

---

# **Kognitive Reserve bei Patienten mit unipolarer Depression**

---

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie  
an der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

vorgelegt von  
Lisa Zieger  
aus  
München

München 2010

Referent: Prof. Dr. Josef Zihl

Korreferent: Prof. Dr. Karin Münzel

Tag der mündlichen Prüfung: 19.07.2010

## *Danksagung*

Ich möchte mich ganz herzlich bei denjenigen Personen bedanken, die zu dem Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Josef Zihl, der ein großartiger Betreuer war und der mein Verständnis von Wissenschaft als einen theoretisch innovativen und zugleich praxisnahen Prozess maßgeblich geprägt hat. Ein großes Dankeschön auch an Frau Professor Dr. Karin Münzel, die durch fachliche und praktische Ideen einen großen Beitrag zur Entstehung dieser Studie leistete.

Der empirische Teil der Arbeit entstand zu einem großen Teil am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München. Ich danke dem Direktor des Institutes, Herrn Professor Dr. Florian Holsboer für die Möglichkeit der Durchführung dieser Arbeit. Herzlich bedanken möchte ich mich außerdem bei allen Patienten und gesunden Probanden für ihre Bereitschaft an der Untersuchung teilzunehmen.

Ein sehr großes Dankeschön auch an meine Kolleginnen Dr. Ruth Dauner, Dr. Barbara Brandauer, Dr. Maria Emmert, Nicole Szesny (Dipl. Psych.) und Frau Anna Wendl (TA) für ihren großartigen fachlichen und menschlichen Beistand und die vielen schönen Kaffeepausen.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie und bei meinem Freund bedanken, weil Ihr mit viel Geduld und herzlicher Unterstützung meine intensive Arbeitszeit ertragen habt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DAS KONZEPT DER KOGNITIVEN RESERVE</b> .....	<b>2</b>
2.1	BEDEUTUNG UND ANWENDUNG DES RESERVE-KONZEPTES .....	2
2.2	ERMITTLUNG DER KOGNITIVEN RESERVE .....	4
2.3	EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE KOGNITIVE RESERVE .....	6
<b>3</b>	<b>DEPRESSION UND KOGNITION</b> .....	<b>12</b>
3.1	KLASSIFIKATION UND PSYCHOPATHOLOGIE DER DEPRESSION .....	12
3.2	KOGNITIVE DEFIZITE BEI DEPRESSION .....	13
3.3	KOGNITIVE RESERVE UND DEPRESSION .....	19
<b>4</b>	<b>ZAHLENSYMBOLTEST UND VISUELLE SUCHE</b> .....	<b>21</b>
4.1	ZAHLENSYMBOLTEST UND KODIERUNGSAUFGABEN .....	21
4.1.1	<i>Einflussfaktoren auf Kodierungsaufgaben</i> .....	21
4.1.2	<i>Depression und Kodierungsaufgaben</i> .....	24
4.2	VISUELLE SUCHE .....	25
4.2.1	<i>Das Paradigma der visuellen Suche</i> .....	25
4.2.2	<i>Kognitive Reserve und Übungstransfer bei Suchaufgaben</i> .....	27
4.2.3	<i>Einflussgrößen auf die Suchleistungen</i> .....	28
4.2.4	<i>Depression und visuelle Suche</i> .....	31
<b>5</b>	<b>FRAGESTELLUNGEN DER VORLIEGENDEN STUDIE</b> .....	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>METHODE</b> .....	<b>39</b>
6.1	UNTERSUCHUNGSDESIGN .....	39
6.2	STICHPROBE .....	40
6.2.1	<i>Depressive Patienten</i> .....	40
6.2.2	<i>Gesunde Kontrollprobanden</i> .....	43
6.3	MESSINSTRUMENTE .....	44
6.3.1	<i>Neuropsychologische Diagnostik bei Patienten</i> .....	44
6.3.2	<i>Kognitive Reserve</i> .....	45
6.3.3	<i>Kognitive Architektur</i> .....	48
6.3.4	<i>Persönlichkeit</i> .....	50
6.3.5	<i>Depressionsschwere</i> .....	51
6.4	UNTERSUCHUNGSABLAUF .....	52
6.4.1	<i>Untersuchungsablauf bei gesunden Kontrollprobanden</i> .....	52
6.4.2	<i>Untersuchungsablauf bei depressiven Patienten</i> .....	53
6.5	HYPOTHESEN .....	54

6.6	HINWEISE ZUR DATENAUSWERTUNG .....	56
<b>7</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>58</b>
7.1	DESKRIPTIVE STATISTIK: DEPRESSIONSSCHWERE.....	58
7.2	DESKRIPTIVE STATISTIK: PERSÖNLICHKEIT .....	58
7.3	DESKRIPTIVE STATISTIK: TTL-VERFAHREN IM ZAHLENSYMBOLTEST .....	60
7.3.1	<i>Leistung in den Durchgängen 1-10.....</i>	<i>60</i>
7.3.2	<i>Berechnung der Reserve-ZST.....</i>	<i>61</i>
7.4	DESKRIPTIVE STATISTIK: TTL-VERFAHREN IN DER VISUELLEN SUCHE.....	63
7.4.1	<i>Leistung in den Blöcken 1-10.....</i>	<i>63</i>
7.5	GRUPPENVERGLEICHE KONTROLLPROBANDEN UND PATIENTEN.....	68
7.5.1	<i>Vergleich der Reserve-ZST .....</i>	<i>69</i>
7.5.2	<i>Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung im ZST .....</i>	<i>69</i>
7.5.3	<i>Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung in der visuellen Suche.....</i>	<i>70</i>
7.5.4	<i>Zusatzanalyse: Vergleich der Testverfahren zur Architektur.....</i>	<i>71</i>
7.6	VORHERSAGE DER KOGNITIVEN RESERVE.....	72
7.6.1	<i>Vorhersage der Reserve-ZST bei Kontrollprobanden.....</i>	<i>73</i>
7.6.2	<i>Vorhersage der Reserve-ZST bei depressiven Patienten .....</i>	<i>74</i>
7.6.3	<i>Zusatzanalyse: Zusammenhänge mit der Ausgangsleistung im ZST.....</i>	<i>76</i>
7.6.4	<i>Zusatzanalyse: Zusammenhänge mit der Ausgangs- Suchleistung .....</i>	<i>78</i>
7.7	DEPRESSION UND KLINISCH RELEVANTE KOGNITIVE DEFIZITE.....	80
7.7.1	<i>Einteilung der depressiven Untergruppen .....</i>	<i>80</i>
7.7.2	<i>Vergleich der Reserve-ZST .....</i>	<i>81</i>
7.7.3	<i>Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung im ZST .....</i>	<i>82</i>
7.7.4	<i>Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung in der visuellen Suche.....</i>	<i>83</i>
7.7.5	<i>Zusatzanalyse: Vergleich der kognitiven Architektur .....</i>	<i>84</i>
7.8	ÜBUNGSTRANSFER IN DER VISUELLEN SUCHE.....	86
<b>8</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>89</b>
8.1	LEISTUNGEN IN DER VISUELLEN SUCHE .....	89
8.2	DISKUSSION DER FRAGESTELLUNGEN .....	91
8.3	LIMITATIONEN DER VORLIEGENDEN STUDIE .....	104
8.4	AUSBlick .....	105
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>107</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>109</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>130</b>

# 1 Einleitung

In unserem täglichen Leben werden wir häufig mit kognitiven Herausforderungen konfrontiert. So kann ein Universitätsstudium das Meistern schwieriger Prüfungen erfordern oder ein neuer Arbeitsplatz eine Umstellung auf ungewohnte und anspruchsvolle Tätigkeiten verlangen. Kognitive Reserve kann als eine Art „Potential“ verstanden werden, die eigene Leistung diesen Herausforderungen anzupassen. Nicht nur hohe Aufgabenanforderungen, sondern auch spezifische Umstände, die das bisherige kognitive Leistungsniveau beeinträchtigen können, werden als kognitive Herausforderungen begriffen. In diesem Zusammenhang wird kognitive Reserve als ein protektiver Faktor verstanden, der kognitive Beeinträchtigungen, z.B. in Folge einer Hirnschädigung, abschwächen oder kompensieren kann. Obwohl das Konzept der kognitiven Reserve in der neuropsychologischen Forschung zunehmend an Bedeutung gewinnt, wurde es bislang nur selten auf depressive Störungen angewendet. Dies überrascht, da mit einer Depression neben psychopathologischen Symptomen auch kognitive Beeinträchtigungen einhergehen können. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in einer Untersuchung der kognitiven Reserve bei unipolarer Depression im Vergleich zu gesunden Probanden. Hierfür wurde das Ausmaß der kognitiven Reserve zwischen depressiven Patienten und gesunden Probanden verglichen. Zudem wurde untersucht, welche Faktoren bei depressiven Patienten und gesunden Probanden mit einer hohen kognitiven Reserve assoziiert sind. Die Frage, welche Faktoren vorliegen oder trainiert werden müssen, um das Ausmaß der kognitiven Reserve positiv zu beeinflussen, ist von wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Interesse: Unsere Gesellschaft stellt hohe Leistungsanforderungen an ihre Mitglieder. Diese Anforderungen ändern sich auch dann nicht maßgeblich, wenn Individuen unter psychischen Störungen leiden. Mit der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, sich diesem Thema ein Stück weit anzunähern.

Im theoretischen Teil der Arbeit wird zunächst ein Überblick über die Bedeutung und weitreichende Anwendung des Reserve-Konzeptes gegeben und mögliche Einflussfaktoren auf die kognitive Reserve beschrieben. Anschließend erfolgt eine Beschreibung von häufigen kognitiven Beeinträchtigungen bei Depression und eine Darstellung von Untersuchungen, die für kognitive Reserve im Rahmen depressiver Stö-

rungen relevant sind. Da in vorliegender Arbeit zur Bestimmung der kognitiven Reserve der Zahlensymboltest des Wechsler-Intelligenztests für Erwachsene (Aster, Neubauer & Horn, 2006) und ein serielles visuelles Suchparadigma verwendet wurden, erfolgt anschließend eine detaillierte Darstellung beider Verfahren in Hinblick auf kognitive Reserve und Depression.

## **2 Das Konzept der kognitiven Reserve**

### **2.1 Bedeutung und Anwendung des Reserve-Konzeptes**

Wiederholt wurden in der Literatur Fälle von Individuen beschrieben, die trotz Alzheimer-typischer Veränderungen im Nervensystem zu Lebzeiten keine Demenz aufwiesen (Bennett et al., 2006; Davis, Schmitt, Wekstein & Markesbery, 1999; Ince, 2001; Katzman et al., 1988). Unterschiedliche Erklärungen wurden herangezogen, um diese Diskrepanz zwischen Neuropathologie und klinischer Manifestation zu erklären. Den verschiedenen Modellen ist die Annahme gemein, dass bestimmte Aspekte der Morphologie und/oder Funktion des zentralen Nervensystems eine Art „Reserve“ darstellen, die negative Effekte einer Neuropathologie auffangen können. Personen mit besonders hoher Reserve sollten demnach ein hohes Ausmaß an Pathologie, wie z.B. Alzheimer-typische Plaques und Tangles tolerieren können, bevor klinische Ausfälle bemerkbar werden (für einen Überblick, s. Stern, 2002). Die Annahmen über Beschaffenheit und Wirkungsweise dieser Reserve sind sehr unterschiedlich: In strukturellen Modellen, wie dem der „Brain reserve capacity“ (z.B. Satz, 1993) wird von der protektiven Wirkung einer hohen Neuronenzahl oder Synapsendichte ausgegangen. Dieses zusätzliche neuronale Substrat kann als eine Art „Puffer“ fungieren, wenn pathologische Einflüsse zu Schädigungen oder Dysfunktionen im Nervensystem führen. Funktionelle Modelle, wie das Konzept der „kognitiven Reserve“ (für einen Überblick, s. Stern, 2009) richten den Fokus auf die Funktionsweise mentaler Vorgänge. Demnach könnten negative Einflüsse aufgrund von Hirnschädigungen durch leistungsstarke und effizient arbeitende kognitive Prozesse oder eine flexible Nutzung kognitiver Strategien kompensiert werden. Insgesamt wurde das Reserve-Konzept im vergangenen Jahrzehnt häufig als eine Erklärung dafür verwendet, weshalb manche Personen eine geringere Vulnerabilität für kognitive Defizite aufweisen als andere. Neben der häufigen Anwendung auf dementielle

Erkrankungen (für einen Überblick, s. Stern, 2006; Valenzuela & Sachdev, 2006) wurde es auch im Rahmen gesunder Altersprozesse (z.B. Stern et al., 2005), unterschiedlichster physischer Erkrankungen (z.B. Epilepsie: Pai & Tsai, 2005; HIV: Pereda et al., 2000; Hepatitis C: Bieliauskas et al., 2007; Multiple Sklerose: Sumowski, Chiaravalloti, Wylie & Deluca, 2009) und seltener bei psychischen Störungen (Barnett, Salmond, Jones & Sahakian, 2006; Koenen et al., 2009) diskutiert.

Obwohl kognitive Reserve als individuelles Potential verstanden wird, um Dysfunktionen oder Schädigungen des zentralen Nervensystems zu kompensieren, ist die Bedeutsamkeit nicht auf diesen Fall beschränkt. So kann kognitive Reserve grundsätzlich als latentes Kapital begriffen werden, auf das zurückgegriffen werden kann, um die eigene Leistung hohen Aufgabenanforderungen anzupassen (Stern, 2002). Letzterer Fall verdeutlicht die Relevanz der kognitiven Reserve für den Alltag: So wird angenommen, dass eine Person mit hoher Reserve sehr viel besser mit anspruchsvollen Aufgaben umgehen kann, als eine Person mit geringer Reserve. Dieses Verständnis von kognitiver Reserve ist nicht neu. Es wurde bereits seit den frühen 1970ern von der Arbeitsgruppe um Paul B. Baltes untersucht (für einen Überblick, s. Baltes & Lindenberger, 1988). Kognitive Reserve, auch „reserve capacity“ oder „cognitive plasticity“ genannt, wurde dabei als ein Potential zur Leistungssteigerung nach Übung oder Training verstanden (s. 2.2).

Zusammenfassend gesagt kann kognitive Reserve als ein latentes Potential verstanden werden, das mobilisiert werden kann, um die Leistung an kognitive Herausforderungen jeglicher Art anzupassen. In diesem Sinne reflektiert die kognitive Reserve die Plastizität individueller kognitiver Prozesse und spielt sowohl für Personen mit Schädigungen und Dysfunktionen des Nervensystems, als auch für gesunde Personen jeder Altersstufe eine wichtige Rolle.

## 2.2 Ermittlung der kognitiven Reserve

Eine Herausforderung bei der Untersuchung funktioneller Reservemodelle besteht in der Operationalisierung des Konstruktes „Reserve“. Da kognitive Reserve nicht als passive Entität, sondern als Effizienz und Kapazität kognitiver Prozesse verstanden wird, sind Erhebungen rein anatomischer Maße nicht hinreichend. Aus diesem Grund wird zur Ermittlung der kognitiven Reserve häufig auf „Stellvertretervariablen“, wie Bildung, Beruf oder Intelligenz zurückgegriffen. Dabei wird angenommen, dass diese Variablen mit effizienten kognitiven Prozessen einhergehen und indirekt eine hohe kognitive Reserve reflektieren (Richards & Deary, 2005). Insgesamt scheint es allerdings keinen Konsens darüber zu geben, welche Variable oder welche Kombination von Variablen das beste Stellvertretermaß für kognitive Reserve darstellen.

Daneben hat sich zur Untersuchung der kognitiven Reserve das so genannte Testing-the-Limits-Verfahren (TtL-Verfahren) etabliert (für einen Überblick, s. Baltes, 1987; Baltes & Lindenberger, 1988). Dem liegt die Annahme zugrunde, dass kognitive Reserve ein latentes Potential darstellt, das für eine Optimierung und Maximierung der Leistung mobilisiert werden kann. Dementsprechend sollten Individuen ihre kognitive Reserve vor allem dann einsetzen können, wenn kognitive Herausforderungen hohe Leistungen erfordern. Weiterhin wird angenommen, dass eine Mobilisierung der kognitiven Reserve begünstigt wird, wenn eine Übung oder ein Trainingsprogramm optimale kognitive Entfaltungsmöglichkeiten schaffen. Die Methode, mit der die kognitive Reserve erhoben wird, variiert von einfachen Testwiederholungen (z.B. Yang, Krampe & Baltes, 2006) bis hin zu intensiven Trainingsprogrammen (z.B. Bherer et al., 2006). Typischerweise wird die kognitive Leistung eines Individuums vor und nach Durchlaufen eines Übungsprogramms erhoben. Die Leistungsverbesserung (z.B. Endleistung nach Übung minus Ausgangsleistung) dient als Maß der individuellen kognitiven Reserve. Einige Testing-the-Limits Studien betrachten anstelle der Leistungsverbesserung die Endleistung eines Individuums nach Übung. Beide Vorgehensweisen werden herangezogen, um latente Leistungsreserven zu analysieren. Bei den unterschiedlichen Berechnungsmethoden können im Einzelfall aber divergente Schlussfolgerungen resultieren: So mag eine Person A eine sehr viel höhere Ausgangsleistung haben als eine Person B, jedoch kann sie wenig kognitive Reserve besitzen, um ihre Leistung durch

Übung noch zu verbessern. Person B könnte dagegen trotz einer schlechten Ausgangsleistung eine sehr hohe Reserve besitzen und nach Übung eine Endleistung erreichen, die der Endleistung von Person A entspricht. Bei Betrachtung der Endleistungen würden beide Personen als gleichermaßen leistungsfähig angesehen werden. Bei Betrachtung des Übungsgewinns würde Person B aber eine größere Reserve zugeschrieben werden als Person A. Die Verwendung einzelner Vorgehensweisen muss je nach Forschungsinteresse abgewogen werden. Besteht das Interesse in der Bestimmung der tatsächlichen Leistung, die ein Individuum maximal erbringen kann, sollten Endleistungen im Vordergrund der Analyse stehen. Besteht jedoch Interesse im Ausmaß des Verbesserungspotentials, unabhängig davon, ob das Individuum am Ende gut oder schlecht abschneidet, sollten Leistungsverbesserungen betrachtet werden.

