



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Arbeit

## Emotionserkennung und Exekutivfunktionen

Veränderungen mit fortschreitendem Alter

und mögliche Zusammenhänge

Verfasser

**Paul Brugger**

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im August 2009

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Univ.-Prof. Ilse Kryspin-Exner

Mag. Dr. Johann Lehrner

# **Abstract**

This study dealt with the influence of increasing age on facial emotion recognition, ratings of images with emotional content and executive functioning. Correlations between facial emotion recognition and executive functioning were evaluated.

The performance on a facial emotion recognition task (VERT-K; short forms of the "Vienna emotion recognition tasks"), on measures of executive function (Phonematic Word Fluency Test, Semantic Word Fluency Test, Trail Making Test - B, 5-Point Test, Stroop Test, Interference Test) and ratings on the International Affective Picture System (IAPS) of 208 healthy adults (130 females, 78 males; mean age: 55,6) was analyzed.

One aim of the thesis was to examine age-related differences between five age groups in all test scores. Results showed significant differences between age-groups in facial emotion recognition in general and in the recognition of disgust and fear in particular. As shown in previous studies, there have been no significant age differences in recognition of happiness, but this could be caused by a ceiling effect. Contrary to expectations, no significant age differences could be found in anger and sadness recognition. No significant age differences could be found in ratings of positive, neutral and negative pictures from the IAPS.

According to well-established cognitive decline with increasing age, general age-related differences were found on executive functioning, primarily due to the significant decrease in performance of the group of the over 70-year-old.

The second aim of the study was to analyze possible correlations between facial emotion recognition and executive functioning in healthy subjects. Although few former studies reported such correlations, e.g. on schizophrenia patients, little is known about this phenomenon yet. Data analysis revealed significant, small correlations between facial emotion recognition scores and executive functioning scores ( $r=0.16$  to  $r=0.33$ ), but partial correlations (without the influence of age) were not significant.

# Danksagung

Ich möchte Frau Prof. Kryspin-Exner und Herrn Mag. Dr. Lehrner herzlich für das ermöglichen dieser Diplomarbeit und die kompetente Betreuung danken.

Im Weiteren sei allen Probanden, die sich so zahlreich an der Datenerhebung beteiligt haben, vielmals gedankt.

Ein zusätzlicher Dank geht auch an die Kolleginnen Magdalena Drechsel und Bianca Kaltenegger für die gelungene Zusammenarbeit in dieser nicht immer einfachen Zeit.

Ein ganz besonderes Anliegen ist es, meiner Schwester und Kommilitonin Julia Brugger für die moralische, emotionale und fachliche Unterstützung während des gesamten Studiums im Allgemeinen sowie während des Schreibprozesses dieser Arbeit im Speziellen zu danken.

Ebenso danke ich meiner Freundin Maria für die schönen Stunden und die tolle Hilfe, gerade in der so heiklen Finalphase dieser Arbeit.

Am meisten Dank jedoch möchte ich meinen Eltern aussprechen, die mich trotz schwieriger Phasen und eines großen Umbruchs in meiner akademischen Laufbahn trotz viel Skepsis letztendlich immer bedingungslos unterstützt haben und nun hoffentlich für ihre scheinbar endlose Geduld belohnt werden.

Danke auch an alle weiteren Kollegen, Freunde und Weggefährten, die indirekt kleine, aber ebenso wichtige Dinge dazu beigetragen haben, meinen Weg auf diese Weise zu gestalten.

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>THEORETISCHER TEIL .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Emotionen .....</b>	<b>7</b>
2.1 Begriffsdefinitionen.....	7
2.2 Geschichte der Emotionspsychologie .....	10
2.2.1 Überblick der unterschiedlichen Emotionstheorien.....	11
2.3 Einteilung von Emotionen .....	14
2.4 Neurobiologie der Emotionen.....	18
2.4.1 Neuronale Korrelate emotionaler Aktivierung .....	18
2.4.2 Die Amygdala.....	19
2.5 Emotionserkennung in Gesichtern .....	20
2.5.1 Emotionserkennung in Gesichtern: Die Basisemotionen und ihre neuronalen Korrelate .....	21
2.6. Einflussfaktoren auf die Emotionserkennung .....	24
2.6.1 Geschlecht.....	24
2.6.2 Altersunterschiede in der Emotionserkennung .....	25
2.7 Alterseffekte bei emotionalem Erleben und Verhalten .....	28
<b>3. Exekutivfunktionen.....</b>	<b>33</b>
3.1 Dysexekutives Syndrom .....	35
3.2 Anfänge und Gegenwart der Forschung zu Exekutivfunktionen .....	36
3.3 Neuronale Korrelate der Exekutivfunktionen .....	36
3.3.1 Der Präfrontalkortex .....	37
3.4 Wortflüssigkeit.....	39
3.4.1 Neuronale Korrelate der Wortflüssigkeit .....	40
3.5 Exekutivfunktionen und Altersprozesse .....	41
<b>4. Schnittstelle Emotion und Kognition – Emotionserkennung und Exekutive Funktionen .....</b>	<b>44</b>
4.1 Studien und Ergebnisse .....	45
4.2 Gemeinsame neuronale Korrelate als Erklärung für Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen?.....	49
4.2.1 Subkortikale Regelkreise nach Alexander, DeLong und Strick.....	49
<b>EMPIRISCHER TEIL .....</b>	<b>52</b>
<b>5. Fragestellungen und Ziele.....</b>	<b>53</b>
<b>6. Untersuchungsdesign .....</b>	<b>55</b>
6.1 Ablauf der Studie.....	55
6.2 Datenerhebung .....	55
6.2.1 Voraussetzungen zur Teilnahme an der Studie:.....	56

6.2.2 Ausschlusskriterien:.....	56
6.3 Operationalisierung der Variablen.....	57
6.4 Verfahren .....	59
6.4.1 Screeningverfahren .....	59
6.4.2 Liste der gesamt eingesetzten Verfahren für die Normierung der VNTB..	59
6.5 Beschreibung der Testverfahren .....	61
6.5.1 Kurzformen der Vienna Emotion Recognition Tasks (VERT-K).....	61
6.5.2 Wortflüssigkeitstests.....	62
6.5.3 Trail Making Test B.....	63
6.5.4 Fünf-Punkt Test.....	66
6.5.5 Stroop Test (Farb-Wort-Interferenz-Test) .....	66
6.5.6 Interferenz Test .....	67
6.5.7 International Affective Picture System (IAPS).....	67
6.6 Beschreibung der Stichprobe.....	69
6.7 Hypothesen .....	72
6.8 Voraussetzungen und statistische Auswerteverfahren.....	74
6.8.1 Voraussetzungen zur Berechnung der Varianzanalyse .....	74
<b>7. Ergebnisdarstellung .....</b>	<b>78</b>
7.1 Hypothesenprüfung.....	78
7.1.1 Alterseffekte in der Emotionserkennung .....	78
7.1.2. Altersunterschiede bei Bewertungen emotionaler Bilder .....	82
7.1.3 Altersunterschiede bei Exekutivfunktionen.....	85
7.1.4 Geschlechtsunterschiede bei der Emotionserkennung .....	88
7.1.5 Geschlechtsunterschiede bei Exekutivfunktionen .....	91
7.1.6 Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen ..	94
7.1.6.1 Alterseinflüsse auf die Zusammenhänge .....	97
<b>8. Diskussion .....</b>	<b>99</b>
<b>9. Zusammenfassung .....</b>	<b>106</b>
<b>10. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>109</b>
<b>ANHANG.....</b>	<b>126</b>

# 1. Einleitung

Diese Diplomarbeit entstand im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Interaktion von Kognition und Emotion“ des Instituts für Klinische, Biologische und Differentielle Psychologie der Fakultät für Psychologie der Universität Wien unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Ilse Kryspin-Exner in Zusammenarbeit mit Herrn Mag. Dr. Johann Lehrner von der Neurologischen Abteilung des AKH Wien.

Das Forschungsprojekt am Institut begann 1988 mit dem Anliegen, die „Computerized Neurobehavioral Probes (CNP) für den deutschen Sprachraum zu adaptieren und weiterzuentwickeln; dies führte zur Entstehung des „Wiener Computergestützten Neuropsychologischen Untersuchungsmaterials“ (WCNP).

Die Datenerhebung für diese Diplomarbeit diente ebenso der Sammlung von Normierungsdaten für die Vienna Neuropsychological Testbatterie (VNTB), welche von Dr. Lehrner und Kollegen auf der Neurologie des AKH zusammengestellt wurde, um gezielt Alzheimerkrankheit diagnostizieren bzw. Differentialdiagnosen bezüglich kognitiver Beeinträchtigungen sowie Demenz stellen zu können (eine Liste aller Verfahren, die gemeinsam die VNTB bilden, findet sich in Kapitel 6.4).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich in erster Linie mit den Fragen, ob es Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung in Gesichtern und exekutiven Funktionen gibt und ob bzw. wie sich diese beiden Fähigkeiten mit fortschreitendem Alter verändern. Hierbei wird besonderes Augenmerk auf die Neuropsychologie bzw. die Hirnstrukturen, die aus einer Vielzahl von Studien mit bildgebenden Verfahren mit diesen Funktionen in Verbindung gebracht werden, gelegt.

Im ersten Teil der Arbeit wird ein kurzer, jedoch umfangreicher Überblick über die wichtigsten Theorien zu Emotionen zu geben, ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit zu stellen. Danach wird auf Emotionserkennung in Gesichtern und deren neuronale Korrelate eingegangen. Anschließend werden exekutive Funktionen vorgestellt sowie einzelne Aspekte dieses heterogenen Konstruks, z.B.

Wortflüssigkeit, beleuchtet. Einen weiteren zentralen Punkt in dieser Diplomarbeit nehmen Alterseinflüsse auf Emotionserkennung, exekutive Funktionen sowie die Bewertungen von Bildern mit emotionalem Inhalt ein.

Die Arbeit widmet sich im empirischen Teil neben detaillierten Analysen von Altersunterschieden bei Emotionserkennung in Gesichtern insbesondere der Suche nach Zusammenhängen zwischen Fähigkeiten der Emotionserkennung und der Exekutivfunktionen, einem Phänomen, das aktuell in Verbindung mit Schizophrenie diskutiert wird und in der vorliegenden Arbeit anhand einer klinisch gesunden Stichprobe untersucht wird. Ergebnisse aus der Kurzform der Vienna Emotion Recognition Tasks (VERT-K) zur Erfassung der Emotionserkennung in Gesichtern werden mit jenen aus Tests zur Erfassung von Exekutivfunktionen, nämlich Wortflüssigkeitstests, dem Trail Making Test B, 5-Punkt-Test, Stroop-Test und Interferenz-Test korreliert und jeweils durch multivariate Varianzanalysen auf Mittelwertsunterschiede zwischen den gebildeten Altersgruppen geprüft. Zusätzlich werden anhand der Vorgabe des International Affective Picture System (IAPS) auch die Bewertungen von emotional mehr oder weniger erregenden Bildern und Einflüsse des Alters analysiert.

Zur Beantwortung der Fragestellungen der vorliegenden Arbeit wurde ein Teil jener Testverfahren, welche gemeinsam die VNTB bilden, ausgewertet. Die empirische Datenerhebung erfolgte in Zusammenarbeit mit den Kolleginnen Drechsel und Kaltenegger, die in ihren Arbeiten wiederum andere in der VNTB enthaltene Verfahren für ihre jeweiligen Fragestellungen auswerteten. Drechsel (in Arbeit) untersucht Emotionserkennung in Gesichtern und Wechselwirkungen mit fluider und kristalliner Intelligenz, Kaltenegger (in Arbeit) forscht nach Zusammenhängen zwischen Emotion, Depression und Riechen.

Da zu möglichen Zusammenhängen zwischen Fähigkeiten in der Emotionserkennung und exekutiven Funktionen konkret noch kaum Forschungsergebnisse vorliegen, besitzt diese Diplomarbeit auch einen gewissen explorativen Charakter.



# **THEORETISCHER TEIL**

## 2. Emotionen

### 2.1 Begriffsdefinitionen

Bis heute liegt in der Psychologie trotz intensiver Beschäftigung mit der Materie keine einheitliche Definition von Emotionen oder allgemeingültige Theorie vor. Vielmehr bestimmen verschiedene, mehr oder weniger konsensfähige Ansätze und Theorien das Bild der Definitionsversuche des Emotionsbegriffs.

Den enorm hohen Stellenwert von Emotionen betonen zwei der bedeutendsten Forscher auf diesem Gebiet: Izard (1994) ist der Ansicht, „...dass Emotionen das primäre Motivationssystem des Menschen bilden.“ (S.19) und laut Ekman (1988) seien Emotionen gar die Grundlage aller sozialen Beziehungen.

Meyer, Reisenzein und Schützwohl (2001) sprechen die Schwierigkeit einer genauen Emotionsdefinition an, meinen aber im Gegenzug, eine solche wäre keine Voraussetzung zur Untersuchung des Gegenstandes und bieten daher eine allgemeine, möglichst unkontroverse, für verschiedene theoretische Ansätze gleichermaßen geeignete Arbeitsdefinition an:

1. Emotionen sind zeitlich datierte, konkrete einzelne Vorkommnisse von zum Beispiel Freude, Traurigkeit, Ärger, Angst, Eifersucht, Stolz, Überraschung, Mitleid, Scham, Schuld, Neid, Enttäuschung, Erleichterung sowie weiterer Arten von psychischen Zuständen, die den genannten genügend ähnlich sind.
2. Diese Phänomene haben folgende Merkmale gemeinsam:
  - (a) Sie sind aktuelle, psychische Zustände von Personen.
  - (b) Sie haben eine bestimmte Qualität, Intensität und Dauer.
  - (c) Sie sind in der Regel objektgerichtet.
  - (d) Personen, die sich in einem dieser Zustände befinden, haben normalerweise ein charakteristisches Erleben (Erlebensaspekt von

Emotionen), und häufig treten auch bestimmte physiologische Veränderungen (physiologischer Aspekt von Emotionen) und Verhaltensweisen (Verhaltensaspekt von Emotionen) auf. (S. 24)

Ekman (1988) wählt eine andere Herangehensweise und zählt 10 Merkmale, die für eine Definition von Emotionen nützlich sein können, auf:

- Für jede Emotion gibt es ein charakteristisches und kulturübergreifendes Signal.
- Charakteristische und weltweit gleiche Formen des mimischen Ausdrucks von Gefühlen können phylogenetisch zurückverfolgt werden.
- Der Ausdruck von Gefühlen läuft über multiple Signale, neben dem Gesicht auch über die Stimme.
- Der Dauer einer Emotion sind Grenzen gesetzt.
- Das Timing eines Gefühlsausdrucks spiegelt die Besonderheiten des Erlebten wider.
- Die Ausdrucksformen sind nach Intensitätsgraden abgestuft, die Unterschiede in der Stärke des erlebten Gefühls widerspiegeln.
- Der Ausdruck von Emotionen kann vollständig unterdrückt werden.
- Der Gefühlsausdruck kann überzeugend vorgetäuscht werden.
- Es gibt weltweite Gemeinsamkeiten unter den Auslösern für jede Emotion.
- Für jede Emotion gibt es ein charakteristisches Veränderungsmuster im autonomen Nervensystem, das für alle Menschen gleich ist. (S.164-179).

Laut Izard (1994) müsse eine vollständige Definition von Emotion drei Aspekte bzw. Komponenten gleichermaßen einbeziehen:

- das Erleben oder bewusste Empfinden des Gefühls
- die Prozesse, die sich im Gehirn und im Nervensystem abspielen
- das beobachtbare Ausdrucksgebaren, speziell im Gesicht

Izard (1994) legt jedoch auch dar, wie schwierig es sei, Emotion durch bloße Konzentration auf jene Komponenten zu beschreiben bzw. zu definieren. Er

beschreibt Emotion als besonderen Bewusstseinszustand, der unabhängig von anderen Zuständen mit solchen interagieren und sie beeinflussen kann.

Auch Hartje (2006) betont die vielschichtige Bedeutung des Emotionsbegriffs und erklärt diesen in zwei Anteilen. Zum einen bestimmen autonome, unbewusst ablaufende Reaktionen (z.B. Änderungen von u.a. Herzfrequenz, Blutdruck und Atmung oder die Ausschüttung von Hormonen und Transmittern) eine Emotion, zum anderen definiert sich diese auch durch bewusste, kontrollierte Vorgänge (u.a. subjektives Erleben von Gefühlen, kognitive Bewertung von emotionalen Eindrücken, reaktives und spontanes Ausdrucksverhalten).

Untersucht werden können Emotionen nach Schandry (2006) auf vier Ebenen (Vorgänge im Gehirn, vegetative und hormonelle Prozesse, motorische Reaktionen und subjektiv erlebte Gefühle) und sie werden von drei Elementen gekennzeichnet: von einem bestimmten Funktionszustand des Gehirns, einer typischen subjektiven Befindlichkeit sowie charakteristischen Vorgängen auf der körperlichen Ebene.

Diversen neurobiologischen Emotionsmodellen (z.B. Adolphs, 2002a; Le Doux, 2001 und Damasio et al., 2000) nach haben Emotionen evolutionsbiologische Herkunft und sind in spezifischen Strukturen oder Netzwerken des Gehirns verankert. Aufgrund basaler bioregulatorischer Funktionen von Emotionen (etwa Furcht als ursprüngliche Antwort auf lebensbedrohliche Reize oder Ekel als Reaktion auf giftige Nahrung; Izard, 1994) ist anzunehmen, dass sich im Lauf der Evolution neuronale Schaltkreise für die Dekodierung von Bedrohungsreizen bzw. eine effiziente Verhaltenssteuerung gebildet haben. Einen Konsens über die Organisation von emotionaler Verarbeitung im Gehirn gibt es allerdings noch nicht, die Ansätze reichen von integrativen zentralen Netzwerken über spezifische Emotionsprozessoren bis zu funktionellen Asymmetrien der Hemisphären (Schienle, 2007).

## 2.2 Geschichte der Emotionspsychologie

Es soll nun ein dem Umfang der Diplomarbeit angemessener kurzer Überblick über die wichtigsten Emotionstheorien und ihre Vertreter bzw. bedeutende Forscher der Emotionspsychologie gegeben werden<sup>1</sup>.

Die Grundlage der naturwissenschaftlichen Emotionsforschung legte Charles Darwin 1872 mit seinem Werk „Emotions in man and animals“. Die universellen emotionalen Gesichtsausdrücke wurden laut Darwin früh in der Geschichte erworben und zum Zweck der Anpassung und Arterhaltung (z.B. Wut im Sinne von einen Gegner zu warnen und dadurch das Überleben zu sichern, also arterhaltende Funktion von emotionalem Ausdruck) vererbt, die Verknüpfung der Gesichtsausdrücke mit Gefühlen war im Laufe der Generationen irgendwann angeboren (Ekman, 1988; Izard, 1994; Pinel, 2007; Schandry, 2006).

Die Forschung beschäftigte sich danach aber zunächst nicht mehr mit dem mimischen Ausdruck, vielmehr verschob sich mit den Emotionstheorien von James („What is an emotion“, 1884) und Lange (1887) der Fokus auf das vegetative System und die viszeralen Funktionen (Izard, 1994, Schandry, 2006).

William James (1884) definierte Emotion als Wahrnehmung von körperlichen Veränderungen, die durch eine Situation ausgelöst wurden. Laut James empfängt und interpretiert der Cortex einen emotionsauslösenden Reiz, woraufhin über das autonome und das somatische Nervensystem die Skelettmuskulatur aktiviert wird. Nach James und Lange, welcher fast zeitgleich, jedoch unabhängig von James ähnlich argumentierte, entstehe erst aus diesen Körperprozessen die eigentliche Emotion; beispielsweise würde Angst nach beschleunigtem Herzschlag in einer gefährlichen Situation ausgelöst. Emotionales Erleben wird nach der James-Lange-

---

<sup>1</sup> Detaillierte Abhandlungen der verschiedenen Emotionstheorien finden sich bei den im Rahmen dieses Abschnittes zitierten Quellen: Le Doux (2001); Meyer, Schützwohl & Reisenzein (1999); Meyer, Reisenzein & Schützwohl (2001), Merten (2003) sowie Reisenzein, Meyer & Schützwohl (2003).

Theorie somit als abhängig vom Feedback des Nervensystems beschrieben (Pinel, 2007; Schandry, 2006).

Cannon (1927) und Bard (1934) meinten dagegen, dass emotionales Erleben unabhängig von peripheren Körperprozessen sei und von diesen bloß begleitet würde. Sie trennten in ihren Theorien strikt zwischen emotionalem Erleben und emotionalem Ausdruck und bezeichneten diese als zwei voneinander unabhängige Prozesse, also anders als bei James und Lange seien Emotionen feedback-unabhängig (Pinel, 2007; Schandry, 2006)<sup>2</sup>.

Zwischen 1920 und 1970 verflachte das Interesse an den Emotionen in der Psychologie, wofür es verschiedene Gründe, etwa das Aufkommen des Behaviorismus gab. Begünstigt durch die kognitive Wende der 60er Jahre wurden Emotionen in den folgenden Jahrzehnten jedoch wieder ein wichtiger Bestandteil psychologischer Forschung (Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 2001).

### **2.2.1 Überblick der unterschiedlichen Emotionstheorien**

Meyer, Reisenzein und Schützwohl (2001) klassifizieren die verschiedenen Emotionstheorien nach 2 Arten, zum einen anhand der Annahmen über die Natur von Emotionen (Behavioristische Theorien, Mentalistische Emotionstheorien, Syndromtheorien der Emotionen) zum anderen anhand der zentralen Fragestellung der jeweiligen Theorie (Evolutionspsychologische, Lernpsychologische, Kognitive sowie Neuro- und psychophysiologische Emotionstheorien). Zwischen den Theoriegruppen gibt es jedoch nicht immer deutliche Abgrenzungen, sie überlappen sich auch teilweise.

Die Vertreter der mentalistischen Theorien verstehen Emotionen als psychische Zustände (entspricht dem Alltagsverständnis: Emotion = Gefühlszustand).

---

<sup>2</sup> Heute gilt nach vielen weiteren Untersuchungen weder die James-Lange Theorie noch jene von Cannon und Bard als uneingeschränkt gültig, stattdessen scheint eine wechselseitige Beeinflussung von Stimuluswahrnehmung und Reaktionen auf den Stimulus wahrscheinlicher (Pinel, 2007).

Die Evolutionstheoretiker Tomkins, Ekman und Izard entwickelten die Theorie Darwins weiter (Merten, 2003). Tomkins und Ekman beschäftigen sich vor allem mit dem mimischen Ausdruck, während Izard die ontogenetische Entwicklung der Emotionen und Erklärung für interkulturelle Unterschiede gezielt erforscht.

Im Mittelpunkt der Evolutionstheorien stehen Fragen nach der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Dispositionen und Mechanismen, die den Emotionen zugrunde liegen sowie nach der biologischen Funktion von Emotionen, also deren Vorteilen für Überleben und Fortpflanzung (Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 2001).

Die Universalitätshypothese ist die Annahme, dass bestimmte Muster von Gesichtsbewegungen bei allen Menschen existieren (Merten, 2003).

Die berühmteste Studie in Zusammenhang mit der Universalitätshypothese stammt von Ekman und Friesen (1971), die den Stamm der Fore in Neuguinea untersuchten, bei denen der Einfluss westlicher Kulturen als extrem gering eingestuft wurde. Die Testpersonen sollten je drei Fotos mit Emotionsausdrücken emotionalen Situationen zuordnen. Um Kulturunabhängigkeit zu gewährleisten, wurden die Situationsbeschreibungen in die Sprache der Fore übersetzt und anschließend rückübersetzt. Die meisten Basisemotionen wurden sehr gut erkannt, jedoch bereitete „fear“ Schwierigkeiten, vor allem wegen Verwechslungen mit dem Erkennen von „surprise“.

Es folgten viele weitere Untersuchungen in anderen Kulturen, die die Universalitätshypothese unterstützten, jedoch liegen ebenso Funde zu kulturellen Unterschieden im Erkennen von Emotionen in Gesichtern vor (siehe Merten, 2003).

Doch auch wenn es genetische Grundlagen für fundamentale Emotionen gibt, besteht dennoch die Möglichkeit, dass Emotionen durch soziokulturelle Einflüsse und individuelle Erfahrungen, also den gelernten Aspekt, modifiziert werden. Die beiden vermeintlichen Gegensätze „angeboren“ und „erlernt“ können laut Izard (1994) durchaus koexistieren. Auch Ekman (1994, zit. nach Merten, 2003) räumt ein, dass Ausdruck und Erkennen von Emotionen durch kulturelle Lernprozesse veränderbar seien.

Nach den Lernpsychologischen Theorien werden emotionale Dispositionen nicht bloß vererbt, sondern großteils erlernt. Erforscht werden soll, wie emotionale Reaktionen gelernt und durch Lernen verändert werden. Diese Theorien, als deren prominentester Vertreter Watson gilt, waren behavioristisch geprägt. Während die Frage nach Erwerb und Veränderung von emotionalen Dispositionen sowie die Bedeutung von Anlage und Umwelt auch aktuell noch aus kognitiver Perspektive diskutiert und untersucht werden, spielen die behavioristischen Theorien gegenwärtig jedoch keine Rolle mehr (Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 2001).

Vertreter der Kognitiven Theorien (Schachter & Singer, 1962; Arnold, 1960) sind der Ansicht, Qualität und Intensität von Emotionen einem Objekt (Gegenstand, Ereignis, Person) gegenüber hängt von Bewertungen oder Einschätzungen des Objekts durch die erlebende Person ab. Die zentrale Frage lautet, welche kognitiven Einschätzungen Emotionen zugrunde liegen und wie es zu diesen Einschätzungen kommt bzw. wie Emotionen in einer konkreten Situation erzeugt werden (Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 2001).

- Emotion als eine Funktion von Kognition:

Arnold (1960) postulierte, Emotion resultiere aus Wahrnehmung und intuitiver Bewertung eines Objekts, welchem Bedeutung zugeschrieben wird. Diese Bewertung kann auf verschiedenen Ebenen geschehen und wird insgesamt als kognitives Appraisal bezeichnet (Merten, 2003). Ähnlich gelagert ist die Theorie von Lazarus (Lazarus & Averill, 1972; zit. nach Izard, 1994), die Emotionen als komplexe, aus Bewertungen resultierende Reaktionssysteme erachtet.

- Emotion als physiologische Erregung plus Kognition:

Nach Schachter und Singer (1962, zit. nach Izard, 1994), resultieren Emotionen aus undifferenzierter physiologischer Erregung und einer kognitiven Bewertung oder Beurteilung der Situation, die die Erregung hervorgerufen hat. Der Typ oder die Qualität des Gefühls hängt laut dieser Theorie nicht davon ab, wie die physiologische Erregung ausfällt, sondern wie die Person die Situation oder Bedingung bewertet, in

der die Empfindung auftritt; das bedeutet, die selbe physiologische Erregung kann je nach kognitiver Bewertung z.B. als Freude oder Wut erlebt werden<sup>3</sup>.

- Singers kognitiv-affektive Emotionstheorie:

Die zentrale Behauptung der Theorie des in der Psychoanalyse verwurzelten Singer (1974, zit. nach Izard, 1994) besagt, dass Phantasieprozesse, Träume und Vorstellungen Kognition und Affekt verbinden und damit Repräsentationen der Hauptmotive des Menschen liefern.

Die Facial Feedback Hypothese beruht auf Allport (1924), der meinte, dass das Feedback der Gesichtsbewegungen zum Gehirn eine entscheidende Rolle in der Differenzierung des emotionalen Erlebens spielt. Tomkins, Ekman und Izard entwickelten die Theorie weiter; es gibt drei unterschiedlich stark formulierte Formen dieser Hypothese, von Facial Feedback als hinreichende Bedingung für emotionales Erleben bis zu Facial Feedback als bloß einem Aspekt von mehreren Informationsquellen (Merten, 2003).

Neuro- und psychophysiologische Emotionstheorien beschäftigen sich damit, welche körperlichen bzw. Gehirn-Prozesse und Strukturen mit Emotionen korrelieren bzw. diesen zugrunde liegen<sup>4</sup> (Meyer, Reisenzein & Schützwohl, 2001).

## 2.3 Einteilung von Emotionen

Vermutlich jeder Mensch erlebt mehr oder weniger regelmäßig Gefühle der Freude, Trauer, Wut, Angst bzw. Ekel. Ähnlich wie bei den zahlreichen allgemeinen Emotionstheorien herrschen auch bei der Unterscheidung bzw. Einteilung der Emotionen verschiedene Meinungen und Ansichten. Das Konzept der Basisemotionen von Ekman (1992) ist jedoch weit verbreitet und stellt auch die Grundlage für den in dieser Arbeit verwendeten Test zur Erfassung der Emotionserkennung (VERT-K; siehe Kapitel 6.5.1) dar.

---

<sup>3</sup> Diese Theorie wurde u.a. von Izard stark kritisiert.

<sup>4</sup> Siehe Kapitel 2.4

Diese fundamentalen Emotionen sind laut Darwin, Ekman und Izard einerseits kulturunabhängig, werden also auch in völlig unterschiedlichen Kulturen gleich ausgedrückt bzw. in derselben Qualität erlebt, und andererseits auch angeboren, können aber durch soziokulturelle Lernprozesse modifiziert werden (Izard, 1994).

Grundannahmen der evolutionstheoretisch orientierten Basisemotionstheoretiker sind zum einen, dass die Primär- oder Basisemotionen auf Mechanismen beruhen, die evolutionsbedingt zur Lösung von Anpassungsproblemen entstanden sind und zum anderen, dass sich alle übrigen Emotionen von diesen wenigen Basisemotionen ableiten, während die Primäremotionen selbst nicht auf noch grundlegenderen Emotionen beruhen können (Meyer, Schützwohl & Reisenzein, 1999). Anders formuliert, eine Teilmenge der Emotionen, die Primär- oder Basisemotionen, sind biologisch und psychologisch grundlegend (Ortony & Turner, 1990; zit. nach Meyer, Schützwohl & Reisenzein, 1999).

Zur Unterscheidung untereinander bzw. von anderen affektiven Phänomenen postulierte Ekman 1992 neun Kriterien, die Basisemotionen seiner Ansicht nach erfüllen müssen (zit. nach Merten, 2003):

1. Distinctive universal signals (emotionsspezifische universelle Zeichen)
2. Presence in other primates (sind auch bei anderen Primaten beobachtbar)
3. Distinctive physiology (emotionsspezifische Physiologie)
4. Distinctive universals in antecedent events (emotionsspezifische und universelle auslösende Ereignisse)
5. Coherence among emotional response systems (Kohärenz zwischen emotionalen Reaktionssystemen, z.B. zwischen Ausdruck und Physiologie)
6. Quick onset (schneller Beginn)
7. Brief duration (kurze Zeitdauer)
8. Automatic appraisal (automatische Bewertung im Gegensatz zu einem willentlichen, bewussten Appraisal)
9. Unbidden occurance (unerwünschtes Auftreten, expressive und physiologische Veränderungen „geschehen“ ohne eigenes Zutun) (S. 60)

Ekman (1992) formulierte die sechs Basisemotionen Furcht, Ärger, Ekel, Traurigkeit, Freude und Überraschung. Zusätzlich führt er als weitere „mögliche“, noch nicht gesicherte Basisemotionen Verachtung, Interesse, Scham und Schuld an und darüber hinaus werden auch noch Ehrfurcht, Verlegenheit und Erregtheit als theoretisch mögliche Basisemotionen genannt.

