.1 Diskussion der ToL-Ergebnisse

Der „Turm von London“-Test zeigte signifikante Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen bei den 5-Zug- und den 6-Zug-Aufgaben. Die ältere ProbandInnengruppe schnitt bei diesen Problemstellungen signifikant schlechter ab als die jüngere. Die Planungszeiten der älteren Gruppe waren bei diesen beiden Zuganzahl-Beispielen jedoch signifikant geringer als die der jüngeren Gruppe (5-Zug-Beispiel: $p = 0,04$; 6-Zug-Beispiele: $p = 0,05$). Korrelationen zwischen einer kurzen Planungszeit und einer höheren Fehleranfälligkeit bestanden jedoch keine. Die Ergebnisse zeigen, dass ältere Erwachsene bei

komplexeren Aufgaben, die die menschliche Planungsfähigkeit überprüfen, signifikant mehr Fehler machen als jüngere Erwachsene. Bei einfacheren Planungsaufgaben lassen sich jedoch keine signifikanten altersabhängigen Unterschiede erkennen.

Aus Beobachtungen während der Untersuchungssituation zeigte sich, dass einige ältere ProbandInnen Schwierigkeiten hatten, sich alle Züge zuerst im Kopf durchzuüberlegen, sich diese zu merken und erst dann zu handeln. Dies könnte eine Erklärung für die kürzeren Planungszeiten darstellen. Des Weiteren ließ sich beobachten, dass die jüngere Altersgruppe einen größeren Ehrgeiz besaß und deshalb tendenziell längere Überlegzeiten einplante als ihre ältere Vergleichsgruppe. Die ältere Altersgruppe benötigte zudem mehr Pausen bei den 6-Zug-Beispielen als ihre jüngere Vergleichsgruppe. Dies zeigt, dass bei komplexen Planungsaufgaben ältere im Vergleich zu jüngeren Menschen häufiger eine erneute Planungszeit benötigen. Ob dies auf eine schwächere Gedächtnisleistung und eine Schwierigkeit im Merken der vorher überlegten Züge zurückzuführen ist, lässt sich nicht sagen. Auch sprachen diese häufigeren Pausen nicht für eine erhöhte Fehleranfälligkeit bei diesen Beispielen.

Es liegen zahlreiche Studien mit ebenso ersichtlichen Alterseffekten beim ToL-Test vor. Andrés und Van der Linden erhoben unter anderem ebenso Alterseffekte in Bezug auf das menschliche Planungsverhalten in einer Studie. Sie verwendeten hierzu ebenfalls den ToL-Test. Jedoch war die Fallzahl der Studie mit insgesamt 95 ProbandInnen deutlich höher als die der vorliegende Studie. Das Durchschnittsalter der jüngeren ProbandInnengruppe lag bei 22 Jahren und das der älteren lag im Durchschnitt bei 65 Jahren und somit deutlich über dem Durchschnittsalter unserer Studie (58 Jahre). Die ältere Vergleichsgruppe zeigte ebenso signifikant schlechtere Testergebnisse als ihre jüngere Vergleichsgruppe. Des Weiteren benötigte die ältere Gruppe hier signifikant längere Planungszeiten als die jüngere. Hier besteht ein Kontrast zu unserer Studie, in der die Planungszeiten bei den 5er- und 6er-Zug-Beispielen der älteren ProbandInnengruppe signifikant niedriger waren als die der jüngeren Gruppe. Allerdings wurde in der Studie von Andrés und van der Linden eine adaptierte Version des ToL-Tests verwendet. In dieser mussten insgesamt 12 Beispiele (drei

3-Zug-Aufgaben und neun 5-Zug-Aufgaben) gelöst werden (40). Ein Vergleich mit der Planungszeit der 6-Zug-Beispiele unserer Studie ist hiermit folglich nicht möglich.

Auch in der Studie von Brennan, Walsh und Fisher konnten altersabhängige Unterschiede im Bereich der exekutiven Funktionen zwischen jüngeren und älteren Menschen festgestellt werden. Mithilfe des „*Tower of Hanoi*“-Tests zeigten sich diese Unterschiede ebenso wie in der vorliegenden Studie bei zunehmender Komplexität der Aufgaben (42).