Während das Konzept der kognitiven Reserve auf funktioneller Ebene vielfach untersucht wurde, steht die Erforschung zugrunde liegender neuronaler Vorgänge noch am Anfang. Wie beschrieben wird kognitive Reserve mit der Funktionsweise des Gehirns in Verbindung gebracht. Stern und Kollegen (für eine Übersicht und Diskussion, s. Stern, 2009) diskutieren folgende Aspekte als mögliche Grundlage der kognitiven Reserve: die Effizienz und Kapazität neuronaler Netzwerke; der flexible Einsatz von Netzwerken als Reaktion auf mentale Herausforderungen; die Rekrutierung alternativer neuronaler Netzwerke zur Kompensation kognitiver Defizite. Bislang ist unklar, ob kognitive Reserve durch ein einheitliches neuronales Netzwerk repräsentiert ist, das für eine Anpassung der Leistung an unterschiedliche kognitive Herausforderungen aktiviert wird. In einer fMRI-Studie untersuchten Stern et al. (2008) die Leistungen in einer visuellen und einer verbalen Gedächtnisaufgabe. Intelligenz wurde dabei als Stellvertretervariable für kognitive Reserve verwendet. Dabei konnte für junge Probanden mit ansteigender Aufgabenschwierigkeit in beiden Aufgaben ein gleiches, mit kognitiver Reserve assoziiertes, Aktivierungsmuster gefunden werden. Die Autoren nahmen an, dass dieses Aktivierungsmuster einen generellen, aufgabenunspezifischen Prozess reflektiert, der für die Anpassung der Leistung verantwortlich ist. Dieses Aktivierungsmuster wurde für ältere Probanden jedoch nur in der verbalen, nicht aber in der visuellen Gedächtnisaufgabe gefunden (Stern et al., 2008).

## 2.3 Einflussfaktoren auf die kognitive Reserve

Eine bislang noch nicht ausreichend geklärte Frage besteht darin, welche Faktoren die Entwicklung oder die Aufrechterhaltung der kognitiven Reserve beeinflussen können. Die folgende Darstellung soll einen Überblick über mögliche Einflussfaktoren geben. Da das Konzept vor allem im Rahmen der Altersforschung eine große Bedeutung erlangt hat, wird in der Darstellung oftmals auf Untersuchungen zum kognitiven Altern zurückgegriffen.

### *Kognitive Architektur und Bildung*

Scarmeas & Stern (2003) und Richards & Deary (2005) nehmen an, dass sowohl Faktoren in der Grundausstattung des Individuums (z.B. Intelligenz) als auch Aspekte der Lebenserfahrung (z.B. die formelle Bildung) eine wichtige Rolle für die Entwicklung der kognitiven Reserve spielen. Nach Ansicht der Autoren begünstigen diese Faktoren die Etablierung effizienter kognitiver Strategien, die dem Individuum schließlich in Form einer kognitiven Reserve zur Verfügung stehen. Verschiedene kognitive Funktionen, wie z. B. Aufmerksamkeitsleistungen, sind unerlässlich für das Meistern alltäglicher Aufgaben. Diese kognitiven Funktionen, die durch eine neuropsychologische Statusdiagnostik ermittelt werden, können als „kognitive Architektur“ bezeichnet werden. Der Begriff „kognitive Architektur“ verweist auf die kognitive Grundausstattung eines Menschen, so z.B. auf seine Intelligenz oder seine spezifischen Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfunktionen. Eine bislang ungeklärte Frage besteht darin, ob eine gute kognitive Architektur und/oder eine hohe Bildung mit einer hohen kognitiven Reserve in Zusammenhang stehen: Hat eine Person A mit einer besseren kognitiven Architektur oder einer besseren Bildung mehr Potential zur Anpassung an kognitive Herausforderungen als eine Person B mit schlechterer Architektur oder Bildung? Beides wurde in vielen Untersuchungen zum mentalen Altern a priori angenommen. Dabei wurden häufig Variablen der kognitiven Architektur (insbesondere Intelligenz) und das Bildungsniveau oder die Bildungsjahre einer Person als Stellvertreter für die kognitive Reserve verwendet. Im Rahmen dieser Studien wurde sehr oft untersucht, ob Personen mit höherer Intelligenz und höherer Bildung einem geringeren kognitiven Leistungsabbau im Alter unterliegen, als niedrig gebildete oder weniger intelligente Personen. So zeigten Corral

et al. (2006) bei einer Untersuchung mit gesunden Probanden zwischen 20 und 70 Jahren, dass eine niedrige Intelligenz mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für kognitive Beeinträchtigungen einhergeht. Die Autoren nahmen an, dass eine niedrige Intelligenz eine geringe kognitive Reserve reflektiert, die mit einer höheren Vulnerabilität für altersbedingte kognitive Beeinträchtigungen assoziiert ist (Corral et al., 2006). Ein Zusammenhang zwischen Bildung und kognitiver Reserve wurde in einer Studie von Le Carret et al. (2003) diskutiert. Die Autoren untersuchten kognitive Leistungen von 1022 gesunden, älteren Probanden mittels unterschiedlicher standardisierter Testverfahren. Dabei konnte gezeigt werden, dass das Bildungsniveau und die berufliche Beschäftigung die meisten Testleistungen signifikant vorhersagen konnten. Die beste Vorhersage wurde für diejenigen Testverfahren beobachtet, die kontrollierte Verarbeitungsprozesse und eine hohe Konzeptualisierungsfähigkeit erfordern. Die Autoren vermuteten, dass diese kognitiven Funktionen durch eine hohe Bildung und einen intellektuell anspruchsvollen Beruf gefördert werden. Da die Funktionen nach Ansicht der Autoren zu einer komplexen kognitiven Leistungsfähigkeit beitragen, sollten sie auch mit einer hohen kognitiven Reserve im Alter verbunden sein (Le Carret et al., 2003). Sowohl bei Corral et al. (2006) als auch bei Le Carret et al. (2003) muss angemerkt werden, dass keine längsschnittlichen Alterungsprozesse abgebildet wurden. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass bestimmte kognitive Leistungen von Intelligenz und Bildung abhängen. Es kann aber nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden, dass intelligentere und höher gebildete Personen die kognitive Herausforderung des mentalen Alterns besser meistern. Der Einfluss von Bildung auf Veränderungen kognitiver Leistungen im Alter wurde durch eine Reihe von Längsschnittstudien untersucht. Dabei wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse berichtet: Während einige Studien einen geringeren kognitiven Abbau bei Personen mit höherer Bildung finden konnten (Habib, Nyberg & Nilsson, 2007; Lyketsos, Chen & Anthony, 1999), wurde dies in anderen Untersuchungen nicht nachgewiesen (z.B. Christensen et al., 2007; Christensen et al., 2001 ; Van Dijk et al., 2008).

Die dargestellten Studien geben einen wertvollen Hinweis darauf, dass kognitive Architektur und Bildung für die kognitive Reserve bedeutsam sein können. Es muss jedoch angemerkt werden, dass keine unabhängige Messung der kognitiven Reserve, der kognitiven Architektur und der Bildung erfolgte. Dagegen haben Untersuchungen,

die TtL-Verfahren verwenden, das Ziel, die kognitive Reserve einer Person direkt messbar zu machen. Der Zusammenhang zwischen der gemessenen Reserve und weiteren erhobenen Variablen, wie Bildung oder Intelligenz, kann dadurch in direkter Weise ermittelt werden. So untersuchten Kliegl, Smith & Baltes (1990) inwieweit sich die Merkfähigkeit vor und nach Einüben einer mnemonischen Technik durch unterschiedliche kognitive Leistungen vorhersagen ließ. Die Autoren zeigten, dass die Merkfähigkeit vor dem Training v. a. durch aufgabenspezifische Gedächtnisleistungen vorhergesagt werden konnte. Nach dem Training konnte sie dagegen am besten durch Leistungen in einem Zahlen-Symbol-Kodierungstest vorhergesagt werden. Die Autoren erklärten das Ergebnis dadurch, dass Leistungen in Kodierungsaufgaben globale fluide Ressourcen reflektieren, die für einen Trainingsprofit wichtiger sind, als aufgabenspezifische Gedächtnisleistungen. Auch Singer, Lindenberger & Baltes (2003) zeigten, dass die Merkfähigkeit mit dem Training einer mnemonischen Technik zunehmend besser durch fluide Leistungen vorhergesagt werden konnte. Die Vorhersage durch andere Faktoren, darunter das Bildungsniveau, nahm im Laufe des Trainings ab.

Die Studien von Kliegl et al. (1990) und Singer et al. (2003) weisen darauf hin, dass eine bessere kognitive Architektur (Von den Autoren als fluide kognitive Leistung bezeichnet) mit einer höheren kognitiven Reserve einhergeht. Da zu diesem Thema sehr wenige Untersuchungen vorliegen, ist der Zusammenhang zwischen kognitiver Reserve und kognitiver Architektur bzw. Bildung bislang noch nicht eindeutig geklärt.

### *Lebensalter*

Eine enorme Anzahl von Studien demonstriert, dass ein höheres Lebensalter mit Einbußen in unterschiedlichen kognitiven Leistungsbereichen (z.B. Arbeitsgedächtnis, kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit) einhergehen kann (für einen Überblick, s. Drag & Bieliauskas, 2010). Es ist von Interesse zu bestimmen, ob auch ältere Personen die kognitive Reserve besitzen, um ihre Leistungen an kognitive Herausforderungen anzupassen. Eine Vielzahl von TtL-Untersuchungen konnte demonstrieren, dass Übung und Training auch im höheren Alter zu einer substantiellen Verbesserung der kognitiven Leistung führt. Dies wurde in unterschiedlichen kognitiven Leistungsbereichen nachgewiesen, so z. B. für episodische Gedächtnisleistungen (für eine Meta-Analyse, s.

Verhaeghen, Marcoen & Goossens, 1992), Arbeitsgedächtnisfunktionen (Buschkuhl et al., 2008; Li et al., 2008), Exekutivfunktionen (Dahlin, Nyberg, Backman & Neely, 2008), und dual-task Leistungen (Bherer et al., 2006; Dumas, Rapp & Krampe, 2009). Ältere Menschen verfügen über genug kognitive Reserve, um die eigene Leistung zu optimieren, wenn eine schwierige Aufgabe dies erforderlich macht und wenn eine Verbesserung der Leistung durch äußere Umstände begünstigt wird (Übung oder Training). Dies impliziert nicht automatisch, dass das Ausmaß kognitiver Reserve bei Jung und Alt identisch ist. Einige Untersuchungen fanden einen negativen Zusammenhang zwischen Lebensalter und Übungsgewinn nach einem Training (für eine Metaanalyse s. Verhaeghen et al., 1992). Dagegen wurde in anderen Studien sogar ein höherer Übungsgewinn bei älteren Probanden nachgewiesen (z.B. Bherer et al., 2006). Kliegl et al. (1989) trainierten die episodische Gedächtnisleistung von jungen und älteren Probanden durch Einübung einer mnemonischen Technik. Trotz substantieller Trainingseffekte bei Jung und Alt zeigten jüngere Probanden einen deutlich größeren Übungsgewinn. Folgestudien konnten zeigen, dass ältere Probanden ihre Gedächtnisleistungen auch nach intensiver Übung nicht in gleichem Maße verbessern konnten, wie junge Probanden. Vielmehr schien ein besonders intensives Gedächtnistraining den Unterschied zwischen Jung und Alt im Sinne eines „Schereneffektes“ zu akzentuieren (Baltes & Kliegl, 1992; Kliegl et al., 1990). Der Zusammenhang zwischen Lebensalter und kognitiver Reserve scheint auch von der Methode abhängig zu sein, mit der die Reserve ermittelt wird. Singer, Lindenberger und Baltes (2003) trainierten die episodische Gedächtnisleistung einer Stichprobe im sehr hohen Lebensalter (M = 84 Jahre, Range = 75-101 Jahre) mit einer mnemonischen Technik. Die Autoren fanden zwar einen initialen Lernzuwachs, die Mehrheit der älteren Probanden konnte aber auch nach intensiver Übung keine weitere Leistungssteigerung erreichen. Yang et al. (2006) verwendete zur Erhebung der kognitiven Reserve ein Paradigma mit Testwiederholungen in verschiedenen kognitiven Leistungsbereichen. Die Autoren zeigten, dass auch über 80jährige Probanden ihre Leistung substantiell verbessern konnten, wenn auch in einem geringeren Maße als jüngere Probanden. Diese Leistungsverbesserung konnte sogar noch 8 Monate später nachgewiesen werden (Yang & Krampe, 2009). Yang et al. (2006) erklärten das zu Singer et al. (2003) konträre Ergebnis durch das selbstkontrollierte Lernen bei

Testwiederholung, das keine Bildung neuer Strategien, sondern die Optimierung bereits bestehender kognitiver Fähigkeiten erfordert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ältere Personen durchaus kognitive Reserve besitzen, um sich kognitiven Herausforderungen, wie hohen Aufgabenanforderungen und neuen Situationen anzupassen. Ob das Lebensalter stets mit einem geringeren Ausmaß an kognitiver Reserve einhergeht, ist auf Basis bisheriger Studien noch nicht zweifelsfrei nachgewiesen.

### *Persönlichkeit*

Neben der kognitiven Architektur, der Bildung und dem Lebensalter ist es denkbar, dass bestimmte Persönlichkeitscharakteristika mit der kognitiven Reserve in Verbindung stehen. Kognitive Reserve kann, wie erwähnt, als ein Potential verstanden werden, um die eigene Leistung kognitiven Herausforderungen anzupassen. Es ist denkbar, dass spezifische Persönlichkeitsfaktoren mit einer systematischen Etablierung und Verwendung von Anpassungsstrategien verbunden sind. So wurde in der Stress- und Copingforschung eine Assoziation zwischen Persönlichkeitsfaktoren und spezifischen Bewältigungsstrategien beobachtet. Personen mit hohen Werten des Persönlichkeitsfaktors „Neurotizismus“ scheinen mit Stresssituationen eher passiv und dysfunktional umzugehen, während Personen mit hohen Werten des Faktors „Gewissenhaftigkeit“ aktive und gut durchdachte Bewältigungsstrategien anwenden (z.B. Vollrath & Torgersen, 2000). Es muss angemerkt werden, dass solche Bewältigungsstrategien nicht zwangsläufig die Mobilisierung einer kognitiven Reserve reflektieren. So können hoch funktionale Bewältigungsstrategien auch in einer größeren Motivation bestehen, soziale Unterstützung zu suchen. Besteht eine Verbindung zwischen Persönlichkeit und kognitiver Reserve, sollten bestimmte Persönlichkeitsfaktoren mit einer besseren Optimierung der *kognitiven* Leistung verbunden sein. Assoziationen zwischen Persönlichkeit und kognitiven Leistungen wurden vor allem für die Faktoren „Offenheit für Erfahrungen“ (positiver Zusammenhang), „Extraversion“ (positiver Zusammenhang) und „Neurotizismus“ (negativer Zusammenhang) berichtet (für eine Metaanalyse, s. Ackerman & Heggestad, 1997). Dagegen wurde eine Verbindung zwischen Persönlichkeit und kognitiver Reserve nach Übung oder Training nur selten untersucht. Yesavage

(1989) trainierte die Merkfähigkeit für Gesichter-Namen-Kombinationen bei einer Gruppe älterer Probanden mithilfe einer mnemonischen Technik. Der Autor zeigte, dass Personen mit einem geringen Übungsgewinn im Training hohe Werte im Persönlichkeitsfaktor „Neurotizismus“ aufweisen. Dieses Ergebnis wurde in einer vergleichbaren Trainingsstudie von Gratzinger, Sheikh, Friedman & Yesavage (1990) nicht gefunden. Allerdings konnten die Autoren zeigen, dass Personen mit hohen Werten des Faktors „Offenheit für Erfahrungen“ nach Training die besten Merkleistungen erzielten.