Izard (1994) wiederum beschreibt fundamentale Emotionen, zu denen er neben den von Ekman bekannten sechs Basisemotionen auch noch Interesse-Erregung, Geringschätzung, Scham, Schuldgefühl (und Überraschung) zählt.

Wie man daran erkennen kann, sind sich selbst die einflussreichsten Forscher nicht ganz klar, welche und wie viele Basisemotionen es genau gibt und welche Grundlagen es für diese gibt. Diese Unsicherheit und Differenzen bezüglich eines kleinsten gemeinsamen Nenners der Emotionsforschung zog auch eine Menge an Kritik am Konzept der Basisemotionen nach sich (vgl. Meyer, Schützwohl & Reisenzein, 1999).

Ein alternatives System zur Einteilung von Emotionen liefert Edmund Rolls mit dem Integrativen neurobiologischen Emotionsmodell (1999, zit. nach Schienle, 2007): Emotionen werden hier als Zustände definiert, die durch positive bzw. negative Verstärker ausgelöst werden. Rolls schlägt zur Einteilung der Emotionen ein „Zwei-Achsen-Schema“ vor, dessen eine Achse die Belohnung oder Bestrafung und die andere das Ausbleiben derselben repräsentiert. Durch dieses System kann Rolls verschiedene Emotionen beschreiben und in eine funktionale Ordnung bringen. So entsteht z.B. Ärger als Reaktion auf das Ausbleiben oder vorzeitige Beenden einer Belohnung. Laut Rolls wird Information zur emotionalen Verarbeitung von sensorischen Cortices zur Amygdala, Insula und dem Orbitofrontalkortex geschickt, wobei die Dekodierung (emotionsübergreifend und nicht emotionsspezifisch) erfolgen soll.

Damasio (1999, 2000; zit. nach Schienle, 2007) dagegen vertritt die These emotionsspezifischer Komponenten, die in einem Gesamtsystem integriert sind. Bei emotionalem Erleben werden Hirnregionen für Repräsentation und/oder Regulation des Körperzustandes aktiviert, nämlich subkortikale (Hypothalamus, Hirnstamm) und

kortikale Areale (z.b. anteriorer cingulärer Cortex, Insula, sekundäre somatosensorische Cortices). Eine enge Beziehung zwischen der Überwachung des Körperzustandes und dem Gefühlsleben wird angenommen. Spezifische perzeptuelle Landschaften des Körperzustandes stellen die Basis für das Erleben unterschiedlicher affektiver Qualitäten, welche durch kortikale Einflüsse (etwa vom Orbitofrontalkortex) modifiziert werden können.

Ein weiterer alternativer, der sog. dimensionale, Ansatz zur Klassifizierung von Emotionen findet sich bei Merten (2003).

## **2.4 Neurobiologie der Emotionen**

Das Ziel der neurobiologischen Forschung in der Emotionspsychologie ist, den Sitz der Emotionen im Gehirn zu finden bzw. emotionsrelevante Hirnareale zu bestimmen (Merten, 2003). Eine Vielzahl von Methoden steht hierfür zur Verfügung, von der Analyse von Läsionen und ihrer Folgen über experimentelle Untersuchungen mithilfe von Neurotransmittern oder Elektrostimulation bis hin zu bildgebenden Verfahren wie EEG, PET oder MRI und fMRT.

### Lateralisierungshypothese:

Die Diskussion, inwiefern bestimmte Hirnregionen auf die Analyse spezifischer Emotionssignale spezialisiert sind, wird kontrovers geführt und ist weiter aktuell (Schienle, 2007). Mithilfe von bildgebenden Verfahren konnte gezeigt werden, dass die Verarbeitung von Gesichtsausdrücken von Ekel, Angst, oder Wut verglichen mit neutralen Gesichtern mit einer Zunahme an linker inferiorer frontaler Aktivierung verbunden ist (Gur et al., 2002; Sprengelmeyer et al., 1998; zit. nach Wieser et al, 2006).

Davidson, der als Hauptvertreter der Annahme einer lateralisierten Verarbeitung von emotionalen Reizen gilt, postulierte eine Zunahme der Aktivierung in der linken Hemisphäre beim Erleben von Emotionen, die Annäherungsverhalten motivieren (z.B. Freude und Ärger) und umgekehrt eine rechtshemisphärische Aktivierung beim Erleben von Vermeidungsverhalten, also etwa Angst und Trauer (Davidson, 1992; Davidson et al., 1990).

### 2.4.1 Neuronale Korrelate emotionaler Aktivierung

Hartje (2006) gibt an, dass nach Befunden diverser Studien mittels bildgebender Verfahren (PET, fMRT) vor allem die Amygdala, der mediale Präfrontalkortex, der

orbitale Präfrontalkortex und der retrospleniale Kortex an emotionalen Vorgängen beteiligt sind.

In einer Meta-Analyse diverser Aktivierungsstudien bei Gesunden von Phan, Wager, Taylor & Liberzon (2002) kam zutage, dass der mediale Präfrontalkortex eine emotionsunabhängige Bedeutung besitzt und dass die Amygdala bei der sowohl bewussten als auch unbewussten Wahrnehmung angstassozierter, bedrohlicher, generell stark emotional erregender Eindrücke besonders aktiviert ist.

Zudem wird der unterhalb des Corpus Callosum liegende Teil des Gyrus cinguli (Area subcallosa) offensichtlich durch die Induktion trauriger emotionaler Stimmungen aktiviert. Die Basalganglien werden vor allem bei der Wahrnehmung von Ekel sowie bei der Induktion positiver emotionaler Erregungszustände aktiviert.

Bei mit kognitiven Anforderungen verbundenen emotionalen Prozessen (z.B. Einstufung von emotionalen Stimuli) ist der anteriore Gyrus cinguli sowie die Inselregion (Insula) aktiviert. Weiters wird vermutet, dass die basalen emotionalen Prozesse der Amygdala vom medialen Präfrontalkortex und dem Kortex des anterioren Gyrus cinguli moduliert werden könnten (Phan et al., 2002).

#### **2.4.2 Die Amygdala**

Eine zentrale Rolle in der Emotionserkennung und -verarbeitung nimmt die Amygdala ein, die sich im medialen Teil des Temporallappens befindet und aus ca. einem Dutzend Teilregionen besteht, wovon der laterale und zentrale Kern definitiv an der Furchtkonditionierung beteiligt sind, die meisten anderen jedoch laut Le Doux (2001) nicht. Emotionale Reaktionen können unter Umgehung des Neokortex, also ohne Beteiligung der höheren Verarbeitungssysteme des Gehirns (Denken, Urteilen, Bewusstsein) ablaufen.

Deren Kernbereich erhält Signale über den Thalamus und es wird dort, ohne Beteiligung des sensorischen Kortex, über die mögliche aversive Qualität des Reizes entschieden. Die motorischen und vegetativen Komponenten der Angstreaktion werden automatisch und sehr schnell über diverse Verbindungen zu anderen Kerngebieten gesteuert, was einen biologisch-adaptiven Vorteil ergibt, da Flucht-

oder Angriffsverhalten rechtzeitig eingeleitet werden kann. Weiters erhält die Amygdala Signale aus dem Neokortex, wodurch - jedoch langsamer als obige Reaktion - Vermeidungsstrategien situationsgerecht gestaltet werden können (Le Doux, 2001)<sup>5</sup>.

Die Amygdala wird in unzähligen Studien mit der Erkennung und Verarbeitung von Angst in Verbindung gebracht, andere Studien wie z.B. von Winston, Doherty und Dolan (2003) fanden aber auch Reaktionen der Amygdala auf weitere Basisemotionen (Freude, Ekel, Trauer), was einer Spezialisierung des Mandelkerns auf bestimmte Emotionen widerspricht.

## 2.5 Emotionserkennung in Gesichtern

Das Erkennen eines Gesichtsausdrucks geht über die bloße sensorische Wahrnehmung hinaus und kann nicht ohne eine Form von Erinnerung oder Wissen über die Umgebung ablaufen, genauer über Ausdrucksformen, die mit vielen anderen Umweltreizen in Beziehung gesetzt werden (Adolphs, 2002b).

Die neuroanatomische Grundlage des komplexen Prozesses von Wahrnehmung, Bewertung und kognitiver Beurteilung emotionaler Signale sowie der folgenden Reaktionen bildet nach Adolphs (2001; zit. nach Hartje, 2006) ein neuronales Netzwerk aus somatosensorischen primären Rindengebieten, sensorischen Assoziationsgebieten des Temporallappens, Amygdala, Orbitofrontalkortex, Gyrus cinguli, Basalganglien, Hypothalamus und Hirnstammregionen.

Eine zentrale Rolle als Verbindung zwischen primären kortikalen Arealen und limbischen Strukturen nehmen vermutlich die heteromodenalen und transmodalen (limbischen und paralimbischen) Rindengebiete ein (Weniger und Irle, 2002; zit. nach Hartje, 2006).

---

<sup>5</sup> Zu den vielen weiteren Verbindungen und Aufgaben der Amygdala in Verbindung mit dem Erkennen von Emotionen in Gesichtern sowie aktuellen Forschungsergebnissen siehe Le Doux (2001) und Hoheisel (2006).

Störungen im Erkennen oder Ausdrücken von mimischen oder sprachlich-emotionalen Merkmalen werden allgemein vor allem mit Läsionen der rechten Hemisphäre assoziiert (Borod et al., 2002; zit. nach Hartje, 2006). Laut Adolphs und Kollegen (2000) ist die visuelle Erkennung von Emotionen vor allem durch Schädigungen des somatosensorischen Kortex, des frontalen Operculum und der Insel in der rechten Hemisphäre beeinträchtigt.

Im Folgenden werden aktuelle Forschungsergebnisse zu möglichen neuronalen Korrelaten einzelner Emotionen angeführt, wobei die Komplexität der Vorgänge eine spezifische Zuteilung einzelner Strukturen ausschließlich zu einzelnen Emotionen praktisch unmöglich macht.

### **2.5.1 Emotionserkennung in Gesichtern: Die Basisemotionen und ihre neuronalen Korrelate**

Eine Vielzahl von neuronalen Systemen ist in die Emotionserkennung von Gesichtsausdrücken involviert, vor allem Frontal- und Temporal-Bereiche (Ruffman, Henry, Livingstone & Phillips, 2008). So sollen z.B. der mediale Präfrontalkortex (Phan et al., 2002) bzw. die Amygdala und der fusiforme Kortex (z.B. Adolphs et al., 1999; Winston, O'Doherty & Dolan, 2003) eine allgemeine Rolle bei der Reaktion auf Gesichtsausdrücke spielen. Zudem sind auch der dorsolaterale Präfrontalkortex (Sprengelmeyer, Rausch, Eysel & Przuntek, 1998), das ventrale Striatum (Calder, Keane, Lawrence & Manes, 2004), der Sulcus temporalis superior (z.B. LaBar, Crupain, Voyvodic & McCarthy, 2003; Winston et al., 2003), sowie Bereiche der visuellen Verarbeitung in den parietalen und okzipitalen Lappen (Posamentier & Abdi, 2003) in Vorgänge der Emotionserkennung eingeschaltet.

Konsensfähig ist die Theorie, dass einige neurale Strukturen vor allem mit der Erkennung einzelner Emotionen zu tun haben. So sind die Basalganglien und die Inselregion speziell bei der Erkennung von Ekel beteiligt (z. B. Calder et al., 2001; zit. nach Ruffman et al., 2008), die Amygdala ist laut einer Vielzahl von Studien vor allem in die Decodierung von Gesichtsausdrücken der Angst involviert (Adolphs, 2002a; Adolphs & Tranel, 2004; Calder et al., 2001; Morris et al., 1996; Murphy et al., 2003;

Phan et al., 2002; Posamentier & Abdi, 2003; Sprengelmeyer et al., 1998; Whalen et al., 2001).

Iidaka et al. (2001; zit. nach Ruffman et al., 2008) fanden eine erhöhte orbitofrontale und temporale Aktivierung bei der Verarbeitung von negativen Ausdrücken im Vergleich zu freudigen Ausdrücken sowie eine höhere temporale bzw. Amygdala-Beteiligung an der Erkennung von Trauer im Vergleich zu Freude (Adolphs & Tranel, 2004).

Im Folgenden werden den einzelnen Basisemotionen die laut Forschungsergebnissen beteiligten Gehirnstrukturen zugeordnet.

### Freude

Zahlreiche Studien belegen, dass beim Erkennen von Freude in Gesichtern viele Regionen einschließlich der Amygdala (z.B. Killgore & Yurgelun-Todd, 2004; Yang et al., 2002), dem Gyrus fusiformis (Salloum et al., 2007; Surguladze et al., 2003, 2005), dem Gyrus cinguli (Killgore & Yurgelun-Todd, 2004; Salloum et al., 2007), und frontale Areale (Salloum et al., 2007) aktiviert sind.

Auch Basalganglien (ventrales Striatum und Putamen) zeigen bei der Induktion positiver emotionaler Erregungszustände eine erhöhte Aktivierung (Phan et al., 2002).

### Angst

Die Amygdala ist sowohl bei der bewussten als auch unbewussten Wahrnehmung angstassozierter und generell stark emotional erregender Eindrücke besonders aktiviert (Phan et al., 2002) und selektive Störungen des Erkennens und Reagierens auf Angst werden demnach auch mit bilateralen Schädigungen der Amygdala in Verbindung gebracht (z.B. Adolphs, 2003; Adolphs et al., 1999; Sprengelmeyer et al., 1999; zit. nach Hartje, 2006).

In einer Studie von Ward, Calder, Parker und Arend (2007) wurden auch die Rolle des medialen Pulvinar bei der Erkennung von Angst betont und die direkten und indirekten kortikalen Verbindungen des Pulvinars mit der Amygdala erwähnt.

Ward und Kollegen interpretieren ihre Ergebnisse so, dass der Kortex ohne Verbindungen zum Pulvinar Ausdrücke der Angst nicht erkennen könnte.

### Trauer

Erkennung von traurigen Gesichtern wurde sowohl mit einer Zunahme als auch einer Abnahme der Aktivierung in Bereichen wie der Amygdala (z.B. Adolphs & Tranel, 2004; Yang et al., 2002), dem Gyrus fusiformis (Salloum et al., 2007; Surguladze et al., 2003, 2005), dem vorderen Cingulären Kortex (Killgore & Yurgelun-Todd, 2004; Lennox, Jacob, Calder, Lupson & Bullmore, 2004; Murphy, Nimmo-Smith & Lawrence, 2003; Phan et al., 2002; Salloum et al., 2007), und dem dorsomedialen Präfrontalkortex (Murphy et al., 2003) in Verbindung gebracht.

Auch die Area subcallosa wird offenbar speziell durch traurige emotionale Eindrücke aktiviert (Phan et al., 2002).

### Wut

Eine Reihe von Studien deuten darauf hin, dass zusätzlich zur Amygdala (Fischer et al., 2005; Morris, Öhman & Dolan, 1998) der Cinguläre Kortex und vor allem der Orbitofrontalkortex in die Erkennung von Wut involviert sind (z.B. Blair & Cipolotti, 2000; Iidaka et al., 2001; Murphy et al., 2003; Sprengelmeyer et al., 1998).

### Ekel

Störungen im Erkennen oder Empfinden von Ekel werden mit Läsionen der Basalganglien (Putamen, Pallidum, Kopf des Nucleus caudatus) und des anterioren Insel-Kortex in Verbindung gebracht (Calder et al., 2000; Gray et al., 1997; Sprengelmeyer et al., 1997; zit. nach Hartje, 2006).

## **2.6. Einflussfaktoren auf die Emotionserkennung**

### **2.6.1 Geschlecht**

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich zu einem großen Teil mit dem Einfluss des Alters auf Emotionserkennung. Deshalb wird hier Geschlechtereffekten, zu denen ohnehin eine Vielzahl anderer Studien und Arbeiten vorliegt, sowohl von den theoretischen Hintergründen als auch diversen Forschungsergebnissen ein vergleichsweise geringer Stellenwert eingeräumt. Dennoch werden in aller Kürze der aktuelle Forschungsstand wiedergegeben und zum Zwecke weiteren Erkenntnisgewinns Hypothesen zu Geschlechtseinflüssen auf die Emotionserkennung in Gesichtern formuliert und geprüft.

Grundsätzlich werden Auswirkungen des Geschlechts auf Emotionalität und im weiteren auch auf Emotionserkennung angenommen. Es liegen einige Ergebnisse zu einer besseren Emotionserkennung der Frauen vor (z.B. Goos & Silverman, 2002; Hall & Matsumoto, 2004), jedoch gibt es auch viele gegensätzliche und widersprüchliche Funde, vor allem in den Studien mit Verwendung des Wiener Computergestützten Neuropsychologischen Untersuchungsmaterials (WCNP), die analog zu dieser Arbeit mit dem VERT-K die Emotionserkennung erfassten.

Während Herzl (2007) auf einen generellen signifikanten Unterschied zum Vorteil der Frauen stieß, konnten Fernbach (2006) und Hoheisel (2003) keine Unterschiede in der Emotionserkennung zwischen den Geschlechtern feststellen. Bei der Stichprobe von Hoheisel schnitten Frauen jedoch beim Erkennen von Freude signifikant besser ab. Pawelak (2004) fand in ihrer Erhebung, dass Frauen bei der Erkennung von Ekel im Vorteil waren.

Ebenfalls interessant scheint der ‚same-gender effect‘, (etwa, dass Männer Freude in männlichen Gesichtern deutlich besser erkennen konnten), den u.a. Appl (1999) und Steger-Wuchse (1999) nachweisen konnten.

Lee, Liu, Chan, Fang und Gao (2005) stellten eine unterschiedliche Aktivierung neuronaler Systeme beim Betrachten von Freude und Trauer fest. Sie argumentieren, dass scheinbar unterschiedliche kognitive Strategien zur Bewertung der emotionellen Wahrnehmung verwendet werden.

## **2.6.2 Altersunterschiede in der Emotionserkennung**

Fortschreitende Lebensdauer verursacht einen beständigen Verfall bei kognitiven Fähigkeiten und Wahrnehmung; vor allem mentale Prozesse bei sog. „frontal tasks“ sind in höherem Alter betroffen (Burke & Mackay, 1997; Schneider & Pichora-Fuller, 2000; zit. nach Calder, Keane, Manly, Sprengelmeyer, Scott, Nimmo-Smith & Young, 2003).

Wie verändern sich Hirnregionen, die in die Emotionserkennung involviert sind (vor allem frontale und temporale Gebiete) und damit das Erkennen von Emotionen mit dem Alter? Obwohl ein gewöhnlicher Alterungsprozess die Ursache für weit verbreitete schrittweise Atrophie im Gehirn darstellt, ist mittlerweile bekannt, dass vor allem die in Emotionserkennungsprozesse eingeschalteten frontalen und medialen Temporallappen bei normalem, fortschreitendem Altern darüber hinaus stark beeinträchtigt sind (z. B. Bartzokis et al., 2001; Davidson, 2000, zit. nach Wieser et al, 2006; Petit-Taboue et al., 1998; Raz et al., 2005). Häufig wird argumentiert, dass Verluste von Gehirnvolumen, die in frontalen Bereichen früher und schneller auftreten, für diese Beeinträchtigungen verantwortlich sind (Allen, Bruss, Brown & Damasio, 2005; Dimberger et al., 2000; Grieve et al., 2005).

Auch eine gegenüber anderen frontalen Bereichen vergleichsweise schnelle Degradierung des Orbitofrontalkortex, der wie oben erläutert in die Erkennung von Wut eingeschaltet ist, konnte durch Studien belegt werden (Convit et al., 2001; Lamar & Resnick, 2004; Raz et al., 1997).

Obwohl die Amygdala möglicherweise nicht so schnell wie andere Gehirnbereiche (z.B. die frontalen Lappen) altersbedingt degradiert (Good et al., 2001; Grieve et al., 2005), deuten eine Reihe von Studien auf Verkleinerungen des Amygdala-Volumens

mit fortschreitendem Alter hin (z.B. Allen et al., 2005; Grieve et al., 2005; Wright, Wedig, Williams, Rauch & Albert, 2006). Diese Volumenverluste könnten dazu führen, dass ältere Erwachsene Schwierigkeiten haben, Gesichtsausdrücke der Angst und Trauer zu erkennen (Ruffman et al., 2008). Das Selbe gilt auch für den vorderen Cingulären Kortex (z.B. Convit et al., 2001; Pardo et al., 2007; Petit-Taboué, Landeau, Desson, Desgranges & Baron, 1998).

Dies bedeutet demnach, dass degenerative Veränderungen von einzelnen Gehirnregionen bei älteren Erwachsenen möglicherweise Schwierigkeiten bei der Emotionserkennung hervorrufen können.

Im Gegensatz dazu wurde auch vorgeschlagen, dass die Erhaltung einiger Strukturen innerhalb der Basalganglien in fortgeschrittenem Alter dazu führen kann, altersbedingte Einbußen bei der Identifizierung von Ekel zu verhindern (Calder et al., 2003; Williams et al., 2006).

Zahlreiche Erhebungen, auch jene der Forschungsgruppe „Wiener Computergestütztes Neuropsychologisches Untersuchungsmaterial“ (WCNP) (Appl, 1999; Hoheisel, 2003; Kornprobst, 2003; Pawelak 2004, Steger-Wuchse, 1999) lieferten übereinstimmende Ergebnisse, dass in hohem Alter signifikant schlechtere Leistungen bei Emotionserkennung im Allgemeinen gebracht werden; wirft man den Blick jedoch auf einzelne Basisemotionen sieht das Bild deutlich heterogener aus.

Schon Malatesta, Izard, Culver und Nicolich (1987; zit. nach Calder et al., 2003) wiesen nach, dass mit zunehmendem Alter die Emotionserkennung der Basisemotionen Wut, Angst und Trauer abnahm. Allerdings beschränkte sich ihre Studie auf das weibliche Geschlecht. Hoheisel und Kryspin-Exner (2005) konnten ebenfalls stark signifikante Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Personen (über und unter 50 Jahre) in Bezug auf diese Basisemotionen nachweisen.

Eine Studie von Moreno, Borod, Welkowitz und Alpert (1993; zit. nach Calder 2003) brachte zutage, dass mit zunehmendem Alter Freude besser erkannt wurde, die Erkennungsrate bei Traurigkeit jedoch leicht zurückging. Für die Emotionen Ekel und

Überraschung ließen die Ergebnisse keine Rückschlüsse auf die Auswirkungen des Alters zu.

Calder und Kollegen (2003) untersuchten 48 Personen (jeweils 50% Männer und Frauen) zwischen 20 und 75 Jahren und stellten fest, dass zunehmendes Alter zu einer fortschreitenden Reduktion der Erkennung von Angst und, etwas weniger stark, Wut führt. Bei der Erkennung von Ekel gab es dagegen Hinweise auf eine leichte Verbesserung in höherem Alter.

Isaacowitz und Kollegen (2007) untersuchten Erwachsene von 18 bis 85 Jahren. Ältere bewerteten Ekel und Angst weniger richtig als die jüngeren, diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Funden von Calder et al. (2003). Altersunterschiede in der Genauigkeit wurden bei Wut, Ekel, Angst und Freude gefunden.

In die Metastudie von Ruffman und Kollegen (2008) flossen 28 Datensets aus 15 Studien zwischen 1995 und 2008 ein, wobei neben Gesichtsausdruck auch noch auditorische und körperliche Ausdrücke Einzug fanden. In der Ergebniswiedergabe wird sich hier jedoch nur auf die 17 Datensets bezogen, in denen der Gesichtsausdruck analysiert wurde:

Stichprobe:

- 962 jüngere Erwachsene (Durchschnittsalter 23,9 Jahre) und 705 ältere Erwachsene (Durchschnittsalter 70,2 Jahre)

Ergebnisse der Metastudie von Ruffman et al. (2008):

- Ältere Erwachsene erkennen insbesondere Wut, Trauer, und Angst weniger gut als Jüngere.
- Ältere schneiden auch beim Erkennen von Freude und Überraschung schwächer ab, aber der Unterschied war hier deutlich geringer.
- Es wurde auch ein Trend ersichtlich, dass Ältere Ekel besser erkennen, dies war jedoch statistisch nicht signifikant.

In der Forschungsliteratur liegen demnach deutliche Hinweise vor, dass Wut, Trauer und Angst mit fortgeschrittenem Alter weniger gut erkannt werden. Beim Erkennen von Freude sind Unterschiede in der Erkennensleistung aufgrund heterogener Funde nicht unbedingt zu erwarten und auch beim korrekten Erkennen von Ekel sind die gesammelten Ergebnisse recht widersprüchlich. Vor allem in den letzten beiden Fällen lässt dies besonders interessant erscheinen, ob in der vorliegenden Arbeit Unterschiede im Erkennen zwischen den einzelnen Altersgruppen nachgewiesen werden können.

Grundtenor all dieser Studien ist, dass die Erkennung von manchen Emotionen mit dem Alter abnimmt, bei anderen jedoch stabil bleibt oder sogar zunimmt, doch darüber, welche Emotionen mehr beeinflusst werden als andere, gibt es noch keine einheitliche Meinung. Altersunterschiede bei der Erkennung der unterschiedlichen Basisemotionen werden auch gegenwärtig noch weiterhin diskutiert. Jede zusätzliche Erhebung von Daten wie in der vorliegenden Arbeit kann somit einen wertvollen Beitrag zur Forschung auf diesem Gebiet beitreten.

## **2.7 Alterseffekte bei emotionalem Erleben und Verhalten**

Es gibt Belege dafür, dass sich fortgeschrittenes Alter auch positiv auf emotionale Erfahrung auswirken kann (Carstensen et al., 2003; zit. nach Ruffman et al., 2008).

Mather und Carstensen (2003) untersuchten in einer Studie das Blickverhalten von jüngeren und älteren Erwachsenen, denen Fotos mit emotionalen Inhalten entweder einzeln oder paarweise vorgelegt wurden. Bei der Vorgabe „einzel“ schauten sowohl ältere als auch jüngere Erwachsene länger auf negative Fotos (Trauer und Wut) als auf positive (Freude), was darauf hinweist, dass negative emotionale Informationen nicht generell vermieden werden. Als die Fotos jedoch paarweise vorgegeben wurden, lenkten ältere Erwachsene ihren Blick deutlich weg von den negativen Gesichtsausdrücken wie Trauer und Wut und vermehrten zu den glücklichen Gesichtsausdrücken, was die Autoren als den sog. „positivity effect“ bezeichnen.

Es gab einige Diskrepanzen um diesen Positivitätseffekt (Grühn et al. (2005) brachten die Möglichkeit eines reduzierten Negativitätseffekts ein), aber Ruffman und Kollegen (2008) betonen die deutlichen Hinweise dafür sowie die Annahme, dass dieser Effekt vielleicht eine adaptive Strategie repräsentieren könne, um die Emotionsregulierung aufrechtzuerhalten und soziale Konflikte zu vermeiden (Carstensen et al., 2006; zit. nach Ruffman et al., 2008).

Es gibt unterschiedliche Erklärungsansätze für dieses Phänomen: So könnte es z.B. daraus resultieren, dass ältere Erwachsene sich eher auf die Mundpartien konzentrieren, während die jüngeren Erwachsenen bei negativen Ausdrücken mehr Zeit mit dem Blick auf die informativeren Regionen rund um das Auge verbringen (Sullivan et al., 2007; Wong et al., 2005; zit. nach Ruffman et al., 2008). Es wäre auch möglich, dass durch Wiederbewertungen negativer Ausdrücke in einem positiveren Licht oder erhöhte Konzentration auf den Mund (der weniger bedrohlich, aber auch weniger informativ für negative Ausdrücke ist) ältere Erwachsene dazu tendieren könnten, negative Mimik anders zu interpretieren als jüngere, was sich dann in weniger genauen Bezeichnungen auswirken kann.

Paradiso und Kollegen (2003; zit. nach Wieser, Mühlberger, Kenntner-Mabiala & Pauli, 2006) untersuchten Veränderungen des regionalen cerebralen Blutflusses bei älteren Personen, denen traurige, glückliche und neutrale Bilder gezeigt wurden und fanden bei Vorgabe der traurigen Bilder eine erhöhte Aktivität im ventralen medialen Präfrontalkortex und im Thalamus. Jedoch mangelte es dieser Studie an einer Kontrollgruppe mit jüngeren Erwachsenen, was Schlussfolgerungen über die Auswirkungen der Alterung auf die Verarbeitung von affektiven Reizen deutlich einschränkt.

Zu Vergleichen von Gehirnaktivierung von älteren und jüngeren Erwachsenen während der Emotionsverarbeitung gibt es bis dato noch wenige Studien. In einer davon konnten Schießen-Dixon et al. (2003; zit. nach Wieser et al., 2006) mittels fMRI zeigen, dass ältere Menschen im Vergleich zu jüngeren Teilnehmern weniger Aktivierung in limbischen, dafür jedoch mehr in anderen Bereichen (z.B. im vorderen Cingulum) aufwiesen. Diese reduzierte temporo-limbische Aktivierung wurde so

interpretiert, dass es dort Schwierigkeiten bei der Unterscheidung von Emotionen gibt und die stärkere Aktivierung in den anderen Bereichen auf eine altersbezogene Kompensation im Sinne einer Neuordnung der kortikalen Netze hindeuten könnte.

Smith et al. (2005; zit. nach Wieser et al, 2006) untersuchten die emotionale Reaktivität von älteren Teilnehmern mittels physiologischer Reaktionen sowie der Erhebung von Freude und Erregung als Reaktion auf emotionale Bilder. Bei den älteren Teilnehmern war die physiologische Reaktivität auf emotionale Bilder abgeschwächt, während die Werte von Valenz und Erregung erhöht waren. Laut Wieser und Kollegen (2006) deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass ältere Erwachsene gleich viel oder sogar mehr emotionale Reaktivität als die jüngeren zeigen, „...although autonomic, cortical, and facial-expressive aspects of emotional responses may diminish with advancing age.“ (S. 139)

Auf Rückgänge von emotionaler Intensität bei negativen Emotionen in fortgeschrittenem Alter weisen auch Studien von Lawton, Kleban, Rajagopal und Dean (1992) sowie Gross und Kollegen (1997) hin, bei denen zusätzlich ältere Teilnehmer von weniger negativen emotionalen Erfahrungen, geringerer emotionaler Expressivität und einer größeren emotionalen Kontrolle berichteten.