5.2 Diskussion der BADS-Ergebnisse

Der einzige Subtest des BADS-Tests der signifikante Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen aufwies war der Subtest der „Schlüsselsuche“ ($p = 0,006$). Hierbei wurde den Probandinnen und Probanden das Planen einer Strategie abverlangt (26). Ersichtliche Erklärungen für das schwächere Abschneiden der älteren ProbandInnen ergaben sich aus den Beobachtungen während der Untersuchungssituationen keine. Möglicherweise hatte die ältere Gruppe größere Vorstellungsschwierigkeiten der Problemstellung als die jüngere Gruppe. Interessant ist, dass beide Altersgruppen bei der Schlüsselsuche ihr jeweils schlechtestes Testergebnis beim BADS-Test aufwiesen (jüngere Gruppe: MW = 3,43; ältere Gruppe: MW = 2,73). Das beste Testergebnis erzielten beide Altersgruppen bei der Handlungsaufgabe (jüngere Gruppe: MW = 4,00; ältere Gruppe: MW = 3,87). Die Handlungsaufgabe stellte für die ProbandInnen eine Problemlöseaufgabe dar. Beim ToL-Test, bei dem es ebenso gilt Problemlöseaufgaben zu lösen, traten schlechtere Ergebnisse erst bei erhöhter Komplexität der Aufgaben auf. Legt man diese Ergebnisse auf die Handlungsaufgabe des BADS-Tests um, würde das dafür sprechen, dass die Handlungsaufgabe für gesunde Menschen nicht komplex genug ist, um dabei Fehler zu machen.

Bei keinem der anderen BADS-Untertests zeigten sich signifikante Altersunterschiede. Der BADS-Test ist grundsätzlich für Personen mit Hirnschädigung ausgelegt, was dafür sprechen könnte, dass er für gesunde

Menschen relativ einfach zu lösen ist. Die Rückmeldungen der ProbandInnen sowie die hohen Gesamtprofilwerte aller Testpersonen bestätigten auch diese Annahme. Alle Testergebnisse der Probandinnen und Probanden lagen zumindest im durchschnittlichen Bereich.

Es liegen kaum Studien vor, die den BADS-Test oder einen einzelnen Subtest dieses Tests zur Untersuchung exekutiver Funktionen gesunder Menschen verwendeten.

Durch eine Studie von Garden und MacPherson wurde festgestellt, dass Erwachsene im Alter von 53 bis 64 Jahren keine Einbußen im Vergleich zu einer Altersgruppe zwischen 31 und 46 Jahren bei realistischen, alltagsbezogenen, exekutiven Planungstests aufweisen. An dieser Studie nahmen insgesamt allerdings nur 40 ProbandInnen teil, was die Aussagekraft dieser Studie wiederum mindert. Zu dieser Annahme kam man durch die Durchführung des modifizierten 6-Elemente-Tests des BADS-Tests und des Multiple Errands Tests (41). Geht man von einer Korrektheit dieser Annahme aus, lassen sich die guten Testergebnisse unserer Studie beim BADS-Test erklären, da bei diesem Test lauter aus dem Alltagsleben gegriffene modifizierte Aufgaben gestellt werden.

Rosenblum et al. untersuchten in einer Studie ebenfalls mithilfe des BADS-Tests exekutive Funktionen bei gesunden Menschen. Das ProbandInnengut setzte sich aus 80 Personen zusammen und gliederte sich in vier Altersgruppen. Auch in dieser Studie konnten signifikante altersabhängige Unterschiede zwischen den vier Altersgruppen und ihren Leistungen beim BADS-Test festgestellt werden (64).