Bei den Studien von Yesavage (1989) und Gratzinger et al. (1990) wurden meist sehr spezielle Imaginationstechniken trainiert. Eine Verbindung zwischen Persönlichkeit und der Mobilisierung einer kognitiven Reserve in Reaktion auf Herausforderungen (z.B. bei Übung oder Training schwieriger Aufgaben), ist durch diese Ergebnisse noch nicht zweifelsfrei bestätigt.

## **3 Depression und Kognition**

Im folgenden Abschnitt wird zunächst auf die Klassifikation depressiver Störungen und auf die psychopathologischen Symptome der Depression eingegangen. Dies soll eine begriffliche Einordnung des Störungsbildes ermöglichen. Anschließend wird der Forschungsbereich „Depression und Kognition“ näher dargestellt und ein Bezug zur kognitiven Reserve hergestellt.

### **3.1 Klassifikation und Psychopathologie der Depression**

Depression wird zum Bereich der affektiven Störungen gezählt. Affektive Störungen sind durch eine pathologische Veränderung der Stimmung und des Aktivitätsniveaus gekennzeichnet. Im Diagnoseklassifikationssystem „International Classification of Mental Disorders“ (ICD-10; Weltgesundheitsorganisation, 1994) werden unterschiedliche Arten affektiver Störungen (Kodierung: F3) unterschieden. Darunter fallen die „depressive Episode“ (F32) und die „rezidivierende depressive Störung“ (F33). Letztere wird dann vergeben, wenn sich in der Krankengeschichte bereits eine depressive Episode eruieren ließ. Je nach Art und Schwere der gegenwärtigen depressiven Episode werden leichte, mittelgradige und schwere depressive Episoden unterschieden. Wird in Folge von Depression oder depressiver Störung gesprochen, sind sowohl depressive Episoden, als auch rezidivierende depressive Störungen unterschiedlichen Schweregrades gemeint. Weitere affektive Störungen, wie z.B. die bipolare Störung (F31), werden nicht gesondert dargestellt.

Symptome depressiver Episoden oder rezidivierender depressiver Störungen sind laut ICD-10 eine anhaltend gedrückte Stimmung, verringerte Freude an Aktivitäten und ein verringerter Antrieb. Zudem können Symptome wie Schlafstörungen, verminderter oder erhöhter Appetit und Suizidgedanken auftreten. Im Klassifikationssystem „Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-IV“ (American Psychiatric Association, 1994) wird als Symptom auch eine subjektiv empfundene oder von anderen beobachtete verminderte Denk-, Konzentrations- und Entscheidungsfähigkeit aufgeführt.

### 3.2 Kognitive Defizite bei Depression

Neben der Veränderung von Stimmung und Aktivitätsniveau, können bei einer Depression auch kognitive Leistungen beeinträchtigt sein (für eine Übersicht, s. Austin et al., 2001; Beblo & Herrmann, 2000; B. K. Christensen, Carney & Segal, 2006; Hammar & Ardal, 2009; Ottowitz, Dougherty & Savage, 2002). Dies gilt sowohl für medikamentös behandelte Patienten (Reppermund, Ising, Lucae & Zihl, 2009) als auch für Patienten ohne antidepressive Medikation (Porter, Gallagher, Thompson & Young, 2003). Beeinträchtigungen wurden für Patienten in höherem Lebensalter beschrieben (Zihl, Reppermund, Thum & Unger, in press), sie lassen sich aber auch bei jüngeren Patienten nachweisen (Purcell, Maruff, Kyrios & Pantelis, 1997; für gegensätzliche Ergebnisse, s. Castaneda et al., 2008; Friedman, 1964; Grant, Thase & Sweeney, 2001; Miller, Faustman, Moses & Csernansky, 1991). Jedoch scheinen depressive Störungen nicht unweigerlich mit kognitiven Defiziten einherzugehen. So berichten Beblo & Herrman (2000) in einem narrativen Überblicksartikel von einer schwankenden Prävalenz kognitiver Defizite (von < 20% bis zu 70%). Die Angaben über Art und Ausmaß kognitiver Beeinträchtigungen sind dabei sehr uneinheitlich. Ein möglicher Grund ist neben Verwendung unterschiedlicher Testverfahren eine große Heterogenität der Stichprobe und ein Einfluss von Mediatorvariablen, wie z.B. psychotische Merkmale oder komorbide Angst- und Persönlichkeitsstörungen (Porter, Bourke & Gallagher, 2007). Ein spezifisches Defizitmuster wurde aber auch für unipolare depressive Störungen ohne psychotische Symptome nicht nachgewiesen. Vielmehr scheint eine große Bandbreite kognitiver Funktionen betroffen zu sein. Aus diesem Grund wird in einigen Studien von einem „final common pathway disorder“ ausgegangen (Zihl, Gron & Brunbauer, 1998; Zihl et al., in press). Dies bezeichnet eine globale Dysfunktion mentaler Prozesse, die sowohl bei Depression, als auch bei anderen Erkrankungen (z.B. Schizophrenie) auftreten kann und zu einem unspezifischen Defizitmuster führt. Im Folgenden wird ein Überblick über kognitive Beeinträchtigungen bei Depression in den Bereichen „Aufmerksamkeit“, „Gedächtnis“ und „Exekutivfunktionen“ gegeben. Anschließend wird der Zusammenhang mit strukturellen und funktionellen Auffälligkeiten im Nervensystem und mit der Depressionsschwere näher erläutert.

### *Aufmerksamkeit*

Defizite im Rahmen einer depressiven Störung wurden in unterschiedlichen Teilkomponenten der Aufmerksamkeit gefunden (für einen Überblick, s. Mialet, Pope & Yurgelun-Todd, 1996), z.B. in der Alertness (Aufmerksamkeitsaktivierung; Majer et al., 2004), der Daueraufmerksamkeit (Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit; Cohen, Lohr, Paul & Boland, 2001; Egeland et al., 2003; Gualtieri, Johnson & Benedict, 2006; Hart, Wade, Calabrese & Colenda, 1998), der geteilten Aufmerksamkeit (Majer et al., 2004; Thomas, Goudemand & Rousseaux, 1998; Zihl et al., 1998) und der selektiven Aufmerksamkeit (Fokussierung der Aufmerksamkeit; Landrø, Stiles & Sletvold, 2001; Majer et al., 2004). Zakzanis, Leach & Kaplan (1998) kamen in einer Metaanalyse zu dem Schluss, dass Unterschiede zwischen depressiven Patienten und gesunden Probanden in Testverfahren mit hoher Aufmerksamkeitsanforderung hohe Effektstärken aufweisen. Häufig wurde auch eine generelle Verringerung der kognitiven Leistungsgeschwindigkeit berichtet, die insbesondere bei Aufgaben mit Schnelligkeitsanforderung sichtbar werden (Mialet et al., 1996). Eine Reihe von Autoren kam zu dem Ergebnis, dass Defizite bei Aufmerksamkeits-tests eher auf eine globale Verlangsamung zurückzuführen sind, als auf spezifische Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeitsfokussierung (Egeland et al., 2003; Kertzman et al., 2009; Pardo, Pardo, Humes & Posner, 2006). Neben dieser kognitiven Verlangsamung wurde in der Literatur häufig eine motorische Verlangsamung beschrieben (Lemke, 1999; Schrijvers, Hulstijn & Sabbe, 2008; Sobin & Sackeim, 1997). Motorische und kognitive Aspekte können vor allem bei Aufgaben mit motorischer Komponente konfundiert sein (Caligiuri & Ellwanger, 2000; Sabbe, Hulstijn, van Hoof, Tuynman-Qua & Zitman, 1999). Untersuchungen zeigten jedoch, dass eine geringere Leistungsgeschwindigkeit nicht ausschließlich durch eine motorische Verlangsamung erklärt werden kann (z.B. Tsourtos, Thompson & Stough, 2002).

### *Lernen und Gedächtnis*

Es ist weithin anerkannt, dass das Gedächtnis ein heterogenes System darstellt, welches aus verschiedenen interagierenden Formen besteht. Bezüglich Kurzzeitgedächtnisleistungen (kurzfristiges Behalten) und Arbeitsgedächtnisleistungen (kurzfristiges Behalten und Manipulieren der Information) im Rahmen depressiver Störungen wurden inkonsistente Ergebnisse berichtet: Zihl et al. (1998) untersuchte die Häufigkeit kognitiver Defizite bei Patienten mit unipolarer und bipolarer affektiver Störung, wobei eine Abweichung von  $\leq 1$  SD vom Mittelwert der testspezifischen Normstichprobe als Defizit definiert wurde. Nur ~8% der Patienten wiesen Defizite im verbalen Kurzzeitgedächtnis auf, ~55% der Patienten zeigten Defizite im Arbeitsgedächtnis (Zihl et al., 1998). Fossati, Amar, Raoux, Ergis & Allilaire (1999) fanden bei depressiven Patienten im Vergleich zu gesunden Probanden verringerte Leistungen im verbalen Kurzzeitgedächtnis *und* im verbalen Arbeitsgedächtnis. Andere Untersuchungen konnten dagegen keine signifikanten Gruppenunterschiede im verbalen Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis nachweisen (Austin et al., 1999; Austin et al., 1992; Harvey et al., 2004; Moritz et al., 2002; Vythilingam et al., 2004). Zakzanis et al. (1998) kamen in ihrer Metaanalyse zu dem Schluss, dass Unterschiede zwischen depressiven Patienten und gesunden Probanden im Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis nur geringe Effektstärken aufweisen.

Einige Untersuchungen konnten Defizite in der Lernleistung und im Langzeitgedächtnis bei depressiven Patienten nachweisen (Austin et al., 1999; Austin et al., 1992). Auch hier ist die Befundlage uneinheitlich: So fanden Grant et al. (2001) und Porter et al. (2003) keine Defizite beim Lernen und verzögertem Abruf einer Wortliste. Dagegen konnten Zakzanis et al. (1998) in ihrer Metaanalyse zeigen, dass Unterschiede zwischen depressiven Patienten und gesunden Probanden in der Lern- und Abrufleistung sehr hohe Effektstärken erzielen.

### *Exekutivfunktionen*

Mit dem Konzept der Exekutivfunktionen werden Prozesse „höherer Ordnung“ zusammengefasst, welche die „ability to respond in an adaptive manner to novel situations“ (Lezak, Howieson & Loring, 2004) ermöglichen. Prozesse dieser Art sind u.a. Pla-

nung- und Strategienbildung, Problemlösen und schlussfolgerndes Denken, kognitive Flexibilität und Inhibition von Handlungsimpulsen. Im Rahmen einer Depression wurden Defizite in unterschiedlichen exekutiven Funktionsbereichen beschrieben (für einen Überblick, s. M. A. Rogers et al., 2004), darunter vor allem in der kognitiven Flexibilität (Airaksinen, Larsson, Lundberg & Forsell, 2004; Austin et al., 1999; Naismith et al., 2003; für gegensätzliche Ergebnisse, s. Landrø et al., 2001) und im Planen und Problemlösen (Elliott et al., 1997; Naismith et al., 2003). In einem narrativen Übersichtsartikel kamen Ottowitz et al. (2002) zu dem Schluss, dass Beeinträchtigungen in Exekutivfunktionen sehr häufig vorliegen und ein gewichtiges Symptom depressiver Störungen darstellen.

### *Neurobiologische Korrelate kognitiver Beeinträchtigungen*

Strukturelle und funktionelle Auffälligkeiten im Gehirn depressiver Patienten wurden in einer großen Zahl von Studien nachgewiesen (für eine Übersicht, s. Davidson et al. 2002; Drevets, 2000; Sheline, 2003; Videbeck, 2000). Häufig konnte eine Volumenminderung des Hippokampus (vornehmlich rechtsseitig betont) gefunden werden, die u.a. auf schädigende Einflüsse einer chronisch erhöhten Kortisol-Konzentration zurückzuführen ist (Colla et al., 2007; Janssen et al., 2004; Lange & Irle, 2004; für eine Metaanalyse, s. Videbeck & Ravnkilde, 2004). Funktionelle Auffälligkeiten bei Depression, wie eine veränderte Blutperfusion und ein verringerter Metabolismus, wurden in verschiedenen Teilen des präfrontalen Kortex und im (vorwiegend subgenualen) anterioren Gyrus cinguli beschrieben (für eine Übersicht, s. Drevets, 1999; für eine Diskussion, s. Drevets et al., 1997). Obwohl oben erwähnte Strukturen eine Rolle bei vielen kognitiven Leistungen spielen, impliziert der Nachweis struktureller und funktioneller Veränderungen nicht automatisch, dass sie mit kognitiven Beeinträchtigungen zusammenhängen. Eine Reihe von Studien untersuchte daher in direkter Weise die Assoziation zwischen neuronalen und kognitiven Auffälligkeiten bei Depression: Bremner, Vythilingam, Vermetten, Vaccarino & Charney (2004) zeigten bei depressiven Probanden eine Minderaktivierung des Hippokampus und des anterioren Gyrus Cinguli während einer verbalen Gedächtnisaufgabe. Rogers et al. (2004) berichteten in einem narrativen Übersichtsartikel von einem Zusammenhang zwischen beeinträchtigten Exekutivfunktionen und einer Fehlfunktion des anterioren Gyrus Cinguli. O'Brian, Lloyd, McKeith,

Gholkar & Ferrier (2004) und Hicke et al. (2005) berichten von einer signifikanten Korrelation zwischen geringeren Hippokampus-Volumina und über die akute Episode hinaus bestehende Gedächtnisdefiziten.

### *Psychopathologie und kognitive Defizite*

Ein wachsendes Interesse der Forschung besteht in der Frage, ob kognitive Beeinträchtigungen ein reines Epiphänomen psychopathologischer Symptome darstellen (z.B. aufgrund einer Ablenkung durch negative Gedanken während der Testsituation oder eine temporär verringerte Leistungsmotivation) oder ob sie auch nach Remission der Psychopathologie persistieren können. Häufig wurde im Rahmen dieser Frage der Zusammenhang zwischen Depressionsschwere und kognitiven Leistungen untersucht, wobei inkonsistente Ergebnisse berichtet wurden. Während eine größere Depressionsschwere in einigen Studien mit schlechteren kognitiven Leistungen einherging (z.B. Austin et al., 1999), konnte dies in anderen Studien nicht repliziert werden (z.B. Purcell et al., 1997). Der Zusammenhang zwischen der Depressionsschwere und den kognitiven Leistungen scheint für verschiedene kognitive Leistungsbereiche zu variieren: So fanden Porter et al. (2003) signifikante Korrelationen mit Lern- und Gedächtnisleistungen, aber nicht mit Exekutivfunktionen. In einer aktuellen Metaanalyse über 16 Studien untersuchten McDermott und Ebmeier (2009) den Zusammenhang zwischen Depressionsschwere und verschiedenen kognitiven Leistungen. Die Autoren zeigten negative Zusammenhänge zwischen Depressionsschwere und Leistungen in den Bereichen Lernen und Gedächtnis, Exekutivfunktionen (darunter fassten die Autoren Planen und Problemlösen, kognitive Flexibilität und set-shifting, Arbeitsgedächtnis, selektive Aufmerksamkeit) und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Interessanterweise wurden jedoch nur relativ kleine Effektstärken gefunden, wobei Depressionsschwere höchstens 10% der Varianz der Leistung erklären konnte (McDermott & Ebmeier, 2009). Um die Frage zu klären, ob kognitive Defizite ein reines Epiphänomen der Psychopathologie darstellen, wurden auch Leistungen nach Abklingen psychopathologischer Symptome untersucht. Einige Untersuchungen zeigten, dass kognitive Defizite über die Akutphase hinaus persistieren können (Hammar, Lund & Hugdahl, 2003; Majer et al., 2004; Neu et al., 2005; Reppermund et al., 2009; Weiland-Fiedler et al., 2004). Reppermund et al. (2007) untersuchten depressive Patienten bei stationärer Aufnahme und bei Entlassung in Test-

verfahren der selektiven und geteilten Aufmerksamkeit, der Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnisleistungen und der Leistungsgeschwindigkeit. Die Autoren zeigten, dass die kognitive Leistung bei Patienten, die als remittiert entlassen wurden, in einigen Bereichen zwar signifikant besser wurde, jedoch immer noch ein hoher Prozentsatz der Patienten als beeinträchtigt galt (1 SD vom Mittelwert der Normstichprobe). Die Autoren schlussfolgerten, dass kognitive Defizite nicht ausschließlich eine vorübergehende Begleiterscheinung der Akutphase der Depression sind, sondern ein persistentes Merkmal des Krankheitsbildes (Reppermund et al., 2009).

In Untersuchungen zum Thema „Kognition und Depression“ wird selten betont, dass nicht alle depressiven Patienten klinisch relevante kognitive Defizite aufweisen (Beblo & Herrmann, 2000). Reppermund et al. (2009) nehmen an, dass bestimmte Subtypen depressiver Störungen existieren: ein erster Subtyp, der sich primär durch psychopathologische nicht aber kognitive Symptome charakterisieren lässt; ein zweiter Subtyp mit eher schwachen psychopathologischen aber deutlichen kognitiven Symptomen; ein dritter Subtyp mit einer Kombination schwerer psychopathologischer und kognitiver Symptome.