Der interessanten Frage, ob Bewertungen von Bildern mit emotionalem Inhalt in fortgeschrittenem Alter extremer werden, widmeten sich Grühn und Scheibe (2008). Sie untersuchten 53 jüngere (18-31 Jahre; MW 25,23 Jahre; SD 3,39; 45,3 % weiblich) und 53 ältere Erwachsene (63-77 Jahre; MW 69,61 Jahre; SD 3,58; 52,8% weiblich) in Bezug auf ihre Ratings im International Affective Picture System (IAPS; siehe Kapitel 6.5.7). 504 Bilder wurden vorgegeben.

Die 2 Dimensionen Valenz (valence) und Erregung bzw. „emotionale Erregbarkeit“ (arousal) wurden untersucht, die Bilder wurden nach den 3 IAPS-Kategorien positiv, neutral und negativ eingeteilt.

Beide Altersgruppen bewerteten positive Bilder als weniger erregend, was zu einem stärkeren linearen Zusammenhang zwischen Valenz und Erregung führte als jene, die in früheren Studien gefunden wurden. Dieser Zusammenhang war bei den

älteren noch stärker als bei den jungen Erwachsenen. Ältere Erwachsene bewerteten negative Bilder negativer und erregender, und positive Bilder positiver und weniger erregend als ihre jüngeren Kollegen. Dies könnte laut den Autoren auf eine Entdifferenzierung der emotionalen Verarbeitung im hohen Alter deuten (Grühn & Scheibe, 2008).

Empirische Daten unterschiedlicher Erhebungen zeigen, dass die Dimensionen Valenz und Erregung nicht unabhängig voneinander sind (Ito et al., 1998; Lang et al., 1998; Libkuman et al., 2007; Ribeiro et al., 2005; zit. nach Grühn & Scheibe, 2008), sondern vielmehr eine U-förmige Funktion bilden: Unangenehme Bilder wirken somit in der Regel stärker erregend als angenehme Bilder und sowohl angenehme als auch unangenehme Bilder sind in der Regel erregender als neutrale Bilder.

Können die Valenz- und Erregungsbewertungen von jungen Erwachsenen für die Älteren generalisiert werden? Die Forschungsliteratur weist darauf hin, dass jüngere und ältere Erwachsene sich in Bezug auf mehrere Aspekte von emotionalen Funktionen unterscheiden. Verschiedene Studien brachten zutage, dass im täglichen Leben ältere Erwachsene negative Affekte weniger häufig als junge Erwachsene und positive Auswirkungen ungefähr gleich häufig erleben. Ältere Erwachsene berichten von abnehmender „urgency“ (die Tendenz, positive Emotionen sehr intensiv zu erfahren), größerer Stabilität der Stimmung und abnehmendem „Sensation Seeking“ (Lawton et al., 1992;). Auch besser entwickelte Kapazitäten der Emotionsregulation werden mit höherem Erwachsenenalter assoziiert (Carstensen, Pasupathi, Mayr & Nesselroade, 2000; Gross et al., 1997). Außerdem gibt es einige Hinweise darauf, dass ältere Erwachsene reduzierte autonome Reaktionen auf emotionale Reize zeigen (z.B. Levenson, Carstensen, Friesen & Ekman, 1991, Kunzmann & Gruhn, 2005; zit. nach Grühn & Scheibe, 2008). Diese altersbezogenen Unterschiede in emotionaler Erfahrung, Kontroll- und Reaktionsfähigkeit können die Valenz und Erregung der emotionalen Bilder beeinträchtigen. Zum Beispiel könnte reduzierte autonome Reaktivität älterer Erwachsener auf emotionale Reize dazu führen, dass sie emotionale Bilder als weniger erregend wahrnehmen (Grühn & Scheibe, 2008).

Anzumerken ist, dass die Anzahl der vorgegebenen Bilder in Studien mit dem IAPS oftmals deutlich divergieren. Grühn und Scheibe (2008) bezogen sich in ihrer Metaanalyse nur auf Studien, in denen minimal 100 Bilder vorgegeben wurden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 82 Bilder verwendet. Auch die Vorgabe vieler Bilder ist kritisch, da sich laut den Autoren Gewöhnungseffekte einstellen können.

Frühere Studien zu diesem Forschungsgebiet berücksichtigten eher junge Erwachsene, die „älteren“ wurden bis dato eher wenig getestet. Somit kann die vorliegende Arbeit auch zu diesem Thema einen weiteren Beitrag zum Erkenntnisgewinn leisten. Die wenigen Studien mit jungen und alten Erwachsenen lieferten darüber hinaus sehr widersprüchliche Ergebnisse. Oft wurde nur ein sehr kleines Set vorgegeben oder simplifizierte Ratings verwendet, was auch die Möglichkeit, signifikante Unterschiede in der Bewertung der Bilder durch die verschiedenen Altersgruppen zu erhalten, einschränkte (vgl. Grühn & Scheibe, 2008).

### 3. Exekutivfunktionen

Ähnlich wie bei Emotionen gibt es auch bei exekutiven Funktionen keine allgemeingültige Definition, stattdessen werden in der Literatur meist Listen von inhaltlich heterogenen Funktionsaspekten angegeben. Diese Funktionen überlappen sich teilweise bzw. befinden sich auf unterschiedlichen Verhaltensebenen. Gemeinsam ist exekutiven Funktionen, dass sie unabhängig von Sinneseindrücken abzulaufen scheinen (Matthes-von Cramon, 2006), sowie dass sie flexibles und zielgerichtetes Verhalten ermöglichen (Sattler, 2006).

Exekutive Funktionen könnte man alternativ auch als Führungs-, Leitungs- und Steuerungsfunktionen bezeichnen (Matthes-von Cramon, 2006). Sie sind kognitive Fähigkeiten und Prozesse, die mit komplexem Denken und Verhalten in Zusammenhang stehen. Exekutivfunktionen werden stets durch eine oder mehrere Aufgaben gemessen (Daniels, Toth & Jacoby, 2004).

Seifert und Thienel (2007) geben folgende Definition von Exekutivfunktionen:

Als Exekutivfunktionen bezeichnet man solche Operationen und kognitive Prozesse, die es einer Person erlauben, selbstständig und zielstrebig zu handeln. Sie ermöglichen das Erreichen eines übergeordneten Ziels durch die Kontrolle, Steuerung und Koordination verschiedener Subprozesse und sind die Voraussetzung dafür, dass Menschen sich zügig und erfolgreich an neuartige Situationen in der Umwelt anpassen können. (S. 304)

Bei Davison, Neale und Hautzinger (2007) findet sich ergänzend: „Exekutivfunktionen dienen der Steuerung und Kontrolle höherer kognitiver Prozesse, die z.B. beim Lösen komplexer Probleme erforderlich sind.“ (S.109)

Exekutivfunktionen sind also verschiedenen Beschreibungsebenen zugehörig, wirken steuernd und modulierend in Bezug auf elementare oder routinierte kognitive Fähigkeiten, außerdem bilden sie eine *Instanz für die kognitive Kontrolle* (Sattler,

2006). Funahashi (2001, zit. nach Matthes-von Cramon, 2006) bezeichnet exekutive Funktionen als das Produkt der koordinierten Arbeitsweise verschiedenartiger Prozesse zur Erreichung eines Handlungszieles. Koordination, kognitive Kontrolle und Zielorientierung werden hierbei als das Herzstück exekutiver Funktionen betrachtet.

Es wird angenommen, dass Exekutivfunktionen nicht für grundlegende kognitive Prozesse, sondern für die Verhaltenskompetenzen, die diese Kapazitäten integrieren, verantwortlich sind und dadurch flexible Antworten erlauben (Della Sala, Gray, Spinnler, & Trivelli, 1998; zit. nach Henry & Crawford, 2005).

Eingeteilt werden können Exekutivfunktionen laut Sattler (2006) in die Gruppen Handlungsplanung, Monitoring (Durchführung einer Handlung) und Aufmerksamkeitskontrolle und sie werden, wie bei Matthes-von Cramon (2006, S.168) und Sattler (2006, S.476), wohl am besten durch eine Aufzählung von inhaltlich heterogenen Aspekten umschrieben:

- Modulation der Aufmerksamkeit
- Wechseln zwischen attentionalen Einstellungen
- Wechseln zwischen Aufgabenrepräsentationen
- flexibles Wechseln zur Anpassung an sich (rasch) ändernde Gegebenheiten in der Umwelt
- Hemmen (Unterdrücken) nicht zielkonformer (aber möglicherweise dominanter) Handlungsintentionen
- Problemlösen
- Antizipation und Auswahl von Handlungszielen
- Planen und strategisches Abwägen in Planungen
- Koordinieren von Informationen über den Zustand von Aussen- und Innenwelt
- Perzeptiv-mnemonisches und motorisches Sequenzieren von Subzielen
- Monitoring (Überwachen verschiedener Repräsentationen und Abgleich der handlungsleitenden Zielintentionen mit dem aktuellen Stand der Handlung)
- Aufrechterhalten eines Ziels
- Evaluation von Rückmeldungen über Handlungskonsequenzen

Davison und Kollegen (2007) schlagen alternativ eine Unterteilung der exekutiven Funktionen in folgende Komponenten vor:

- Fokussierung der Aufmerksamkeit auf wichtige Prozesse und Informationen sowie Hemmung unwichtiger Informationen
- Task Management: Ablaufschema für komplexe Handlungen
- Planung: mentale Unterteilung von Handlungen in mehrere Sequenzen zur Zielerreichung
- Monitoring
- Coding: Speicherung oder Protokollierung der ablaufenden Prozesse im Arbeitsgedächtnis

Alle diese Komponenten können jedoch weder anatomisch noch funktionell genau umschrieben werden und setzen sich vermutlich wiederum aus Einzelfähigkeiten zusammen (Sattler, 2006).

### **3.1 Dysexekutives Syndrom**

Als dysexekutives Syndrom wird eine massive Störung der exekutiven Funktionen bezeichnet und es kann neuropsychologisch erfasst werden. Durch den Verlust der Fähigkeit, irrelevante Informationen hemmen zu können, resultieren bei Patienten mit dieser Störung Schwierigkeiten beim problemlösenden Denken und Vorausplanen. Begleiterscheinungen davon sind beispielsweise oft Interesselosigkeit oder Gleichgültigkeit.

Das dysexekutive Syndrom zieht auch in alltäglichen Situationen Beeinträchtigungen nach sich, vor allem in Aufgaben, die Multitasking erfordern, wirkt sich die Störung eklatant aus, da Organisation, Planung und Teilung der Aufmerksamkeit stark beeinträchtigt sind<sup>6</sup> (Sattler, 2006).

---

<sup>6</sup> eine detaillierte Beschreibung von weiteren Störungen und deren Folgen liefert Sattler (2006): S.478-480.

### **3.2 Anfänge und Gegenwart der Forschung zu Exekutivfunktionen**

Schon 1844 meinte Jackson (zit. nach Daniels et al., 2004), dass höhere Zentren des Gehirns niedrigere Zentren kontrollieren. Von erheblicher Bedeutung u.a. für die Erforschung der Exekutivfunktionen war 1848 der Fall von Phineas Gage, dessen linkes Frontalhirn von einer Eisenstange durchbohrt wurde und daraus deutlich wurde, wie schwerwiegend Schädigungen des Frontallappens sich auf Kognition, Persönlichkeit und Verhalten auswirken können.

Die Forschung zu Exekutivfunktionen lässt sich in zwei Ansätze gliedern, einerseits den neuropsychologischen und andererseits den kognitiv-psychologischen: Während Neuropsychologen vor allem an Aufgaben, die sensibel für Frontallappenschädigungen und weniger an den zugrunde liegenden Prozessen interessiert sind, betrachten die kognitiven Psychologen diese jedoch als sehr bedeutend und interessieren sich weniger für die neuralen Strukturen. Das Resultat dieser Unterschiede sei die Vielzahl von verschiedenen Aufgaben zur Erfassung der Exekutivfunktionen, meinen Daniels et al. (2004), die sich vor allem mit der Frage beschäftigen, ob es multiple Exekutivfunktionen oder eine übergeordnete Funktion gibt.

### **3.3 Neuronale Korrelate der Exekutivfunktionen**

Aufgrund einer starken Verschaltung mit den meisten Hirnstrukturen und seiner großen Rolle bei integrativen Funktionen (Handlungsplanung und –durchführung unter Berücksichtigung von Motivation, Emotion und Information) gilt das Frontalhirn als wesentlicher Bestandteil der Netzwerke, die Exekutivfunktionen ausführen. Ebenso ermöglicht das Frontalhirn auch weitere komplexe kognitive Fähigkeiten wie vorausschauendes Denken, Handlungsplanung, Antrieb, Aufmerksamkeit, Flexibilität und Konzepterkennen (Sattler, 2006).

### **3.3.1 Der Präfrontalkortex**

Der Präfrontalkortex (PFC) ist ein Teil des Frontallappens und wird von den 3 Gyrus Frontales (superior, medialis und inferior) gebildet. Eine Unterteilung des PFC kann auf verschiedene Arten erfolgen, am gebräuchlichsten ist vermutlich jene in die Gebiete orbitofrontal, ventromedial und dorsolateral, denen auch unterschiedliche Funktionen zugeschrieben werden können

Wählt man eine Einteilung des Großhirns in funktionelle Regionen, umfasst der Präfrontalkortex die heteromodalen Brodmann-Areale 8 (vorderer Anteil), 9, 10, 11, 12 (vorderer Anteil), 45, 46, 47 sowie die zugehörigen Marklagerstrukturen. Zu diesen Arealen gibt es zahlreiche intrakortikale Faserverbindungen, vor allem jene vom dorsomedialen Thalamuskern werden von einigen Autoren in ihrer Bedeutung herausgehoben (Sattler, 2006).

Der Präfrontalkortex soll in eine Vielzahl von exekutive und Aufmerksamkeits-Funktionen eingeschaltet sein und wird, wie in Kapitel 1.5.1 dargestellt (siehe z.B. Phan et al., 2002; Robbins, 1998), auch mit der Erkennung einzelner Basisemotionen in Verbindung gebracht, dennoch wird die funktionelle Organisation des PFC nach wie vor stark debattiert. Auch die neuronale Grundlage der Exekutivfunktionen reicht vermutlich weiter, da dysexekutive Störungen zusätzlich auch auf Beteiligung anderer kortikaler Areale und subkortikaler Strukturen wie den medialen Thalamus und auch die Basalganglien Nucleus caudatus oder Globus pallidus hindeuten. Es ist daher anzunehmen, dass bei Exekutivfunktionen ein weit verzweigtes neuronales Netz bzw. mehrere sich überlappende Netze aktiv sind, was durch Beobachtungen gestützt wird, dass exekutive Dysfunktionen durch ausgedehnte, diffuse und meist bilaterale Hirnschädigungen (z.B. nach Schädel-Hirn-Trauma oder Hypoxie) hervorgerufen werden (Sattler, 2006).

Für eine zentrale Fragestellung dieser Arbeit soll in Erinnerung gerufen werden, dass der Präfrontalkortex, wie in Kapitel 1.5.1 erwähnt, auch in Emotionserkennungsprozesse einbezogen ist. So sehen etwa Sprengelmeyer et al.

(1998) den Orbitofrontalkortex als Endstation unabhängiger emotionsspezifischer Systeme.

### **Ätiologie des dysexekutiven Syndroms:**

Bei Schädigung von großen Abschnitten des PFC (bzw. seiner Marklagerstrukturen und kortikal-subkortikalen Verbindungen), etwa durch ein Schädel-Hirn-Trauma, bei Infarkten, Hirnblutungen oder Tumoren, entstehen dysexekutive Störungen (Sattler, 2006).

Folgendes kann, „mit aller Vorsicht“ (Sattler, 2006, S.487) über Lokalisationen von frontalen Läsionen und Störungsbildern festgehalten werden:

- Frontodorsale Läsionen (besonders in Brodmann Areal 8, 9 und 46) hängen mit Störungen exekutiver Funktionen und des Arbeitsgedächtnisses zusammen. Darüber hinaus kann es zu einer Art Apathie kommen.
- Orbitofrontale Läsionen führen zu sog. „Plussymptomen“: Distanzlosigkeit, Störung der Impulskontrolle, gestörtes Sozialverhalten.
- Frontomediale Läsionen bedingen die „Minussymptome“: affektive Indifferenz, Hypo- bzw. Abulie.
- Ventromediale Läsionen führen scheinbar zur Störung der Fähigkeit, zukünftige Konsequenzen des Handelns im sozialen Kontext einzuschätzen.

Auch der Thalamus und Basalganglien sind über Fronto-Subkortikale Schaltkreise in die exekutiven Funktionen eingebunden<sup>7</sup>. Durch degenerative Veränderungen des Thalamus (vor allem der anterioren und lateralen Kerngruppe sowie Teilen des medialen Thalamus) werden komplexe kognitive Funktionen beeinträchtigt und ebenso kommt es zu affektiven Störungen. „Präfrontale Symptome“ können somit z.B. bei bilateralen Läsionen bestimmter Thalamuskerne bzw. des Nucleus caudatus auftreten (Sattler, 2006).

---

<sup>7</sup> eine genaue Auflistung der beteiligten Strukturen, Verbindungen und Schädigungen (dysexekutive Syndrome) bei Läsionen findet sich bei Sattler (2006) auf Seite 488.

### 3.4 Wortflüssigkeit

Wortflüssigkeit ist einer der 7 Primärfaktoren (primary mental abilities) der Intelligenz, die Thurstone 1938 postuliert hat. Sie zeichnet sich nach Thurstone durch schnelle Verfügbarkeit bzw. das rasche Produzieren von Wörtern, die bestimmten Erfordernissen entsprechen, aus, kann als Indikator für die allgemeine Sprachflüssigkeit angesehen werden und ist zudem auch generell ein geeignetes Konstrukt zur Untersuchung kognitiver Flexibilität (Seifert & Thienel, 2007).

Zwei Arten der Wortflüssigkeit werden unterschieden: die phonematische und die semantische. Beeinträchtigungen der Wortflüssigkeit bzw. Anfangsbuchstabenflüssigkeit (initial letter fluency, ILF) werden in der Literatur mit linkshemisphärischer oder bilateraler Schädigung in Verbindung gebracht (Benton 1968; Bornstein 1986; Miceli et al 1981; Miller, 1984; Milner, 1964; zitiert nach Crawford, Venneri & O'Carroll, 1998; Ruff, Light, Parker & Levin, 1997).

Das komplexe Konstrukt Wortflüssigkeit ist laut Ruff und Kollegen (1997) schwer zu erfassen bzw. noch nicht genau bekannt. Verschiedene kognitive Funktionen scheinen beteiligt. Um Wortflüssigkeit besser zu beschreiben, haben die Autoren mit einer Stichprobe von 360 Erwachsenen unterschiedlichen Alters, Geschlechts und Bildungsgrades verschiedene Faktoren untersucht, die man mit Wortflüssigkeit assoziiert und zwar verbale Aufmerksamkeit, Wortschatz, verbales Gedächtnis sowie zur Erfassung exekutiver Fähigkeiten ein verbales (WAISR Similarities Test) und nonverbales Testverfahren (Ruff Figural Fluency Test) eingesetzt.

Ergebnisse eines Wortflüssigkeitstests (COWA) wurden mit jenen aus den neuropsychologischen Tests korreliert und zunächst erwiesen sich alle vier untersuchten Faktoren statistisch signifikant, woraufhin sich die Frage nach den Beiträgen der einzelnen Faktoren stellte. Mittels multipler Regressionsanalyse kamen Ruff et al. (1997) zu dem Schluss, dass die Faktoren auditive Aufmerksamkeit, verbales Langzeitgedächtnis und Wortschatz gemeinsam die Wortflüssigkeit ausmachen könnten.

Von anderen Autoren werden auch weitere Faktoren wie Vorstellungsfähigkeit (Chertkow & Bub, 1990; zit. nach Gallistl, 2006), semantische Fertigkeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Binetti et al., 1995; zit. nach Gallistl, 2006) oder strategische Flexibilität (Rosen, 1980; zit. nach Gallistl, 2006) mit Wortflüssigkeit in Zusammenhang gebracht.

Lösungsstrategien der lexikalischen und semantischen Wortflüssigkeit unterscheiden sich vor allem hinsichtlich des Wortabrufes: lexikalisch kann eine Aufgabe auf rein phonologischer Basis gelöst werden, in semantischen Kategorien ist dagegen die Wortbedeutung relevant (Gallistl, 2006).

Zur Lösung von Wortflüssigkeitsaufgaben gibt es verschiedene Modelle, etwa das Zweistufen-Modell von Gruenwald und Lockhead (1980) oder den Ansatz des „Clustering“ (Generieren von Wörtern innerhalb von Subkategorien) und „Switching“ (Wechseln zwischen Subkategorien) von Troyer, Moscovitch, Winocur, Alexander und Stuss (1998).

### **3.4.1 Neuronale Korrelate der Wortflüssigkeit**

Lurito, Kareken, Lowe, Chen und Matthews (2000; zit. nach Seifert & Thienel, 2007) verglichen lexikalische Wortflüssigkeitsaufgaben mit Reimaufgaben und fanden bei beiden Aktivierungen im inferioren Frontalkortex, im posterioren Teil des superioren Temporalkortex sowie im Gyrus fusiformis. Alle diese Bereiche sind mit Sprachfunktionen assoziiert. Bei den Wortflüssigkeitsaufgaben waren der dorsolaterale Präfrontalkortex und das anteriore Cingulum stärker aktiviert als bei der Reimaufgabe, was darauf hinweist, dass auch nicht-sprachliche Komponenten beteiligt sind.

Bei semantischer Wortflüssigkeit werden häufig temporale Kortexbereiche als mitbeteiligt angegeben (Seifert & Thienel, 2007), z.B. fanden Philajamäki et al (2000, zit. nach Seifert & Thienel, 2007) eine verstärkte Aktivierung des linken medialen Temporalkortex im Bereich des Hippocampus und des posterioren Gyrus parahippocampalis. Laut Seifert und Thienel (2007) lässt dies die Interpretation zu,

dass „...der laterale Temporallappen speziell für den strategischen Wortgenerierungsprozess anhand von Kategorien von Bedeutung zu sein scheint.“ (S. 310)

Boksman und Kollegen (2005) fanden darüber hinaus in einer fMRI-gestützten Studie eine Interaktion zwischen dem rechten vorderen Gyrus cinguli und dem linkem Temporallappen während der Bearbeitung von Wortflüssigkeitsaufgaben.

### **3.5 Exekutivfunktionen und Altersprozesse**

Bei vielen klassischen neuropsychologischen Aufgaben schneiden ältere Erwachsene oft schlechter ab als jüngere, u.a. auch beim Stroop Test (z.B. Brink & McDowd, 1999; zit. nach Daniels et al., 2004) Trail Making Test B (Salthouse & Fristoe, 1995; zit. nach Daniels et al., 2004) und bei Wortflüssigkeitstests (Salthouse, Atkinson & Berish, 2003), allesamt Verfahren, die auch in der vorliegenden Arbeit eingesetzt werden.

Diese Erkenntnisse führten zu einer „Frontallappen-Hypothese des kognitiven Alterns“ (z.B. Albert & Kaplan, 1980; West, 1996; zit. nach Daniels et al., 2004), welche jedoch das Problem hat, dass sie zu allgemein gehalten ist, besteht der Frontallappen doch aus verschiedenen anatomischen Regionen, die verschiedene kognitive Funktionen ausführen. Es herrscht laut Daniels und Kollegen (2004) kaum Konsens über die spezifischen altersbedingten Veränderungen, die mit Abnahmen der frontalen Funktionen einhergehen und diese Situation scheint sich auch in den folgenden Jahren bis dato nicht geändert zu haben.

Unterschiedliche Ergebnisse in Zusammenhang mit Exekutivfunktionen und Alterung erschweren die Situation zusätzlich. So gibt es auch Studien, die gar keine Zusammenhänge mit Alter fanden (z.B. Boone et al., 1990; zit. nach Daniels et al., 2004) oder bei denen die Effekte verschwanden, als man die Leistung bei nicht-exekutiven Prozessen wie perzeptueller oder motorischer Geschwindigkeit ebenso in Betracht zog (z.B. Dywan, Segalowitz & Unsal, 1992; zit. nach Daniels et al., 2004).

Auch sind Korrelationen zwischen den Messinstrumenten oft klein oder nicht signifikant (z.B. Burgess et al., 1998; Duncan et al., 1997; zit. nach Daniels et al., 2004). Sogar zwischen Versionen derselben zugrunde liegenden Aufgabe wurde dies beobachtet (z.B. Shilling et al., 2002; zit. nach Daniels, et al., 2004). Es könnten zwar auch methodologische Probleme dafür verantwortlich sein, dennoch führen diese Funde laut Daniels und Kollegen zu zwei generellen Problemen mit aufgabenbasierten Zugängen: erstens, dass die Leistung bei Exekutiv-Aufgaben auch oft nicht-exekutive Aspekte reflektiert und zweitens, dass diese Aufgaben unterschiedliche Formen von exekutiver Kontrolle erfassen. Ebenso bleibt fraglich, ob die einzelnen Aufgaben eine spezifische Exekutivfunktion oder einen gemeinsamen Faktor für mehrere Funktionen erfassen<sup>8</sup>.

Die Frage, ob Exekutivfunktionen eine einzelne Fähigkeit oder eine Familie von verschiedenen Fähigkeiten darstellen, beeinflusst letztendlich auch jene nach den Alterseffekten. Es gibt verschiedene Meinungen und Studienergebnisse dazu. Während manche Forscher (z.B. Duncan & Miller, 2002; zit. nach Daniels, 2004) meinen, Exekutivkontrolle sei sehr allgemein, bzw. keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den verschiedenen Exekutivfunktionen fanden (Salthouse et al., 2003), sprechen andere wiederum von deutlichen Unterschieden zwischen Fähigkeiten wie Inhibition, „Updating“ oder „Shifting“ (Miyake et al., 2000; zit. nach Daniels, 2004) und die Lage wird noch verkompliziert durch Theorien, nach denen exekutive Prozesse auch noch weiter in Sub-Prozesse unterteilt werden können, so z.B. Inhibition in „access“, „deletion“ und „restraint“ (Hasher, Zacks & May, 1999; Friedman & Miyake, 2004; zit. nach Daniels et al., 2004).

Eine gute Möglichkeit, sich Alterungsprozessen und deren Einfluss auf Exekutivfunktionen zu nähern, stellt auch die Erforschung der Entwicklung von Exekutivfunktionen dar. So argumentieren Daniels und Kollegen (2004), man könne aus dem Wissen über die Entwicklung auch etwas über Mechanismen des Verfalls erfahren.

---

<sup>8</sup> für genauere Analysen und weitere Literaturverweise, siehe Daniels et al.(2004)

Zelazo, Craik und Booth (2004) fanden bei einem Maß für exekutive Funktionen ein umgekehrtes U-förmiges Muster über drei Altersgruppen (8-10 jährige Kinder, Erwachsene und ältere Erwachsene) und auch Li et al. (2004) sprechen davon, dass viele „high-level cognitive abilities“ in der Kindheit undifferenziert sind, dann im Erwachsenenalter ausgeprägt werden und erst im höheren Alter wieder „reintegriert“ und „entdifferenziert“ werden.

Capitani, Laiacona & Basso (1998) untersuchten 503 Personen mit einer Anfangsbuchstabenwortflüssigkeitsaufgabe, um Alters- und Geschlechtseffekte zu prüfen. Neben einem erwarteten Einfluss des Bildungsgrades fanden sie eine Überlegenheit der Frauen, eine signifikante altersbedingte Verschlechterung konnte jedoch nicht gefunden werden.

Gallistl (2006) konnte bei einem Wortflüssigkeitstest<sup>9</sup> keine Einflüsse des Geschlechts oder des Bildungsgrades auf die Wortflüssigkeit nachweisen, fand jedoch einen signifikanten Effekt des Alters auf die Leistung, dahingehend, dass ältere Personen bei WF Aufgaben deutlich besser abschnitten als jüngere (über 45 Jahre gegenüber unter 45 Jahren). Ein derartiges Ergebnis stützt auch Vermutungen, dass die Wortflüssigkeit eng mit dem Wortschatz einer Person verbunden ist.

Laut Daniels und Kollegen (2004) ist es also längst noch nicht genau erforscht, wie sich Exekutivfunktionen mit dem Alter verändern. Durch den Einsatz von sechs Tests, die gemeinhin exekutive Funktionen erfassen können und einer Stichprobe, die eine Altersspanne von 20 bis 93 Jahren bzw. fünf unterschiedliche Altersgruppen umfasst, können in der vorliegenden Arbeit weitere wertvolle Erkenntnisse zu Alterseffekten hinsichtlich der Exekutivfunktionen gewonnen werden.

---

<sup>9</sup> Verwendet wurde der „WF Gr 4“ (Arendasy, 2005), der im Unterschied zu den Anfangsbuchstabentests in dieser Arbeit Wortflüssigkeit anhand von Anagrammen misst.

## **4. Schnittstelle Emotion und Kognition – Emotionserkennung und Exekutive Funktionen**

Das Interesse am Zusammenspiel von Emotion und Kognition ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen und wird auch im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Emotion und Kognition“ der Klinischen Psychologie der Universität Wien am Institut für Klinische, Biologische und Differentielle Psychologie unter der Leitung von Fr. Prof. Kryspin-Exner intensiv erforscht.

In der vorliegenden Arbeit werden mögliche Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung in Gesichtern und Exekutivfunktionen untersucht. Zu diesem Phänomen gibt es bis dato noch sehr wenige Studien und Ergebnisse, bzw. stammen Funde dazu vornehmlich aus Studien, bei denen es hauptsächlich um Anderes ging. Ein präziser theoretischer Unterbau für bereits gefundene Korrelationen zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen ist in der Literatur jedenfalls nicht zu finden.

Es sei deshalb darauf hingewiesen, dass den Hypothesen rund um Zusammenhänge zwischen Fähigkeiten der Emotionserkennung und Exekutivfunktionen mangels spezieller Theorien ein deutlich explorativer Charakter zukommt.

Im Folgenden werden Funde, Erkenntnisse sowie theoretische Vermutungen zu Verbindungen von Emotionserkennung und exekutiven Funktionen zusammengefasst und dargelegt.

## 4.1 Studien und Ergebnisse

Teng, Lu und Cummings (2007) untersuchten am Rande ihrer zentralen Fragestellung nach Defiziten der Emotionserkennung bei Patienten mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (Mild Cognitive Impairment, MCI) auch Zusammenhänge von Fähigkeiten der Emotionsunterscheidung und der Leistung bei Tests von Exekutivfunktionen und fanden bei dieser Personengruppe eine deutliche Korrelation. 23 MCI-Patienten (unterteilt in Single Domain- und Multi Domain-MCI) und 68 Personen in der Kontrollgruppe wurden dabei getestet.