5.3 Diskussion der DEX-Beurteilungen

Die höhere Selbsteinschätzung der älteren Altersgruppe beim DEX-Questionnaire ist nicht nachvollziehbar, zumal bei keinem der älteren Testprobanden ein DES vorlag. Eine höhere Selbsteinschätzung und somit das Erreichen einer höheren DEX-Gesamtsumme beschreibt die häufigere und/oder stärkere subjektive Beobachtung eines mit dem DES assoziierten Verhaltens und somit Schwierigkeiten, die im Bereich der exekutiven Funktionen auftreten zu

scheinen (26). In einer Studie von Burgess et al. wurde für die gesunde Kontrollgruppe auch eine Fremdbeurteilung durch einen nahestehenden Angehörigen ausgefüllt. Die Auswertungen der beiden Fragebögen ergab, dass die Selbstbeurteilung der Kontrollgruppe sogar höher war als deren Fremdbeurteilung. Dies bedeutet, dass die ProbandInnen eher ein mit dem DES assoziiertes Verhalten an sich selbst beobachten, als dass ein solches ihren Angehörigen auffällt (63). Auf die Fremdbeurteilung wurde in der vorliegenden Studie jedoch verzichtet, somit ist hier kein Vergleich möglich.

5.4 Schlussfolgerungen

Bezüglich der Forschungsergebnisse, die in dieser Diplomarbeit vorgestellt werden, kann Folgendes zusammengefasst werden:

Die **1. Hypothese** muss abgelehnt werden: In der vorliegende Studie zeigten sich signifikante Unterschiede der beiden untersuchten Altersgruppen in Bezug auf ihre exekutiven Funktionen.

Bezüglich der **2. Hypothese** lässt sich festhalten, dass die größten exekutiven Defizite bei komplexen Planungsaufgaben sowie bei Aufgaben, die der Strategieentwicklung dienen, vorliegen. Die 2. Hypothese muss daher ebenfalls abgelehnt werden.

Geschlechts- und ausbildungsspezifische Unterschiede in Bezug auf kognitive Alterseffekte und exekutive Funktionen sind möglich, jedoch müssen diese im Rahmen größerer Studien mit einer adäquaten Geschlechts- und Bildungsverteilung evaluiert werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Kehne M. Zur Wirkung von Alltagsaktivität auf kognitive Leistungen von Kindern: Eine empirische Untersuchung am Beispiel des aktiven Schulwegs. Aachen: Mayer & Mayer Verlag; 2011.
2. Levine B, Stuss DT and Milberg WP. Concept generation: Validation of a test of executive functioning in a normal aging population. *J Clin Exp Neuropsychol*. 1995;17(5):740–58.
3. Baddeley A. The central executive: A concept and some misconceptions. *JINS*. 1998;4:523–6.
4. Lezak MD. *Neuropsychological assessment*. 4th edition. New York: Oxford University Press; 2004.
5. Schneider F, Fink GR. *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie*. 2., überarb. u. aktual. Aufl. Heidelberg: Springer Verlag; 2013.
6. Goldenberg G. *Neuropsychologie: Grundlagen, Klinik, Rehabilitation*. 4. Aufl. München: Urban & Fischer; 2007.
7. RHH Royal Hobart Hospital. Dysexecutive Syndrome Dealing with day-to-day decision making: Information for Patients and Carers [online]. [cited 2014 Mar 24] Available from: URL: http://www.docstoc.com/docs/132287746/THE_WORKING-MEMORY-MODEL---DOC.
8. Smith EE, Jonides J. Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*. 1999 Mar 12;283:1657–61.
9. Salthouse TA, Atkinson TM, Berish DE. Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology: General*. 2003;132(4):566–94.
10. Zelazo PD, Muller U, Frye D, Marcovitch S. The development of executive function in early childhood [online]. [cited 2014 Jan 16] Available from: URL: http://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/J_Boseovski_Development_2003.pdf.