### *Theoretische Annahmen zu Depression und Kognition*

In einer viel diskutierten Theorie wird davon ausgegangen, dass Depression mit Defiziten in schwierigen Aufgaben (effortful tasks) einhergeht, die kontrollierte Verarbeitungsprozesse erfordern (z.B. freier Abruf von Wörtern aus dem Gedächtnis). Einfache Aufgaben, die sich eher durch automatische Verarbeitungsprozesse auszeichnen (z.B. einfaches Wiedererkennen von Wörtern), sollten dagegen unbeeinträchtigt bleiben (Hartlage, Alloy, Vazquez & Dykman, 1993). Als eine mögliche Erklärung wird eine globale Reduktion der kognitiven Kapazität angenommen, was zur Folge hat, dass weniger Ressourcen zur Verfügung stehen, um schwierige Aufgaben zu lösen. Bei dieser Theorie wird der Fokus also nicht auf spezielle Leistungsbereiche, sondern vielmehr auf die Art der Aufgabe gerichtet. Somit sollten unabhängig von kognitiven Domänen immer dann Defizite auftreten, wenn Aufgabenanforderungen kontrollierte Prozesse erfordern. Diese Theorie wurde häufig durch Studien infrage gestellt, die auch Defizite in einfachen Aufgaben nachweisen konnten. So konnten Christensen et al. (1997) in einer

Metaanalyse keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen Aufgaben finden, die als „effortful“ und „noneffortful“ gelten.

### **3.3 Kognitive Reserve und Depression**

Im Vergleich zu pathologischen und dementiellen Altersprozessen wurde das Konzept der kognitiven Reserve auf psychische Störungen nur selten angewendet. Vor allem Depressionen können aber „kognitive Herausforderungen“ darstellen, die eine Mobilisierung der kognitiven Reserve erforderlich machen. Barnett et al. (2006) sehen eine mögliche protektive Wirkung der kognitiven Reserve für unterschiedliche Aspekte depressiver Störungen (z.B. Ätiologie und Rehabilitation). Unter anderem gehen die Autoren davon aus, dass kognitive Reserve auch bezüglich kognitiver Symptome eine protektive Wirkung entfalten kann. Ist dies der Fall, sollten Patienten mit höherer Reserve geringere kognitive Beeinträchtigungen aufweisen als Patienten mit niedrigerer Reserve. Diese Annahme konnte in einer Untersuchung von Bhalla et al. (2005) nicht bestätigt werden. Die Autoren untersuchten die kognitive Reserve bei einer Gruppe von Patienten mit „late-life-depression“. Dabei wurde Bildung als Stellvertretervariable für Reserve verwendet. Obwohl depressive Patienten in allen Testverfahren geringere Leistungen aufwiesen als gesunde Probanden, wurde kein Unterschied zwischen Patienten mit höherer oder niedrigerer Reserve gefunden. Legendre, Stern, Solomon, Furman & Smith (2003) zeigten bei Verwendung von Bildung und Beruf als Stellvertreter für kognitive Reserve, dass bei depressiven Patienten mit höherer Reserve nach einer elektrokonvulsiven Therapie geringere Gedächtnisbeeinträchtigungen resultierten. Dabei muss angemerkt werden, dass die Untersuchung von Legendre et al. (2003) nicht zwangsläufig einen Zusammenhang zwischen kognitiver Reserve und depressiver Störung belegt, sondern insbesondere eine Verbindung zwischen Reserve und einem Eingriff in die Funktion des Nervensystems.

Neben einer möglichen protektiven Rolle der kognitiven Reserve besteht die Frage, ob das Ausmaß der kognitiven Reserve im Rahmen einer depressiven Störung verringert ist. Bäckman & Forsell (1994) untersuchten die Gedächtnisleistung von älteren depressiven Probanden, indem unterschiedliche kognitive Hilfestellungen vorgegeben wurden. Im Gegensatz zu Kontrollprobanden konnten depressive Probanden ihre

freie Abrufleistung nicht verbessern, wenn die gelernten Wörter semantisch strukturierbar waren und bei der Präsentation länger dargeboten wurden. Eine Beeinträchtigung der Fähigkeit kognitive Hilfestellungen zu nutzen, scheint nach Ansicht der Autoren vor allem dann vorzuliegen, wenn kontrollierte Verarbeitungsmechanismen selbst initiiert werden müssen (Bäckman, Hill & Forsell, 1996). Dieses Ergebnis ist auch im Rahmen kognitiver Reserve von Interesse: Wie erwähnt kann kognitive Reserve als eine Art latentes „Potential“ begriffen werden, auf das zurückgegriffen werden kann, um die eigene Leistungsfähigkeit zu maximieren und schwierigen Aufgaben anzupassen. Im Falle einer verringerten kognitiven Reserve bei Depression wäre zu erwarten, dass Patienten in geringerem Maße von Übungs- oder Trainingsmaßnahmen oder auch kognitive Hilfestellungen profitieren als Gesunde.

Die von Barnett et al. (2006) angestoßene Überlegung bezüglich einer protektiven Wirkung der kognitiven Reserve, ist auch von diagnostischem Interesse: Nicht alle depressiven Patienten weisen kognitive Defizite auf. Wie oben erwähnt, diskutierten Reppermund et al. (2009) verschiedene Subtypen depressiver Patienten. Darunter ein Subtyp, der sich primär durch psychopathologische Symptome, nicht aber durch kognitive Defizite charakterisieren lässt. Alternativ ist denkbar, dass diagnostisch unauffällige Patienten ihre kognitive Reserve nutzen können, um tatsächlich vorhandene Beeinträchtigungen zu kompensieren und in einem klinisch unauffälligen Rahmen zu halten. In diesem Fall wäre möglich, dass kognitive Beeinträchtigungen vor allem dann sichtbar werden, wenn der Übungsgewinn in einer schwierigen Aufgabe erhoben wird. So wurde im Rahmen der Demenzfrüherkennung angenommen, dass kognitive Defizite bei Patienten mit beginnender Demenz vor allem in einem reduzierten Übungsgewinn bestehen, auch wenn noch keine klinisch bedeutsamen Beeinträchtigungen in der herkömmlichen Statusdiagnostik nachweisbar sind (z.B. Schreiber & Schneider, 2007). Inwieweit diese Annahmen auch im Rahmen depressiver Störungen eine Rolle spielen, ist bislang unklar.

## 4 Zahlensymboltest und visuelle Suche

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei Untersuchungsverfahren verwendet, um die kognitive Reserve bei depressiven Patienten und gesunden Probanden zu ermitteln, eine Kodierungsaufgabe (Zahlensymboltest des Wechsler-Intelligenztests für Erwachsene; Aster, Neubauer & Horn, 2006) und ein serielles visuelles Suchparadigma. Der folgende Abschnitt soll Grundprinzipien dieser Untersuchungsverfahren erklären und darstellen, welche kognitiven Fähigkeiten für die Leistungen in beiden Verfahren verantwortlich sind. Da die kognitive Reserve durch ein TtL-Verfahren erhoben wurde, stehen bei dieser Darstellung vor allem Trainings- und Übungsstudien im Vordergrund. Zudem werden Studien beschrieben, die Kodierungsaufgaben und Suchleistungen im Rahmen depressiver Störungen untersucht haben.

### 4.1 Zahlensymboltest und Kodierungsaufgaben

Der Zahlensymboltest (ZST) des Wechsler-Intelligenztests für Erwachsene (Aster et al., 2006) zeichnet sich dadurch aus, dass ein Proband unter Zuhilfenahme eines Kodierungsschlüssels einer Reihe von Zahlen so schnell wie möglich zugehörige Symbole zuordnen muss. Im Rahmen der psychologischen Diagnostik und der kognitiven Grundlagenforschung ist eine große Zahl von Variationen dieser Kodierungsaufgaben eingesetzt worden. Diese unterscheiden sich gewöhnlich in der Art der Items (z.B. Buchstaben-Buchstaben Paare; Piccinin & Rabbitt, 1999) oder in der Anzahl der Itempaare (z.B. bei Salthouse, 1978).

#### 4.1.1 Einflussfaktoren auf Kodierungsaufgaben

##### *Kognitive Architektur*

Obwohl Kodierungsaufgaben schon in der Frühphase psychologischer Diagnostik angewendet wurden, ist der Beitrag unterschiedlicher kognitiver Fähigkeiten noch nicht endgültig geklärt (Joy, Fein, Kaplan & Freedman, 2000). Typischerweise werden Kodierungsaufgaben als Testverfahren zur Ermittlung der psychomotorischen Geschwindigkeit eingesetzt (Lezak et al., 2004). So macht die Durchführung innerhalb einer vor-

gegebenen Zeiteinheit eine schnelle Bearbeitung erforderlich und das schnelle Schreiben der Symbole stellt hohe Anforderungen an die Ausführung motorischer Bewegungen. Während die Rolle der psychomotorischen Geschwindigkeit gut belegt ist, wird in vielen Studien davon ausgegangen, dass andere kognitive Leistungen, darunter Intelligenz (z.B. Murstein & Leipold, 1961) und Gedächtnis (z.B. Salthouse, 1978), eine untergeordnete Rolle spielen. Eine Studie von Joy, Kaplan & Fein (2004) spricht dagegen für einen stabilen, wenn auch schwachen Zusammenhang zwischen Gedächtnisleistungen und den Leistungen im ZST. Wie erwartet zeigten die Autoren eine positive Korrelation zwischen der psychomotorischen Geschwindigkeit (gemessen über das Kopieren der Symbole) und den Leistungen im ZST. Die im Nachhinein ermittelte Fähigkeit, Zahlen-Symbol-Paare zu erinnern sowie die Leistungen im verbalen und visuellen Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis, korrelierten schwächer mit den Testleistungen. Allerdings konnten die Gedächtnisleistungen auch dann noch eine residuale Varianz erklären, wenn für den Einfluss der psychomotorischen Geschwindigkeit kontrolliert wurde. Kognitive Reserve in Kodieraufgaben und ihre Einflussfaktoren wurde in Studien von Yang et al. (2006) und Piccinin & Rabbitt (1999) betrachtet. Piccinin & Rabbitt (1999) untersuchten den Übungsgewinn nach viermaliger Durchführung einer Buchstaben-Buchstaben-Kodieraufgabe bei einer Stichprobe im mittleren und höheren Lebensalter. Während Alter (negativ) und verschiedene kognitive Fähigkeiten (positiv; darunter selektive Aufmerksamkeit/Leistungsgeschwindigkeit, Gedächtnis und induktives Schlussfolgern) mit der Ausgangsleistung zusammenhingen, wurde der Lerngewinn am besten durch Gedächtnisleistungen vorhergesagt. Das erste Ergebnis macht deutlich, dass Kodieraufgaben nicht als reine Testverfahren der psychomotorischen Geschwindigkeit angesehen werden können, sondern Aufmerksamkeitsleistungen, Gedächtnisleistungen und Exekutivfunktionen erfordern. Das zweite Ergebnis lässt vermuten, dass Gedächtnisleistungen für die kognitive Reserve in Kodieraufgaben eine wichtige Rolle spielen. Dabei ist vor allem die Fähigkeit von Bedeutung, testspezifische Itempaare zu erinnern, aber auch grundlegende Gedächtnisleistungen scheinen nicht unerheblich zu sein (Piccinin & Rabbitt, 1999). Yang et al. (2006) untersuchten bei älteren Probanden den Leistungszuwachs nach mehrwöchiger Übung in unterschiedlichen kognitiven Testverfahren, darunter im ZST und in Aufgaben zum schlussfolgernden Denken. Auf Basis der Ergebnisse einer Testbatterie (Geschwindigkeitstests und Wortflüssigkeitstests) er-

folgte eine Einteilung der Stichprobe in Probandengruppen mit guter und schlechter kognitiver Leistungsfähigkeit. Es konnte gezeigt werden, dass die Gruppe mit guter Leistungsfähigkeit höhere Übungsgewinne in den Aufgaben zum schlussfolgernden Denken erzielte. Im ZST wurden dagegen keine unterschiedlichen Übungsgewinne nachgewiesen.

Bislang ist unklar, welche Faktoren mit der kognitiven Reserve im ZST in Zusammenhang stehen. Die Studien von Yang et al. (2006) und Piccinin & Rabbitt (1999) zeigen aber, dass der ZST ein geeignetes Verfahren darstellt, um die kognitive Reserve einer Person zu ermitteln.

### *Bildung*

In der oben beschriebenen Studie von Joy, Kaplan & Fein (2004) konnte ein geringer aber statistisch signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Bildung und der Leistung im ZST nachgewiesen werden. Auch in anderen Untersuchungen konnte ein positiver Zusammenhang gefunden werden (z. B. Mazaux et al., 1995). In einer Metaanalyse über 141 Studien kamen Hoyer, Stawski, Wasylyshyn & Verhaegen (2004) dagegen zu dem Schluss, dass keine bedeutsame Assoziation zwischen Bildung und der Leistung im ZST besteht. In der oben beschriebenen Studie von Yang et al. (2006) wurde außerdem kein Einfluss der Bildung auf den Übungszuwachs im ZST nachgewiesen. Aufgrund der geringen Studienzahl ist unklar, welche Rolle die Bildung für die kognitive Reserve im ZST spielt.

### *Lebensalter*

Typischerweise weisen Kodierungsaufgaben, wie der ZST, eine hohe Alterssensitivität auf (z.B. MacDonald, Hultsch, Strauss & Dixon, 2003; Salthouse, 1992). In der erwähnten Metaanalyse von Hoyer et al. (2004) konnte gezeigt werden, dass Alter 86% der Varianz der Leistung im ZST erklären kann. Piccinin & Rabbit (1999) geben in ihrer Untersuchung einen Überblick über Studien, die den Übungszuwachs in Kodieraufgaben analysierten. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass sowohl junge, als auch ältere Personen substantielle Leistungsverbesserungen nach Übung erreichen. Jüngere Personen scheinen aber mehr von der Übung zu profitieren als ältere Personen.

Dagegen zeigten Piccinin & Rabbit (1999) in ihrer eigenen Untersuchung mit einer Stichprobe im mittleren und höheren Alter (Range 49-95), dass das Lebensalter negativ mit der Ausgangsleistung, nicht aber mit dem Übungsgewinn assoziiert ist. Dieses Ergebnis weist daraufhin, dass der Zusammenhang zwischen Lebensalter auf der einen Seite und Ausgangsleistung oder Übungsgewinn auf der anderen Seite in Kodierungsaufgaben unterschiedlich ausfallen kann. Ob die Ergebnisse von Piccinin & Rabbit (1999) auch für eine Stichprobe mit jüngeren und älteren Probanden gefunden werden können, ist fraglich.

### *Persönlichkeit*

Soweit bekannt, wurden bislang nur wenige Studien durchgeführt, die den Zusammenhang zwischen Leistungen in Kodierungstests und Persönlichkeitsfaktoren explizit analysiert haben. Ashton, Lee Vernon & Jang (2000) untersuchten den Zusammenhang zwischen dem Persönlichkeitsfaktor „Offenheit für Erfahrungen“ und unterschiedlichen kognitiven Leistungen. Die Autoren konnten zeigen, dass hohe Werte in „Offenheit für Erfahrungen“ nur mit Leistungen assoziiert waren, die kristalline Fähigkeiten erforderten. Dagegen wurden keine signifikanten Korrelationen mit Testverfahren gefunden, die eher fluide Fähigkeiten erfassen. Dies galt insbesondere für Testverfahren, die abstrakte Symbole oder Figuren enthielten. So wurden für die Leistung in einem Zahlen-Symbol-Kodierungstest nur eine sehr schwache, nicht signifikante Korrelation mit dem Faktor „Offenheit für Erfahrungen“ gefunden. Da bislang keine Studien durchgeführt wurden, die den Zusammenhang zwischen Persönlichkeit und Übungsgewinnen in Kodierungstests untersucht haben, ist unklar, inwieweit Persönlichkeitsfaktoren und kognitive Reserve hierbei assoziiert sind.