Zur Überprüfung der kognitiven Fähigkeiten kamen u.a., analog zur vorliegenden Arbeit, auch eine Wortflüssigkeitsaufgabe (semantisch), sowie der Trail Making Test B zum Einsatz. Um die Emotionserkennung zu erfassen, setzten Teng und Kollegen die sog. Florida Affect Battery ein.

Die verwendeten Tests für Emotionserkennung in der Studie von Teng et al. (2007) unterscheiden sich im Detail vom Konzept der reinen Emotionserkennung des in dieser Arbeit vorgegebenen VERT-K. So bestand z.B. Subtest 2 aus Paaren von Fotografien von zwei verschiedenen Schauspielerinnen und die Aufgabe für die Testpersonen war, anzugeben ob die Emotionen auf den beiden Fotografien dieselben waren. Mittels multipler Regressionsanalyse konnte belegt werden, dass die Ergebnisse dieses Subtests mit dem Score der Exekutivtests korrelierten ( $r = 0.626$ ,  $p = 0.017$ ). Diese Korrelation könnte laut den Autoren auf eine latente frontale bzw. exekutive Komponente in diesem Test hinweisen, wobei einschränkend erwähnt werden muss, dass im Subtest, den Teng und Kollegen einsetzten, zwei Gesichter miteinander verglichen, und in mögliche Übereinstimmung gebracht werden mussten. Bei „einfacher“ Emotionserkennung, wie mit dem VERT-K erfasst, könnte diese theoretische exekutive Komponente demnach auch von deutlich geringerer Bedeutung sein.

Teng und Kollegen (2007) erwähnen als mögliche Erklärung für diese Korrelation noch, dass eine schwache Leistung bei den Exekutiv-Tests eventuell eine generelle Degeneration in den Frontal Lappen reflektieren könnte, zu denen u.a. auch die

orbitofrontalen Gebiete zählen, deren Rolle bei der Emotionserkennung in Kapitel 1.5.1 bereits geschildert wurde.

Jedenfalls stellt dieser Fund von Teng et al. (2007) bereits eine interessante Basis für eine weitere Erhebung, ob Tests der exekutiven Funktionen auch mit der Emotionserkennung in Gesichtern, so wie sie mit dem VERT-K gemessen wird, korrelieren, dar. Studien, die sich speziell mit Emotionserkennung und exekutiven Funktionen befassen, werden im Folgenden angeführt.

Laut Hoaken, Allaby & Earle (2007) gibt es vor allem in der Literatur über Schizophrenie Hinweise, dass Kapazitäten für exekutive Funktionen und Emotionserkennung bzw. -verarbeitung miteinander verbunden sein könnten. So fanden etwa Kee, Kern und Green (1998) Korrelationen (von 0,24 bis 0,45) zwischen drei Emotionserkennungsaufgaben und einer Arbeitsgedächtnisaufgabe. Auch Kohler, Bilker, Haagendorn, Gur und Gur (2000) stießen auf Ähnliches. Hier war Gesichtserkennung mit Aufmerksamkeit, Verbalgedächtnis und Sprachfähigkeiten korreliert. Ebenso fanden Whittaker, Deakin und Tomenson (2001) bei Schizophrenen eine derartige Korrelation. Noch ist laut Hoaken und Kollegen (2007) unklar, wie spezifisch für Schizophrene derartige Zusammenhänge sind, auch bei anderen Personengruppen könnten diese Zusammenhänge bestehen, dazu ist jedoch bis dato kaum etwas bekannt. Kurtz, Ragland, Moberg und Gur (2004) konnten allerdings bei einer Stichprobe von gesunden Erwachsenen keine entsprechenden Verbindungen belegen.

In der Studie von Hoaken et al. (2007) mit straffällig gewordenen, inhaftierten Probanden und einer Kontrollgruppe ergab sich eine signifikante positive Korrelation zwischen der Fehleranzahl beim Gesichtserkennungstest und der Leistung bei den Exekutivfunktionsaufgaben ( $r=0,29$ ,  $p<0,05$ ). Ein schlechteres Abschneiden bei den Exekutivfunktionsaufgaben korrelierte demnach mit einer größeren Fehleranzahl im Emotionserkennungstest. Innerhalb der einzelnen Gruppen konnten jedoch keine Korrelationen gefunden werden, wofür jedoch auch die geringe Gruppengröße von dreimal 20 Personen verantwortlich sein könnte.

Beim Versuch der Erklärung dieses Phänomens erwähnen die Autoren das assoziative Lernen (die Fähigkeit zu lernen, erinnern und adaptiv Verbindungen herzustellen) als einen Aspekt von Exekutivfunktionen (Petrides, 1985; zit. nach Hoaken et al., 2007) und auch die Fähigkeit, Emotionen eines anderen spontan auf Basis vom Gesichtsausdruck zu erfassen, als eine Art assoziatives Lernen verstanden werden könne.

Kritisch anzumerken bei all diesen Berechnungen bleibt, dass Korrelationen zwar Zusammenhänge aufzeigen, jedoch deren Stärke und Erklärungsgehalt stets mit Vorsicht zu interpretieren sind. Zusätzlich muss in Betracht gezogen werden, dass Emotionserkennung und Emotionsverarbeitung unterschiedliche Prozesse sind.

Aufgrund der mageren Breite der Tests (eingesetzt wurden der „Conditioned Non-spatial-Association Test“, der “Concrete Subject-Ordered Working Memory Test” sowie der “Abstract Subject-Ordered Working Memory Test”) bleibt laut Hoaken und Kollegen (2007) zudem vorerst offen, ob die Verbindung durch Abweichungen in anderen kognitiven oder affektiven Prozessen zu erklären sei. Die Autoren erwähnen, dass sowohl Emotionserkennung als auch Exekutivfunktionen mit dem PFC in Verbindung gebracht werden können, es jedoch schwierig sei, genaue Analysen über Kognition und dazugehörige Strukturen ohne Neuroimaging Daten durchzuführen. Auch Studien mit breiteren Batterien von kognitiven Tests könnten helfen, um die Erkenntnisse über Zusammenhänge dieser beiden Konstrukte zu erweitern. Weitere Schlüsse sollen durch die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Tests und erhaltenen Ergebnisse folgen.

Morey, Petty, Cooper, LaBar & Cooper (2008) untersuchten Irakkriegsveteranen mit posttraumatischem Stress-Syndrom (PTSD) auf neuronale Korrelate von exekutiven und emotionalen Funktionen. Diese Personengruppe unterscheidet sich allerdings in der Gehirnaktivierung bei Emotionserkennungsprozessen bereits von der Normalpopulation, wodurch die Generalisierbarkeit der Ergebnisse dieser Studie fraglich bleibt. Ein interessanter Aspekt dieser spezifischen Fragestellung ist jedoch, dass PTSD sowohl mit emotionaler Dysfunktion als auch mit reduzierter Leistung bei Exekutivtests wie z.B. dem Trail-Making Test B verknüpft (z.B. Jenkins et al., 2000; Sachinvala et al., 2000; zit. nach Morey et al., 2008) ist.

Auch wenn es zu Zusammenhängen von Exekтивfunktionen und Emotionserkennung bislang kaum spezifische Ergebnisse gibt, so liegen doch einige Studien an gesunden Personen vor, die zumindest in eine ähnliche Richtung forschen und von einem Wechselspiel zwischen Emotionsverarbeitung und Exekтивfunktionen berichten (Yamasaki, LaBar & McCarthy, 2002; Wang et al., 2005).

Yamasaki und Kollegen (2002) wollten, MRT-gestützt, feststellen, ob Aufmerksamkeit und emotionale Funktionen getrennt voneinander in präfrontalen Netzen im Gehirn ablaufen. Die Testpersonen sollten in dieser Aufgabe zwischen Zielen und Distraktoren unterscheiden (um die Aufmerksamkeit zu messen), zwischendurch wurden auch Bilder mit emotionalem Inhalt (aus dem in Kapitel 6.5.7 vorgestellten IAPS) gezeigt. Wurden die Ziele erkannt, waren der Gyrus frontalis medialis, der hintere Parietalkortex und der hintere Gyrus cinguli aktiviert. Bei den emotionalen Bildern konnte eine Aktivierung des Gyrus frontalis inferior, der Amygdala und des Gyrus fusiformis nachgewiesen werden. Der vordere Gyrus cinguli war die einzige Gehirnregion mit gleichermaßen starken Antworten auf Aufmerksamkeit und emotionale Reize.

Laut den Erkenntnissen von Yamasaki et al. (2002) wird die Verarbeitung bei exekutiven und emotionalen Funktionen in parallele dorsale und ventrale Bahnen getrennt, die sich beide in den Präfrontalkortex erstrecken und in das vordere Cingulum integriert sind. Eine „reziproke Verbindung“ dieser Ströme zeigte eine relative Deaktivierung der ventralen frontolimbischen Regionen während attentionaler Ziel-Erkennung sowie relative Deaktivierung der dorsalen frontoparietal Regionen während der emotionalen Bildverarbeitung. Diese gegenseitige Beziehung zwischen dorsaler und ventraler Verarbeitung von exekutiven und emotionalen Funktionen könnte etwa bei der emotionalen Verarbeitung von Patienten mit Angststörungen (Drevets und Raichle, 1998; zit. nach Morey et al., 2008), oder bei Depressionen (Mayberg, 1997; zit. nach Morey et al., 2008) beeinträchtigt sein.

## **4.2 Gemeinsame neuronale Korrelate als Erklärung für Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen?**

Anhand vieler Studien mit bildgebenden Verfahren konnten in den letzten Jahren Hirnstrukturen identifiziert werden, die weitgehend gesichert in die Emotionserkennung bzw. Exekutivfunktionen eingebunden sind, so etwa der Präfrontalkortex, wie bereits in Kapitel 3.1.1 erläutert wurde. Das in den Kapiteln zuvor Wissen über diese Hirnstrukturen, die sog. neuronalen Korrelate, bildet die Argumentationsbasis für den Kernabschnitt dieser Diplomarbeit.

So gibt es auch unter den Basalganglien Strukturen, die zum Teil sowohl bei der Emotionserkennung als auch bei exekutiven Funktionen eine tragende Rolle zu spielen scheinen, was im Folgenden erläutert wird.

### **4.2.1 Subkortikale Regelkreise nach Alexander, DeLong und Strick**

Alexander und Kollegen postulierten 1986 fünf anatomische Regelkreise, die den Frontalkortex mit Striatum, Globus pallidus, Substantia nigra und Thalamus verbinden:

1. der motorisch-subkortikale Kreis
2. der oculomotorisch-subkortikale Kreis
3. der dorsolaterale präfrontale-subkortikale Kreis
4. der lateral orbitofrontale-subkortikale Kreis
5. der anterior cinguläre-subkortikale Kreis

Zwei dieser Regelkreise bekleiden eine motorische Funktion, die übrigen sind laut Alexanders Theorie für kognitive Funktionen (Wahrnehmung, Denken, Erkennen, Erinnern), Persönlichkeitsentwicklung und Motivation verantwortlich.

Hinsichtlich der Fragestellung dieser Arbeit interessant scheint der dorsolateral präfrontal-subkortikale Regelkreis, der von der Brodmann Area 9 und 10 (an der lateralen Oberfläche des vorderen Frontallappens) zu Teilen der Basalganglien, nämlich dem dorsolateralen Kopf des Nucleus caudatus und von dort zum lateral Teil des Globus pallidus internus sowie zur rostral-lateralen Substantia nigra (pars reticulata) zieht und dessen Aufgaben nach Alexander et al. (1986) exekutive Funktionen (z.B. Problemlösefähigkeit, Gedächtnisaktivierung und Selbstorganisation) umfassen sollen.

Teile der Basalganglien werden, wie in Kapitel 2.5.1 beschrieben, ebenso bei der Wahrnehmung von Ekel (Putamen, Globus pallidus, Kopf des Nucleus caudatus) sowie bei der Induktion positiver emotionaler Erregungszustände (ventrales Striatum und Putamen) aktiviert.

Daraus folgernd könnten etwa Einbußen in der Erkennensleistung und bei den exekutiven Funktionen auf eine Schädigung oder eine altersbedingte Degeneration dieser Strukturen hinweisen. Wiederum muss allerdings betont werden, dass es sich hier lediglich um Ideen und Denkansätze handelt, zudem sollten die komplexen und noch nicht gänzlich geklärten Vorgänge bei Emotionserkennung und exekutiven Funktionen noch einmal in Erinnerung gerufen werden.

Aus all diesen Erkenntnissen, den Ergebnissen aus Studien mit bildgebenden Verfahren und daraus resultierenden theoretischen Überlegungen bezüglich der zugrundeliegenden Hirnstrukturen und deren altersbedingten Veränderungen resultiert der Forschungsansatz, Zusammenhänge der beiden Fähigkeiten Emotionserkennung und Exekutivfunktionen anhand der getesteten Stichprobe zu analysieren.



# **EMPIRISCHER TEIL**

## 5. Fragestellungen und Ziele

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob Zusammenhänge zwischen der Fähigkeit zur Emotionserkennung in Gesichtern und Leistungen in Tests zu exekutiven Funktionen bestehen.

Weiters wird analysiert, inwiefern sich potentielle Einflussfaktoren wie Alter und Geschlecht der Testpersonen auf die einzelnen Variablen auswirken, wobei ein besonderes Augenmerk auf den Alterseffekten liegt. Im Vergleich zu vielen anderen Studien, die oft zwei oder drei Altersgruppen auf Unterschiede in Emotionserkennung oder Exekutivfunktionen untersuchten, werden in der vorliegenden Arbeit fünf unterschiedliche Altersgruppen verglichen und auf Mittelwertsunterschiede geprüft. Anschließend wird mit Post-Hoc Tests analysiert, ob sich die Gruppen in ihren Testleistungen mit ansteigendem Alter entscheidend verschlechterten.

Zusätzlich werden auch altersbedingte Veränderungen der emotionalen Valenz und Erregbarkeit, gemessen durch Bewertungen im International Affective Picture System (IAPS), erhoben und analysiert.

Folgende Fragestellungen sollen im Rahmen der Datenauswertung untersucht werden (die Formulierung der daraus abgeleiteten Hypothesen erfolgt in Kapitel 6.7, die Hypothesenprüfung in Kapitel 7):

- Gibt es Altersunterschiede bzw. –effekte bei der Emotionserkennung in Gesichtern (im Gesamten und die Erkennung einzelner Basisemotionen betreffend)?
- Bestehen Einflüsse des Alters auf die Bewertung emotional erregender (positiver, neutraler und negativer) Bilder?
- Bestehen Altersunterschiede oder –effekte bei exekutiven Funktionen?

- Gibt es Geschlechtsunterschiede bzw. –effekte bei der Emotionserkennung in Gesichtern (gesamt und bei einzelnen Basisemotionen)?
- Existieren Geschlechtsunterschiede bzw. –effekte bei exekutiven Funktionen?
- Gibt es Zusammenhänge zwischen Fähigkeiten der Emotionserkennung in Gesichtern und Exekutivfunktionen?
- Werden diese Zusammenhänge von ansteigendem Alter beeinflusst?

# **6. Untersuchungsdesign**

## **6.1 Ablauf der Studie**

(1) Telefonischer Erstkontakt:

- Interview
- TICS  $\geq 33$

(2) Screening:

- Klinisches Interview (BCS, FAST, GDS)
- MMSE:  $\geq 27$
- MOCA:  $\geq 26$

(3) Testung:

- Neuropsychologische Testung (VNTB)
- Fragebogen
- Olfaktorische Testung
- Testung auf Emotionserkennung (VERT-K)
- Erfassen von Valenz und Erregung (IAPS)
- Fremdrating

## **6.2 Datenerhebung**

Die Datensammlung für die Normierung der VNTB und die Fragestellungen der einzelnen Diplomarbeiten fand zusammen mit den beiden Kolleginnen Frau Drechsel und Frau Kaltenegger statt, jede(r) Einzelne hatte hierbei, die Aufgabe, 70 Personen zu testen. Zusätzlich wurde die Diplomandengruppe dabei von Mag. Dr. Johann Lehrner (Abteilung für Neuropsychologie an der Neurologie im AKH Wien)

hinsichtlich geeigneter Rekrutierungsstrategien und in der Gewinnung von Testpersonen unterstützt.

Die Teilnehmer an der Studie wurden z.B. bei Seniorentreffs kontaktiert oder meldeten sich auf Aushänge, die in verschiedenen Einrichtungen (AKH, Arztpraxen, usw.) angebracht worden waren, auch Personen aus dem engeren oder weiteren Bekanntenkreis wurden einbezogen, soweit sie sämtliche Kriterien für eine Teilnahme erfüllten.

Die Untersuchungsteilnehmer wurden in der Regel jeweils in ihren Wohnungen oder Häusern, aber auch in Räumen der Lehr- und Forschungspraxis des Instituts für Klinische Psychologie Wien sowie in Privaträumen getestet.

Störvariablen wurden so gut wie möglich eliminiert. Ruhe, Abgeschiedenheit und keine Ablenkung bei der Testung waren gewährleistet.

Eminent wichtig für die Teilnahme an der Studie war geistige Gesundheit bzw. durften die Testpersonen keine schwerwiegenden körperlichen Erkrankungen, die die kognitive Leistungsfähigkeit negativ beeinflussen könnten, aufweisen. Anschließend werden sämtliche Voraussetzungen und Ausschlusskriterien aufgelistet.

### **6.2.1 Voraussetzungen zur Teilnahme an der Studie:**

- Die Teilnehmer leben selbstständig und sind nicht pflegebedürftig.
- Muttersprache der Testpersonen ist Deutsch.
- Sehen und Hören sind nicht massiv beeinträchtigt.

### **6.2.2 Ausschlusskriterien:**

- Neurologische Krankheiten (Schlaganfall, Epilepsie, Parkinson, Schädel-Hirn-Trauma, z.B. Bewusstlosigkeit nach Sturz, Meningitis, Diabetes,

psychiatrische Krankheiten wie Schizophrenie; schwere Depression, Psychose, etc.)

- Schwere auditive, visuelle oder sprachliche Defizite, welche die Durchführung der Testung behindern.
- Sensorische Defizite, die zur Alltagsbehinderung führen (d.h. Unfähigkeit, ein Gespräch zu führen und/oder Unfähigkeit, ohne Lupe die Zeitung zu lesen).
- Motorische Defizite, die zur Alltagsbehinderung führen (Parese, essentieller Tremor, Dyskinesie, etc.).
- Schwere Systemerkrankungen (Herz, Lungen, Nieren, endokrines System, Magen-Darm-Trakt)
- Chronische Schmerzen
- Einnahme von psychoaktiven Substanzen
- Gehirnspezifische Krankheiten, ZNS Krankheiten (z.B. M. Parkinson, Chorea Huntington, Multiple Sklerose, Epilepsie, Enzephalitis, Meningitis, etc.)
- Krankheiten, die sich sehr wahrscheinlich auf das ZNS auswirken (z.B. Kopfverletzung mit minutenlanger Bewusstlosigkeit; chirurgischer Eingriff am Gehirn; Totalanästhesie innerhalb der letzten drei Monate; Psychische Erkrankungen, die zur Hospitalisation führten; insulinabhängiger Diabetes; chronischer Alkoholabusus; Vergiftung mit Substanzen, die toxisch auf das ZNS wirken
- Zerebro-vaskuläre Krankheiten (transiente ischämische Attacke (TIA), Schlaganfall)
- Generalisierte Atherosklerose

## 6.3 Operationalisierung der Variablen

Als unabhängige Variablen gingen in die statistische Auswertung das Alter (in fünf Gruppen eingeteilt) und das Geschlecht ein.

Abhängige Variablen waren die Ergebnisse der einzelnen Testverfahren bzw. die Bewertungen im IAPS.

### UV 1: Alter

- 1a: 20-39 Jahre
- 1b: 40-49 Jahre
- 1c: 50-59 Jahre
- 1d: 60-69 Jahre
- 1e: 70-93 Jahre

### UV 2: Geschlecht

- 2a: männlich
- 2b: weiblich

### AV 1: Emotionserkennung; gemessen mit VERT-K

AV 2: Emotionserkennung getrennt nach der jeweiligen Basisemotion (Freude, Trauer, Wut, Angst, Ekel)

### AV 3: Exekutive Funktionen, gemessen mit verschiedenen Testverfahren

- 3a: Wortflüssigkeit phonematisch, gemessen mit dem PWT
- 3b: Wortflüssigkeit semantisch, gemessen mit dem SWT
- 3c: Score des Trail-Making Test B
- 3d: Score des 5-Punkt-Test
- 3e: Score des Stroop-Test
- 3f: Score des Interferenz-Test

### AV 4: Ratings von Valenz und Erregung; gemessen mit IAPS

### Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der erhobenen Daten inklusive Voraussetzungsüberprüfungen und Hypothesenprüfungen mittels Korrelation und Varianzanalyse (sowie parameterfreier Verfahren) wurde das Statistikprogramm SPSS Version 16.0 verwendet.

## **6.4 Verfahren**

### **Die Vienna Neuropsychologische Testbatterie (VNTB)**

Diese Testbatterie aus einzelnen neuropsychologischen Tests und Fragebögen wurde zusammengestellt, um gezielt Alzheimerkrankheit diagnostizieren zu können (Lehrner et al., 2007).

Die VNTB besteht aus einer Vielzahl von kurzen Verfahren, die bei der Testung der Probanden vollzählig zum Einsatz kamen und in Kapitel 6.4.2 aufgelistet werden und bei der Testung komplett zum Einsatz kamen. Für die Fragestellung der vorliegenden Diplomarbeit war jedoch nur die Auswertung einiger dieser Tests notwendig, die übrigen Verfahren der VNTB wurden bei den Kolleginnen Drechsel (in Arbeit) und Kaltenegger (in Arbeit) zur Beantwortung der jeweiligen Fragestellungen ausgewertet.

#### **6.4.1 Screeningverfahren**

Als Screeningverfahren wurden die Mini Mental State Examination (MMSE) und das Montreal Cognitive Assessment (MOCA) vorgegeben. Beide Tests sind in der klinischen Praxis etabliert und fester Bestandteil der VNTB. Kriterium für die Teilnahme an der Studie waren Mindestwerte von 27 Punkten beim MMSE bzw. 26 Punkten im MOCA.

#### **6.4.2 Liste der gesamt eingesetzten Verfahren für die Normierung der VNTB**

- BCRS (Brief Cognitive Rating Scale)
- FAST (Functional Assessment Staging)
- GDS (Global Deterioration Scale)
- Nachzeichnen TEVK (Ziffernblatt einer Uhr, 5 Ecke, Würfel)
- MMSE (Mini Mental Status Examination)

- MoCa (Montreal Cognitive Assessment)
- PWT (Phonematischer Wortflüssigkeitstest; B, F, L)
- SWT (Semantischer Wortflüssigkeitstest; Tiere, Supermarkt, Werkzeug)
- Zahlen-Symbol-Test
- AKT (Alter-Konzentrations-Test)
- Trail Making Test A und B
- 5-Punkt-Test
- Labyrinth
- VSRT Wortliste A Rekognition
- Boston Naming Test (BNT)
- Wortschatztest
- BDI (Beck Depressionsinventar)
- Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand
- Städteidentifikation
- Gesichteridentifikation
- Skala zur Erfassung der Gedächtnisleistung
- Fragebogen zur Einschätzung der Alltagskompetenz
- Geriatric Depression Scale, Kurzform (GDS)
- Fragebogen zur Erfassung des subjektiven Riechvermögens (SRV)
- Beeinträchtigung der Wahrnehmung von Alltagsgerüchen (BWA)
- Riechbezogene Lebensqualität (RLQ)
- Sniffin' Sticks mit 16 Stiften (Identifikation)
- VERT-K Vienna Emotion Recognition Test
- IAPS (International Affective Picture System)

#### **Fremdbeurteilung:**

- Bayer ADL Skala: Skala zur Einschätzung der Alltagskompetenz
- SF 36 Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand
- Skala zur Erfassung der Gedächtnisleistung
- Nurses Observation Scale for Geriatric Persons (NOSGER)
- Frontal Behavioural Inventory (FBI)

## 6.5 Beschreibung der Testverfahren

### 6.5.1 Kurzformen der Vienna Emotion Recognition Tasks (VERT-K)

Der VERT-K ist eine Kurzform des VERT-160, welcher zuvor konstruiert wurde, um Emotionserkennung in Gesichtern zu erheben (Hoheisel, 2003) und aus Farbfotografien von Schauspielern, die sowohl evozierte (evoked) als auch gestellte (posed) Emotionen zeigen, bestand.

Laut Pawelak (2004) erwies sich der VERT-160 im klinischen Alltag und der Forschung als zu umfangreich, woraufhin die Konstruktion einer Kurzform dieses Verfahrens erfolgte, welche vor allem in der klinischen Praxis besser geeignet ist, aber auch in der Forschung gut angewendet werden kann. Im Unterschied zum VERT-160 wurde in den VERT-K die Basisemotion Ekel wieder in das Repertoire aufgenommen.

Für die Kurzform werden nur noch Emotionen der „evoked-Kategorie“ verwendet, da sich nach Hoheisel (2003) herausstellte, dass diese realistischer und aussagekräftiger erscheinen. Weiters werden in der Kurzform nur noch kaukasische Gesichter vorgegeben, da die Repräsentativität in einer Kurzform ohnehin schlechter gewährleistet werden kann und es daher in diesem Rahmen sinnvoller ist, sich auf eine ethnische Gruppe zu beschränken (Pawelak, 2004).

Fünf der von Ekman (1992) formulierten Basisemotionen (Freude, Ekel, Wut, Angst, Trauer) und ein neutraler Gesichtsausdruck werden vorgegeben, pro Emotion gibt es sechs Items. Insgesamt besteht der VERT-K demnach aus 36 Items, die in jeweils zufälliger Anordnung vorgegeben werden. Die Probanden bekamen die Instruktion, die Gesichter rasch und spontan zu beurteilen (Zeitlimit gab es jedoch keines) und erhielten während des Tests kein Feedback ob die Antworten richtig oder falsch waren.

Der VERT-K wurde auf einem Mac OS Betriebssystem vorgegeben. Die Testpersonen konnten sich mittels Maus durch die Menüs und Bilder navigieren, wobei der Umgang mit der Maus zuvor geklärt wurde und in wenigen Fällen (bei sehr alten Testpersonen, die den Umgang mit einer Maus nicht gewohnt waren) die Maus vom Testleiter geführt und die Antworten verbal gegeben wurden. Dies wird als legitim erachtet, da der Faktor Zeit bzw. Antwortgeschwindigkeit für die Datenerhebung und Hypothesenprüfung keine Rolle spielte, sondern ausschließlich die Frage nach dem Erkennen der Emotionen von Interesse war. Die Instruktion, die Antworten spontan und rasch zu geben, wurde auch bei den älteren Testpersonen strikt eingehalten.

### **Testverfahren - Exekutivfunktionen**

Es existieren etliche Testverfahren, um die unterschiedlichen Komponenten der exekutiven Funktionen zu erfassen und zu prüfen. In dieser Arbeit werden bloß einzelne Tests der zugrunde liegenden VNTB ausgewertet, ein Anspruch auf komplette oder repräsentative Untersuchung sämtlicher Exekutivfunktionen (die Komplexität des Konstruktions wurde im Theorieteil bereits erläutert), kann hier nicht erhoben werden. Die ausgewählten Testverfahren sind jedoch klinisch erprobt und als Testmaße für exekutive Funktionen anerkannt (Henry & Crawford, 2005).

#### **6.5.2 Wortflüssigkeitstests**

Tests der „verbal fluency“, vor allem jene der „initial letter (Anfangsbuchstaben) fluency“ werden großflächig zur Diagnose für exekutive Dysfunktionen eingesetzt. (Parker & Crawford, 1992; Walsh, 1991, zit. nach Crawford, Venneri & O’Carroll, 1998) und zählen zu deren verlässlichsten Indikatoren (Henry & Crawford, 2005). Die Tests sind einfach und schnell durchzuführen und der größte Vorteil im klinischen Einsatz liegt darin, dass auch Patienten mit schweren Defiziten die Aufgabenstellung verstehen können. Zudem kann aufgrund der Sensibilität des Verfahrens für pathologische Hirnveränderungen bzw. frontalhirnassoziierten Störungen (Lezak, 1995) die Differenzierung zwischen Gesunden und leicht dementen Patienten gewährleistet werden (Satzger et al., 2001).

Die Leistung in diesen Tests erlaubt Rückschlüsse auf den Zustand des semantischen Systems (z.B. das System, das für die Speicherung von Wörtern und deren Assoziationen zuständig ist), die Effizienz von Abrufstrategien, die Effizienz von Self-monitoring und möglicherweise auch das Unterdrücken von unangebrachten Antworten (Crawford et al., 1998).

Zwei alternative Formen der Wortflüssigkeit wurden getrennt erhoben:

**a) Phonematischer Wortflüssigkeitstest (PWT)**

Hierbei werden der Testperson drei Anfangsbuchstaben (B, F, L) vorgegeben und die Aufgabe gestellt, in 60 Sekunden so viele Wörter wie möglich zu produzieren. Alle deutschen Wörter sind gültig, ausgenommen Orts-, Länder- und Personennamen.

**b) Semantischer Wortflüssigkeitstest (SWT)**

Die semantische Version funktioniert im Prinzip gleich wie die phonematische, jedoch besteht die Aufgabe darin, in 60 Sekunden so viele Tiere, Supermarkttartikel und Werkzeuge wie möglich aufzuzählen.

Perseverationen (Wortwiederholungen), Wortstammwiederholungen und falsche Kategorisierungen werden als Fehler vom Gesamtscore (Anzahl der richtigen Antworten) abgezogen.

### **6.5.3 Trail Making Test B**

Trail Making Tests gelten als beliebte neuropsychologische Instrumente, die entweder als Screening-Verfahren für die Erkennung von neurologischen Krankheiten und neuropsychologische Beeinträchtigung oder als Teil von Testbatterien (wie der VNTB) eingesetzt werden können. Diese Tests, die aus den beiden Teilen A und B bestehen, dienen dazu, kognitive Bereiche wie Verarbeitungsgeschwindigkeit, mentale Flexibilität und visuell-motorische Fähigkeiten zu erfassen (Bowie & Harvey, 2006).

Die Leistung im TMT wird als generelles Maß für Intelligenz bzw. als sensibler Indikator für neurologische Schädigungen angesehen. Der TMT gilt als gutes Maß für normale altersbedingte Rückgänge der Konzentration, der Aufmerksamkeit und der visuell-räumlichen Fähigkeiten, die im späteren Leben auftreten. Alter, Bildungsgrad und Art der Beschäftigung hängen mit der Leistung im TMT zusammen und verschiedene Normen wurden zu diesen soziodemographischen Faktoren erhoben (Amodio et al., 2002; zit. nach Bowie & Harvey, 2006).