11. Solso RL. Kognitive Psychologie. Heidelberg: Springer Verlag; 2005.
12. Braver TS, Cohen JD. On the control of control: The role of dopamine in regulating prefrontal function and working memory. In: Monsell S, Driver J, editors. Control of cognitive processes: Attention and Performance XVIII. Cambridge: Mit Press; 2000. p. 713–37.
13. Kolb B, Whishaw IQ. Fundamentals of human neuropsychology. 6th edition. New York: Worth Publishers; 2008.
14. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Prometheus LernAtlas der Anatomie: Kopf und Neuroanatomie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2006.
15. Tulving E, Kapur S, Craik FIM, Moscovitch M and Houle S. Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: Positron emission tomography findings. PNAS. 1994 Mar; 91:2016–20.
16. Norman DA, Shallice T. Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In: Davidson RJ, Schwartz GE, Shapiro D, editors. Consciousness and self-regulation. Softcover reprint of the original 1st ed. New York: Springer; 2013. p. 1–18.
17. Atkinson R, Shiffrin R. Human memory: A proposed system and its control processes. In: Spence KW, Spence JT. The psychology of learning and activation. Advances in Research and Theory. Volume 2. New York: Academic Press; 1968. p. 89–195.
18. Shallice T. Specific impairments of planning. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 1982;298:199–209.
19. Tucha O, Lange KW. TL-D: Turm von London – Deutsche Version. Manual. Göttingen: Hogrefe; 2004.
20. Baddeley AD. Working memory. Science. 1992 Jan; 255:556–9.
21. Vallar G, Shallice T. Neuropsychological impairments of short term memory. 1st edition. Cambridge: Cambridge Univers. Press; 1990.

22. The working memory model [online]. [cited 2014 Jan 16] Available from: URL: <http://www.docstoc.com/docs/132287746/THE-WORKING-MEMORY-MODEL---DOC>.
23. Baddeley AD. Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1996;49A(1):5–28.
24. Cohen JD, Perlstein WM, Braver TS, Nystrom LE, Noll DC, Jonides J, et al. Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*. 1997 Apr;386:604–7.
25. Wood RLI, McMillan TM. Neurobehavioural disability and social handicap following dramatic brain injury. New York: Psychology Press; 2001.
26. Wilson BA, Alderman N, Burgess PW, Emslie H, Evans JJ. BADS Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company; 2000.
27. Kolb B, Milner B. Performance of complex arm and facial movements after focal brain lesions. *Neuropsychologia*. 1981;19(4):491–503.
28. Jones-Gotman M, Milner B. Design fluency: The invention of nonsense drawings after focal cortical lesions. *Neuropsychologia*. 1977;15(4-5):653–74.
29. Miller L, Milner B. Cognitive risk-taking after frontal or temporal lobectomy-II. The synthesis of phonemic and semantic information. *Neuropsychologia*. 1985;23(3):371–9.
30. Bechara A, Tranel D, Damasio H. Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain*. 2000;123:2189–202.
31. Petrides M. Visuo-motor conditional associative learning after frontal and temporal lesions in the human brain. *Neuropsychologia*. 1997;35:989–97.
32. Stuss DT, Gallup GG Jr, Alexander MP. The frontal lobes are necessary for 'theory of mind'. *Brain*. 2001;124:279–86.
33. Perner J, Wimmer H. Misinformation and unexpected change: testing the development of epistemic-state attribution. *Psychol Res*. 1988;50:191–7.