#### **4.1.2 Depression und Kodierungsaufgaben**

Der Zahlensymboltest und vergleichbare Kodieraufgaben sind sehr sensitiv bezüglich Dysfunktionen des zentralen Nervensystems (Lezak et al., 2004). Dies ist nicht überraschend, da, wie oben erläutert, unterschiedliche kognitive Fähigkeiten für die Testleistung verantwortlich sind. Beeinträchtigungen in einer oder mehrerer dieser Fähigkeiten, wie bei depressiven Störungen beschrieben, sollten aufgrund dessen zu verringerten

Leistungen in Kodieraufgaben beitragen. Veil (1997) berichtete in seiner Metaanalyse von deutlichen Defiziten im ZST bei depressiven Patienten. Diese lagen zwischen 0.5 und 1.0 Standardabweichungen unter der Testleistung von Kontrollprobanden. Eine Studie von van Hoof, Jogems-Kosterman, Sabbe, Zitman & Hulstijn (1998) untersuchte die Leistungen im ZST bei depressiven und schizophrenen Patienten und Kontrollprobanden. Der Test wurde dabei mit einem elektronischen Schreibgerät durchgeführt. Die elektronische Durchführung ermöglichte neben der herkömmlichen Analyse des Rohwertes (Anzahl korrekt produzierter Items) auch die Bestimmung der reinen Schreibzeit (Beginn und Ende des Schreibens eines Items) und der Latenz zwischen dem Schreiben (Pausieren zwischen zwei Items). Die Autoren konnten zeigen, dass beide Patientengruppen im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden einen geringeren Rohwert aufwiesen. Während bei beiden Patientengruppen eine längere Latenz nachgewiesen werden konnte, wurde bei Depressiven zusätzlich eine längere Schreibzeit festgestellt. Nach Ansicht der Autoren reflektiert die reine Schreibzeit eher motorische Komponenten, die Latenz dagegen kognitive Komponenten, wie Aufmerksamkeits-, Gedächtnis-, oder Exekutivfunktionen. Die Autoren schlussfolgerten, dass geringeren Leistungen im ZST bei Depression sowohl durch eine motorische Verlangsamung, als auch durch Defizite in kognitiven Prozessen bedingt sind.

Insgesamt scheinen Kodieraufgaben, wie der ZST, auch für kognitive Beeinträchtigungen bei Depression sensitiv zu sein. Es bleibt offen, inwieweit depressive Patienten die kognitive Reserve besitzen, um ihre Leistung durch Übung noch zu verbessern.

## **4.2 Visuelle Suche**

### **4.2.1 Das Paradigma der visuellen Suche**

Visuelle Suche bezieht sich auf die Entdeckung spezifischer Reize unter einer bestimmten Menge ablenkender Reize. Im Alltag können Prozesse dieser Art für unterschiedliche Dinge wichtig sein, z.B. „locating our car in the car-park“ (Wolfe, 2003). Da dies die Integration von visuellen Wahrnehmungsfunktionen und Aufmerksamkeitsleistungen erfordert, kann visuelle Suche als eine Schnittstelle dieser Prozesse betrachtet wer-

den (Mort & Kennard, 2003). Experimentelle Untersuchungen der visuellen Suche werden seit über 30 Jahren unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt (für eine Einführung, s. Müller, 2006; Wolfe, 1998). Ein typisches Suchexperiment besteht darin, dass Probanden einen zuvor definierten Zielreiz (Target) unter einer bestimmten Anzahl randomisiert angeordneter irrelevanter Reize (Distraktoren) suchen müssen. Einzelne Suchbilder werden als Trials bezeichnet, die Gesamtzahl der Reize in einem Suchbild als Set Size. Typischerweise variiert die Set Size in den Trials, und nur in einem bestimmten Prozentsatz der Trials ist ein Target enthalten. Die Aufgabe des Probanden besteht darin, so schnell und so korrekt wie möglich zu entscheiden, ob ein Target im Suchbild enthalten ist, wobei „ja“- und „nein“- Antworten durch Drücken unterschiedlicher Tasten angezeigt werden müssen. Untersucht werden häufig die Suchfunktionen, welche die Reaktionszeiten in Abhängigkeit von der Set Size angeben. Hierbei kann folgende lineare Gleichung angegeben werden:  $\text{Reaktionszeit} = a + b \cdot n$ . Der y-Achsenabschnitt  $a$  stellt dabei die unspezifische Suchzeit/Grundgeschwindigkeit dar,  $n$  die Set Size und  $b$  die Suchrate, also den Anstieg der Reaktionszeit pro Displayreiz. Typischerweise werden Target anwesende und Target abwesende Trials separat ausgewertet, da die Suchzeit Target abwesender Trials meist höher ausfällt. Zusätzlich wird häufig die Suchgenauigkeit analysiert. Hierbei können falsch positive Reaktionen (Reaktion auf ein Target, das nicht vorhanden ist) und falsch negative Reaktionen (Reaktion auf ein fehlendes Target, obwohl ein Target vorhanden war) untersucht werden.

Die Ergebnisse verschiedener visueller Suchaufgaben wurden vor allem im Rahmen der Feature Integration Theory diskutiert (Treisman & Gelade, 1980). Dabei wurden zwei Arten visueller Suchparadigmen untersucht, die „Merkmalsuche“ und die „Konjunktionssuche“. Die Merkmalsuche, bei der sich das Target aufgrund eines einzelnen Merkmals, wie z.B. Farbe, von Distraktoren unterscheidet, wird gemäß der ursprünglichen Feature Integration Theory durch einen „präattentiven“ Suchprozess gelöst. Dieser, als „parallele Suche“ bezeichneter Prozess, verläuft für das gesamte visuelle Feld gleichzeitig (parallel) und ist von der Set Size unabhängig. Auch bei steigender Reizzahl nimmt die Reaktionszeit nicht zu, die Steigung der Suchfunktion liegt somit bei einem Wert nahe Null. Bei der Konjunktionssuche definiert sich das Target über eine Konjunktion zweier oder mehrerer Merkmale, die das Target jeweils mit einer

Subgruppe von Distraktoren gemeinsam hat (z.B. Farbe mit einer Subgruppe und Orientierung mit einer anderen Subgruppe). Für die Entscheidung, ob ein Target in einem Trial vorhanden ist, ist ein „attentiver“ Suchprozess verantwortlich, der selektive Aufmerksamkeit benötigt. Dieser Prozess wird auch als „serielle Suche“ bezeichnet. Da es notwendig ist mehrere Merkmale zu integrieren, um eine Entscheidung zu treffen, erfolgt der Prozess nicht gleichzeitig über das gesamte visuelle Feld, sondern nacheinander (seriell) von Reiz zu Reiz. Die selektive Aufmerksamkeit dient hierbei als „Klebstoff“ für die Integration mehrerer Merkmale (Treisman & Gelade, 1980). Die Reaktionszeit nimmt in Folge dessen linear mit der Set Size zu, was durch die Steigung der Suchfunktionen reflektiert wird. Die ursprüngliche Feature Integration Theory hat in der Aufmerksamkeitsforschung eine enorme Bedeutung erlangt. Jedoch wurde insbesondere die streng dichotome Einteilung in einen parallelen und seriellen Prozess kritisiert (z.B. Cheal & Lyon, 1992; Wolfe, 1998). Dies führte im Laufe der Zeit zu Entwicklungen von modifizierenden und konkurrierenden Theorien (für einen Überblick, s. Quinlan, 2003). Duncan & Humphreys (1989) zeigten zudem, dass Reaktionszeiten bei visuellen Suchaufgaben ansteigen, wenn Target und Distraktoren ähnlich sind und Distraktoren untereinander eine hohe Heterogenität aufweisen. Dies gilt auch dann, wenn nur ein einziges Merkmal zwischen Target und Distraktoren unterschiedlich ist, und damit eine „Merkmalssuche“ erforderlich ist. Typischerweise zeigt sich bei hoher Target-Distraktor-Ähnlichkeit und/oder hoher Heterogenität der Distraktoren auch ein Anstieg der Reaktionszeit bei größerer Set Size.

#### **4.2.2 Kognitive Reserve und Übungstransfer bei Suchaufgaben**

Eine kognitive Reserve in Form verbesserter Leistungen nach Übung oder Training wurde bei visuellen Suchaufgaben sowohl in der Konjunktionssuche (Ellison & Walsh, 1998; Friedman-Hill & Wolfe, 1995: Experiment 3); als auch in einfachen (Ahissar & Hochstein, 1997; Ellison & Walsh, 1998) und schwierigen (Anandam & Scialfa, 1999) Merkmalssuchaufgaben nachgewiesen. Typischerweise wird bei einfachen, parallelen Aufgaben eine Reduktion der Reaktionszeit gefunden. Bei schwierigeren, seriellen Aufgaben wird sowohl eine Reduktion der Reaktionszeit als auch eine Abnahme der Steigung (eine geringere Abhängigkeit von der Set Size) festgestellt, häufig sogar auf einen Wert nahe Null. Dies wurde vielfach als eine Automatisierung der Suchleistung inter-

pretiert (Sireteanu & Rettenbach, 1995; 2000). So zeigten Sireteanu & Rettenbach (1995) bei verschiedenen Merkmalssuchaufgaben, dass bereits nach wenigen hundert Trials eine verringerte Reaktionszeit und ein deutlicher Abfall der Steigung vorlagen. Zudem fanden die Autoren einen Übungstransfer auf Stimuli, die zuvor nicht trainiert wurden. Die Autoren leiteten hieraus ab, dass Übungseffekte bei visuellen Suchaufgaben nicht stimulus- oder aufgabenspezifisch, sondern vielmehr ein Resultat verbesserter Suchstrategien seien. Ein fehlender Transfer auf nicht trainierte Stimuli wurde jedoch von Ellison & Walsh (1998) berichtet. Die Autoren trainierten ihre Probanden entweder mit parallelen Merkmalssuchaufgaben und ermittelten den Transfer auf serielle Konjunktionsaufgaben oder in umgekehrter Reihenfolge. Sowohl bei parallelen, als auch bei seriellen Aufgaben zeigte sich ein Übungsgewinn. Während nach Training der seriellen Konjunktionsaufgaben ein Transfer auf parallele Aufgaben erfolgte, wurde kein Transfer von einem parallelen Training auf serielle Konjunktionsaufgaben gefunden. Die Autoren nahmen daher an, dass Lernprozesse in der visuellen Suche nicht so unspezifisch sind, wie von Sireteanu & Rettenbach (1995) angenommen.

Es lässt sich also zusammenfassen, dass viele Studien eine höhere Effizienz in der Suchleistung durch Übung oder Training finden konnten. Die genaue Ursache dieser Leistungssteigerung ist dabei fraglich (für eine Diskussion, s. Czerwinski, Lightfoot & Shiffrin, 1992).

### **4.2.3 Einflussgrößen auf die Suchleistungen**

#### *Kognitive Architektur*

Da bei einfachen, parallelen Suchaufgaben die Aufmerksamkeit durch saliente Merkmale automatisch auf das Target gerichtet wird, sind Anforderungen an selektive Aufmerksamkeitsressourcen eines Individuums eher gering. Im Gegensatz dazu erfordern schwierige Suchaufgaben ein hohes Maß an selektiver Aufmerksamkeit (Treisman & Gelade, 1980). Insbesondere bei seriellen Suchaufgaben sind neben selektiver Aufmerksamkeit auch die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die Fähigkeit, irrelevante Reize zu inhibieren, von Bedeutung (Hommel, Li & Li, 2004). Die Rolle von Gedächtnisleistungen in der visuellen Suche ist dagegen nicht sofort evident: In einer klas-

sischen Suchaufgabe hat der Proband lediglich die Aufgabe zu erinnern, wonach er suchen soll und wie er auf die Anwesenheit oder Abwesenheit des Zielreizes reagieren muss. Eine wachsende Zahl von Studien zeigt jedoch, dass Gedächtnisfunktionen für die visuelle Suche wichtig sein können. So können Gedächtnisrepräsentationen von Target und Distraktoren zur effizienten Suche innerhalb eines Trials beitragen und Gedächtnisrepräsentationen von Suchbildern die Suche in darauf folgenden Trials erleichtern (für eine Übersicht, s. Müller & Krummenacher, 2006; Woodman & Chun, 2006). Auch exekutive Funktionen können bei Suchaufgaben bedeutsam sein. So zum Beispiel im Rahmen von Entscheidungsprozessen bei der Reaktion (Thomas, Goudemand & Rousseaux, 1999) oder bei seriellen Suchaufgaben im Rahmen der strategischen Ausrichtung selektiver Aufmerksamkeit (Mort & Kennard, 2003).

Variablen der kognitiven Architektur, wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis oder Exekutivfunktionen, die mit der initialen visuellen Suchleistung zusammenhängen, müssen nicht zwangsläufig auch mit der kognitiven Reserve in Verbindung stehen. Einflussfaktoren auf die kognitive Reserve in visuellen Suchaufgaben wurden nur selten systematisch betrachtet. Rogers, Fisk & Hertzog. (1994) untersuchten, inwieweit die Leistung nach intensiver Übung einer semantischen Kategoriensuche durch unterschiedliche kognitive Fähigkeiten vorhergesagt werden konnte. Bei dieser speziellen Art von Suchaufgabe muss aus einem Set von Wörtern das Zielwort identifiziert werden, das mit einer zuvor memorisierten semantischen Kategorie (z.B. vierbeinige Tiere) übereinstimmt. Die Autoren zeigten, dass u.a. die globale kognitive Fähigkeit die initiale Leistung vorhersagen konnte, die Verbesserung der Leistung aber am besten durch die Leistungsgeschwindigkeit (für visuelle Vergleiche) vorhergesagt wurde. Es muss angemerkt werden, dass die von Rogers, Fisk & Hertzog gewählte Aufgabe mit der klassischen visuellen Suche nicht direkt vergleichbar ist, da sie z.B. eine höhere Gedächtnisleistung erfordern (für eine Diskussion, s. Anandam & Scialfa, 1999). Es bleibt offen, inwieweit die Ergebnisse auch für den Übungsgewinn in der klassischen Suche relevant sind.

### *Bildung*

Die Verbindung zwischen der visuellen Suchleistung und Tätigkeiten mit hohen perzeptuellen Anforderungen stand häufig im Fokus der Forschung (z.B. Autofahren: Chap-

man & Underwood, 1998 oder Sport: Savelsbergh, Williams, Van der Kamp & Ward, 2002). Dagegen wurde der Zusammenhang zwischen der visuellen Suche und der Anzahl an Bildungsjahren, soweit bekannt, nicht explizit analysiert. Auch die Assoziation zwischen Bildung und kognitiver Reserve in der visuellen Suche, wurde bislang noch nicht untersucht. Es ist denkbar, dass eine höhere Bildung mit der effizienten Anwendung einer (bewussten oder unbewussten) Suchstrategie einhergeht, die einen Übungsgewinn begünstigt. In diesem Falle wäre zu erwarten, dass vor allem in schwierigen, seriellen Suchaufgaben eine höhere Bildung mit einer höheren kognitiven Reserve verbunden ist.

### *Lebensalter*

Der Einfluss des Alters auf visuelle Suchleistungen wurde vielfach untersucht (z.B. Hommel et al., 2004; Plude & Doussard-Roosevelt, 1989). Häufig wird bei älteren Probanden eine geringere Suchleistung in schwierigen Aufgaben gefunden, während einfache Suchaufgaben unbeeinträchtigt bleiben (Foster, Behrmann & Stuss, 1995 ; Humphrey & Kramer, 1997; Scialfa, Esau & Joffe, 1998). Auch bezüglich der kognitiven Reserve wurden Altersunterschiede beschrieben. So zeigten Untersuchungen mit speziellen Gedächtnissuchaufgaben, dass ältere Probanden nach Übung oder Training einen geringeren Übungsgewinn aufweisen als jüngere Probanden (Fisk, Rogers & Giambra, 1990; W. A. Rogers et al., 1994). Dagegen berichteten Scialfa und Kollegen bei einer Reihe von Untersuchungen mit klassischen visuellen Suchaufgaben keine Unterschiede im Übungsgewinn bei Jung und Alt (Anandam & Scialfa, 1999; Ho & Scialfa, 2002; Scialfa, Jenkins, Hamaluk & Skaloud, 2000). Diese Untersuchungen weisen darauf hin, dass auch ältere Personen die kognitive Reserve besitzen, um visuelle Suchleistungen durch Übung deutlich zu verbessern.

### *Persönlichkeit*

Der Zusammenhang zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und visuellen Suchleistungen wurde nur selten untersucht. Newton et al. (1992) ermittelten bei 123 jungen Probanden den Einfluss unterschiedlicher Persönlichkeitsmerkmale auf die Leistungen in einer einfachen visuellen Suchaufgabe. Die Autoren zeigten, dass höhere Werte des Persön-

lichkeitsfaktors „Extraversion“ mit schnelleren Reaktionszeiten, höhere Werte des Faktors „Neurotizismus“ dagegen mit langsameren Reaktionszeiten (insbesondere bei Target abwesenden Trials) zusammenhängen. Inwieweit die kognitive Reserve in visuellen Suchaufgaben mit Persönlichkeitsfaktoren assoziiert ist, wurde, soweit bekannt, noch nicht untersucht.

#### **4.2.4 Depression und visuelle Suche**

Im Rahmen einer Depression können Defizite in der selektiven Aufmerksamkeit auftreten (Mialet et al., 1996). Auch Entscheidungsprozesse bei Reaktionsaufgaben können beeinträchtigt sein (Thomas et al., 1999). Aus diesem Grund sind Defizite bei visuellen Suchaufgaben im Rahmen depressiver Störungen sehr wahrscheinlich. Überraschenderweise wurden visuelle Suchleistungen bei depressiven Patienten nur selten untersucht. In einer Studie von Hammar (2003) bearbeiteten depressive Patienten und Kontrollprobanden eine visuelle Suchaufgabe, deren Schwierigkeitsgrad durch Zunahme der Target-Distraktor-Ähnlichkeit und der Set Size anstieg. Die Autorin konnte zeigen, dass Depression nur bei hoher Target-Distraktor-Ähnlichkeit und hoher Set Size mit beeinträchtigten Suchleistungen einherging. Einfache Suchtrials blieben dagegen unbeeinträchtigt. Die Studie von Hammar (2003) weist darauf hin, dass kognitive Defizite bei Depression vor allem in schwierigen Suchaufgaben sichtbar werden. Es bleibt offen, ob depressive Patienten die kognitive Reserve besitzen, um ihre Suchleistung durch Übung zu verbessern.