Folgende Störungen/Symptome können mit dem Trail Making Test B laut Sattler (2006) erfasst werden:

- Schwierigkeiten beim Gewinnen/Halten des Überblicks bzw. des jeweiligen handlungsleitenden Konzepts
- Schwerigkeiten beim gleichzeitigen Beachten und/oder Koordinieren mehrerer Informationen
- Störung des Arbeitsgedächtnisses
- Störung der geteilten Aufmerksamkeit

Die Aufgabe beim Trail Making Test B (Reitan, 1979) besteht darin, beginnend mit der Zahl 1 und dem Buchstaben A immer abwechselnd in aufsteigender Reihenfolge Zahlen und Buchstaben (in Reihenfolge des Alphabets) durchgehend miteinander zu verbinden, also 1-A-2-B-3-C usw. Das Ende der Reihe stellt die Zahl 13 dar.

Bei Teil A müssen nur Zahlen in aufsteigender Reihenfolge (1-25) verbunden werden.

Gemessen und als Score verwendet wird die Zahl der Sekunden bis zum Erreichen des Ziels. Nach maximal 300 Sekunden wird der Test abgebrochen, dieser Wert stellt also den Maximalscore (negativ) dar.

Fehler werden nicht direkt in den Score einberechnet, stattdessen wirkt sich ein Fehler ohnehin auf die Bearbeitungszeit aus, da die Testperson unmittelbar darauf hingewiesen und dazu angehalten wird, korrekt zu verbinden. Die Fehleranzahl gilt demnach als klinisch nicht relevant (Klusman, Cripe & Dodrill, 1989; zit. nach Bowie & Harvey, 2006).

Zakzanis et al. (2005; zit. nach Bowie & Harvey, 2006) analysierten die Gehirnaktivität während des Bearbeitens von TMT anhand von fMRT. Diese Studie ergab eine größere Aktivierung des dorsolateralen Präfrontalkortex sowie auch des Gyrus praecentralis, Gyrus cinguli und des medialen Gyrus frontalis beim Bearbeiten von Teil B, was darauf schließen lässt, dass für die Leistung in diesem Teil sowohl motorische Kontrolle als auch kognitive Flexibilität wichtig sind.

Der TMT besitzt eine ausgezeichnete „interrater Reliabilität“ (Spreen & Strauss, 1998; zit. nach Bowie & Harvey, 2006), ist aber, wie viele neuropsychologische Instrumente, etwas anfällig für Übungseffekte, vor allem bei wiederholter Vorgabe in kürzeren Abständen, wie z. B. sechs Wochen (Stuss, Stethem & Poirie, 1987; zit. nach Bowie & Harvey, 2006). Alternative Formen der Reliabilität sind recht hoch und reichen von 0,78 (Frazen, Paul & Iverson, 1996; zit. nach Bowie & Harvey, 2006) bis 0,92 (Charter, Adkins, Alekoumbides & Seacat, 1987; zit. nach Bowie & Harvey, 2006).

Es ist in gewisser Weise fraglich, ob der TMT-B als Maß für exekutive Funktionen dienen kann, weil sich Teil B von Teil A auch durch den Einsatz von motorischen Fähigkeiten und perzeptueller Wahrnehmung unterscheidet. In einer Studie von Arbuthnott & Frank (2000) wurden deshalb sog. „set switching tasks“, die Exekutivfunktionen erfassen, mit Leistungen im TMT verglichen und eine Korrelation des sog. „Alternating-switch cost“ mit der TMT-B-Leistung gefunden, insbesondere jedoch mit der Differenz der Werte von TMT-B und TMT-A. Diese Ergebnisse liefern laut den Autoren direkte Beweise dafür, dass die Differenz B minus A im TMT einen Index für Exekutivfunktionen darstellt.

Da jedoch auch die TMT-B Version in einschlägigen Studien regelmäßig als Indikator für Exekutivfunktionen Verwendung findet, wird in dieser Arbeit sowohl die Leistung im TMT B als auch die Differenz B minus A zur Auswertung herangezogen, da ohnehin beide Werte berechnet wurden. Bedeutende Unterschiede zwischen diesen beiden Werten werden indes nicht erwartet.

#### **6.5.4 Fünf-Punkt Test**

Ausgehend vom ursprünglichen Fünf-Punkt Test von Regard, Strauss und Knapp (1982) mit einer Bearbeitungszeit von fünf Minuten verringerten Lee, Loring, Newell und McCloskey (1994) das Zeitlimit auf drei Minuten, um eine bessere Vergleichbarkeit mit der phonematischen Wortflüssigkeit zu erreichen. Diese 3 Minuten-Version ist auch in der VNTB enthalten und dementsprechend hier eingesetzt worden.

Der Test wird auf einer DIN-A 4-Seite vorgegeben, auf der 40 Felder eingezeichnet sind, von welchen jedes fünf Punkte zeigt, die wie auf einem Würfel angeordnet sind. Die Testperson soll nun diese fünf Punkte innerhalb von drei Minuten auf möglichst viele unterschiedliche Arten durch gerade Linien verbinden. Die Anzahl der richtigen Figuren wird als Score verrechnet, Wiederholungen werden notiert und gehen in den Score nicht ein.

Mit dem Fünf-Punkt Test, der die sog. figurale Flüssigkeit erfassen soll, können laut Sattler (2006) folgende Störungen/Symptome nachgewiesen werden:

- unzureichende Produktion von (lösungsrelevanten) Ideen
- mangelhafte Umstellungsfähigkeit bzw. Perseverationen
- Regelverstöße
- Schwierigkeiten beim Entwickeln von Alternativplänen

#### **6.5.5 Stroop Test (Farb-Wort-Interferenz-Test)**

Dieser Test stammt aus dem Nürnberger Alters-Inventar (Oswald & Fleischmann, 1997).

Die Wörter rot, grün, gelb und blau werden in denselben vier, jedoch jeweils nicht dem Text des Wortes entsprechenden, Farben dargestellt. Die Versuchspersonen sollen die Farbe, in der die Worte geschrieben sind, jedoch nicht die Worte selbst nennen. Der Wortinhalt, dem bei dieser verbalen Aufgabe mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, und die Farbe widersprechen sich und „die Fähigkeit, eine

sekundäre Eigenschaft eines Objekts stärker zu beachten als eine primäre“ (Sattler, 2006; S. 481) ist gefragt.

Die Anzahl der Sekunden, die benötigt wird, wird als Score eingetragen, die Fehleranzahl wird ebenfalls notiert.

Der Stroop-Test stellt ein gutes Maß für die sog. Interferenzanfälligkeit, die aus gestörter Aufmerksamkeitskontrolle resultiert, dar. Nicht beeinträchtigte Personen können sich dank gerichteter Aufmerksamkeit gezielt auf eine Aufgabe konzentrieren und dadurch Interferenz unterdrücken (Sattler, 2006).

### **6.5.6 Interferenz Test**

Dieser Test ist ein Teil des Kurztests für cerebrale Insuffizienz (c.I.-Test) (Lehrl & Fischer, 1997) und soll, ähnlich wie der bereits besprochene Stroop-Test Interferenzanfälligkeit überprüfen.

Zwei Zeilen mit den Buchstaben A und B müssen von der Testperson jeweils entgegengesetzt laut vorgelesen, A jedoch als „B“ und B als „A“ ausgesprochen werden. Als Score wird die benötigte Zeit für beide Zeilen berechnet. Fehler werden extra notiert.

### **6.5.7 International Affective Picture System (IAPS)**

Das International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1998; 2005) ist ein validiertes Stimulus-Set, das nicht nach den Basisemotionen, sondern nach den Dimensionen Valenz und Erregung organisiert ist (Schienle, 2007). Die Dimension der Valenz reicht von positiven (angenehmen) zu negativen (unangenehmen) emotionalen Zuständen. Die Dimension der Erregung differenziert sehr erregte Zustände von ruhigen und entspannten (Grühn & Scheibe, 2008).

Das International Affective Picture System (IAPS) wurde entwickelt, um Affekt-Bewertungen für eine Vielzahl von mehr oder weniger emotional-erregenden Farbfotos, die ein breites Spektrum von Inhalten und Kategorien abdecken, bereitzustellen (Lang et al., 2005), darunter befinden sich Photographien von Tieren, Menschen, Landschaften, Objekten, Kriegsszenen, Bilder von Krankheit, sexuelle Handlungen, usw. (Grühn & Scheibe, 2008).

Das IAPS wurde am NIMH-Center für Emotion und Aufmerksamkeit (CSEA) an der Universität Florida entwickelt, um für Studien von Emotion und Aufmerksamkeit standardisierte Materialien zur Verfügung zu stellen bzw. eine bessere Kontrolle bei der Auswahl emotionaler Reize respektive Bilder zu erlauben und die Ergebnisse verschiedener Studien besser vergleichbar zu machen (Lang et al., 2005).

Ein Problem des IAPS stellt seine Normierung dar, bei der vor allem Bewertungen von Psychologiestudenten eingeholt wurden (Ito, Cacioppo & Lang, 1998; Lang et al., 1998; Libkuman, Otani, Kern, Viger & Novak, 2007; Ribeiro, Pompéia & Bueno, 2005; zit. nach Grühn & Scheibe, 2008).

Für die Beurteilung der drei Dimensionen Valenz, Erregung und Dominanz wird das „Self-Assessment Manikin“ (SAM; Lang, 1980), verwendet, ein System für affektive Bewertungen. Eine graphische Abbildung zeigt pro Skala Werte von 1 bis 9 an jeder der 3 Dimensionen. SAM reicht in der Valenz-Dimension von einer lächelnden, glücklichen bis zu einer unglücklichen Figur. Bei der Dimension Erregung erstreckt sich SAM von einem begeisterten Ausdruck mit großen Augen zu einer entspannten, schlafenden Figur.

Die dritte Dimension der Dominanz wird in den gängigen Studien außer Acht gelassen und auch in der vorliegenden Arbeit nicht erfasst.

Die Items ergeben sich durch 5 Figuren und dazwischen liegende Felder, die ebenso markiert werden können. Insgesamt ergibt dies 9 Auswahlmöglichkeiten pro Item, wobei 9 jeweils die höchste Bewertung auf jeder Dimension (das bedeutet etwa große Freude bzw. starke Erregung), und 1 die niedrige Bewertung darstellt (geringe Freude oder Erregung). SAM kann neben der in der vorliegenden Arbeit

verwendeten Papier-Bleistift Variante auch auf einem Computer Display vorgegeben werden.

Im IAPS kommen Bilder aus allen möglichen Kategorien von „affective space“ zum Einsatz, auch unangenehme Bilder, z.B. Umweltverschmutzung, hungernde Kinder und Friedhöfe.

SAM-Daten auf dem neuesten Stand weisen laut Lang und Kollegen (2005) eine hohe Reliabilität auf. Die mittleren Bewertungen der Valenz und Erregung für diese Materialien besitzen den Autoren zufolge eine hohe interne Konsistenz. Die Split-half-Koeffizienten für die Dimensionen Valenz und Erregung waren sehr reliabel ( $p <.001$ ), sowohl für die „Bleistift und Papier“- als auch die PC-Version von SAM.

## **6.6 Beschreibung der Stichprobe**

211 Personen im Alter von 20 bis 93 Jahren nahmen an dieser Studie teil, wobei kontaktierte Personen, die die Teilnahmebedingungen nicht erfüllen konnten, also beispielsweise eine milde kognitive Beeinträchtigung (mild cognitive impairment, MCI) aufwiesen, nach dem Screening nicht in die Stichprobe aufgenommen wurden.

Nachdem zwei Personen im Stroop Test sowie eine Person bei der Differenz TMT B – TMT A außergewöhnlich hohe Zeitwerte aufwiesen, wurden diese drei für die Auswertung aus der Stichprobe entfernt, um Verzerrungen und Ausreißer-Effekte zu vermeiden. Dies scheint bei der relativ großen Stichprobe verschmerzbar. Somit beträgt die Zahl der bereinigten Stichprobe 208 Personen.

Das IAPS, das am Ende der Untersuchung vorgegeben wurde, konnten oder wollten 34 der 208 Personen aufgrund zu großer Zeitbelastung, mangelnder Konzentrationsfähigkeit o.ä. auf eigenen Wunsch nicht mehr bearbeiten; dadurch ergibt sich für die Auswertung des IAPS eine geringeres n von 174.

## Geschlecht

Von den 208 Teilnehmern an der Untersuchung waren 78 männlich (37,5%) und 130 weiblich (62,5%), siehe Abb. 6.6.1.

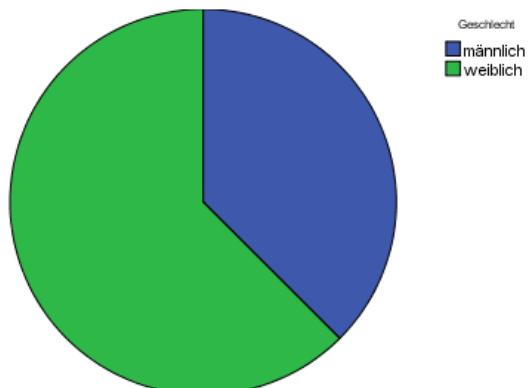


Abb.6.6.1 Geschlechtsverteilung

## Alter

Das Alter der Probanden reicht von 20 bis zu 93 Jahren, das Durchschnittsalter der Personen betrug 55,6 Jahre mit einer Standardabweichung von 18,1. Das Durchschnittsalter der Männer war 54,3 Jahre ( $SD=16,99$ ) und jenes der Frauen 56,3 Jahre ( $SD=18,72$ ). Eine Übersicht der Altersverteilung wird in Abb. 6.6.2 gegeben.

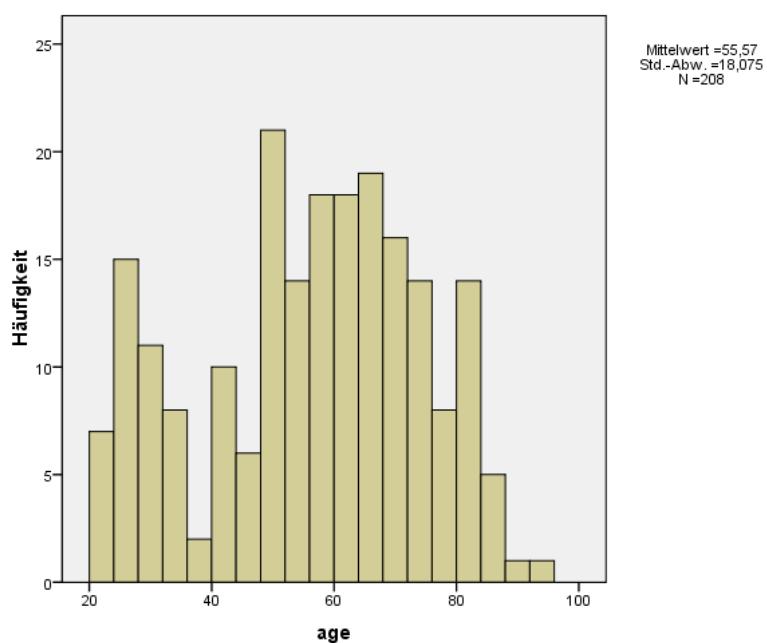


Abb.6.6.2 Altersverteilung

## Ausbildungsjahre

Im Rahmen der Normierung der VNTB wurde nicht der Bildungsgrad nach Klassen geordnet erhoben, sondern die Anzahl der Schul- bzw. Ausbildungsjahre. Von einer zusätzlichen Erhebung und Auswertung des Bildungsgrades wurde aufgrund der anderweitig gelegten Schwerpunkte der Arbeit abgesehen.

Der Mittelwert der Ausbildungsjahre betrug 12,75 Jahre mit einer Standardabweichung von 4,20. Eine Übersicht über die Verteilung liefert Abb. 6.6.3.

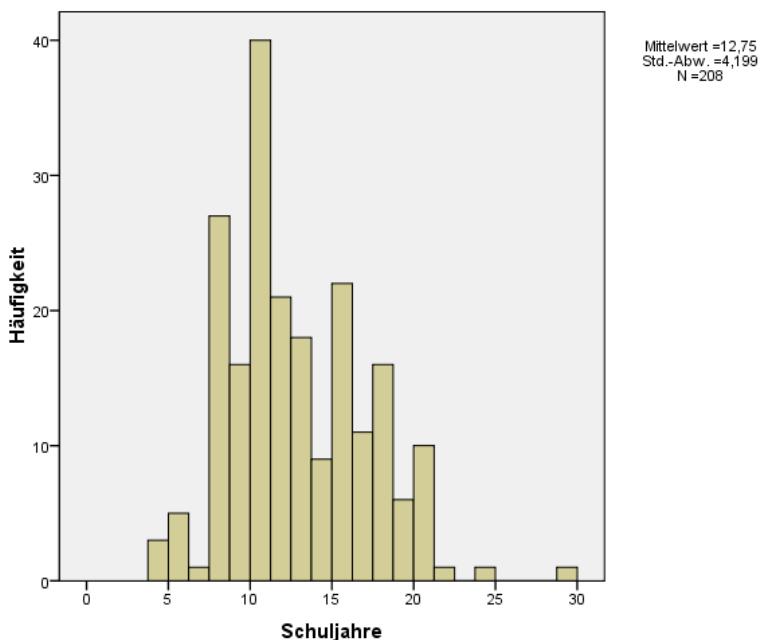


Abb.6.6.3 Verteilung der Schuljahre und Ausbildungsjahre

Für die Hypothesenprüfung auf Alterseffekte durch Mittelwertsvergleiche wurden die Personen dem Alter nach in fünf verschiedene Gruppen eingeteilt (Tab. 6.6.1):

Altersgruppe	Häufigkeit	Prozent
20-39 jährige	43	20,7
40-49 jährige	30	14,4
50-59 jährige	40	19,2
60-69 jährige	44	21,2
70+ jährige	51	24,5
Gesamt	208	100,0

Tabelle 6.6.1 Die Verteilung der Testpersonen auf die fünf Altersgruppen

## **6.7 Hypothesen**

Aus den zentralen Fragestellungen der Diplomarbeit leiten sich folgende Hypothesen ab, die jeweils ungerichtet formuliert werden:

**H 1.10:** Es gibt keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen bei der Emotionserkennung in Gesichtern.

**H 1.11:** Die Altersgruppen unterscheiden sich bei der Emotionserkennung in Gesichtern voneinander.

Analog dazu werden die Hypothesen H 1.2 bis H 1.6 zu den einzelnen Basisemotionen Freude, Ekel, Angst, Wut, Trauer formuliert.

**H 2.10:** Es gibt keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten der Valenz von positiven Bildern.

**H 2.11:** Die Altersgruppen unterscheiden sich im Bewerten der Valenz von positiven Bildern voneinander.

Analog dazu werden die Hypothesen H 2.2 bis H 2.6 mit den Bewertungen von Valenz neutraler und negativer, sowie Arousal positiver, neutraler und negativer Bilder formuliert.

**H 3.10:** Es gibt keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung im Phonematischen Wortflüssigkeitstest.

**H 3.11:** Die Altersgruppen unterscheiden sich in der Leistung im Phonematischen Wortflüssigkeitstest voneinander.

Analog dazu werden die Hypothesen H 3.2 bis H 3.6 zu den Leistungen im Semantischen Wortflüssigkeitstest, Trail Making Test B, 5-Punkt Test, Stroop Test und Interferenz Test formuliert.

**H 4.10:** Es gibt keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der Emotionserkennung in Gesichtern.

**H 4.11:** Die Geschlechter unterscheiden sich bei der Emotionserkennung in Gesichtern voneinander.

Analog dazu werden die Hypothesen H 4.2 bis H 4.6 zu den einzelnen Basisemotionen Freude, Ekel, Angst, Wut, Trauer formuliert.

**H 5.10:** Es gibt keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Leistung im Phonematischen Wortflüssigkeitstest.

**H 5.11:** Die Geschlechter unterscheiden sich in der Leistung im Phonematischen Wortflüssigkeitstest voneinander.

Analog dazu werden die Hypothesen H 5.2 bis H 5.6 zu den Leistungen im Semantischen Wortflüssigkeitstest, Trail Making Test B, 5-Punkt Test, Stroop Test und Interferenz Test formuliert.

**H 6.10:** Es gibt keine Zusammenhänge zwischen der Emotionserkennungsleistung gesamt und der Leistung im Phonematischen Wortflüssigkeitstest.

**H 6.11:** Es gibt Zusammenhänge zwischen der Emotionserkennungsleistung gesamt und der Leistung im Phonematischen Wortflüssigkeitstest.

Analog dazu werden die Hypothesen H 6.2 bis H 6.6 zu den Leistungen im Semantischen Wortflüssigkeitstest, Trail Making Test B, 5-Punkt Test, Stroop Test und Interferenz Test formuliert.

Das Signifikanzniveau wurde für alle Hypothesenprüfungen mit  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

## **6.8 Voraussetzungen und statistische Auswerteverfahren**

Um das mächtigste Verfahren für eine statistische Hypothesenprüfung anwenden zu können, muss im Vorfeld geprüft werden, ob die Voraussetzungen zur Durchführung dieses Verfahrens bei der anfallenden Stichprobe gegeben sind. Jedoch können bei robusten Verfahren und einer gewissen Stichprobengröße Voraussetzungen auch vernachlässigt werden. Laut Box (1954, zit. nach Bortz, 1999) führen Verletzungen der Voraussetzungen bei mehrfaktoriellen Analysen zu keinen gravierenden Entscheidungsfehlern, soweit hinreichend große und gleiche Stichprobenumfänge gegeben sind. Vor allem der erste dieser Punkte trifft bei der anfallenden Stichprobe bzw. den einzelnen Altersgruppen zu.

Zur Hypothesenprüfung soll eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA) gerechnet werden, mit den fünf Altersgruppen als unabhängige und den jeweiligen Testleistungen als abhängige Variablen. Mit der Varianzanalyse können die wertvollen Post-Hoc Berechnungen für die Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen eingesetzt werden.

### **6.8.1 Voraussetzungen zur Berechnung der Varianzanalyse**

#### **Intervallskalierung der abhängigen Variablen**

Bei allen verwendeten Testwerten ist Intervallskalierung gegeben.

## **Normalverteilung der Messwerte**

Der Überprüfung der Normalverteilung der Messwerte in den auszuwertenden Testverfahren dient der Kolmogorov-Smirnov-Test. Die Ergebnisse werden in Kapitel 7.1 bzw. Tab. 7.1.1 besprochen und angeführt.

## **Homogenität der Varianzen**

Die Überprüfung auf Gleichheit der Fehlervarianzen kann mit dem Levene-Test durchgeführt werden. Fällt dieser nicht signifikant aus, können homogene Varianzen angenommen werden. Die Ergebnisse werden in Kapitel 7.1 bzw. Tab. 7.1.2 besprochen und angeführt.

Wie in den unten folgenden Tabellen 6.8.1 und Tab. 6.8.2 ersichtlich, sind nicht alle Voraussetzungen für die Berechnung der Varianzanalyse wie Normalverteilung und Homogenität der Varianzen gegeben.

Durch den relativ großen Stichprobenumfang ( $n=208$ ; einzelne Gruppen von  $n=30$  bis  $n=51$ ) wurde den Verletzungen der Voraussetzungen jedoch kein entscheidendes Gewicht zugesprochen<sup>10</sup>. Aufgrund der Macht des Verfahrens sowie der Möglichkeit, spezifische Fragestellungen dieser Diplomarbeit besser beantworten zu können, wird die Varianzanalyse berechnet, wenn auch die unterschiedliche Größe der Altersgruppen und damit die Interpretation der Post-Hoc Analysen durchaus problematisch scheint. Darum könnten die Ergebnisse verzerrt sein und müssen mit Vorsicht interpretiert werden.

Zur Absicherung der Ergebnisse wurde daher stets das entsprechende parameterfreie Verfahren (zumeist der Kruskal-Wallis-Test) gerechnet, dessen Ergebnisse bezüglich genereller Alterseffekte auf die Testleistungen jenen der Varianzanalyse entsprachen, was die Interpretation der Haupteffekte somit relativ gesichert erscheinen lässt.

---

<sup>10</sup> „Generell gilt, dass die Voraussetzungen der Varianzanalyse mit wachsendem Umfang der untersuchten Stichprobe an Bedeutung verlieren.“ Bortz (1999, S. 276)

**a) Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests zur Prüfung der Normalverteilung, für alle eingesetzten Verfahren, getrennt nach den jeweiligen Altersgruppen:**

Verfahren	Signifikanz (p=...)				
	Altersgruppe 1 (20-39)	Altersgruppe 2 (40-49)	Altersgruppe 3 (50-59)	Altersgruppe 4 (60-69)	Altersgruppe 5 (70+)
VERT-K Richtig	,186	,197	,912	,737	,666
VERT-K Freude	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
VERT-K Ekel	,201	,738	,096	,038	,182
VERT-K Angst	,006	,188	,004	,024	,012
VERT-K Wut	<,001	,002	,002	,001	<,001
VERT-K Trauer	,028	,017	,026	,004	,019
PWT Richtig	,813	,830	,742	,909	,266
SWT Richtig	,582	,692	,588	,867	,922
tmtb	,635	,711	,634	,879	,864
TMTB-TMTA	,485	,104	,445	,396	,377
5 Punkt Test Richtig	,772	,354	,884	,865	,532
Farb-Wort-Test Zeit Wörter	,238	,494	,715	,504	,533
Interferenz Zeit (c.l.)	,199	,040	,349	,261	,572

**Tabelle 6.8.1 Kolmogorov-Smirnov Tests für alle Verfahren (Altersgruppen)**

Der Kolmogorov-Smirnov Test lieferte zum Teil signifikante Ergebnisse. Das bedeutet, dass die Normalverteilung innerhalb der einzelnen Altersgruppen teilweise nicht gegeben war. Dennoch wurde aufgrund der Stichprobengröße<sup>11</sup> und der Macht des Verfahrens, wie bereits erläutert, die Varianzanalyse zur Hypothesenprüfung herangezogen.

<sup>11</sup> Laut Bortz (1999) verlieren „...die Voraussetzungen der Varianzanalyse mit wachsendem Umfang der untersuchten Stichprobe an Bedeutung“ (S.276).

**b) Levene-Tests für alle eingesetzten Verfahren:**

Verfahren	F	df1	df2	Signifikanz
VERT-K Richtige	1,269	4	203	,283
VERT-K Angst	2,383	4	203	,053
VERT-K Freude	1,711	4	203	,149
VERT-K Ekel	3,200	4	203	,014
VERT-K Wut	,538	4	203	,708
VERT-K Trauer	1,472	4	203	,212
PWT Richtige	,852	4	203	,494
SWT Richtige	,889	4	203	,471
tmtb	6,406	4	203	,000
TMTB-TMTA	4,047	4	203	,004
5 Punkt Test Richtige	1,274	4	203	,281
Farb-Wort-Test Zeit Wörter	14,872	4	203	,000
Interferenz Zeit (c.l.)	11,954	4	203	,000

**Tabelle 6.8.2 Levene-Tests auf Gleichheit der Fehlervarianzen aller Verfahren**

Der Levene-Test fiel teilweise signifikant aus, was wiederum bedeutet, dass die Voraussetzungen zur Durchführung der Varianzanalyse theoretisch verletzt wären. Zur weiteren Vorgehensweise für die Hypothesenprüfung gilt analog das Selbe wie bereits bei „Normalverteilung der Messwerte“ erläutert wurde.

# 7. Ergebnisdarstellung

## 7.1 Hypothesenprüfung

Im Anschluss werden die in Kapitel 6.7 formulierten Hypothesen der statistischen Signifikanzprüfung unterzogen. Um die Übersichtlichkeit zu bewahren, wird in den folgenden Kapiteln von einer wiederholten Gegenüberstellung von Nullhypothese und Alternativhypothese abgesehen und stattdessen neben einer Auflistung der übergeordneten Fragestellungen zu Beginn der Kapitel jeweils die zu prüfende Alternativhypothese formuliert.

### 7.1.1 Alterseffekte in der Emotionserkennung

Die Hypothesen in diesem Abschnitt beschäftigen sich damit, ob es einen Einfluss des Alters auf die Emotionserkennung gibt. Während eine Vielzahl von Studien oft jüngere und ältere Erwachsene gegenübergestellt hat, kann hier aufgrund der relativ großen Stichprobe und der Ausgewogenheit von fünf Altersgruppen eine sehr detaillierte Analyse von Veränderungen mit ansteigendem Alter angeboten werden. Mittels Post-Hoc Tests (aufgrund der Leistungsfähigkeit gewählt: „ehrliche Signifikanz“ von Tukey) werden Mittelwertsunterschiede zwischen den einzelnen Gruppen auf Signifikanz untersucht. So kann z.B. analysiert und interpretiert werden, ob es ab einem gewissen Alter einen deutlichen Abfall in der Leistung gibt oder nicht.

Die zentralen Fragestellungen lauten:

- **Unterscheiden sich die Altersgruppen in der Emotionserkennung insgesamt voneinander?**
- **Gibt es Unterschiede zwischen den Altersgruppen beim Erkennen der einzelnen Basisemotionen in Gesichtern?**

In der folgenden Tabelle 7.1.1.1 werden für den Überblick die Ergebnisse der Signifikanzprüfungen der multivariaten Varianzanalyse zu generellen Mittelwertsunterschieden in der Emotionserkennung über alle Gruppen dargestellt, im Anschluss daran die einzelnen Hypothesen analysiert und zuletzt eine kurze Zusammenfassung aller Ergebnisse gegeben.

Diese Gliederung und Vorgangsweise der Darstellung wird in den weiteren Kapiteln der Hypothesenprüfung beibehalten.

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Altersgruppe	VERT-K Richtig	324,611	4	81,153	9,409	,000
	VERT-K Angst	14,041	4	3,510	3,427	,010
	VERT-K Freude	4,136	4	1,034	1,781	,134
	VERT-K Ekel	80,740	4	20,185	10,391	,000
	VERT-K Wut	2,167	4	,542	,658	,622
	VERT-K Trauer	4,052	4	1,013	,670	,614

**Tabelle 7.1.1.1 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Emotionserkennung, Altersgruppe)**

### **H 1.1 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen bei der Emotionserkennung in Gesichtern.**

Ein hochsignifikanter Alterseinfluss auf die Leistung bei der Emotionserkennung in Gesichtern ( $p<.001$ ) konnte nachgewiesen werden.

Im Detailvergleich der fünf Altersgruppen sehen die Effekte wie folgt aus:

20-39 jährige unterscheiden sich signifikant ( $p=.002$ ;  $p<.001$ ;  $p<.001$  von allen Altersgruppen über 50. Zudem unterscheiden sich auch 40-49 jährige signifikant von den über 70 jährigen ( $p=.049$ ).

### **H 1.2 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen beim Erkennen von Freude in Gesichtern.**

In der Erkennensleistung der Emotion Freude konnte kein signifikanter Einfluss des Alters ( $p=.134$ ) festgestellt werden.