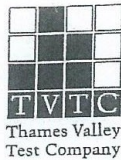
34. Der neue Brockhaus: Lexikon und Wörterbuch in 5 Bänden und einem Atlas, Band 3. 7., völlig neu bearb. Aufl. Wiesbaden: FA. Brockhaus GmbH; 1985. kognitiv; p. 179.
35. Anderson JR. Kognitive Psychologie. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag GmbH; 1996.
36. Saltouse TA. When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiol Aging*. 2009 Apr;30(4):504–14.
37. Parkin A. Gedächtnis: Ein einführendes Lehrbuch. 1. Aufl. Weinheim: Psychologie Verlags Union; 1996.
38. Salthouse TA. Mediation of adult age differences in cognition by reductions in working memory and speed of processing. *Psychological Science*. 1991 May;2(3):179–82.
39. Cahn-Weiner DA, Malloy PF, Boyle PA, Marran M, Salloway S. Prediction of functional status from neuropsychological tests in community-dwelling elderly individuals. *Clin Neuropsychol*. 2000 May;14(2):187–95.
40. Andrés P, Van der Linden M. Age related differences in supervisory attentional system functions. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*. 2000; 55B(6):373–80.
41. Garden SE, Phillips LH, MacPherson SE. Midlife Aging, open-ended planning, and laboratory measures of executive function. *Neuropsychology*. 2001;15(4):472–82.
42. Brennan M, Welsh MC, Fisher CB. Aging and executive function skills: An examination of a community-dwelling older adult population. *Percept Mot Skills*. 1997 Jun;84:1187–97.
43. Salthouse TA, Fristoe N, Rhee SH. How localized are age-related effects on neuropsychological measures? *Neuropsychology*. 1996;10(2):272–85.
44. Raz N, Gunning FM, Head D, Dupuis JH, McQuain J, Briggs SD, et al. Selective aging of the human cerebral cortex observed in vivo: Differential vulnerability of the prefrontal gray matter. *Cereb Cortex*. 1997 Apr–May;7(3):268–82.

45. Dempster FN. The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. *Developmental Review*. 1992;12:45–75.
46. West RL. An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*. 1996;120(2):272–92.
47. Mac. Pherson SE, Phillips LH , Della Sala S. Age, executive function, and social decision making: A dorsolateral prefrontal theory of cognitive aging. *Psychology and Aging*. 2002;17(4):598–609.
48. Petrides M, Milner B. Deficits on subject-ordered tasks after frontal- and temporal-lobe lesions in man. *Neuropsychologia*. 1982;20(3): 249–62.
49. Rolls ET. The orbitofrontal cortex and reward. *Oxford Journals*. 2000; 10(3):284–94.
50. Bechara A, Damasio AR, Damasio H, Anderson SW. Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*. 1994 Apr–Jun;50(1–3):7–15.
51. Baena E, Allen PA, Kaut KP, Hall RJ. On age differences in prefrontal function: the importance of emotional/cognitive integration. *Neuropsychologia*. 2010 Jan;48(1)319–33.
52. Koenigs M. Grafman J. The functional neuroanatomy of depression: distinct roles for ventromedial and dorsolateral prefrontal cortex [online]. [cited 2014 Mar 25]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2680780/figure/F1/>.
53. Esposito G, Kirkby BS, Van Horn JD, Ellmore TM, Berman KF. Context-dependent, neural system-specific neurophysiological concomitants of ageing: mapping PET correlates during cognitive activation. *Brain*. 1999 May; 122(5):963–79.
54. Müller SV. *Störungen der Exekutivfunktionen*. Göttingen: Hogrefe. 2013.
55. Krampen G. Kreativitätsdiagnostik. In: Irblich D, Renner G, editors. *Diagnostik in der klinischen Kinderpsychologie*. Göttingen: Hogrefe; 2009. p. 236–243.

56. Aschenbrenner S, Tucha O, Lange KW. Der Regensburger Wortflüssigkeits-Test. Göttingen: Hogrefe; 2000.
57. Tucha O, Lange KW. TL-D Turm von London – Deutsche Version. Vorlagenmappe. Göttingen: Hogrefe; 2004.
58. Fisseni HJ. Lehrbuch der psychologischen Diagnostik mit Hinweisen zur Intervention. 3. überarb. und erw. Aufl. Göttingen: Hogrefe; 2004.
59. Stuss DT and Benson DF. Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*. 1984 Jan;95(1):3–28.
60. Stuss DT and Benson DF. *The frontal lobes*. New York: Raven Press; 1986.
61. Phillips LH, Bull R, Adams E and Fraser L. Positive mood and executive function: Evidence from Stroop and fluency tasks. *Emotion*. 2002;2(1):12–22.
62. Stroop R. Studies of interference in serial verbal reactions. *PsychCentral* [online]. [cited 2014 April 3]. 1935; Available from: URL: <http://psychcentral.com/classics/Stroop/>.
63. Burgess PW, Alderman N, Evans J, Emslie H, Wilson BA. The ecological validity of tests of executive function. *JINS*. 1998;4:547–58.
64. Rosenblum S, Engel-Yeger B, Fogel Y. Age-related changes in executive control and their relationships with activity performance in handwriting. *Hum Mov Sci*. 2013 Apr;32(2):363–76.