## 5 Fragestellungen der vorliegenden Studie

In der vorliegenden Studie wurde die kognitive Reserve bei Patienten mit unipolarer Depression im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden untersucht. Das Ausmaß der kognitiven Reserve wurde dabei in zwei TtL-Verfahren ermittelt. Hierfür wurden der ZST und eine serielle visuelle Suchaufgabe gewählt. Beide Aufgaben zeichnen sich durch einen kognitiven „Facettenreichtum“ aus (s. Punkt 4). Es wurde erwartet, dass Aufgaben, für die viele kognitive Funktionen bedeutsam sind, für die Ermittlung latenter kognitiver Leistungsreserven besonders geeignet sind. In beiden Verfahren wurden in früheren Untersuchungen substantielle Übungsgewinne nachgewiesen. Auch scheinen sie eine ausreichende Sensitivität für Dysfunktionen des Nervensystems zu besitzen. Es wurde angenommen, dass beide Verfahren dienlich sind, um die individuelle kognitive Reserve zu mobilisieren und Unterschiede zwischen depressiven Patienten und gesunden Probanden aufzudecken. Im Gegensatz zu Studien aus dem Gedächtnisbereich (Baltes & Kliegl, 1992; Kliegl et al., 1989; Singer et al., 2003), wurde für das TtL-Verfahren kein intensives Training verwendet, sondern ein Retestparadigma mit zehn Testwiederholungen. Da in dieser Arbeit das Potential zur Leistungsverbesserung im Vordergrund stand, wurde nicht die Endleistung, sondern der Übungszuwachs betrachtet. Für jeden Probanden sollte im ZST und in der visuellen Suche jeweils eine kognitive Reserve bestimmt werden. Der Verzicht auf spezifische Trainingsprogramme, Hilfestellungen oder Feedback hat neben der höheren Ökonomie den Vorteil, dass Probanden ihre Leistung selbstgesteuert steigern können, ohne auf ungewohnte Strategien zurückgreifen zu müssen. Es wurde davon ausgegangen, dass das TtL-Verfahren mit zehn Testwiederholungen eine gute Einschätzung der latenten kognitiven Leistungsreserven ermöglicht. Folgende erste Fragestellung wurde untersucht:

### **I. Fragestellung: Lässt sich die kognitive Reserve bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden durch die Variablen *kognitive Architektur, Bildungsjahre, Alter, Persönlichkeit und Depressionsschwere (nur Patienten)* vorhersagen?**

Zur Klärung der ersten Fragestellung wurden standardisierte Testverfahren durchgeführt, um Leistungen in der selektiven Aufmerksamkeit, im Kurzzeitgedächtnis, im Arbeitsgedächtnis und im Problemlösen zu bestimmen. Dies sollte eine gute Einschätzung der

kognitiven Architektur eines Probanden in unterschiedlichen kognitiven Leistungsbereichen ermöglichen. Hierbei muss angemerkt werden, dass die Leistungen in diesen Testverfahren bei depressiven Patienten nicht das prämorbide Leistungsniveau reflektieren, sondern den aktuellen Leistungsstatus. Die Persönlichkeit wurde durch einen Fragebogen, die Depressionsschwere durch ein klinisches Interview eruiert.

### *Kognitive Architektur und Bildung*

In vielen neuropsychologischen Studien wurde a priori angenommen, dass kognitive Reserve sowohl mit der kognitiven Architektur, als auch mit spezifischen Aspekten der Lebenserfahrung in Zusammenhang steht, darunter vor allem mit der Anzahl an Bildungsjahren (s. 2.3). Dies beruht auf der Annahme, dass diese Faktoren die Etablierung effizienter kognitiver Strategien und Fertigkeiten und damit die Bildung einer protektiv wirkenden Reserve fördern (Le Carret et al., 2003; Richards & Deary, 2005; Scarmeas & Stern, 2003). In diesen Studien wurden kognitive Architektur und Bildung oft als Stellvertretervariablen für die kognitive Reserve verwendet, wobei nicht immer eine protektive Wirkung nachgewiesen werden konnte (z.B. Christensen et al., 2007). Untersuchungen, in denen das Ausmaß kognitiver Reserve durch ein TtL-Verfahren eingeschätzt wurde, kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während einige Gedächtnisstudien einen Zusammenhang zwischen Reserve und kognitiver Architektur nachweisen konnten (Kliegl et al., 1990; Singer et al., 2003), fanden Übungsstudien mit Kodierungstests entweder keinen Zusammenhang mit der kognitiven Architektur (Yang et al., 2006) oder vorwiegend mit testspezifischen Leistungen (Piccinin & Rabbitt, 1999). Vereinzelt Untersuchungen sprechen zudem gegen einen Zusammenhang zwischen Bildung und kognitiver Reserve (z.B. Singer et al., 2003; Yang et al., 2006). In vorliegender Arbeit wurde erwartet, dass ein TtL-Verfahren mit reiner Testwiederholung eine selbstgesteuerte Strategieranwendung erfordert, unabhängig davon, ob diese Strategien bewusst oder implizit angewendet werden. Es wurde angenommen, dass die kognitive Architektur (Aufmerksamkeitsleistungen, Gedächtnisleistungen und Problemlösefähigkeiten) und die Anzahl der Bildungsjahre diese selbstgesteuerte Leistungssteigerung im ZST und in der visuellen Suche begünstigen. Es wurde erwartet, dass dies sowohl für depressive Patienten, als auch für gesunde Probanden gilt.

### *Lebensalter*

In vielen Studien, die kognitive Reserve durch ein TtL-Verfahren untersuchten, konnte auch für Probanden im höheren Lebensalter eine substantielle kognitive Reserve nachgewiesen werden (s. 2.3). In der Mehrheit der Untersuchungen wurde allerdings ein geringeres Ausmaß kognitiver Reserve bei älteren Probanden im Vergleich zu jüngeren Probanden nachgewiesen. In vorliegender Arbeit wurde das Lebensalter als kontinuierliche Variable in die Analyse einbezogen, um eine artifizielle Trennung von Altersbereichen zu vermeiden. In einer Untersuchung von Piccinin & Rabbitt (1999), wurde kein Zusammenhang zwischen dem Lebensalter als kontinuierlicher Variable und der kognitiven Reserve in einem Kodierungstest gefunden. Die Stichprobe von Piccinin & Rabbitt (1999) umfasste ausschließlich Probanden im mittleren und höheren Lebensalters und die Autoren ermittelten die Leistungssteigerung nach nur vier Testwiederholungen. In vorliegender Arbeit wurden junge und ältere Probanden untersucht und es wurde angenommen, dass zehn Testwiederholungen eine bessere Einschätzung der maximalen Leistungssteigerung ermöglicht. Ein negativer Zusammenhang mit dem Lebensalter sollte dadurch deutlicher zutage treten (s. Baltes & Kliegl, 1992; Kliegl et al., 1990). Sowohl bei depressiven Patienten als auch bei Kontrollprobanden wurde erwartet, dass sich die kognitive Reserve im ZST und in der visuellen Suche durch das Lebensalter vorhersagen lässt. Frühere Untersuchungen konnten einen interagierenden Effekt zwischen Depression und Alter bezüglich kognitiver Leistungen nachweisen (z.B. King, Caine & Cox, 1993). Aus diesem Grund wurde angenommen, dass ein negativer Zusammenhang zwischen Alter und Reserve bei depressiven Patienten sehr deutlich ausfällt.

### *Persönlichkeit*

Vereinzelte Untersuchungen konnten zeigen, dass ein hoher Wert des Faktors „Offenheit für Erfahrungen“ und ein geringer Wert des Faktors „Neurotizismus“ mit einer größeren kognitiven Reserve in Verbindung stehen (Gratzinger et al., 1990; Yesavage, 1989). In der vorliegenden Studie wurde erwartet, dass sich die kognitive Reserve im ZST und in der visuellen Suche durch die Persönlichkeit vorhersagen lässt. Da angenommen wurde, dass bestimmte Persönlichkeitsmerkmale den Erwerb und die systema-

tische Verwendung kognitiver Strategien steuern, sollte ein Zusammenhang zwischen Reserve und Persönlichkeit auch in dem verwendeten Retestparadigma nachweisbar sein. Es wurde weitestgehend ein exploratorisches Vorgehen ohne spezifische Hypothesen gewählt. Aufgrund der Ergebnisse von Gratzinger et al. (1990) und Yesavage (1989) wurde jedoch sowohl für depressive Patienten, als auch für Kontrollprobanden ein positiver Zusammenhang mit dem Faktor „Offenheit für Erfahrungen“ und ein negativer Zusammenhang mit dem Faktor „Neurotizismus“ erwartet.

### *Depressionsschwere*

Das Konzept der kognitiven Reserve wurde nur selten mit depressiven Störungen in Verbindung gebracht. Soweit bekannt, liegen bislang keine Studien vor, die den Zusammenhang zwischen Depressionsschwere und der kognitiven Reserve durch ein TtL-Verfahren untersucht haben. Dagegen wurde die Assoziation zwischen Depressionsschwere und Aufmerksamkeits-, Gedächtnis- und Exekutivfunktionen vielfach analysiert. So kamen McDermott & Ebmeier (2009) in ihrer Metaanalyse zu dem Schluss, dass trotz einer sehr heterogenen Ergebnislage ein negativer Zusammenhang zwischen Kognition und der Schwere der Depression nachweisbar ist. In vorliegender Arbeit wurde erwartet, dass das TtL-Verfahren im ZST und in der visuellen Suche eine hohe kognitive Herausforderung darstellt, die eine maximale Mobilisierung der latenten Leistungsreserven erforderlich macht. Ein negativer Zusammenhang zwischen der Depressionsschwere und der Kognition sollte insbesondere dann zutage treten, wenn das Potential zur Leistungssteigerung betrachtet wird. In vorliegender Untersuchung wurde erwartet, dass die kognitive Reserve im ZST und der visuellen Suche bei depressiven Patienten durch die Depressionsschwere vorhergesagt werden kann: Eine höhere Depressionsschwere sollte mit einer geringeren kognitiven Reserve verbunden sein.

### *Zusatzfragestellung*

Im Rahmen der Frage, inwieweit Zusammenhänge mit der kognitiven Reserve bestehen, sollte überprüft werden, ob eine hohe Reserve im ZST mit einer hohen Reserve in der visuellen Suche einhergeht. Soweit bekannt wurde dies auf funktioneller Ebene noch nicht untersucht. Stern (2009) nahm an, dass auf neuronaler Ebene ein globales

„cognitive reserve network“ existieren könnte, dass durch unterschiedliche kognitive Aufgaben aktiviert wird. Mit einer Untersuchung von Zusammenhängen zwischen kognitiven Reserven in unterschiedlichen Testverfahren kann sich der Frage angenähert werden, ob auch auf funktioneller Ebene eine globale kognitive Reserve nachweisbar ist. Spezifische Annahmen wurden aufgrund der fehlenden Datenlage hierfür nicht aufgestellt.

## **II. Fragestellung: Besteht ein Unterschied in der kognitiven Reserve zwischen depressiven Patienten und Kontrollprobanden?**

Für die Bearbeitung der zweiten Fragestellung wurde das Ausmaß der kognitiven Reserve zwischen depressiven Patienten und gesunden Probanden verglichen. Da bislang keine Untersuchungen zu dieser Fragestellung vorliegen, wurde zum Herleiten spezifischer Annahmen auf Studien zurückgegriffen, die kognitive Statusleistungen bei depressiven Patienten betrachtet haben. Eine Reihe von Studien konnten zeigen, dass Beeinträchtigungen bei Depression insbesondere in schwierigen Aufgaben auftreten (Hartlage et al., 1993; für konträre Ergebnisse, s. Christensen et al., 1997). Bäckman & Forsell (1994) konnten außerdem eine geringere Leistungsverbesserung nach kognitiven Hilfestellungen bei depressiven Patienten nachweisen. Ein TtL-Verfahren stellt eine hohe kognitive Herausforderung dar und erfordert eine maximale Optimierung der Leistung. Aus diesem Grund wurde erwartet, dass depressive Patienten in vorliegender Untersuchung eine geringe kognitive Reserve aufweisen als gesunde Probanden.

## **III. Fragestellung: Besteht ein Unterschied in der kognitiven Reserve zwischen depressiven Patienten ohne klinisch relevanten kognitiven Defiziten (D ohne Defizite) und Patienten mit klinisch relevanten Defiziten (D mit Defiziten)?**

Typischerweise zeigen nicht alle depressive Patienten klinisch relevante kognitive Defizite. So wurde in früheren Untersuchungen nur von einem bestimmten Prozentsatz beeinträchtigter Patienten in unterschiedlichen kognitiven Leistungsbereichen berichtet (z.B. Reppermund et al., 2009). Für die Beantwortung der dritten Fragestellung wurde die depressive Gesamtstichprobe in zwei Subgruppen unterteilt. Grundlage dieser Einteilung waren neben den Testverfahren der kognitiven Architektur, die in die statistische

Analyse eingingen, weitere Leistungen in standardisierten Tests zu Aufmerksamkeits-, Gedächtnis und Exekutivfunktionen. Dabei wurde festgelegt, dass Patienten, die in einem Maß 1,5 Standardabweichungen oder mehr von der testspezifischen Normstichprobe abweichen, kognitiv beeinträchtigt waren. Die Berücksichtigung der klinischen Relevanz von Defiziten ist vor allem von diagnostischem Interesse. So wird in klinischen Studien davon ausgegangen, dass Beeinträchtigungen durch eine protektiv wirkende kognitive Reserve kompensiert werden können. Weiterhin wird in Untersuchungen zur Demenzfrüherkennung angenommen, dass kognitive Defizite vor allem dann sichtbar werden, wenn die kognitive Reserve eines Individuums betrachtet wird (Schreiber & Schneider, 2007). Es ist denkbar, dass auch depressive Patienten bestehende kognitive Beeinträchtigungen kompensieren und in einem klinisch unauffälligen Rahmen halten können. Für Testverfahren der kognitiven Architektur wäre in diesem Fall zu erwarten, dass klinisch unauffällige Patienten numerisch geringere Leistungen als Kontrollprobanden aufweisen, auch wenn diese keine klinische Relevanz (1,5 SD unter der Normstichprobe) erreichen. Insbesondere ist bei klinisch unauffälligen Patienten in diesem Fall eine geringere kognitive Reserve zu erwarten als bei gesunden Probanden. In vorliegender Arbeit wurde angenommen, dass D ohne Defizite eine geringe kognitive Reserve im ZST und in der visuellen Suche aufweisen als Kontrollprobanden. Außerdem wurde erwartet, dass D mit Defiziten eine geringere kognitive Reserve besitzen als D ohne Defizite und Kontrollprobanden.

- **Nebenfragestellung: Ist bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden ein Übungstransfer des TtL-Verfahrens der visuellen Suche auf eine parallele und serielle Suchaufgabe zu finden?**

Im Rahmen einer Nebenfragestellung wurde ein paralleles und seriell-visuelles Suchparadigma mit unterschiedlichen Reizdichten vor und nach dem TtL-Verfahren in der visuellen Suche durchgeführt. In diesem Suchparadigma wurden andere Stimuli verwendet als im TtL-Verfahren. Es wurde untersucht, ob ein Übungstransfer vom TtL-Verfahren auf andere Suchbedingungen nachgewiesen werden kann. Ein Übungstransfer von schwierigen, seriellen Suchaufgaben auf andere serielle und parallele Aufgaben wurde in früheren Untersuchungen berichtet (Ellison & Walsh, 1998; Sireteanu & Rettenbach, 2000). Es wurde angenommen, dass das Suchparadigma im TtL-Verfahren

der vorliegenden Analyse schwierig ist und ein Übungstransfer sowohl auf die serielle Suche als auch auf die parallele Suche gefunden werden kann. Für die parallele und serielle Suchaufgabe wurde eine Reduktion der unspezifischen Suchzeit erwartet, für die serielle Suche zudem eine Reduktion der Suchrate.