Ein Mittelwertsvergleich der einzelnen Gruppen brachte keinen „Verbesserungseffekt“ im Alter zum Vorschein, sondern eine nichtsignifikante, jedoch kontinuierliche Verschlechterung der Erkennensleistung von Altersgruppe zu Altersgruppe.

### **H 1.3 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen beim Erkennen von Ekel in Gesichtern.**

Im Erkennen von Ekel konnten hoch signifikante Altersunterschiede ( $p<.001$ ) nachgewiesen werden.

Die Post Hoc Analyse der einzelnen Altersgruppen weist auf signifikante Unterschiede zwischen 20-39 jährigen und 40-49 jährigen ( $p=.024$ ) sowie allen restlichen Altersgruppen ( $p<.001$ ) hin, während sich die übrigen Altersgruppen voneinander nicht signifikant unterscheiden.

Es scheint also im Erkennen von Ekel ab dem 41. Lebensjahr zu Einbußen, jedoch in höherem Alter zu keinem weiteren Abfall in der Erkennensleistung zu kommen.

### **H 1.4 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen beim Erkennen von Angst in Gesichtern.**

Dem Ergebnis der Signifikanzprüfung ( $p<.001$ ) nach gibt es Unterschiede zwischen den Altersgruppen beim Erkennen von Angst.

Die Post-Hoc Analysen liefern in diesem Fall heterogene und im Vergleich zum Gesamteffekt eher unplausibel erscheinende Ergebnisse:

Die Gruppe der 20-39-jährigen unterscheidet sich signifikant von den 60-69jährigen ( $p=.008$ ), davon abgesehen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den restlichen Gruppen.

#### **H 1.5 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen beim Erkennen von Wut in Gesichtern.**

Der F-Test lieferte ein nicht signifikantes Resultat mit ( $p=.622$ ), somit wurden keine Altersunterschiede beim Erkennen von Wut festgestellt.

Auch das parameterfreie Verfahren, der Kruskal-Wallis Test lieferte keine signifikanten Unterschiede ( $p=.358$ ) in der Erkennensleistung zwischen den Altersgruppen.

#### **H 1.6 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen beim Erkennen von Trauer in Gesichtern.**

Das Ergebnis der Signifikanzprüfung ist abermals nicht signifikant ( $p=.614$ ).

Auch der zur Absicherung des Ergebnisses gerechnete Kruskal-Wallis Test stützte dieses Resultat.

#### **Ergebniszusammenfassung H 1:**

In der gesamten Emotionserkennung und spezifisch bei Ekel und bei Angst wurden Unterschiede zwischen den Altersgruppen gefunden. Beim Erkennen von Freude, Wut und Trauer gab es keine Altersunterschiede.

Insgesamt gibt es deutliche Unterschiede zwischen mehreren Altersgruppen bei der Emotionserkennung. Somit werden die Erwartungen, dass sich jüngere und ältere Erwachsene in dieser stark unterscheiden, bestätigt. Bereits ab einem Alter von 50 Jahren gibt es demnach deutliche Unterschiede zu den jüngeren Erwachsenen (20-39 Jahre).

Bei der Erkennung von Ekel unterscheidet sich nur die jüngste Gruppe von allen anderen.

Die heterogenen Post-Hoc Berechnungen bei der Erkennung von Angst könnten eine Verzerrung widerspiegeln. Die parameterfreie Alternative, der Kruskal-Wallis Test, lieferte jedenfalls ebenso wie der F-Test ein signifikantes Ergebnis bezüglich des Unterschieds zwischen allen Gruppen ( $p=.006$ ).

### **7.1.2. Altersunterschiede bei Bewertungen emotionaler Bilder**

- **Gibt es Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten der verschiedenen Kategorien von Bildern?**

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen**

Verfahren	F	df1	df2	Signifikanz
IAPS_positiv Valenz	1,835	4	168	,124
IAPS_positiv Arousal	,937	4	168	,444
IAPS_neutral Valenz	4,959	4	168	<b>,001</b>
IAPS_neutral Arousal	,970	4	168	,425
IAPS_negativ Valenz	2,477	4	168	<b>,046</b>
IAPS_negativ Arousal	,499	4	168	,737

**Tabelle 7.1.2.1 Levene Tests (IAPS)**

**Prüfung auf Normalverteilung**

Verfahren	Signifikanz
IAPS_pos_val	,075
IAPS_pos_arou	,393
IAPS_neutr_val	,863
IAPS_neutr_arou	<b>,014</b>
IAPS_neg_val	<b>,002</b>
IAPS_neg_arou	,390

**Tabelle 7.1.2.2 Kolmogorov-Smirnov-Tests (IAPS)**

### Tests der Zwischensubjekteffekte

<b>Quelle</b>	<b>Abhängige Variable</b>	<b>Quadratsumme vom Typ III</b>	<b>df</b>	<b>Mittel der Quadrate</b>	<b>F</b>	<b>Signifikanz</b>
Altersgruppe	IAPS_pos_val	3,034	4	,759	1,550	,190
	IAPS_pos_arou	8,138	4	2,035	1,632	,168
	IAPS_neutr_val	4,659	4	1,165	2,515	<b>,043</b>
	IAPS_neutr_arou	6,613	4	1,653	1,165	,328
	IAPS_neg_val	,253	4	,063	,201	,937
	IAPS_neg_arou	7,879	4	1,970	1,713	,149

Tabelle 7.1.2.3 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (IAPS, Altersgruppe)

Die parameterfreien Kruskal-Wallis Tests ergaben wiederum äquivalente Ergebnisse bezüglich der Signifikanzen.

**H 2.1 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten der Valenz von positiven Bildern.**

Die Signifikanzprüfung ergibt ein nicht signifikantes Ergebnis ( $p=.190$ ). Somit scheinen Menschen in unterschiedlichen Altersgruppen positiver Bilder nicht unterschiedlich zu bewerten.

**H 2.2 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten des „Arousal“ von positiven Bildern.**

Auch auf der Skala der Erregung („arousal“) wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Bewertungen der einzelnen Altersgruppen gefunden ( $p=.168$ ).

**H 2.3 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten der Valenz von neutralen Bildern.**

Hier ergibt die Signifikanzprüfung einen Wert von ( $p=.043$ ). Das bedeutet, dass sich die Altersgruppen in ihrer Bewertung auf der Skala „Valenz“ von neutralen Bildern signifikant unterscheiden.

**H 2.4 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten des „Arousal“ von neutralen Bildern.**

Die Gruppen unterscheiden sich in der Bewertung von neutralen Bildern auf der Skala „Arousal“ nicht signifikant voneinander ( $p=.328$ ).

**H 2.5 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten der Valenz von negativen Bildern.**

Die Gruppen unterscheiden sich in der Bewertung von negativen Bildern auf der Skala „Valenz“ nicht signifikant voneinander ( $p=.937$ ).

**H 2.6 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Bewerten des „Arousal“ von negativen Bildern.**

Bezüglich der Bewertungen negativer Bilder auf der Skala „Arousal“ unterscheiden sich die einzelnen Altersgruppen nicht signifikant voneinander ( $p=.149$ ).

**Ergebniszusammenfassung H 2:**

Es ergaben sich in fünf von sechs Fällen keine signifikanten Unterschiede in den Bewertungen der Bilder durch die fünf unterschiedlichen Altersgruppen. Bei den Bildern „Neutral-Valenz“ fiel die Hypothesenprüfung signifikant aus. Post-Hoc Tests zeigten jedoch wiederum keine signifikanten Mittelwertsunterschiede zwischen den einzelnen Gruppen.

## 7.1.3 Altersunterschiede bei Exekutivfunktionen

- Gibt es Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung in den Tests der Exekutivfunktionen?

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

<b>Quelle</b>	<b>Abhängige Variable</b>	<b>Quadratsumme vom Typ III</b>	<b>df</b>	<b>Mittel der Quadrate</b>	<b>F</b>	<b>Signifikanz</b>
Altersgruppe	PWT Richtig	1915,879	4	478,970	5,860	,000
	SWT Richtig	6048,381	4	1512,095	13,510	,000
	Tmtb	75282,987	4	18820,747	27,767	,000
	TMTB-TMTA	28581,366	4	7145,341	15,464	,000
	5 Punkt Test Richtig	5885,127	4	1471,282	22,408	,000
	Farb-Wort-Test Zeit Wörter	19154,294	4	4788,573	40,692	,000
	Interferenz Zeit (c.l.)	4607,786	4	1151,947	52,448	,000

**Tabelle 7.1.3.1 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Exekutivfunktionen, Altersgruppe)**

### H 3.1 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung im phonematischen Wortflüssigkeitstest (PWT).

Ein hoch signifikanter Alterseinfluss auf phonematische Wortflüssigkeit ( $p<.001$ ) konnte nachgewiesen werden.

Im Detail unterscheiden sich über 70-jährige signifikant von allen anderen Altersgruppen ( $p=.013$ ;  $p=.037$ ;  $p<.001$ ), mit Ausnahme der 40-49 jährigen ( $p=.084$ ). Die restlichen Gruppen unterscheiden sich in ihrer Leistung nicht signifikant voneinander.

### H 3.2 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung im semantischen Wortflüssigkeitstest (SWT).

Es gibt einen hoch signifikanten Einfluss des Alters auf die semantische Wortflüssigkeit ( $p<.001$ ).

Die über 70-jährigen unterscheiden sich von allen Gruppen hochsignifikant ( $p<.001$ ). Zwischen den übrigen Gruppen wurden keine Mittelwertsunterschiede gefunden.

### **H 3.3 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung im Trail Making Test B.**

Das Ergebnis des F-Tests ist wiederum hoch signifikant ( $p<.001$ ), somit wurden deutliche Altersunterschiede in der Leistung bei diesem Test für Exekutivfunktionen festgestellt.

Die über 70-jährigen unterscheiden sich von allen Gruppen hoch signifikant ( $p<.001$ ), 20-39-jährige unterscheiden sich zudem signifikant von allen Gruppen über 50 Jahre ( $p=.039$ ;  $p=.028$ ;  $p<.001$ ).

Alternativ kann auch die Differenz der Testwerte B minus A als Maß für exekutive Funktionen herangezogen werden. Bei dieser Auswertungsvariante ergaben sich nur bei den über 70-jährigen und der Beziehung zu den anderen Altersgruppen Übereinstimmungen, bei den Vergleichen der restlichen Gruppen zueinander gab es keine Gemeinsamkeiten zu den Werten aus TMT-B.

### **H 3.4 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung im 5-Punkt Test.**

Ein hoch signifikanter Einfluss des Alters ( $p<.001$ ) auf die Leistung im 5-Punkt Test konnte belegt werden.

Die über 70-jährigen unterscheiden sich wiederum hoch signifikant von allen übrigen Altersgruppen ( $p<.001$ ). Ebenso unterscheiden sich 20-39-jährige in ihrer Leistung signifikant von allen Gruppen über 50 Jahre ( $p=.007$ ;  $p=.002$ ;  $p<.001$ ). Die 40-49-jährigen unterscheiden sich signifikant zusätzlich zur Gruppe „Über 70“ auch von den

60-69-jährigen ( $p=.033$ ). Zwischen 50-59-jährigen und 60-69-jährigen wurden keine Unterschiede in der Leistung gefunden.

### **H 3.5 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung im Stroop-Test.**

Auch bei diesem Test ergab der F-Test einen hochsignifikanten Einfluss des Alters auf die Testleistung ( $p<.001$ ).

Wiederum unterscheiden sich die über 70-jährigen hochsignifikant von allen anderen Altersgruppen ( $p<.001$ ). 20-39-jährige unterscheiden sich signifikant von allen Gruppen über 50 Jahre ( $p=.022$ ;  $p<.001$ ;  $p<.001$ ).

Zwischen den Gruppen 40-49, 50-59 und 60-69 Jahre wurden keine Mittelwertsunterschiede berechnet.

### **H 3.6 Es gibt Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Leistung im Interferenz-Test.**

Ein hoch signifikanter Einfluss des Alters ( $p<.001$ ) auf die Leistung im Interferenz-Test konnte belegt werden.

20-39-jährige ( $p=.021$ ;  $p=.001$ ;  $p<.001$ ;  $p<.001$ ) und über 70-jährige (jeweils  $p<.001$ ) unterschieden sich hoch signifikant von allen anderen Altersgruppen. Zwischen den Gruppen 40-49, 50-59 und 60-69 Jahre wurden keine Mittelwertsunterschiede berechnet.

### **Ergebniszusammenfassung H 3**

Bei allen Tests übt das Alter einen sehr starken Einfluss auf die Testleistung aus, wobei sich die über 70-jährigen stets und die 20-39 jährigen fast immer signifikant von allen anderen Altersgruppen unterscheiden.

Die Mittelwertsvergleiche der übrigen Altersgruppen ergaben bei den verschiedenen Exekutivtests nicht durchgehend homogene Resultate. Beim 5-Punkt Test etwa unterscheiden sich im Gegensatz zu den anderen Tests die 40-49-jährigen im Score signifikant auch von den 60-69-jährigen.

#### 7.1.4 Geschlechtsunterschiede bei der Emotionserkennung

- Unterscheiden sich die Geschlechter in der Emotionserkennung insgesamt bzw. bei den einzelnen Basisemotionen voneinander?

In den folgenden Tabellen 7.1.4.1 und Tab. 7.1.4.2 werden die Ergebnisse des Levene-Tests und des Kolmogorov-Smirnov Tests bezüglich der Variable Geschlecht zur Prüfung der Voraussetzungen für die Varianzanalyse angegeben.

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen**

Verfahren	F	df1	df2	Signifikanz
VERT-K Richtig	,901	1	206	,344
VERT-K Freude	3,862	1	206	,051
VERT-K Angst	1,159	1	206	,283
VERT-K Ekel	,838	1	206	,361
VERT-K Wut	2,525	1	206	,114
VERT-K Trauer	,051	1	206	,822

**Tabelle 7.1.4.1 Levene-Tests auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Geschlecht)**

### Prüfung auf Normalverteilung

Verfahren	Männlich	Weiblich
VERT-K Richtig	,436	,083
VERT-K Freude	<,001	<,001
VERT-K Ekel	,122	,017
VERT-K Angst	<,001	<,001
VERT-K Wut	<,001	<,001
VERT-K Trauer	,001	<,001

Tabelle 7.1.4.2 Kolmogorov-Smirnov Tests (Geschlecht)

Wie man erkennen kann, ist Normalverteilung innerhalb der beiden Stichproben oft nicht gegeben, daher wurde wiederum zur Absicherung der Ergebnisse der Kruskal-Wallis Test gerechnet. Die jeweiligen Signifikanzprüfungen fielen dort äquivalent zu den F-Tests der Varianzanalyse aus.

Tabelle 7.1.4.3 zeigt die Übersicht der Ergebnisse der F-Tests zu den Hypothesen H 4.1 bis H 4.6.

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Geschlecht	VERT-K Richtig	2,539	1	2,539	,252	,616
	VERT-K Freude	,834	1	,834	1,417	,235
	VERT-K Angst	1,526	1	1,526	1,426	,234
	VERT-K Ekel	,935	1	,935	,406	,525
	VERT-K Wut	,770	1	,770	,940	,333
	VERT-K Trauer	,649	1	,649	,431	,512

Tabelle 7.1.4.3 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Emotionserkennung, Geschlecht)

**H 4.1 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern in der Emotionserkennung insgesamt.**

Der F-Test fiel nicht signifikant aus ( $p=.616$ ), somit unterscheiden sich die Geschlechter in der Emotionserkennung nicht.

**H 4.2 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern beim Erkennen von Freude in Gesichtern.**

Der F-Test brachte kein signifikantes Ergebnis ( $p=.235$ ), somit konnten beim Erkennen von Freude keine Geschlechtsunterschiede festgestellt werden.

**H 4.3 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern beim Erkennen von Ekel in Gesichtern.**

Wiederum fiel die Signifikanzprüfung nicht signifikant aus ( $p=.234$ ), somit unterscheiden sich die Geschlechter beim Erkennen von Ekel nicht.

**H 4.4 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern beim Erkennen von Angst in Gesichtern.**

Der F-Test lieferte kein signifikantes Ergebnis ( $p=.235$ ), somit konnten beim Erkennen von Angst keine Geschlechtsunterschiede festgestellt werden.

**H 4.5 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern beim Erkennen von Wut in Gesichtern.**

Die Signifikanzprüfung fiel negativ aus ( $p=.333$ ), es konnten keine Geschlechtsunterschiede beim Erkennen von Ekel festgestellt werden.

**H 4.6 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern beim Erkennen von Trauer in Gesichtern.**

Der F-Test fiel nicht signifikant aus ( $p=.512$ ), somit unterscheiden sich die Geschlechter beim Erkennen von Trauer nicht voneinander.

#### **Ergebniszusammenfassung H 4:**

Es konnten keine Geschlechtsunterschiede in der Emotionserkennung, weder gesamt noch bei einzelnen Emotionen, festgestellt werden. Beim Erkennen von Freude könnten jedoch Deckeneffekte der Grund dafür sein, dass eventuelle Geschlechtsunterschiede nicht nachgewiesen werden konnten.

### **7.1.5 Geschlechtsunterschiede bei Exekutivfunktionen**

- **Unterscheiden sich die Geschlechter in den Testleistungen zu Exekutivfunktionen voneinander?**

In den folgenden Tabellen 7.1.5.1 und Tab. 7.1.5.2 werden die Ergebnisse des Levene-Tests und des Kolmogorov-Smirnov Tests bezüglich der Variable Geschlecht zur Prüfung der Voraussetzungen für die Varianzanalyse angegeben.

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen**

Verfahren	F	df1	df2	Signifikanz
PWT Richtige	2,087	1	206	,150
SWT Richtige	,439	1	206	,508
tmtb	2,858	1	206	,092
TMTB-TMTA	,878	1	206	,350
5 Punkt Test Richtige	,089	1	206	,765
Farb-Wort-Test Zeit Wörter	1,787	1	206	,183
Interferenz Zeit (c.l.)	,755	1	206	,386

**Tabelle 7.1.5.1 Levene-Tests auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Exekutivfunktionen, Geschlecht)**

### Prüfung auf Normalverteilung

Verfahren	Männlich	Weiblich
PWT	,771	,504
SWT	,831	,563
TMT-B	,223	,062
Differenz TMT-B minus TMT-A	,128	,175
5-Punkt Test	,598	,415
Stroop-Test	,038	,025
Interferenz-Test	,009	,013

**Tabelle 7.1.5.2 Kolmogorov-Smirnov Tests (Exekutivfunktionen, Geschlecht)**

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Geschlecht	PWT Richtige	195,000	1	195,000	2,194	,140
	SWT Richtige	86,667	1	86,667	,622	,431
	tmtb	3471,372	1	3471,372	3,415	,066
	TMTB-TMTA	1241,354	1	1241,354	2,111	,148
	5 Punkt Test Richtige	214,988	1	214,988	2,331	,128
	Farb-Wort-Test Zeit Wörter	635,405	1	635,405	3,087	,080
	Interferenz Zeit (c.l.)	,270	1	,270	,006	,938

**Tabelle 7.1.5.3 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Exekutivfunktionen, Geschlecht)**

**H 5.1 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Leistung im phonematischen Wortflüssigkeitstest (PWT).**

Der F-Test fiel nicht signifikant aus ( $p=.140$ ), somit unterscheiden sich die Geschlechter in der phonematischen Wortflüssigkeit nicht signifikant voneinander.

**H 5.2 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Leistung im semantischen Wortflüssigkeitstest (SWT).**

Der F-Test brachte kein signifikantes Ergebnis ( $p=.431$ ), somit konnten bei der semantischen Wortflüssigkeit keine signifikanten Geschlechtsunterschiede festgestellt werden.

### **H 5.3 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Leistung im Trail Making Test B.**

Wiederum fiel die Signifikanzprüfung nicht signifikant aus ( $p=.066$ ), somit unterscheiden sich die Geschlechter in der Leistung beim Trail Making Test B nicht signifikant voneinander.

### **H 5.4 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Leistung im 5-Punkt Test.**

Der F-Test lieferte kein signifikantes Ergebnis ( $p=.128$ ), somit konnten bei der Leistung im 5-Punkt Test keine signifikanten Geschlechtsunterschiede festgestellt werden.

### **H 5.5 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Leistung im Stroop-Test.**

Die Signifikanzprüfung fiel negativ aus ( $p=.080$ ), es konnten keine Geschlechtsunterschiede beim Abschneiden im Stroop-Test festgestellt werden.

### **H 5.6 Es gibt Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Leistung im Interferenz-Test.**

Der F-Test fiel nicht signifikant aus ( $p=.938$ ), somit unterscheiden sich die Geschlechter in der Leistung im Interferenz-Test nicht signifikant voneinander.

### **Ergebniszusammenfassung H 5:**

Aufgrund der Homogenität der Signifikanzprüfungen sei zusammengefasst, dass bei exekutiven Funktionen bzw. den Leistungen in den dazugehörigen Tests keine signifikanten Geschlechtsunterschiede festgestellt wurden.

## 7.1.6 Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen

- Gibt es Zusammenhänge zwischen der Emotionserkennung in Gesichtern und exekutiven Funktionen?
- Gibt es Zusammenhänge zwischen der Erkennung von Ekel in Gesichtern und exekutiven Funktionen?
- Werden diese Zusammenhänge von ansteigendem Alter beeinflusst?

Prüfung auf Normalverteilung

Verfahren	Signifikanz
VERT-K gesamt	,019
PWT	,167
SWT	,683
TMT-B	,004
Differenz TMT-B minus TMT-A	,019
5-Punkt Test	,458
Stroop-Test	,001
Interferenz-Test	<,001

Tabelle 7.1.6.1 Kolmogorov-Smirnov-Tests (gesamt)

Die Normalverteilung der Testwerte ist laut Tab. 7.1.6.1 nicht bei allen Verfahren, die Korrelationsprüfungen unterzogen werden sollen, gegeben. Dennoch wird zur Hypothesenprüfung die parametrische Pearson-Korrelation gewählt. Zur Absicherung wurde auch jeweils die parameterfreie Alternative nach Spearman gerechnet, die Ergebnisse unterschieden sich jeweils nur marginal voneinander.

Bei H 6.1 fiel die Pearson-Korrelation im Unterschied zur Spearman-Korrelation nicht signifikant aus, die beiden Korrelationskoeffizienten wichen jedoch wiederum nur im

Hundertstelbereich voneinander ab, weshalb im Sinne der Homogenität der Darstellung und Generalisierbarkeit der Ergebnisse in Richtung Signifikanz der Korrelation interpretiert wird.

**H 6.1 Es gibt Zusammenhänge zwischen der Emotionerkennensleistung gesamt und der Leistung im Phonematischen Wortflüssigkeitstest.**

Nach Pearson wurde eine nicht signifikante ( $p=.081$ ), sehr geringe Korrelation ( $r=.121$ ) berechnet.

Die parameterfreie Spearman Korrelation ergibt jedoch eine Signifikanz ( $p=.019$ ) und einen Korrelationskoeffizienten von ,162.

**H 6.2 Es gibt Zusammenhänge zwischen der Emotionerkennensleistung gesamt und der Leistung im Semantischen Wortflüssigkeitstest.**

Nach Pearson ergibt sich eine signifikante ( $p=.025$ ), sehr geringe Korrelation von ,156.

**H 6.3 Es gibt Zusammenhänge zwischen der Emotionerkennensleistung gesamt und der Leistung im Trail Making Test B.**

Die Pearson Korrelation ist hochsignifikant ( $p<.001$ ), der Korrelationskoeffizient beträgt -,260.

Der negative Zusammenhang ergibt sich daraus, dass hohe Werte im TMT-B ein schwächeres Ergebnis repräsentieren.

H 6.3 b: Das alternative Maß für die Exekutivfunktionen aus dem Trail Making Test lieferte mit dem Ergebnis des VERT-K ebenfalls eine signifikante Korrelation ( $p=.007$ ), der Koeffizient liegt hier bei ,185.

**H 6.4 Es gibt Zusammenhänge zwischen der Emotionerkennensleistung gesamt und der Leistung im 5-Punkt Test.**

Die Korrelation ist hoch signifikant ( $p < .001$ ), der Korrelationskoeffizient beträgt ,230.

**H 6.5 Es gibt Zusammenhänge zwischen der Emotionerkennensleistung gesamt und der Leistung im Stroop-Test.**

Die Korrelation ist hoch signifikant ( $p < .001$ ), der Korrelationskoeffizient beträgt -,270.

**H 6.6 Es gibt Zusammenhänge zwischen der Emotionerkennensleistung gesamt und der Leistung im Interferenz-Test.**

Die Korrelation ist hoch signifikant ( $p < .001$ ), der Korrelationskoeffizient beträgt -,329.

**H 6.7 Es gibt Zusammenhänge zwischen dem Erkennen von Ekel und den Leistungen in den jeweiligen Tests der Exekutiven Funktionen.**

Korreliert man die Erkennung von Ekel mit den diversen Exekutivtests ergeben sich ähnliche Korrelationen wie bei der Erkennensleistung insgesamt (siehe Tab. 7.1.6.2). Stärkere Zusammenhänge zwischen dem Erkennen von Ekel und Exekutivfunktionen im Vergleich zu den anderen Korrelationen bestehen nicht.

### Korrelationen mit Erkennung von Ekel

Verfahren	Korrelationskoeffizient r	Signifikanz
PWT	,104	,134
SWT	,179	,010
TMT-B	-,291	<,001
Diff. TMT-B minus TMT-A	-,210	,002
5-Punkt Test	,223	,001
Stroop-Test	-,246	<,001
Interferenz-Test	-,325	<,001

**Tabelle 7.1.6.2 Korrelationen (Ekelerkennung, Exekutivfunktionen)**

### Ergebniszusammenfassung H 6:

Beim Vergleich der Testergebnisse aus dem VERT-K mit jenen aus den Tests zu Exekutivfunktionen ergaben sich zwar signifikante, jedoch ausschließlich geringe Korrelationen mit Koeffizienten zwischen 0,12 und 0,33. Auffällig ist, dass jene Korrelationen mit den Wortflüssigkeitstests am geringsten ausfielen.

#### 7.1.6.1 Alterseinflüsse auf die Zusammenhänge:

Signifikante Korrelationen zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen wurden gefunden, jedoch ist aufgrund der Alterseinflüsse auf beide Faktoren anzunehmen, dass die Variable Alter diese Zusammenhänge ebenfalls beeinflusst, es könnte sich bei den gefundenen Korrelationen also um sogenannte „Scheinkorrelationen“ handeln.

Um den Einfluss der Drittvariable „Alter“ auf die beiden anderen Variablen zu bereinigen, wurden deshalb auch Partialkorrelationen berechnet; Korrelationen zwischen den Testwerten des VERT-K und jenen der Exekutivfunktionstests, bei denen der Einfluss des Alters herauspartialisiert wurde (Erläuterungen zu diesem Verfahren siehe Bortz, 1994, S. 429 ff.).

Mit dieser Korrektur werden nun keine der oben angeführten Korrelationen mehr signifikant, was den Verdacht der „Scheinkorrelationen“ erhärtet. Dies könnte somit bedeuten, dass das ansteigende Alter beide Testwerte respektive Fähigkeiten deutlich beeinflusst (wie bereits in den vorhergehenden Varianzanalysen berechnet) und demnach auch die Zusammenhänge zwischen der Emotionserkennung und den Exekutivfunktionen zu einem gewissen Teil auf die Alterseinflüsse auf beide Faktoren zurückzuführen sind.

In Tabelle 7.1.6.1.1 werden die partiellen Korrelationen mit den jeweiligen Koeffizienten und Signifikanzprüfungen angegeben.

<b>Verfahren</b>	<b>Partieller Korrelationskoeffizient <math>r_{xy.z}</math></b>	<b>Signifikanz</b>
PWT	,067	,337
SWT	,038	,580
TMT-B	-,056	,422
5-Punkt Test	,029	,681
Stroop-Test	-,081	,245
Interferenz-Test	-,106	,127

**Tabelle 7.1.6.1.1 Partielle Korrelationen (Emotionserkennung, Exekutivfunktionen; z=Alter)**

## **8. Diskussion**

Die Emotionspsychologie ist eine von vielen unterschiedlichen Theorien und Modellen geprägte Teildisziplin der Psychologie. In dieser Diplomarbeit wurde zur Orientierung ein Überblick über die Vielzahl von verschiedenen Definitionen und Theorien der Emotionen gegeben und schließlich das Konzept der Basisemotionen von Ekman (1992), welches für den Forschungsansatz grundlegend ist, und weiter auch die Gehirnstrukturen, die mit der Erkennung dieser Basisemotionen in Verbindung gebracht werden, in den Vordergrund gerückt. Der neuropsychologische Schwerpunkt dieser Diplomarbeit wurde gewählt, da der altersbedingte Abbau von Hirnstrukturen, die bei Emotionserkennung und Exekutivfunktionen beteiligt sind, der Schlüssel zum Verständnis für Veränderungen bzw. Zusammenhänge dieser Funktionen mit ansteigendem Lebensalter sein dürfte.

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich vorwiegend mit zwei übergeordneten Themen: Zum einen mit der Frage, ob es Alterseinflüsse auf die Emotionserkennung in Gesichtern sowie auf die Bewertung emotional gefärbter Bilder gibt und zum zweiten, ob gute Leistungen der Emotionserkennung positiv mit solchen bei Exekutivfunktionstests korrelieren.

Zu Alterseinflüssen bzw. -unterschieden auf die Emotionerkennensleistung gibt es bereits zahlreiche Studien, wobei, vermutlich auch aufgrund der unterschiedlichen Auffassung von Emotionen und verschiedenen Konzepten von Erhebungsinstrumenten, viele Studien mit unterschiedlichen Testverfahren arbeiteten, die sich zudem auch von dem im Rahmen dieser Arbeit vorgegebenen Emotionserkennungsverfahren VERT-K unterscheiden. Diese unterschiedlichen Studien, die jedoch alle unter dem Schlagwort „Emotionserkennung“ bzw. „Emotion Recognition“ vereint sind, könnten zum Teil die Ursache für heterogene Ergebnisse sein.

In allen zitierten Arbeiten der Forschungsgruppe zum „Wiener Computergestützen Neuropsychologischen Untersuchungsmaterial“ (WCNP) wurde jedoch der VERT-K als Erfassungsinstrument für Emotionserkennung verwendet, somit können zumindest diese Ergebnisse gut miteinander und somit auch mit jenen der vorliegenden Diplomarbeit verglichen werden.

Generell wird angenommen, dass degenerative Veränderungen von einzelnen Gehirnregionen bei älteren Erwachsenen Schwierigkeiten bei der Emotionserkennung hervorrufen können. Zahlreiche Erhebungen, auch jene der erwähnten Forschungsgruppe WCNP (z.B. Hoheisel, 2003; Kornprobst, 2003; Pawelak 2004) lieferten übereinstimmende Ergebnisse, dass in hohem Alter bei Emotionserkennung signifikant schlechtere Leistungen gebracht werden. Diese Erkenntnis wurde auch in der vorliegenden Arbeit wiederum deutlich bestätigt.