7 Anhang

7.1 DEX-Fragebogen



B A D S

Dex Fragebogen
Selbstbeurteilung

Thames Valley
Test Company

Name

Datum

| | |
|--|--|
| | |
| | |

Dieser Fragebogen beschreibt einige der Schwierigkeiten, die Patienten nach einer Gehirnverletzung haben können. Wir bitten Sie, sich die einzelnen Aussagen sorgfältig durchzulesen und anzugeben, wie oft Sie selbst diese Erfahrung machen. Bitte kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

- | | |
|--|--|
| <p>1 Ich habe Probleme zu verstehen, was andere Personen mir sagen wollen, es sei denn, sie drücken sich klar und deutlich aus.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>2 Ich handle ohne nachzudenken und mache das erste, was mir in den Sinn kommt.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>3 Ich spreche über Dinge oder Begebenheiten, die nicht wirklich passiert sind, von denen ich aber glaube, daß sie geschehen sind.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>4 Ich habe Schwierigkeiten, vorausschauend zu sein und für die Zukunft zu planen.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>5 Über bestimmte Dinge bin übermäßig erregt oder verärgert und neige dann dazu 'zu weit zu gehen'.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>6 Ich bringe Ereignisse durcheinander und verwechsle die richtige Reihenfolge der Geschehnisse.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>7 Ich habe Schwierigkeiten, das Ausmaß meiner Einschränkungen realistisch zu sehen und mache mir unrealistische Vorstellungen bezüglich der Zukunft.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>8 Ich bin lethargisch und kann mich für nichts begeistern.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>9 Ich mache oder sage peinliche Dinge, wenn ich mit anderen zusammen bin.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>10 Ich möchte gerne etwas tun, aber im nächsten Augenblick habe ich keine Lust mehr dazu.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> | <p>11 Ich habe Schwierigkeiten, Gefühle zu zeigen.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>12 Ich verliere schon bei Kleinigkeiten die Beherrschung.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>13 Es kümmert mich nicht, wie ich mich in bestimmten Situationen verhalten sollte.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>14 Ich finde es schwierig, damit aufzuhören, etwas wiederholt zu tun oder zu sagen.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>15 Ich neige dazu, unruhig zu sein, und kann nicht lange still sitzen.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>16 Ich finde es schwierig, etwas nicht zu tun, obwohl ich genau weiß, daß ich es nicht tun sollte.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>17 Ich sage oder behaupte etwas, aber ich verhalte mich ganz anders.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>18 Ich kann nur schlecht bei der Sache bleiben und bin leicht ablenkbar.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>19 Ich habe Schwierigkeiten, Entscheidungen zu treffen oder zu entscheiden, was ich tun will.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> <hr/> <p>20 Es kümmert mich nicht oder es ist mir nicht bewußt, wie andere mein Verhalten empfinden.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4</p> <p>nie selten manchmal oft sehr oft</p> |
|--|--|

Copyright © 1996, Die Autoren: Dieser Fragebogen darf, weder ganz noch in Auszügen, ohne schriftliche Genehmigung des Verlags reproduziert werden. Thames Valley Test Company, 7-9 The Green, Flempton, Bury St. Edmunds, Suffolk, IP28 6EL, England.