## 6 Methode

### 6.1 Untersuchungsdesign

#### *Depressive Patienten*

Die Untersuchung depressiver Patienten erfolgte zu zwei separaten Terminen (s. Tabelle 1). Zur Ermittlung möglicher kognitiver Defizite wurde an einem ersten Termin eine umfassende neuropsychologische Diagnostik durchgeführt. Die Durchführung erfolgte ca. 3 Wochen nach Aufnahme. Etwaige Abweichungen wurden mit dem behandelnden Psychiater abgesprochen, um einen Termin zu finden, an dem die antidepressive Medikation gut eingestellt war, die Patienten untersuchbar, jedoch nicht remittiert waren. Innerhalb eines Zeitraums von maximal 14 Tagen erfolgte die Untersuchung der kognitiven Reserve und ergänzender Variablen zur Ermittlung der kognitiven Architektur, Persönlichkeit und Depressionsschwere. Bei einem Testabstand von mehr als 7 Tagen zwischen neuropsychologischer Diagnostik und Erhebung der kognitiven Reserve wurde der behandelnde Psychiater kontaktiert, um sicher zu stellen, dass zum zweiten Termin keine deutlichen Veränderungen der Psychopathologie bestanden.

*Tabelle 1 Untersuchungsdesign bei depressiven Patienten*

<b>Untersuchung</b>	Neuropsychologische Diagnostik	Kognitive Reserve
<b>Messung</b>	Neuropsychologische Testbatterie zur Ermittlung möglicher kognitiver Defizite	Kognitive Reserve, Architektur, Persönlichkeit, Depression
<b>Zeitpunkt</b>	Ca. 3 Wochen nach Aufnahme	Maximal 14 Tage nach der neuropsychologischen Diagnostik

#### *Kontrollprobanden*

Die Untersuchung gesunder Kontrollprobanden erfolgte zu einem einzigen Termin. Bei einem Großteil (N = 14) der Kontrollprobanden wurden ausschließlich diejenigen Testverfahren oder Fragebögen durchgeführt, die für die statistische Analyse in vorliegender Arbeit relevant waren. Eine umfassendere neuropsychologische Diagnostik wurde nur

bei einer Subgruppe (N = 10) der Kontrollprobanden durchgeführt und ist nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

## **6.2 Stichprobe**

Die Rekrutierung und Datensammlung erfolgte von August 2008 bis Dezember 2009 am Max-Planck-Institut für Psychiatrie und der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Die Teilnahme der gesunden Probanden sowie der depressiven Patienten war freiwillig und erfolgte nach schriftlicher, informierter Zustimmung.

### **6.2.1 Depressive Patienten**

54 depressive Patienten, die am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München stationär oder teilstationär behandelt wurden, nahmen ursprünglich an der Studie teil, wobei 13 Patienten im Nachhinein von der Analyse ausgeschlossen wurden (Gründe für den Ausschluss, s. Tabelle 2). Die endgültige Patientenstichprobe bestand aus 41 Patienten (Soziodemographische Charakteristika, s. Tabelle 3). Einschlusskriterium war eine erste depressive Episode oder eine rezidivierende depressive Störung unterschiedlichen Schweregrades ohne psychotische Symptome. Das Vorliegen einer Depression wurde von erfahrenen Psychiatern nach Kriterien der ICD-10 (Weltgesundheitsorganisation, 1994) diagnostiziert. Patienten mit depressiver Episode im Rahmen einer bipolaren affektiven Störung, sowie Patienten mit depressiver Episode im Rahmen neurologischer oder internistischer Erkrankungen oder vordergründiger weiterer psychischer Störungen wurden von der Studie ausgeschlossen. Weitere Ausschlusskriterien waren eine gegenwärtige oder vergangene Substanzabhängigkeit, eine elektrokonulsive Therapie innerhalb der letzten 3 Monate, ungenügende deutsche Sprachkenntnisse, nicht-korrigierbare visuelle oder auditive Funktionen und motorische Beeinträchtigungen der Schreibhand. Patienten mit Hyper- oder Hypotonie, Diabetes oder einer Schilddrüsenfehlfunktion wurden bei gut eingestellter medikamentöser Behandlung zugelassen. Ein weiteres Ausschlusskriterium war ein Punktwert  $< 24$  im Mini-Mental State Examination der CERAD Testbatterie (MMSE; Basel, 2005). Der mittlere Punktwert des MMSE (Maximum 30) betrug 29.58 (SD = 0.59), ein ausreichendes Instruktions- und Aufgabenverständnis konnte damit vorausgesetzt werden. Das Vorliegen der Einschluss- und Aus-

schlusskriterien wurde durch detaillierte Durchsicht der Krankengeschichte und Entlassungsbriefe, durch Absprache mit dem behandelnden Psychiater und durch ein kurzes soziodemographisches Interview (s. Anhang A) abgeklärt.

*Tabelle 2 Ursache für den nachträglichen Ausschluss bei depressiven Patienten*

<b>Anzahl</b>	<b>Ausschlussgrund</b>
1	MMSE < 24
2	Substanzabhängigkeit in der Vergangenheit
4	Entlassungsdiagnose: Verdacht auf neurologische Erkrankung
1	Bei Erhebung der kognitiven Reserve bereits remittiert
1	Entlassungsdiagnose: Bipolare Störung
4	Zu viel oder zu wenig Zeit zwischen Aufnahme und neuropsychologischer Diagnostik
N = 13	

*Tabelle 3 Soziodemographische Charakteristika depressiver Patienten*

<b>Variable</b>	<b>Depressive Patientenstichprobe</b>	
Alter (Jahre)	M	44.76
	SD	13.39
	Range	18-70
Geschlecht (N)	Weiblich	21
	Männlich	20
Bildungsjahre	M	12.85
	SD	3.91
	Range	8-21

Tabelle 4 zeigt die vom behandelnden Psychiater vergebenen Entlassungsdiagnosen entsprechend des ICD-10 (Weltgesundheitsorganisation, 1994). Bei insgesamt 14 Patienten wurde eine erste depressive Episode, bei insgesamt 27 Patienten eine rezidivierende depressive Störung diagnostiziert. Wie der Tabelle entnommen werden kann, erhielt die Mehrheit (N = 17; 42%) der depressiven Patienten die Diagnose *Rezidivierende depressive Störung, gegenwärtig schwere Episode ohne psychotische Symptome*.

Tabelle 4 Entlassungsdiagnosen und ICD-10 Kodierungen bei depressiven Patienten

ICD-10 Kodierung	Entlassungsdiagnose	Anzahl	%
F 32.1	Mittelgradige depressive Episode	5	12
F 32.2	Schwere depressive Episode ohne psychotische Symptome	9	22
F 33.1	Rezidivierende depressive Störung gegenwärtig mittelgradige Episode	10	24
F 33.2	Rezidivierende depressive Störung, gegenwärtig schwere Episode ohne psychotische Symptome	17	42

Die Medikation depressiver Patienten ist in Tabelle 5 aufgeführt. Da eine große Anzahl unterschiedlicher antidepressiver Medikamente verabreicht wurde, erfolgte eine Einteilung entsprechend ihrer Wirkungsweise in „sedierend“, „nicht sedierend“ und „Kombination sedierend/nicht sedierend“. Wie in der Tabelle ersichtlich, erhielt die Mehrheit der depressiven Patienten eine antidepressive Medikation ohne sedierende Wirkung. Eine geringe Anzahl von Patienten erhielt zusätzlich Benzodiazepine, Lithium oder Neuroleptika.

*Tabelle 5 Medikation der depressiven Patienten*

<b>Medikation und Wirkungsweise</b>		<b>Anzahl</b>
	sedierend	7
Antidepressiva	nicht sedierend	23
	Kombination	11
	sedierend/nicht sedierend	11
Benzodiazepine		4
Lithium		2
Neuroleptika		1

### **6.2.2 Gesunde Kontrollprobanden**

Die gesunde Kontrollstichprobe bestand aus 24 Probanden (Soziodemographische Charakteristika, s. Tabelle 6), welche der Patientenstichprobe bezüglich Alter, Geschlecht und Bildungsniveau angepasst war. Ausschlusskriterien waren neben denjenigen Kriterien, die auch für depressive Patienten galten, eine aktuelle oder vergangene psychische Störung. Das Vorliegen von Ausschlusskriterien wurde sowohl durch ein telefonisches Interview bei Rekrutierung der Kontrollprobanden, als auch durch ein kurzes soziodemographischen Interview am Anfang der Untersuchung abgeklärt (s. Anhang A und B). Die Rekrutierung von 12 Probanden erfolgte an der Ludwig-Maximilians-Universität München im Rahmen eines Dissertationsprojektes von Frau Dipl.-Psych. Maria Emmert. Hierbei handelte es sich um junge Studenten verschiedener Fachrichtungen und ältere Seniorenstudenten. Zehn Probanden wurden von Seiten des Max-Planck-Instituts für

Psychiatrie in München angeschrieben. Zwei Probanden wurden im Rahmen einer Diplomarbeit an der Ludwig-Maximilians-Universität München rekrutiert und entstammten dem Bekanntenkreis der Diplomandin.

*Tabelle 6 Soziodemographische Charakteristika der Kontrollprobanden*

Variable	Gesunde Kontrollprobanden	
Alter (Jahre)	M	43.67
	SD	16.08
	Range	20-70
Geschlecht (N)	Weiblich	13
	Männlich	11
Bildungsjahre	M	13.13
	SD	4.08
	Range	8-21

Der mittlere Punktwert des MMSE (Maximum 30) betrug bei Kontrollprobanden 29.70 (SD 0.48), ein ausreichendes Instruktions- und Aufgabenverständnis konnte damit genau wie bei depressiven Patienten vorausgesetzt werden.

## 6.3 Messinstrumente

### 6.3.1 Neuropsychologische Diagnostik bei Patienten

Zur Bestimmung möglicher kognitiver Defizite bei depressiven Patienten wurde eine umfassende neuropsychologische Diagnostik durchgeführt. Dabei wurden standardisierte Testverfahren zur Ermittlung von Aufmerksamkeits-, Gedächtnis- und Exekutivfunktionen durchgeführt. (Für eine Auflistung der Verfahren, s. Anhang C). Von einem kognitiven Defizit wurde ausgegangen, wenn die Leistung eines Patienten in einem Maß mindestens 1,5 Standardabweichungen unter dem Mittelwert der testspezifischen Normstichprobe lag. Dieses Kriterium wurde gewählt, um eine hohe Spezifität bezüglich kognitiver Defizite zu gewährleisten. Diejenigen Testleistungen der neuropsychologischen Diagnostik, die nicht zur Ermittlung der kognitiven Architektur herangezogen wurden, werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht näher erläutert oder statistisch analysiert. Sie dienten ausschließlich der Einteilung der depressiven Patienten-

stichprobe in eine Untergruppe mit kognitiven Defiziten und eine Untergruppe ohne kognitive Defizite (3. Fragestellung).

### **6.3.2 Kognitive Reserve**

Die Ermittlung der kognitiven Reserve erfolgte durch ein Testing-the-Limits Paradigma (TtL). Hierfür wurde ein einfaches Retest-Paradigma mit zehn direkt aufeinander folgenden Wiederholungen gewählt. Die kognitive Reserve wurde dabei in zwei separaten Testverfahren ermittelt, dem Zahlensymboltest (ZST) aus dem Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (Aster et al., 2006) und der visuellen Suche (Software Programm der Arbeitsgruppe Neuropsychologie des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie in München). Das individuelle Ausmaß der kognitiven Reserve in beiden Verfahren (Reserve-ZST und Reserve-Suche) sollte dabei durch den Übungsgewinn in den zehn Wiederholungen berechnet werden.<sup>1</sup>

#### *Zahlensymboltest*

Beim Zahlensymboltest des Wechsler-Intelligenztests für Erwachsene (Aster et al., 2006) wird ein Kodierungsschlüssel dargeboten, der die Zahlen 1-9 zu spezifischen Symbolen zuordnet. Probanden haben die Aufgabe unter Zuhilfenahme des Schlüssels die korrespondierenden Symbole so schnell und korrekt wie möglich in freie Felder unter vorgegebenen Nummernreihen einzutragen. In vorliegender Studie wurde der identische Test zehn Mal hintereinander vorgegeben, wobei nach jedem Durchgang eine Pause von ca. einer Minute gemacht wurde. Die Bearbeitungszeit wurde von jeweils 120 Sekunden, wie im Handbuch angegeben, auf 90 Sekunden pro Durchgang reduziert, um Deckeneffekte zu vermeiden. In die statistische Analyse wurde die Zahl korrekt zugeordneter Symbole pro Test einbezogen, eine Auswertung der Fehler erfolgte nicht, da diese nur sehr selten vorkamen.

---

<sup>1</sup> Die Berechnung wurde wg. fehlender Übungsgewinne in der vis. Suche nur für den ZST durchgeführt.

*Visuelle Suche (Softwareprogramm der AG Neuropsychologie des MPIP)*

Zur Ermittlung der visuellen Suchleistung saßen die Probanden vor einem 15.4 Zoll Monitor in ca. 40cm Abstand und hatten die Aufgabe zu entscheiden, ob sich ein bestimmter Zielreiz (Target) unter einer Gruppe von Distraktoren befand. Dabei musste bei Anwesenheit des Targets mit dem Zeigefinger die linke Maustaste, bei Abwesenheit mit dem Mittelfinger die rechte Maustaste betätigt werden. Die Probanden bearbeiteten mehrere Blöcke mit einer Pause von ca. einer Minute dazwischen. Jeder Block bestand aus mehreren Trials, wobei das Interstimulusintervall zwischen den Trials 500 - 1500ms (randomisiert) betrug. Die Stimuli wurden dabei so lange präsentiert, bis eine Entscheidung erfolgte. Die Patienten wurden instruiert, den Kopf so wenig wie möglich zu bewegen, vor dem Auftauchen der Stimuli die Monitormitte zu fixieren und bei Erscheinen der Stimuli so schnell und so richtig wie möglich zu antworten.

Zur Ermittlung der kognitiven Reserve wurde ein TtL-Verfahren mit einer schwierigen Suchaufgabe gewählt. Hierfür wurden nacheinander 10 Blöcke durchgeführt, die aus jeweils 20 Trials bestanden. Die Anzahl der Stimuli auf jedem Suchbild (Set Size) lag dabei konstant bei 15 Reizen. Die Probanden hatten die Aufgabe zu entscheiden, ob sich ein grünes Dreieck mit der Spitze nach oben (Target) unter grünen Dreiecken mit der Spitze nach unten (Distraktoren) befand, wobei das Target in 70% der Suchbilder präsent war. Abbildung 1 zeigt einen Beispieltrial dieser Aufgabe. Vor Beginn des TtL-Verfahrens erfolgte ein Übungsblock mit zehn Trials, um Probanden mit dem Paradigma vertraut zu machen. Als Maß für die Suchgeschwindigkeit wurden für jeden der zehn Blöcke Reaktionszeitmediane berechnet, separat für Target-abwesende und Target-anwesende Trials. Als Maß für die Suchgenauigkeit ging für jeden Block ausschließlich die Zahl falsch negativer Fehlreaktionen in die Auswertung ein, da falsch positive Fehlreaktionen selten vorkamen.

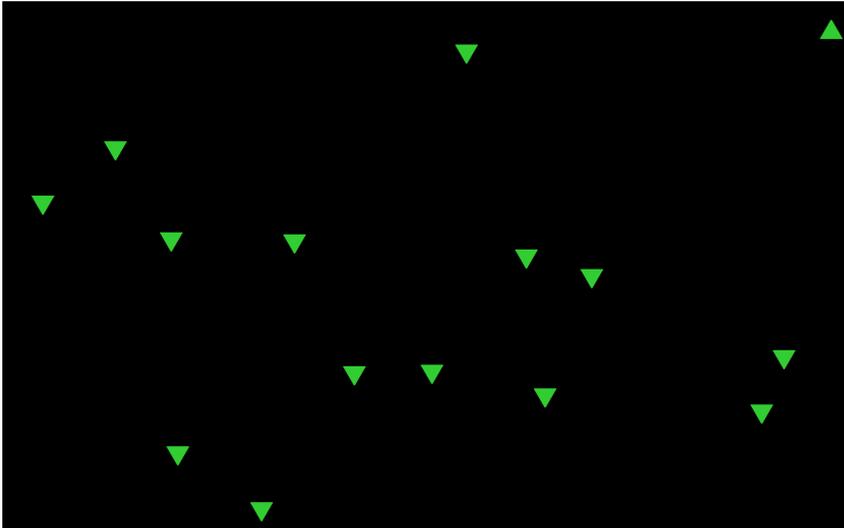


Abbildung 1 Suchaufgabe für das TtL-Verfahren; Target war das Dreieck mit der Spitze nach oben (rechte obere Ecke)

Vor und nach dem TtL-Verfahren der visuellen Suche wurde zusätzlich die parallele und anschließend die serielle visuelle Suchleistung erhoben, um mögliche Transfereffekte auf andere Suchbedingungen abbilden zu können (Zusatzfragestellung). Dabei mussten die Probanden entscheiden, ob sich ein rotes E (Target parallele Suche) oder ein grünes E (Target serielle Suche) unter einer bestimmten Menge grüner F's (Distraktoren) befand (s. Anhang D). Sowohl in der parallelen, als auch in der seriellen Suchbedingung wurden 4 Blöcke durchlaufen, die sich in der Set Size unterschieden (5, 9, 17, 25 Reize). Die Reihenfolge verschiedener Set Sizes wurde dabei für die parallele und serielle Suchbedingung vor und nach dem TtL-Verfahren und für jeden Probanden einzeln randomisiert. Jeder Block bestand aus 20 separaten Trials, die in 55% das Target enthielten. Vor Beginn der parallelen und der seriellen Suche wurde jeweils ein Übungsblock mit zehn Trials und einer Set Size von 14 durchgeführt, um die Probanden mit dem Paradigma vertraut zu machen. Die statistische Analyse erfolgte getrennt für den parallelen und seriellen Suchmodus vor und nach dem TtL-Verfahren und getrennt für Target anwesende und abwesende Trials. Hierbei wurden die unspezifische Suchzeit (Suchzeit unabhängig von der Set Size) und die Suchrate (Anstieg der Suchzeit pro Dis-

playitem) eines jeden Probanden berechnet<sup>2</sup> und statistisch analysiert. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass die Leistungen in der parallelen und seriellen Suchaufgabe nur im Rahmen der Zusatzfragestellung beachtet werden. Die Analyse der anderen Fragestellungen beruht ausschließlich auf den Leistungen des TtL-Verfahrens der visuellen Suche.