Wirft man den Blick jedoch auf einzelne Basisemotionen, ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Während ältere Erwachsene laut den meisten Studien insbesondere Wut, Trauer, und Angst weniger gut als Jüngere erkennen können, gibt es etwa auch Forschungsergebnisse und Theorien, nach denen die Erhaltung gewisser Strukturen (Basalganglien) in fortgeschrittenem Alter dazu führen kann, dass etwa die Emotionserkennung von Ekel teilweise erhalten bleibt (Calder et al., 2003; Williams et al., 2006) oder, wie auch bei Freude vereinzelt beobachtet, (Moreno et al., 1993) möglicherweise in höherem Alter sogar besser wird.

In dieser Diplomarbeit wurde im Unterschied zur gängigen Forschungsliteratur ein alternativer Ansatz zur Prüfung von Alterseinflüssen auf die Emotionserkennung verwendet. Anstatt lediglich zwei oder drei Gruppen von jüngeren und älteren Erwachsenen auf Mittelwertsunterschiede zu prüfen, wurde eine differenziertere Unterteilung in fünf Altersgruppen<sup>12</sup> vorgenommen, bei der vor allem die Anzahl unterschiedlicher Gruppen ab dem 51. Lebensjahr gezielte Erkenntnisse über das Verhältnis von Leistungen in der Emotionserkennung und der kognitiven Leistung anhand von Exekutivfunktionen in höherem Alter bringen sollte. Vergleiche mit

---

<sup>12</sup> (20-39; 40-49; 50-59; 60-69; 70+ Jahre)

jüngeren Erwachsenen, wie in den Vorgängerstudien praktiziert, konnten dank der fünf Gruppen ebenso durchgeführt werden.

Der Grundtenor der Forschungsliteratur zur Emotionserkennung in verschiedenen Altersstufen lautet, wie angesprochen, dass es bei manchen Basisemotionen zu altersbedingten Einbußen in der korrekten Erkennung kommt, bei anderen dies jedoch nicht der Fall zu sein scheint. Interessanterweise konnten gerade für diejenige Basisemotionen, die laut einer Vielzahl von Studien (Ruffman et al., 2008) mit höherem Alter weniger gut erkannt werden können, nämlich Wut und Trauer, in dieser Arbeit trotz einer relativ großen Stichprobe von 208 Personen keine Altersunterschiede gefunden werden. Bei der Erkennung von Angst hingegen gab es signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen, jedoch scheint das Ergebnis der Post-Hoc Analyse (20-39 jährige unterscheiden sich signifikant von 60-69 jährigen, von den anderen Gruppen jedoch nicht) in diesem Fall nicht besonders aussagekräftig.

Bezüglich des Erkennens von Freude und Ekel liegen in der Literatur unterschiedliche Forschungsergebnisse vor. Die Diskussion unter den Forschern dreht sich darum, ob die Erkennensleistung in höherem Alter stabil bleibt oder eventuell sogar besser wird. Ein solcher Effekt konnte in dieser Studie jedoch nicht gefunden werden. Dies wurde in der vorliegenden Studie jedoch möglicherweise von einem Deckeneffekt überlagert, welcher entstanden sein dürfte, da der VERT-K für klinische Fragestellungen bzw. Populationen entwickelt wurde und die Stichprobe der kognitiv nicht beeinträchtigten Personen verschiedenen Alters die Emotion Freude anhand der Bilder dieses Verfahrens durchgehend sehr gut erkennen konnten.

Mit den Ergebnissen der gesammelten internationalen Studien unter dem Schlagwort „Emotionserkennung“ muss generell vorsichtig umgegangen werden, da oft unterschiedliche Verfahren verwendet bzw. auch unterschiedliche Auffassungen von Emotionserkennung erhoben werden. Auch diese Problematik resultiert unter anderem aus den unterschiedlichen Emotionstheorien; verschiedene Zugänge oder Definitionen zum Thema Emotion bedingen in weiterer Folge auch heterogene Forschungsmethoden, -designs, und -funde.

Bei den Erkennensleistungen insgesamt, also in allen 36 Items des VERT-K, unterscheidet sich die jüngste Altersgruppe (20-39 jährige) signifikant von allen anderen Gruppen, mit Ausnahme der 40-49 jährigen. Diese Gruppe wiederum unterscheidet sich signifikant ebenso von den über 70 jährigen, während alle anderen Gruppen im Vergleich Emotionen in etwa gleich gut erkennen. Das bedeutet also, dass sich diesen Resultaten zufolge über 70-jährige in der Leistung bei der Emotionserkennung in Gesichtern nicht von jenen, die zwischen 50 und 69 Jahre alt sind, unterscheiden.

Bei der Analyse der Ekel-Erkennung sieht man jedoch, dass sich 20-39 jährige auch von den 40-49 jährigen unterscheiden, die restlichen Gruppen untereinander allerdings nicht. Eine Trennung in bloß zwei Gruppen „unter 50 Jahre“ und „über 50 Jahre“ könnte eine derartige Erkenntnis nicht zu Tage fördern. Andererseits sei auch erwähnt, wie relativ dieser einzelne Fund aufgrund der geringen Itemanzahl der Ekel-Bilder ist. Hier könnten zukünftige Untersuchungen, z.B. mit einer größeren Anzahl an Bildern pro Emotion, angebracht sein.

Neben der Emotionserkennung wurde in der vorliegenden Arbeit auch das Bewerten von Bildern mit emotionalem Inhalt analog zur Mehrzahl der vorangegangenen Hypothesen auf Unterschiede zwischen den fünf Altersgruppen geprüft. Hintergedanke dieser Erhebung war, anhand der untersuchten Stichprobe mit einer Vielzahl von Personen in höherem Alter wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen, da für das in zahlreichen Studien eingesetzte IAPS wenige Daten von dieser Personengruppe vorliegen.

Wie in Kapitel 2.7 beschrieben, gibt es Hinweise darauf, dass Personen in hohem Alter positive emotionale Erfahrungen stärker gewichten als jüngere, ein Phänomen, das als Positivitätseffekt bezeichnet wird. Das IAPS erfasst Bewertungen von emotionserregenden Bildern und somit Verarbeitung von Emotionen; dies stellt eine andere Qualität von Emotionen dar als die Emotionserkennung, auf welche der VERT-K abzielt. In beiden Fällen, sowohl der Emotionserkennung in Gesichtern, als auch bei der Einschätzung von emotionalen Bildern, liegen jedoch Hinweise darauf vor, dass sich ältere Personen anders verhalten als jüngere. Zusammenhänge

könnten vor allem hinsichtlich positiver Emotionen wie Freude bestehen. Drechsel (in Arbeit) beschäftigt sich genauer mit dem Positivitätseffekt und möglichen Zusammenhängen zur Emotionserkennung in Gesichtern.

In dieser Untersuchung ergaben sich jedenfalls sowohl bei den Bewertungen der Valenz- als auch der Arousal-Dimension von positiven, neutralen und negativen Bildern im Vergleich der Altersgruppen bis auf eine Ausnahme (Valenz – neutral) keine signifikanten Mittelwertsunterschiede.

Das bereits beobachtete Phänomen, dass ältere Erwachsene derartige Bilder anders bewerten (Grühn & Scheibe, 2008) und somit generell anders als Jüngere auf emotionsbezogene Inhalte reagieren, wird im Rahmen dieser Erhebung somit nicht bestätigt. Dennoch sollten dieses Ergebnisse durch die relativ geringe Anzahl an vorgegebenen Bildern und die Tatsache, dass die Bilder des IAPS am Ende einer sehr langen Testphase von ungefähr 90 Minuten bewertet wurden, vorsichtig interpretiert werden.

Im zweiten Teil der Hypothesenprüfung wurden Alterseffekte auf die Exekutivfunktionen bzw. die Tests, welche diese erfassen sollen, analysiert. Aufgrund des generellen kognitiven Abbaus in höherem Alter schneiden ältere Erwachsene bei solchen Aufgaben folgerichtig oft deutlich schlechter ab als jüngere. Doch auch zu diesem Thema gibt es, wie im Theorieteil dargelegt, widersprüchliche Studienergebnisse (vgl. Daniels et al., 2004) und es besteht noch immer Forschungsbedarf.

In der statistischen Auswertung konnte ein sehr einheitliches und deutlich signifikantes Bild eines Einflusses des Alters auf die Testleistung gezeichnet werden, das aufgrund des erwähnten kognitiven Abbaus mit dem Alter theoriekonform war. Vor allem die über 70 jährigen unterscheiden sich bei sämtlichen Tests signifikant von allen Altersgruppen, also auch beispielsweise den 60-69 jährigen; ein Ergebnis, das insofern relevant ist, da in anderen Studien oft nicht dermaßen spezifisch

zwischen mehreren „älteren Erwachsenen“ getrennt, sondern oft nur deren Leistungen mit solchen von ganz jungen Probanden verglichen wurden.

Von Bedeutung für die Interpretation der Ergebnisse ist zudem, dass es sich bei den Probanden dieser Stichprobe, und zwar auch jenen, die die Grenze über 70 schon deutlich überschritten haben, dank der Ausschlusskriterien dieser Studie, ausschließlich um kognitiv nicht beeinträchtigte Personen handelte.

Die Mittelwertsvergleiche der übrigen Altersgruppen ergaben bei den verschiedenen Exekutivtests keine durchgehenden homogenen Resultate. Beim 5-Punkt Test etwa unterscheiden sich im Gegensatz zu den anderen Tests die 40-49-jährigen im Score signifikant auch von den 60-69-jährigen. Die Heterogenität des Konzepts der Exekutivfunktionen und damit auch der jeweiligen Tests könnte Ursache dieses beobachteten Phänomens sein. Selbst bei zwei 2 alternativen Auswertungsvarianten desselben Tests (TMT-B bzw. TMT-B minus TMT-A) fielen die Gruppenvergleiche im Detail ungleich signifikant aus.

Geschlechtsunterschiede bei den Testergebnissen wurden, wie in den meisten Erhebungen der WCNP, weder bei der Emotionserkennung noch bei Exekutivfunktionen gefunden.

Der dritte Abschnitt der Hypothesenprüfung widmete sich möglichen Zusammenhängen zwischen der Emotionserkennung in Gesichtern und exekutiven Funktionen. Hierzu gibt es noch kaum Studien oder fundierte Theorien, dennoch liegen vereinzelte Ergebnisse von signifikanten Korrelationen sowie Vermutungen für das Zustandekommen dieses Phänomens vor (Hoaken et al., 2007; Morey et al., 2008; Teng et al., 2007). Vor allem bei schizophrenen Patienten wurden derartige Korrelationen bereits beobachtet, was weitere Forschung auf diesem Gebiet, auch an gesunden Stichproben, bedeutsam werden lässt.

In dieser Arbeit wurden der Präfrontalkortex und Teile der Basalganglien (Putamen, Globus pallidus, Nucleus caudatus), die jeweils in beide unterschiedliche Prozesse eingeschaltet zu sein scheinen, als mögliche Urheber für derartige Korrelationen in Betracht gezogen. Durch die Beteiligung dieser Strukturen an den analysierten Funktionen und den Abbau der beteiligten Strukturen der Basalganglien mit fortschreitendem Alter können zusammenhängende Beeinträchtigungen bei Emotionserkennung in Gesichtern sowie exekutiven Funktionen möglicherweise erklärt werden.

Allerdings kann mangels bildgebender Verfahren in diesem Rahmen nur sehr beschränkt Ursachenforschung betrieben bzw. Rückschlüsse gezogen werden. Daher sollten weitere Studien in größerem Rahmen und mit besseren Forschungsmöglichkeiten zukünftig gezielte (beispielsweise durch MRT gestützte) Nachforschungen in diese Richtung betreiben.

In der vorliegenden Arbeit konnten jedenfalls signifikante Korrelationen zwischen der Emotionserkennung und exekutiven Funktionen (bzw. den Leistungen in denjenigen Tests, welche diese Funktionen erfassen sollen) nachgewiesen werden. Allerdings waren diese Korrelationen äußerst niedrig (0,16 bis 0,33). Somit bleibt die Interpretation, ob und wie sehr diese beiden Fähigkeiten miteinander zu tun haben, schwierig und vorerst noch recht vage. Zudem ergaben weitere Berechnungen mittels Partialkorrelation, unter Ausklammern des beide Variablen beeinflussenden Faktors Alter, keine signifikanten Korrelationen mehr.

Aufgrund des angesprochenen Interesses an diesen Zusammenhängen, etwa in Hinblick auf Schizophrenie, sollten dennoch auch in Zukunft verbesserte Designs und Erhebungen zu diesem Thema durchgeführt werden, um Aufschlüsse über Wechselwirkungen und deren genaue Bedeutung für Symptome oder Störungen, möglicherweise auch bei anderen Krankheitsbildern, zu erhalten.

## **9. Zusammenfassung**

Diese Diplomarbeit beschäftigte sich mit Emotionserkennung in Gesichtern, Bewertung von Bildern mit emotionalem Inhalt sowie Exekutivfunktionen und inwiefern diese Faktoren von fortschreitendem Alter beeinflusst werden. Analysiert wurde auch, ob Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen bestehen.

208 kognitiv nicht beeinträchtigte Personen – 78 davon männlich (37,5%) und 130 weiblich (62,5%) – im Alter von 20 bis 93 Jahren (Durchschnittsalter 55,6) wurden zwischen April und September 2008 zur Testung herangezogen.

Ursprünglicher Ausgangspunkt, jedoch nicht unmittelbarer Zweck der Fragestellungen der Diplomarbeit war eine Datensammlung zu Normierungszwecken der Vienna Neuropsychological Testbatterie (VNTB), die gemeinsam mit den Kolleginnen Drechsel und Kaltenegger unter der Leitung von Mag. Dr. Lehrner von der Neurologie des AKH Wien durchgeführt wurde. Einzelne Tests der gesamten VNTB wurden dann zur Erfassung der Exekutivfunktionen für diese Diplomarbeit ausgewertet. Die verwendeten Tests zur Erfassung exekutiver Fähigkeiten waren der phonematische Wortflüssigkeitstest (PWT), der semantische Wortflüssigkeitstest (SWT), der Trail Making Test B (TMT-B), der 5-Punkt Test, der Stroop-Test sowie der Interferenz-Test. Zur Erfassung der Emotionserkennung in Gesichtern wurde die Kurzform der „Vienna Emotion Recognition Tasks“ (VERT-K) und für die Bewertung emotional mehr oder weniger erregender Bilder das International Affective Picture System (IAPS) verwendet.

Bisherige Forschungsergebnisse zu Alterseffekten auf die Emotionserkennung in Gesichtern sind heterogen, ein allgemeiner Alterseffekt auf die generelle Erkennensleistung scheint jedoch gesichert und konnte auch in der vorliegenden Arbeit gefunden werden. Bei den einzelnen Basisemotionen konnten die aus dem Gros der wissenschaftlichen Studien erwarteten Alterseffekte nur zum Teil bestätigt werden.

Die Ergebnisse zeigten deutliche Altersunterschiede bei Emotionserkennung im Allgemeinen sowie im Speziellen beim Erkennen von Ekel und Angst. Bei Freude ergaben sich, wie aus den vorangegangenen Studien erwartet, keine signifikanten Altersunterschiede, allerdings muss bei der Einschätzung dieses Ergebnisses ein möglicher Deckeneffekt, bedingt durch den Einsatz des VERT-K bei einer klinisch gesunden Stichprobe, beachtet werden. Bei Wut und Trauer konnten entgegengesetzt zu den Erwartungen keine signifikanten Altersunterschiede festgestellt werden.

Auch bei den Bewertungen von Bildern mit emotionalem Inhalt in den beiden Dimensionen Valenz und Arousal ergaben sich weder bei positiven noch bei negativen Bildern signifikante Altersunterschiede, demnach bleibt also fraglich, ob sich jüngere Erwachsene von Älteren in der Bewertung dieser Bilder gravierend unterscheiden.

Signifikante Einflüsse des Alters auf die Leistung in Tests der Exekutivfunktionen wurden erwartet und vor allem durch einen deutlichen Leistungsabfall der über 70-jährigen im Vergleich mit Jüngeren deutlich bestätigt.

Post-Hoc Analysen, mit denen die Gruppenunterschiede im Detail analysiert wurden, brachten sowohl bei Emotionserkennung in Gesichtern als auch bei Exekutivfunktionen zutage, dass sich, sobald insgesamt signifikante Altersunterschiede vorlagen, in fast allen Fällen die jüngste und älteste Gruppe von den restlichen Altersgruppen unterscheiden. Im Detail konnten bei einigen Tests darüber hinaus auch spezifische Altersunterschiede abseits dieser beiden „Extremgruppen“ gefunden werden, was auf einen kontinuierlichen Leistungsabbau bei manchen Fähigkeiten (etwa der Emotionserkennung in Gesichtern) schließen lässt. Ein allgemeiner Trend oder homogene Resultate konnten hierbei jedoch nicht gefunden werden.

Über Zusammenhänge zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen ist bis dato noch sehr wenig bekannt, jedoch gibt es vereinzelte Berichte von Korrelationen zwischen diesen beiden Fähigkeiten, vor allem in Verbindung mit Schizophrenie und

manche theoretische Ansätze, warum diese beiden Faktoren möglicherweise zusammenhängen. Signifikante Korrelationen zwischen Emotionserkennung und Exekutivfunktionen konnten im Rahmen dieser Arbeit gefunden werden. Manche Exekutivtests korrelierten stärker mit Emotionserkennung als andere. Sämtliche Korrelationen waren jedoch von geringem Ausmaß bzw. Partialkorrelationen ohne den Faktor Alter nicht signifikant. Zukünftige Studien, wenn möglich mit Unterstützung bildgebender Verfahren oder anderen Personengruppen, wären wünschenswert.

## 10. Literaturverzeichnis

Adolphs, R. (2002a). Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, 12, 169-177.

Adolphs, R. (2002b). Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 1 (1), 21-62.

Adolphs, R. & Tranel, D. (2004). Impaired judgments of sadness but not happiness following bilateral amygdala damage. *Journal of Cognitive Neuroscience* 16, 453–462.

Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A.W., Calder, A.J., Phelps, E.A., Anderson, A., Lee, G.P. & Damasio, A.R. (1999). Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia* 37, 1111–1117.

Adolphs, R. Damasio, H., Tranel, D., Cooper, G., Damasio, R. (2000). A role for somatosensory cortices in the visual recognition of emotion as revealed by three-dimensional lesion mapping. *Journal of Neuroscience*, 20, 2683-2690.

Alexander, G.E., DeLong, M.R. & Strick, P.L. (1986). Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 9, 357-381.

Allen, J.S., Bruss, J., Brown, C.K. & Damasio, H. (2005). Normal neuroanatomical variation due to age: the major lobes and parcellation of the temporal region. *Neurobiology of Aging* 26, 1245–1260.

Amodio P., Wenin H., Del Piccolo F., Mapelli D., Montagnese S., Pellegrini A., Musto C., Gatta A. & Umiltà C. (2002). Variability of trail making test, symbol digit test and line trait test in normal people. A normative study taking into account age-

dependent decline and sociobiological variables. *Aging Clinical and Experimental Research* 14, 117–131.

Arnold, M. B. (1960). *Emotion and Personality* (Vol.1). New York: Columbia University Press.

Arbuthnott K., Frank, J. (2000). Trail making test, part B as a measure of executive control: validation using a set-switching paradigm. *Journal of clinal and experimental Neuropsychology*. 22(4), 518-528.

Bartzokis, G., Beckson, M., Po, H., Lu, M.A., Nuechterlein, K.H., Edwards, N. & Mintz, J. (2001). Age-related changes in frontal and temporal lobe volumes in men. *Archives of General Psychiatry* 58, 461–465.

Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2003). *Biologische Psychologie* (5., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage). Berlin: Springer.

Blair, R.J.R. & Cipolotti, L., 2000. Impaired social response reversal. A case of ‘acquired sociopathy’. *Brain* 123, 1122–1141.

Boksman, K., Théberge, J., Williamson, P., Drost, D., Malla, A., Densmore, M., Takhar, J., Pavlosky, W., Menon, R. & Neufeld, R. (2005). A 4.0-T fMRI study of brain connectivity during word fluency in first-episode schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 75, (2-3), 247-263.

Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5., aktualisierte und vollständig überarbeitete Auflage). Berlin: Springer.

Bowie, C. R. & Harvey, P. D. (2006). Administration and interpretation of the Trail Making Test. *Nature Protocols* 1, 2277-2281.

Calder, A.J., Keane, J., Lawrence, A.D. & Manes, F. (2004). Impaired recognition of anger following damage to the ventral striatum. *Brain*, 127, 1958–1969.

- Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I. & Young, A. W. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia*, 41, 195–202.
- Capitani E., Laiacona, M. & Basso, A. (1998). Phonetically cued word-fluency, gender differences and aging: a reappraisal. *Cortex*, 34(5), 779-783.
- Convit, A., Wolf, O.T., de Leon, M.J., Patalinjug, M., Kandil, E., Caraos, C., Scherer, A., Saint-Louis, L.A. & Cancro, R. (2001). Volumetric analysis of the pre-frontal regions: findings in aging and schizophrenia. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 107, 61–73.
- Crawford, J.R., Venneri, A. & O'Carroll, R.E. (1998). Neuropsychological Assessment of the elderly. In A.S. Bellack & M. Hersen (Eds.), *Comprehensive clinical psychology, 7: Clinical geropsychology* (pp. 133-169). Oxford: Pergamon.
- Cummings, J.L. & Mega, M. S., (1994). Frontal-subcortical Circuits and Neuropsychiatric Disorders. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 6, 358-370.
- Damasio, A. R., Grabowski, T. J., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L. L. B., Parvizi, J., Hichwa, R. D. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nature Neuroscience*, 3, 1049-1056.
- Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., & Damasio, A. R. (1996). A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, 380, 499-505.
- Daniels, K.A., Toth, J.P. & Jacoby, L.L. (2004). The Aging of Executive Functions. In F.I.M. Craik, & E. Bialystok (Eds.), *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change* (pp. 96-111). London: Oxford University Press.
- Davidson, R. J. (1992). Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain*

& Cognition, 20, 125-151.

Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A., & Friesen, W. V. (1990). Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology I. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 330-341.

Davison, G. C., Neale, J. M. & Hautzinger, M. (2007). *Klinische Psychologie* (7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Weinheim: Bertz.

Dimberger, G., Lalouschek, W., Lindinger, G., Egkher, A., Deecke, L. & Lang, W., (2000). Reduced activation of midline frontal areas in human elderly subjects: a contingent negative variation study. *Neuroscience Letters* 280, 61–64.

Drechsel, M. D. (in Arbeit). *Emotion und Kognition: Altersbezogene kognitive Aspekte bei der Emotionsverarbeitung*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Ekman, P. (1988). *Gesichtsausdruck und Gefühl*. Paderborn: Jungermann.

Ekman, P. (1992). Are there basic emotions? *Psychological Review*, 99, 550-553.

Ekman, P. (1993). Facial Expression and Emotion. *American Psychologist*, 48 (4), 384-392.

Ekman, P. & Friesen, P. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 124-129.

Fernbach, E.M. (2006). *Geschlechtshormonelle Einflüsse auf das Erkennen und Erinnern emotionaler Gesichtsausdrücke*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Fischer, H., Sandblom, J., Gavazzeni, J., Fransson, P., Wright, C.I. & Bäckman, L. (2005). Age-differential patterns of brain activation during perception of angry

faces. *Neuroscience Letters*, 386, 99–104.

Gallistl, J. (2006). *Unterschiede in der Wortflüssigkeit: Auswirkungen von Geschlecht, Bildung und Alter*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Goebel, S. (2007). *Klinische und experimentelle Neuropsychologie der strategischen Fähigkeiten*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Halle-Wittenberg.

Good, C.D., Johnsrude, I.S., Ashburner, J., Henson, R.N.A., Friston, K.J. & Frackowiak, R.S.J. (2001). A voxel-based morphometric study of ageing in 465 normal adult human brains. *NeuroImage*, 14, 21–36.

Goos, L.M. & Silverman, I. (2002). Sex Related Factors in the Perception of Threatening Facial Expressions. *Journal of Nonverbal Behaviour*, 26 (1), 27-41.

Grieve, S., Clark, C., Williams, L., Peduto, A., Gordon, E. & Clark, C. (2005). Preservation of limbic and paralimbic structures in aging. *Human Brain Mapping*, 25, 391–401.

Gross, J.J., Carstensen, L.L., Pasupathi, M., Tsai, J., Goestestam Skorpen, C. & Hsu, A.Y.C. (1997). Emotion and aging: experience, expression, and control. *Psychological Aging*, 12, 590–599.

Grühn, D. & Scheibe, S. (2008). Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): Do ratings become more extreme with age? *Behavior Research Methods*, 40 (2), 512-521.

Gur, R.C., Erwin, R.J., Gur, R.E., Zwil, A.S., Heimberg, C. & Kraemer, H.C. (1992). Facial emotion discrimination. II. Behavioral findings in depression. *Psychiatry Research* 42(3), 241-251.

Hall, J.A. & Matsumoto, D. (2004). Gender Differences in Judgments of Multiple Emotions from Facial Expressions. *Emotion*, 4 (2), 201-206.

Hartje, W. (2001). Emotion und Hemisphärendominanz. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 12, 276-290.

Hartje, W. (2006). Störungen des emotionalen Verhaltens. In: H.O. Karnath, W. Hartje, W. Ziegler (Hrsg.), *Kognitive Neurologie* (S.199-209). Stuttgart: Thieme.

Henry J. & Crawford J.R. (2005). A meta-analytic review of verbal fluency deficits in depression. *Journal of clinical and experimental Neuropsychology*, 27(1), 78-101.

Henry, J.D., Phillips, L.H., Crawford, J.R., Ietswaart, M. & Summers, F. (2006). Theory of mind following traumatic brain injury: The role of emotion recognition and executive dysfunction. *Neuropsychologia*, 44, 1623-1628.

Herba, C. & Phillips, M. (2004). Development of facial expression recognition from childhood to adolescence: behavioural and neurological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45 (7), 1185–1198.

Hoaken, P.N.S., Allaby, D.B. & Earle, J. (2007). Executive Cognitive Functioning and the Recognition of Facial Expressions of Emotion in Incarcerated Violent Offenders, Non-Violent Offenders, and Controls. *Aggressive Behavior* 33, 1-10.

Hoheisel, B. (2003). "Vienna emotion recognition tasks" - VERT 160. *Konstruktion und Erstanwendung eines für den deutschen Sprachraum entwickelten Emotionserkennungsverfahrens nach dem Konzept des "Computergestützten neuropsychologischen Untersuchungsmaterials" (CNP)*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Hoheisel, B. (2006). *The association of the amygdala with facial expressions of basic emotions. an fMRI investigation on the influence of gender and ethnic group on amygdala response*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Wien.

Hoheisel, B. & Kryspin-Exner, I. (2005). Emotionserkennung in Gesichtern und emotionales Gesichtergedächtnis: Neuropsychologische Erkenntnisse und Darstellung von Einflussfaktoren. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 16 (2), 77-87.

Iidaka, T., Omori, M., Murata, T., Kosaka, H., Yonekura, Y., Tomohisa, O. & Sadato, N. (2001). Neural interaction of the amygdala with the prefrontal and temporal cortices in the processing of facial expressions as revealed by fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 1035–1047.

Isaacowitz, D.M., Löckenhoff, C.E., Lance, R.D., Wright, R., Sechrest, L., Riedel, R. & Costa, P.T. (2007). Age differences in recognition of emotion in lexical stimuli and facial expressions. *Psychology and Aging*, 22, 147–159.

Izard, C. E. (1994). *Die Emotionen des Menschen* (3. Auflage). Weinheim: Beltz.

Kaplan, E., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *The Boston Naming Test*. Philadelphia: Lea and Febiger.

Kee, K.S., Kern, R.S. & Green, M.F. (1998). Perception of emotion and neurocognitive functioning in schizophrenia: what's the link? *Psychiatry Research*, 81, 57–65.

Keightley, M.L., Chiew, K.S., Winocur, G. & Grady, C.L. (2007). Age-related differences in brain activity underlying identification of emotional expressions in faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2 (4), 292-302.

Killgore, W.D.S. & Yurgelun-Todd, D.A. (2004). Activation of the amygdala and

anterior cingulate during nonconscious processing of sad versus happy faces. *NeuroImage*, 21, 1215–1223.

Kohler, C.G., Bilker, W., Hagendoorn, M., Gur, R.E. & Gur, R.C. (2000). Emotion recognition deficit in schizophrenia: Association with symptomatology and cognition. *Biological Psychiatry*, 48, 127–136.

Kurtz M, Ragland J, Moberg P. & Gur R. (2004). The Penn Conditional Exclusion Test: A new measure of executive-function with alternate forms for repeat administration. *Archive of Clinical Neuropsychology*, 19, 191–201.

LaBar, K.S., Crupain, M.J., Voyvodic, J.T. & McCarthy, G. (2003). Dynamic perception of facial affect and identity in the human brain. *Cerebral Cortex*, 13, 1023-1033.

Lamar, M. & Resnick, S.M. (2004). Aging and prefrontal functions: dissociating orbitofrontal and dorsolateral abilities. *Neurobiology of Aging*, 25, 553–558.

Lang, P.J., Bradley, M.M. & Cuthbert, B.N. (2005). *International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings*. Gainesville: University of Florida.

Lawton, M., Kleban, M.H., Rajagopal, D. & Dean, J. (1992). Dimensions of affective experience in three age groups. *Psychological Aging*, 7, 171–184.

Le Doux, J. (2001). *Das Netz der Gefühle*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Lee, G. P., Loring, D. W., Newell, J., & McCloskey, L. (1994). Figural fluency on the Five-Point Test: Preliminary normative and validity data. *International Neuropsychological Society Program and Abstracts*, 1, 51.

Lee, T.M.C., Liu, H.L., Chan, C.C.H., Fang, S.Y. & Gao, J.H. (2005). Neural activities

associated with emotion recognition observed in men and women. *Molecular Psychiatry*, 10, 450–455

Lehrl, S. & Fischer, B. (1997). *Kurztest für cerebrale Insuffizienz (c.I.-test)*. Ebersberg: Vless.

Lehrner, J., Maly, J., Gleiß, A., Auff, E. & Dal-Bianco, P. (2007). Demenzdiagnostik mit Hilfe der Vienna Neuropsychologischen Testbatterie (VNTB): Standardisierung, Normierung und Validierung. *Psychologie in Österreich*, 4-5, 358-365.

Lennox, B.R., Jacob, R., Calder, A.J., Lupson, V. & Bullmore, E.T. (2004). Behavioural and neurocognitive responses to sad facial affect are attenuated in patients with mania. *Psychological Medicine*, 34, 795–802.

Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.

Li, S.C., Lindenberger, U., Hommel, B., Aschersleben, G., Prinz, W., & Baltes, P.B. (2004). Transformations in the couplings among intellectual abilities and constituent cognitive processes across the life span. *Psychological Science*, 15, 155-163.