7.2 Planungsaufgabe Zoobesuch Version 1

Planungsaufgabe Zoobesuch Version 1 Regeln

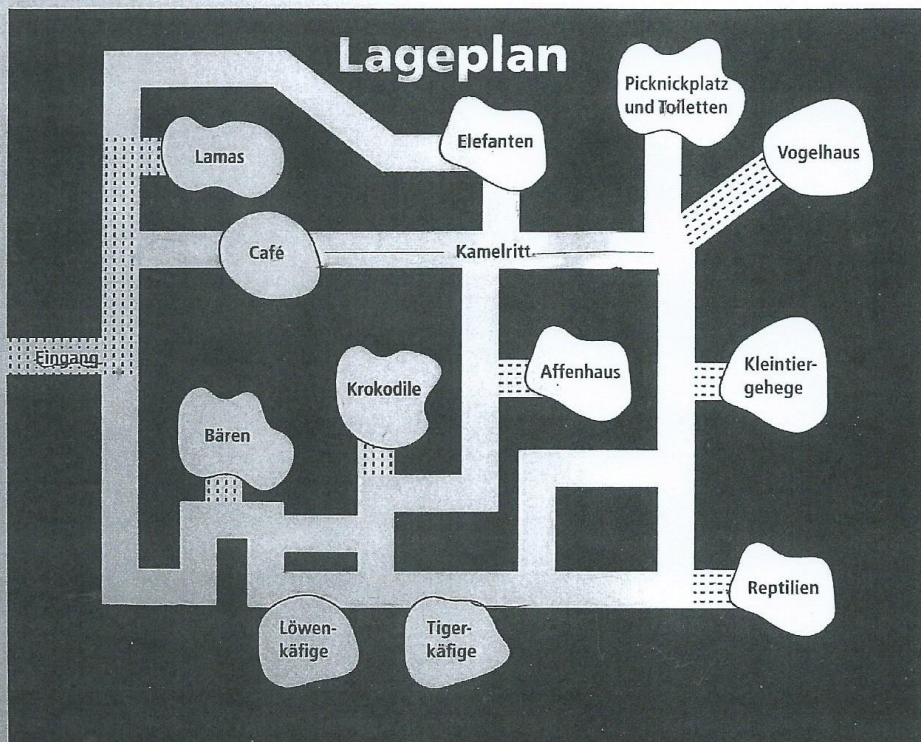
Stellen Sie sich vor, Sie besuchen einen Zoo.

Ihre Aufgabe ist es, einen Weg zu planen, so daß Sie folgende Gehege angesehen haben (die Reihenfolge ist nicht wichtig):

- die Elefanten
- die Löwenkäfige
- die Lamas
- das Café
- die Bären
- das Vogelhaus

Beim Planen des Weges müssen Sie bestimmte Regeln beachten:

- Starten Sie am **Eingang** und beenden Sie den Weg auf dem **Picknickplatz**.
- Die gepunkteten **Wegstrecken dürfen Sie so oft benutzen**, wie Sie wollen, aber über alle anderen **Wegstücke dürfen Sie nur einmal gehen**.
- Auch den **Kamelritt** dürfen Sie **nur einmal machen**.



7.3 Planungsaufgabe Zoobesuch Version 2

Planungsaufgabe Zoobesuch Version 2 Regeln

Stellen Sie sich vor, Sie besuchen den Zoo am nächsten Tag noch einmal. Ihre Aufgabe ist es, sich die folgenden Gehege in genau der vorgegebenen Reihenfolge anzusehen:

- 1 Vom **Eingang** aus gehen Sie zuerst zu den **Lamas**.
- 2 Von den **Lamas** gehen Sie zu den **Elefanten**.
- 3 Von den **Elefanten** gehen Sie zum **Café** um etwas zu trinken.
- 4 Vom **Café** aus schauen Sie sich als nächstes die **Bären** an.
- 5 Gehen Sie zu den **Löwen**, nachdem Sie bei den **Bären** waren.

6 Von den **Löwen** aus gehen Sie zum **Vogelhaus**.

7 Schließlich beenden Sie ihren Besuch mit einem **Picknick**.

Beim Planen des Weges müssen Sie wieder bestimmte Regeln beachten:

- Starten Sie am **Eingang** und beenden Sie den Weg auf dem **Picknickplatz**.
- Die gepunkteten **Wegstrecken dürfen Sie so oft benutzen**, wie Sie wollen, aber **über alle anderen Wegstücke dürfen Sie nur einmal gehen**.
- Auch den **Kamelritt** dürfen Sie **nur einmal machen**.