Lurito, J.T., Kareken, D.A., Lowe, M.J., Chen, S.H. & Matthews, V.P. (2000). Comparison of rhyming and word generation with fMRI. *Human Brain Mapping*, 10(3), 99-106

Malatesta, C.Z., Izard, C., Culver, C. & Nicolich, M. (1987). Emotion communication skills in young, middle-aged, and older women. *Psychology and Aging*, 2, 193–203.

Mather, M. & Carstensen, L.L. (2003). Aging and attentional biases for emotional faces. *Psychological Science*, 14, 409–415.

Matthes-von Cramon, G. (2006). Exekutive Dysfunktion. In: H.O. Karnath, W. Hartje, W. Ziegler (Hrsg.), *Kognitive Neurologie* (S.168-178). Stuttgart: Thieme.

McLellan, T., Johnston, L., Dalrymple, A.J. & Porter, R. (2008). The recognition of facial expressions of emotion in Alzheimer's disease: a review of findings. *Acta Neuropsychiatrica*. 20(5), 236-250.

Merten, J. (2003). *Einführung in die Emotionspsychologie*. Stuttgart: Kohlhammer.

Meyer, W.U., Reisenzein, R. & Schützwohl, A. (2001). *Einführung in die Emotionspsychologie. Band I: Die Emotionstheorien von Watson, James und Schachter* (2., überarbeitete Auflage). Bern: Hans Huber.

Meyer, W.U., Schützwohl, A. & Reisenzein, R. (1999). *Einführung in die Emotionspsychologie. Band II: Evolutionspsychologische Emotionstheorien* (2., korrigierte Auflage). Bern: Hans Huber.

Moreno, C., Borod, J.C., Welkowitz, J. & Alpert, M. (1993). The perception of facial emotion across the adult life-span. *Developmental Neuropsychology*, 9, 305–314.

Morey, R.A., Petty, C.M., Cooper, D.A., LaBar, K.S. & McCarthy, G. (2008). Neural systems for executive and emotional processing are modulated by symptoms of posttraumatic stress disorder in Iraq War veterans. *Psychiatry Research*, 162(1), 59–72.

Morris, J.S., Frith, C.D., Perrett, D.I., Rowland, D., Young, A.W., Calder, A. & Dolan, R.J. (1996). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature*, 383, 812–815.

Murphy, F.C., Nimmo-Smith, I. & Lawrence, A.D., 2003. Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3,

207–233.

Narumoto, J., Okada, T., Sadato, N., Fukui, K. & Yonekura, Y. (2001). Attention to emotion modulates fMRI activity in human right superior temporal sulcus. *Cognitive Brain Research*, 12, 225–231.

Oswald, W.D. & Fleischmann, U.M. (1997). *Das Nürnberg Alters-Inventar*. Göttingen: Hogrefe.

Pardo, J.V., Lee, J.T., Sheikh, S.A., Surerus-Johnson, C., Shah, H., Munch, K.R., Carlis, J.V., Lewis, S.M., Kuskowski, M.A. & Dysken, M.W. (2007). Where the brain grows old: decline in anterior cingulated and medial prefrontal function with normal aging. *NeuroImage*, 35, 1231–1237.

Pawelak, U. (2004). *Kurzformen der "Vienna Emotion Recognition Tasks" (VERT-K) und der Vienna Memory of Emotion Recognition Tasks" (VIEMER-K)*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.

Petit-Taboué, M.C., Landeau, B., Desson, J.F., Desgranges, B. & Baron, J.C. (1998). Effects of healthy aging on the regional cerebral metabolic rate of glucose assessed with statistical parametric mapping. *NeuroImage*, 7, 176–184.

Phan, K.L., Wager, T., Taylor, S.F. & Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, 16, 331–348.

Posamentier, M.T. & Abdi, H. (2003). Processing faces and facial expressions. *Neuropsychology Review*, 13, 113–143.

Raz, N., Gunning, F.M., Head, D., Dupuis, J.H., McQuain, J., Briggs, S.D., Loken, W.J., Thornton, A.E. & Acker, J.D. (1997). Selective aging of the human cerebral cortex observed in vivo: differential vulnerability of the prefrontal gray matter. *Cerebral Cortex*, 7, 268–282.

Raz, N., Lindenberger, U., Rodrigue, K.M., Kennedy, K.M., Head, D., Williamson, A., Dahle, C., Gerstorf, D. & Acker, J.D. (2005). Regional brain changes in aging healthy adults: general trends, individual differences and modifiers. *Cerebral Cortex*, 15, 1676–1689.

Reisenzein, R., Meyer, W.U. & Schützwohl, A. (2003). *Einführung in die Emotionspsychologie. Band III: Kognitive Emotionstheorien*. Bern: Hans Huber.

Reitan, R. (1979). *Trail Making Test (TMT)*. Tucson: Reitan Neuropsychology Laboratory.

Robbins, T.W. (1998). Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. In: Roberts, A.C., Robbins, T.W., Weiskrantz, L. (Eds.), *The Prefrontal Cortex: Executive and Cognitive Functions*. New York: Oxford University Press.

Ruffman, T., Henry, J.D., Livingstone, V. & Phillips, L.H. (2008). A meta-analytic review of emotion recognition and aging: Implications for neuropsychological models of aging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32, 863–881.

Salloum, J.B., Ramchandani, V.A., Bodurka, J., Rawlings, R., Momenan, R., George, D. & Hommer, D.W. (2007). Blunted rostral anterior cingulate response during a simplified decoding task of negative emotional facial expressions in alcoholic patients. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 31, 1490–1504.

Salthouse, T.A., Atkinson, T.M., & Berish, D.E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology*, 132, 566-594.

Sattler, W. (2006). Funktionen frontaler Strukturen – Exekutivfunktionen. In J. Lehrner, G. Pusswald, E. Fertl, W. Strubreither, I. Kryspin-Exner (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie. Grundlagen – Diagnostik – Rehabilitation*.

(S.475-490). Wien: Springer.

Satzger, W., Hampel, H., Padberg, F., Bürger, K., Nolde, T., Ingrassia, G. & Engel, R.R. (2001). Zur praktischen Anwendung der CERAD-Testbatterie als neuropsychologisches Demenzscreening. *Nervenarzt*, 72, 196–203.

Schandry, R. (2006). *Biologische Psychologie* (2., überarbeitete Auflage). Weinheim: Beltz.

Schachter, S. & Singer, J. E. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.

Schienle, A. (2007). Geschlechterdifferenzen in der Emotionalität aus der Sicht des Neuroimaging. In S. Lautenbacher, O. Güntürkün & M. Hausmann (Hrsg.), *Gehirn und Geschlecht* (S.143-159). Heidelberg: Springer.

Seiferth, N.Y. & Thienel, R. (2007). Exekutivfunktionen – Bildgebung. In: T. Kircher, S. Gauggel, (Hrsg.), *Neuropsychologie der Schizophrenie: Symptome, Kognition, Gehirn* (S.303-315). Berlin: Springer.

Schmidt, K.-H. & Metzler, P. (1992). *Wortschatztest (WST)*. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Sprengelmeyer, R., Rausch, M., Eysel, U.T. & Przuntek, H. (1998). Neural structures associated with recognition of facial expressions of basic emotions. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 265, 1927–1931.

Sullivan, S. & Ruffman, T. (2004). Emotion Recognition Deficits in the Elderly. *International Journal of Neuroscience*, 114, (3), 403-432.

Surguladze, S.A., Brammer, M.J., Young, A.W., Andrew, C., Travis, M.J., Williams, S.C.R. & Phillips, M.L. (2003). A preferential increase in the extrastriate

response to signals of danger. *NeuroImage*, 19, 1317–1328.

Surguladze, S., Brammer,M.J., Keedwell, P., Giampietro, V., Young, A.W., Travis, M.J., Williams, S.C.R. & Phillips, M.L. (2005). A differential pattern of neural response toward sad versus happy facial expressions in major depressive disorder. *Biological Psychiatry*, 57, 201–209.

Teng, E., Lu, P.H. & Cummings, J.L. (2007). Deficits in facial emotion processing in mild cognitive impairment. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 23 (4), 271-279.

Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.

Tranel, D., Martin, C., Damasio, H., Grabowski, T.J. & Hichwa, R. (2005). Effects of noun–verb homonymy on the neural correlates of naming concrete entities and actions. *Brain and Language*, 92 (3), 288-299.

Troyer, A., Moscovitch, M., Winocur, G., Alexander, M. P. & Stuss, D. (1998). Clustering and switching on verbal fluency: the effects of focal frontal- and temporal-lobe lesions. *Neuropsychologia*, 36 (6), 499-504.

Wang, L., McCarthy, G., Song, A.W. & LaBar, K.S. (2005). Amygdala activation to sad pictures during high-field (4 tesla) functional magnetic resonance imaging. *Emotion*, 5, 12–22.

Ward, R., Calder, A.J., Parker, M. & Arend, I. (2007). Emotion recognition following human pulvinar damage. *Neuropsychologia*, 45(8), 1973-1978.

Whittaker, J.F., Deakin, J.F. & Tomenson, B. (2001). Face processing in schizophrenia: defining the deficit. *Psychological Medicine*, 31, 499–507.

Wieser, M.J., Mühlberger, A., Kenntner-Mabiala, R. & Pauli, P. (2006). Is emotion

processing affected by advancing age? An event-related brain potential study. *Brainresearch*, 1096, 138–147.

Williams, L.M., Brown, K.J., Palmer, D., Liddell, B.J., Kemp, A.H., Olivieri, G., Peduto, A. & Gordon, E. (2006). The mellow years: neural basis of improving emotional stability over age. *The Journal of Neuroscience*, 26, 6422–6430.

Winston, J.S., O'Doherty, J. & Dolan, R.J. (2003). Common and distinct neural responses during direct and incidental processing of multiple facial emotions. *Neuroimage*, 20(1), 84-97.

Wright, C.L., Wedig, M.M., Williams, D., Rauch, S.L. & Albert, M.S. (2006). Novel fearful faces activate the amygdala in healthy young and elderly adults. *Neurobiology of Aging*, 27, 361–374.

Yamasaki, H., LaBar, K. S., & McCarthy, G. (2002). Dissociable prefrontal brain systems for attention and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 11447–11451.

Yang, T.T., Menon, V., Eliez, S., Blasey, C., White, C.D., Reid, A.J., Gotlib, I.H. & Reiss, A.L. (2002). Amygdalar activation associated with positive and negative facial expressions. *NeuroReport*, 13, 1737–1741.

Zelazo, P.D., Craik, F.I.M., & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, 115, 167-183.

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb.6.6.1 Geschlechtsverteilung .....	70
Abb.6.6.2 Altersverteilung.....	70
Abb.6.6.3 Verteilung der Schuljahre und Ausbildungsjahre .....	71

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 6.6.1 Die Verteilung der Testpersonen auf die fünf Altersgruppen.....	71
Tabelle 6.8.1 Kolmogorov-Smirnov Tests für alle Verfahren (Altersgruppen).....	77
Tabelle 6.8.2 Levene-Tests auf Gleichheit der Fehlervarianzen aller Verfahren .....	76
Tabelle 7.1.1.1 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Emotionserkennung, Altersgruppe) .....	79
Tabelle 7.1.2.1 Levene Tests (IAPS) .....	80
Tabelle 7.1.2.2 Kolmogorov-Smirnov-Tests (IAPS) .....	80
Tabelle 7.1.2.3 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (IAPS, Altersgruppe).....	81
Tabelle 7.1.3.1 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Exekutivfunktionen, Altersgruppe) .....	83
Tabelle 7.1.4.1 Levene-Tests auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Geschlecht) .....	88
Tabelle 7.1.4.2 Kolmogorov-Smirnov Tests (Geschlecht).....	87
Tabelle 7.1.4.3 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Emotionserkennung, Geschlecht) .....	89
Tabelle 7.1.5.1 Levene-Tests auf Gleichheit der Fehlervarianzen (Exekutivfunktionen, Geschlecht) .....	89
Tabelle 7.1.5.2 Kolmogorov-Smirnov Tests (Exekutivfunktionen, Geschlecht).....	90
Tabelle 7.1.5.3 Signifikanzprüfungen der Varianzanalyse (Exekutivfunktionen,Geschlecht) .....	90
Tabelle 7.1.6.1 Kolmogorov-Smirnov-Tests (gesamt) .....	92
Tabelle 7.1.6.2 Korrelationen (Ekelerkennung, Exekutivfunktionen) .....	95
Tabelle 7.1.6.1.1 Partielle Korrelationen (Emotionserkennung, Exekutivfunktionen; z=Alter) .....	96



# **ANHANG**

**Datenblatt - Wiener Neuropsychologische Testbatterie**  
 Alter:                    Geschlecht:                    Schulbildung:

MMSE=	UHR= MOCA=	WST-IQ=
FAST=	BCRS <sub>Conc</sub> =	BCRS <sub>Re-Mem</sub> =
BCRS <sub>Pa-Mem</sub> =	BCRS <sub>Orient</sub> =	GDS=
	Rohwert	z-Wert
AKT-Zeit		
AKT-R		
AKT-F		
AKT-G		
AKT-G/Zeit		
Zahlen-Symbol		
Symbol		
TMTA		
TMT-B		
SWT-Tiere Richtige		
SWT-Tiere Perseveration		
SWT-Tiere % Perseveration		
SWT-Supermarkt Richtige		
SWT-Supermarkt Perseveration		
SWT-Supermarkt % Perseveration		
SWT-Werkzeuge Richtige		
SWT-Werkzeuge Perseveration		
SWT-Werkzeuge % Perseveration		
SWT Richtige		
SWT Perseveration		
SWT % Perseveration		
PWT-b Richtige		
PWT-b Perseverationen		
PWT-b % Perseveration		
PWT-f Richtige		
PWT-f Perseveration		
PWT-f % Perseveration		
PWT-l Richtige		
PWT-l Perseveration		
PWT-l % Perseveration		
PWT Richtige		
PWT Perseveration		
PWT % Perseveration		

Anhang I: VNTB Datenblatt 1/2

BNT		
VSRT DG1		
VSRT DG2		
VSRT DG3		
VSRT DG4		
VSRT DG5		
VSRT $\Sigma$ DG1-DG5		
VSRT Verzögerte Abfrage		
VSRT Vergessen		
VSRT Intrusionen		
VSRT Wiedererkannte		
VSRT Falsch Positive		
VSRT Rekognition		
Visuo-Konstruktion		
5-Punkt Richtige		
5-Punkt Perseveration		
5-Punkt % Perseveration		
Farb-Wort Zeit Farben (NAI-I)		
Farb-Wort Zeit Worte (NAI-III)		
Farb Wort Fehler (NAI-III)		
Farb Wort Gesamt (NAI-III) (30-F)		
Farb Wort G/Zeit (NAI-III)		
Farb Wort Interferenz (NAI-III) - NAI-I)		
Labyrinth Zeit		
Labyrinth Fehler		
Labyrinth Fehler /Zeit		
TMTB-TMTA		
Interferenz Zeit		
Interferenz Fehler		
Interferenz Gesamt (34-Fehler)		
Interferenz G/Zeit		
Interferenz-Symbol		
BDI		
GDS		

## Anhang II: VNTB Datenblatt 2/2

**Phonematischer Wortflüssigkeits Test (PWT)**

**Instruktionen:** Ich nenne Ihnen einen Buchstaben und Sie sollen mir alle Worte sagen die Ihnen mit diesem Anfangsbuchstaben einfallen. Dabei gelten zwei Regeln: Sie dürfen keine Eigennamen nennen, zum Beispiel beim Buchstaben S: Sabine ist ein Vorname, Salzburg ist ein Stadtname, Sardinien ist ein Ländername, Siemens ist ein Firmenname. Die zweite Regel betrifft Wortstammwiederholungen: Wenn Sie schwimmen genannt haben, gilt Schwimmbad, Schwimmhaube, Schwimmhalle, schwimmend, etc., nicht mehr. Nennen Sie bitte so viele Wörter mit dem Anfangsbuchstaben **B-F-L** wie Ihnen einfallen bis ich "Stop" sage.

**Auswertung:** Für alle drei Kategorien gilt eine Zeitdauer von 60 Sekunden. Wortwiederholungen, Wortstammwiederholungen und falsche Kategorisierungen werden als Fehler vom Gesamtscore abgezogen.

<b>B</b>	<b>F</b>	<b>L</b>
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
PWT-Richtige:	PWT-Richtige:	PWT-Richtige:
PWT-Perseverationen:	PWT-Perseverationen:	PWT-Perseverationen:
PWT -% Perseverationen:	PWT -% Perseverationen:	PWT -% Perseverationen:

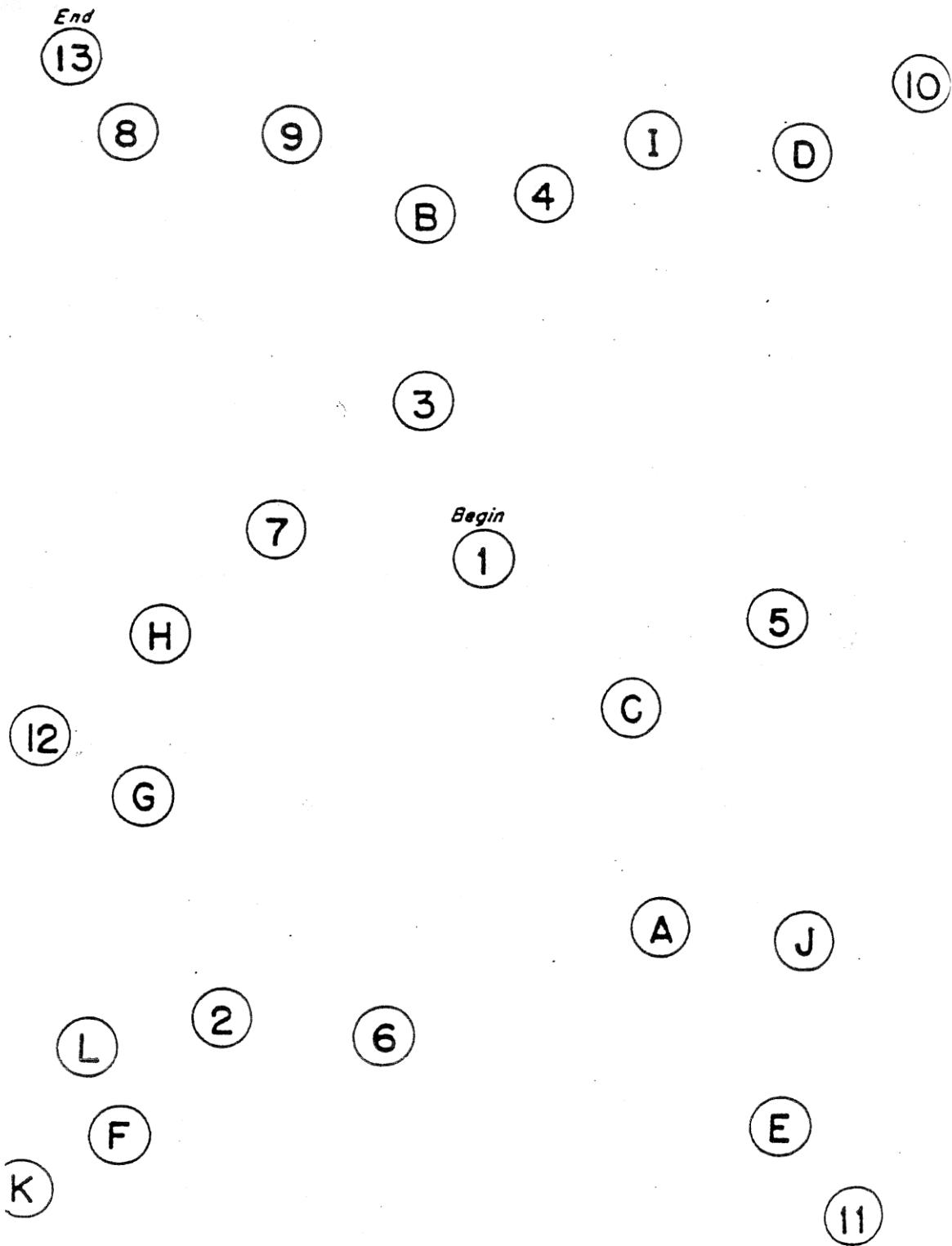
**Anhang III: PWT**

### **Semantischer Wortflüssigkeits Test (SWT)**

**Instruktionen:** Nennen Sie soviele **Tiere -Artikel, die Sie im Lebensmittelsupermarkt kaufen können - Werkzeuge** wie Ihnen einfallen bis ich "Stop" sage.

**Auswertung:** Für alle drei Kategorien gilt eine Zeitdauer von 60 Sekunden.  
Wortwiederholungen und falsche Kategorisierung werden als Fehler vom Gesamtscore abgezogen.

<b>Tiere</b>	<b>Supermarkt</b>	<b>Werkzeug</b>
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
SWT-Richtige:	SWT-Richtige:	SWT-Richtige:
SWT-Perseverationen:	SWT-Perseverationen:	SWT-Perseverationen:
SWT -% Perseverationen:	SWT -% Perseverationen:	SWT -% Perseverationen:
z-Wert SWT-Richtige:	z-Wert SWT-Richtige:	z-Wert SWT-Richtige:

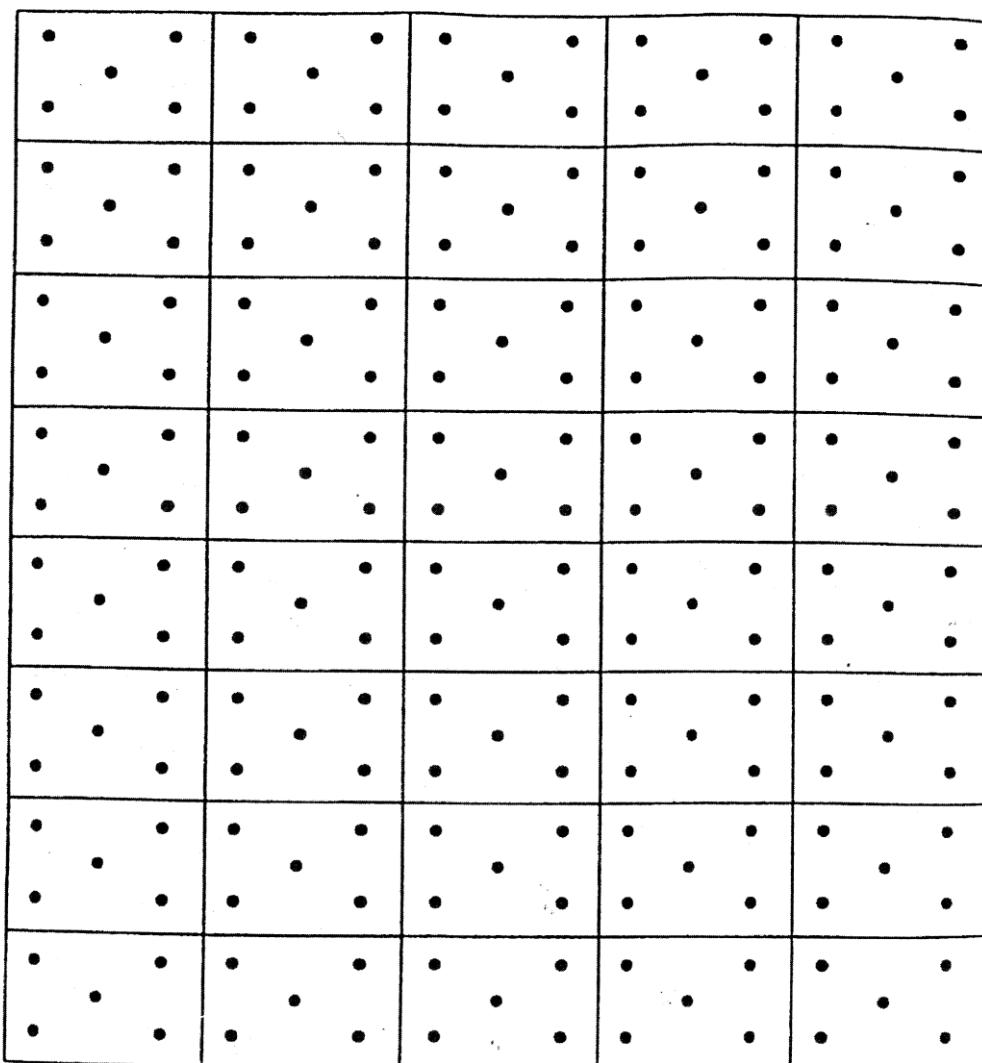


Anhang V: TMT-B

### 5-Punkt Test 1.0

Auf diesem Blatt Papier sehen Sie fünf Punkte. Ihre Aufgabe ist es nun in 3 Minuten so viele verschiedene Figuren/Muster zu zeichnen wie Ihnen einfallen. Eine Figur zeichnen Sie indem Sie zum Beispiel zwei Punkte verbinden (*Untersucher verbindet seitlich links 2 Punkte*) oder eine komplexe Figur zeichnen indem sie alle fünf Punkte verbinden (*Untersucher verbindet alle 5 Punkte*). Wichtig ist, daß Sie darauf achten keine Figur doppelt zu zeichnen, nur gerade Linien verwenden und daß alle Linien Punkte verbinden. *Der Proband darf die beiden Übungsbeispiele verwenden. Bei Unklarheiten auf Seiten des Probanden wird der Proband nochmals aufgeklärt.*

Auswertung: Gewertet werden die Anzahl der korrekten Figuren (ohne Perseverationen und Fehler)



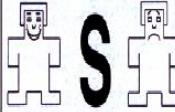
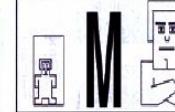
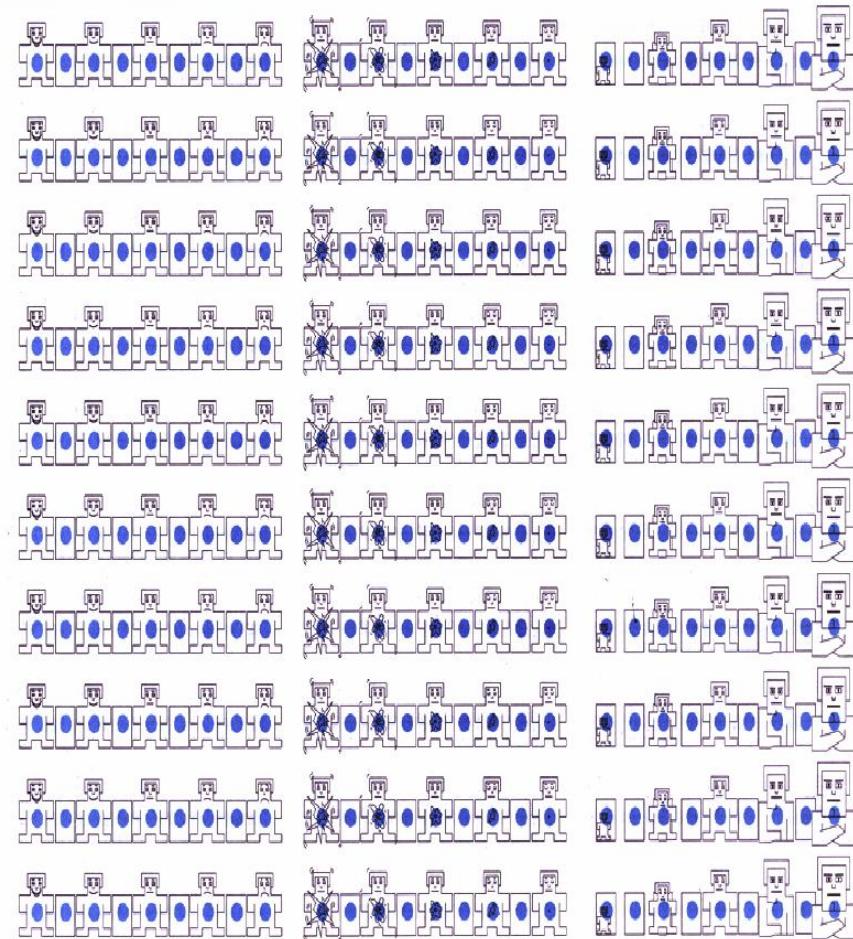
A B B A B A  
A B A A B A B B A A B A B B A  
A A B A B B A B A B A B A

**Anhang VII: Interferenz-Test**

<b>rot</b>	<b>grün</b>	<b>gelb</b>	<b>blau</b>	<b>gelb</b>	<b>grün</b>
<b>grün</b>	<b>rot</b>	<b>gelb</b>	<b>grün</b>	<b>blau</b>	<b>rot</b>
<b>blau</b>		<b>gelb</b>	<b>grün</b>	<b>blau</b>	<b>grün</b>
<b>rot</b>		<b>blau</b>	<b>grün</b>	<b>gelb</b>	<b>grün</b>
	<b>grün</b>	<b>blau</b>	<b>rot</b>	<b>grün</b>	<b>blau</b>
	<b>blau</b>	<b>rot</b>	<b>rot</b>	<b>grün</b>	<b>rot</b>
	<b>grün</b>	<b>rot</b>	<b>blau</b>	<b>rot</b>	<b>grün</b>
	<b>gelb</b>				<b>gelb</b>

Anhang VIII: Stroop-Test

SELF ASSESSMENT MANIKIN ©1994 PETER J. LANG

<b>S</b>	<b>A</b>	<b>M</b>		
			Name (Please Print) _____ Home Phone _____ Work Phone _____	
				

#### Anhang IX: IAPS-SAM Rating Skala

# **Curriculum Vitae**

## Persönliche Daten:

Name: Paul Michael Brugger  
Adresse: Franz-Gruber-Str. 18b  
5020 Salzburg  
E-Mail: paulbrugger@hotmail.com  
geboren am: 4. Februar 1980 in Graz  
Staatsangehörigkeit: Österreich

## Ausbildung:

1986-1988	Volksschule Saalfelden
1988-1990	Volksschule Herrnau/Salzburg
1990-1998 Mai 1998	Akademisches Gymnasium Salzburg Reifeprüfung mit „gutem Erfolg“
1998-2002	Studium der Medizin, Universität Innsbruck Abschluss des 1. Abschnittes, „Cand. med.“
2002-2009 Jänner 2005	Studium der Psychologie, Universität Wien Abschluss des 1. Abschnittes
März 2008	Beginn der Diplomarbeit „Emotionserkennung und Exekutivfunktionen: Veränderungen mit fortschreitendem Alter und mögliche Zusammenhänge“
August 2009	Abgabe der Diplomarbeit

## Praktische Erfahrungen:

Juli 2002	2-wöchige Famulatur auf der Chirurgischen Station des Krankenhauses „Barmherzige Brüder Salzburg“
Aug.-Okt. 2007	Praktikum im Landeskrankenhaus Salzburg auf der Station Kinder- Psychosomatik