### 6.3.3 Kognitive Architektur

Zur Ermittlung der kognitiven Architektur wurden Leistungen der selektiven Aufmerksamkeit, Kurzzeitgedächtnis, Arbeitsgedächtnis und Problemlösen, bestimmt. Die Instruktion, Durchführung und Auswertung der Tests erfolgte nach den Vorgaben der jeweiligen Testhandbücher.

#### *Selektive Aufmerksamkeit: Aufmerksamkeits-Belastungs-Test*

Der Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (d2; Brickenkamp, 2002) umfasst 14 Reihen mit jeweils 47 Items, bestehend aus den Buchstaben d oder p, welche mit 1-4 Strichen (oberhalb und/oder unterhalb der Buchstaben) versehen sind. Die Probanden haben hierbei die Aufgabe so schnell und so akkurat wie möglich d's mit insgesamt zwei Strichen auszustreichen und andere Zeichen zu ignorieren. Pro Reihe beträgt die Bearbeitungszeit 20 Sekunden, wobei Probanden nach Ablauf der Zeit aufgefordert werden, die nächstfolgende Reihe zu bearbeiten. Da für die erfolgreiche Durchführung des d2 eine stetige Reizselektion erforderlich ist (Brickenkamp, 2002), wird die Testleistung im Rahmen der vorliegenden Analyse als Maß für selektive Aufmerksamkeit verwendet. Als globales Maß für Leistungsgüte und Leistungsgeschwindigkeit wurde der Konzentrationsleistungswert (KL-Wert; Anzahl korrekt durchgestrichener Zeichen – Verwechslungsfehler) in die statistische Analyse einbezogen. Zudem wurde als separates Maß für die Leistungsgüte die Zahl der häufig auftretenden Auslassungsfehler betrach-

---

<sup>2</sup> Die Berechnung erfolgte für jeden Probanden durch eine Regressionsanalyse. Die Set Size diente als unabhängige Variable, die Suchzeit als abhängige Variable. Hierdurch wurde für jeden Probanden eine Suchfunktion ermittelt, deren Achsenabschnitt die Grundgeschwindigkeit und deren Steigung die Suchrate darstellt.

tet. Die typischerweise selten auftretenden Verwechslungsfehler (Anzahl falsch durchgestrichener Zeichen) wurden nicht in die Analyse einbezogen.

#### *Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis: Auditive Zahlenspanne vorwärts und rückwärts*

Beim Untertest „auditive Zahlenspanne“ des Wechsler Gedächtnistest-Revidierte Fassung (WMS; Härting et al., 2000) werden den Probanden Zahlenreihen in ansteigender Länge (3 bis maximal 8 Zahlen pro Reihe) vorgelesen, dabei pro Länge zwei unterschiedliche Zahlenreihen. Beim Subtest „Zahlenspanne vorwärts“ haben Probanden die Aufgabe, jede Zahlenreihe in ursprünglicher Reihenfolge wiederzugeben. Im Untertest „Zahlenspanne rückwärts“ müssen sie jede Zahlenreihe in umgekehrter Reihenfolge reproduzieren. Der jeweilige Subtest wird beendet, wenn der Proband beide Zahlenreihen einer Länge falsch wiedergibt. In vorliegender Arbeit ging die Anzahl korrekt wiederholter Zahlenreihen (maximal 12) pro Subtest in die statistische Auswertung ein. Neben dem reinen Halten der Zahlen beim Subtest „Zahlenspanne vorwärts“, ist beim Subtest „Zahlenspanne rückwärts“ auch eine mentale Manipulation des behaltenen Materials erforderlich. Da beide Untertests demnach unterschiedliche Gedächtnisleistungen erfassen (Lezak et al., 2004), wurden sie in der Analyse separat berücksichtigt. Dabei diente die Leistung im Untertest „Zahlenspanne vorwärts“ als Maß für das Kurzzeitgedächtnis, die Leistung im Untertest „Zahlenspanne rückwärts“ als Maß für das Arbeitsgedächtnis.

#### *Problemlösen: Matrizen*

Als Maß für die visuelle Problemlösefähigkeit wurde der Untertest „Matrizen“ aus dem WIE (Aster et al., 2006) verwendet. Dieser Test umfasst 3 Beispielaufgaben und 26 Testaufgaben in ansteigender Schwierigkeit, für deren Bearbeitung keine Zeitbegrenzung besteht. Die Probanden haben hierbei die Aufgabe, eine Anordnung geometrischer Muster korrekt zu vervollständigen, indem eines von fünf möglichen Lösungsmustern ausgewählt werden muss. Der Test wird beendet, wenn vier von fünf Aufgaben in Folge falsch oder nicht beantwortet wurden. Die Testaufgaben lassen sich dabei vier verschiedenen Aufgabentypen zuordnen: Analogiebildungen, seriellles Schlussfolgern, Klassifikationsaufgaben und kontinuierliche und diskrete Mustervervollständigung. Die erfolg-

reiche Lösung der Aufgaben macht es erforderlich, das Konstruktionsprinzip der Muster zu erkennen und erfasst nach Angabe der Autoren das nonverbale schlussfolgernde Denken (Aster et al., 2006). In vorliegender Arbeit wurde die Zahl korrekt beantworteter Aufgaben (maximal 26) in die Auswertung einbezogen.

### **6.3.4 Persönlichkeit**

#### *NEO-Fünf-Faktoren-Inventar*

Das NEO-Fünf-Faktoren-Inventar (NEO-FFI; Borkenau & Ostendorf, 2008) ist ein Fragebogen bestehend aus 60 Aussagen, die sich den fünf Persönlichkeitsfaktoren „Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit“ zuordnen lassen. Jeder der fünf Faktoren wird im Fragebogen durch 12 separate Aussagen repräsentiert. Die Probanden haben dabei die Aufgabe auf einer fünfstufigen Likert-Skala („Starke Ablehnung“ bis „Starke Zustimmung“) anzugeben, inwieweit die jeweilige Aussage auf sie persönlich zutrifft. In vorliegender Arbeit wurde für Bearbeitung und Auswertung des NEO-FFI eine computerisierte Fragebogenversion verwendet. In die statistische Analyse ging der Punktwert für jeden der fünf Faktoren ein. Dieser errechnet sich durch die Aufsummierung der Punktwerte der 12 zugehörigen Aussagen. Wurde eine Aussage ausgelassen, wurde der Summenwert an der Zahl beantworteter Aussagen gewichtet. Jede Person erhält daher einen Punktwert für jeden der fünf Persönlichkeitsfaktoren. Hohe Werte im Faktor „Neurotizismus“ implizieren eine hohe Nervosität und Ängstlichkeit. Hohe Werte im Faktor „Extraversion“ stehen für eine hohe Geselligkeit, Aktivität und Heiterkeit. Hohe Werte im Faktor „Offenheit für Erfahrung“ reflektieren Kreativität, Wissbegier und Wertschätzung neuer Eindrücke. Personen mit hohen Werten im Faktor „Verträglichkeit“ können als altruistisch und verständnisvoll charakterisiert werden. Der Faktor „Gewissenhaftigkeit“ unterscheidet ordentliche und disziplinierte von nachlässigen Personen.

### 6.3.5 Depressionsschwere

#### *Montgomery Asberg Depression Rating Scale*

Die Montgomery Asberg Depression Rating Scale (MADR-S; Montgomery & Asberg, 1979) ist ein Fremdbeurteilungsinstrument zur psychometrischen Beurteilung depressiver Symptome im Rahmen einer bereits diagnostizierten Depression. Sie besteht aus folgenden zehn Items, welche typische Symptome einer Major Depression repräsentieren: sichtbare Traurigkeit, mitgeteilte Traurigkeit, innere Anspannung, reduzierter Schlaf, reduzierter Appetit, Konzentrationsschwierigkeiten, Antriebsmangel, Gefühl der Gefühllosigkeit, pessimistische Gedanken und Suizidgedanken. Der Beurteiler hat die Aufgabe auf Grundlage einer psychiatrischen Exploration jedes Item auf einer 6-stufigen Skala einzuschätzen, wobei die Stufen 0, 2, 4 und 6 verbal beschrieben werden. Da von den Autoren kein Interviewleitfaden vorgegeben wurde, wurde in der vorliegenden Arbeit auf einen Leitfaden von Iannuzzo, Jaeger, Goldberg, Kafantaris & Sublette (2006) zurückgegriffen. Dieser beinhaltet mehrere Fragen zur Einschätzung jedes Items, welche zunächst allgemein und anschließend spezifischer formuliert sind. Die Einschätzung bezieht sich dabei auf einen Zeitraum der letzten 7 Tage. Der Gesamtpunktwert (Minimum = 0, Maximum = 60) errechnet sich durch die Summierung der Einzelpunktwerte. Dieser Wert erlaubt es, eine bereits diagnostizierte Depression einem von vier Schweregraden zuzuordnen: 0-12 Punkte = geheilt, 13-21 Punkte = leichte Depression, 22-28 Punkte = mäßige Depression, 29-60 = schwere Depression.

#### *Beck-Depressions-Inventar (Revision)*

Das revidierte Beck-Depressions-Inventar (BDI-II; Hautzinger, Keller & Kühner, 2006) ist ein Selbstbeurteilungsinstrument, zur Ermittlung der Schwere einer Depression. Der Fragebogen beinhaltet 21 Items, welche an die Kriterien einer Major Depression im DSM-IV angelehnt sind. Pro Item werden vier Aussagen vorgegeben, die eine ansteigende Schwere der Symptomatik reflektieren. Damit kann pro Item ein Punktwert von 0 bis 3 vergeben werden. Der Gesamtpunktwert ergibt sich aus der Aufsummierung der Einzelpunktwerte und reicht von 0 bis 63 Punkten. Der Gesamtpunktwert kann dabei in

folgende Kategorien eingeteilt werden: 0-8 Punkte = keine Depression, 9-13 Punkte = Minimale Depression, 14-19 = Leichte Depression, 20-28 = Mittelschwere Depression, 29-63 = Schwere Depression.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Depressionsschwere depressiver Patienten durch die MADR-S bestimmt. Zusätzlich wurde bei einer Subgruppe der Patienten (N = 33) das BDI-II eingesetzt. Da nicht für alle depressiven Patienten Ergebnisse des BDI II vorlagen, beruht die Analyse der Fragestellungen primär auf Punktwerten der MADR-S.

Bei Kontrollprobanden wurden entweder beide Verfahren (N = 10) oder nur die MADR-S (N = 6) bzw. das BDI-II (N = 8) erhoben. Die Punktwerte wurden dabei nicht in die statistische Analyse einbezogen, sondern dienten als Ausschlusskriterium im Falle der Überschreitung eines Grenzwertes, der mit leichter Depression assoziiert ist (MADR-S: 13; BDI-II: 14). Da keiner der gesunden Kontrollprobanden diesen oder einen höheren Punktwert aufwies, wurden alle Kontrollen in die Analyse eingeschlossen.

## **6.4 Untersuchungsablauf**

Die Untersuchungen wurden als Einzelsitzungen in den Räumen des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie bzw. der Ludwig-Maximilians-Universität in München durchgeführt. Die Untersuchung depressiver Patienten erfolgte ausschließlich durch den Autor der vorliegenden Arbeit, die Untersuchung von Kontrollprobanden erfolgte durch den Autor und gut trainierte, experimentell erfahrene Psychologen und Diplomanden.

### **6.4.1 Untersuchungsablauf bei gesunden Kontrollprobanden**

Vor Beginn der Untersuchung wurden die Kontrollprobanden instruiert, keine größere Mengen Kaffee zu konsumieren und 24 Stunden vor der Untersuchung keinen Alkohol oder Schlaf- und Beruhigungsmittel einzunehmen. Zu Beginn erfolgte ein kurzes soziodemographisches Interview, welches der Abklärung möglicher Ausschlusskriterien diente und das telefonische Screening bei Rekrutierung der Probanden ergänzte. Die Ermittlung der kognitiven Reserve, kognitiven Architektur, Persönlichkeit und die Er-

hebung einer möglichen depressiven Symptomatik (Ausschlussgrund) wurden in folgender Reihenfolge durchgeführt:

- Depressive Symptomatik: BDI-II<sup>3</sup>
- Kognitive Architektur: d2; Zahlenspannen vorwärts; Zahlenspannen rückwärts
- Reserve-ZST: TtL-Verfahren
- Persönlichkeit: NEO-FFI
- Kognitive Architektur: Matrizen
- Reserve-Suche und parallele/serielle Suche:
  - Parallele/serielle Suche
  - TtL-Verfahren
  - Parallele/serielle Suche
- Depressive Symptomatik: MADR-S
- Schriftliche Zustimmung zur Verwendung der Daten

Die Reihenfolge der Maße zur Erhebung der kognitiven Reserve im ZST und in der visuellen Suche wurde über die Probanden ausgeglichen, um systematische Reihenfolgeeffekte zu vermeiden. Insgesamt nahm die Untersuchung ca. 120 Minuten in Anspruch.

#### **6.4.2 Untersuchungsablauf bei depressiven Patienten**

Die Untersuchung depressiver Patienten erfolgte zu zwei separaten Terminen, einem ersten Termin zur umfassenden neuropsychologischen Diagnostik und einem zweiten Termin zur Ermittlung der kognitiven Reserve, weiterer Variablen der kognitiven Architektur, Persönlichkeit und der Depressionsschwere. Diejenigen Verfahren der kognitiven Architektur, die bereits in der neuropsychologischen Diagnostik durchgeführt wurden, wurden zum zweiten Termin nicht wiederholt, sondern gingen direkt in die Analyse ein. Die Reihenfolge der Testverfahren entsprach der Reihenfolge bei gesunden

---

<sup>3</sup> In manchen Fällen wurden entweder nur der BDI-II oder nur die MADR-S erhoben

Kontrollprobanden. Der erste Termin nahm insgesamt ca. 120 Minuten, der zweite Termin ca. 60 Minuten in Anspruch, wobei beim zweiten Termin zwischen dem TtL-Verfahren im ZST und der visuellen Suche eine hinreichend lange Pause gemacht wurde, um den Ablauf bei Kontrollprobanden und Patienten vergleichbar zu halten.

## 6.5 Hypothesen

### I. Fragestellung: Lässt sich die kognitive Reserve bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden durch die Variablen *kognitive Architektur, Bildungsjahre, Alter, Persönlichkeit und Depressionsschwere (nur Patienten)* vorhersagen?

Bei depressiven Patienten und bei Kontrollprobanden lässt sich der Übungsgewinn im ZST und in der visuellen Suche folgendermaßen vorhersagen:

- 1. Hypothese:** Der Übungsgewinn lässt sich aus der kognitiven Architektur vorhersagen<sup>4</sup>: Bessere Leistungen im d2 (hoher KL, geringe Auslassungsfehler), in den Spannen vorwärts, in den Spannen rückwärts und in den Matrizen gehen mit einem größeren Übungsgewinn einher.
- 2. Hypothese:** Der Übungsgewinn lässt sich aus den Bildungsjahren vorhersagen: Eine höhere Anzahl an Bildungsjahren geht mit einem größeren Übungsgewinn einher.
- 3. Hypothese:** Der Übungsgewinn lässt sich aus dem Lebensalter vorhersagen: Ein niedrigeres Lebensalter geht mit einem größeren Übungsgewinn einher.
- 4. Hypothese:** Der Übungsgewinn lässt sich aus der Persönlichkeit vorhersagen: Geringere Werte im Faktor „Neurotizismus“ und höhere Werte im Faktor „Offenheit für Erfahrungen“ gehen mit einem größeren Übungsgewinn einher.

---

<sup>4</sup> Auch die Ausgangsleistungen im ZST und in der visuellen Suche stellen ein Maß für die kognitive Architektur dar. Da in die Berechnung der kognitiven Reserve die Ausgangsleistung einbezogen wird, werden nur unabhängige Maße der kognitiven Architektur für die Untersuchung von Zusammenhängen verwendet.

Bei depressiven Patienten lässt sich der Übungsgewinn im ZST und in der visuellen Suche folgendermaßen vorhersagen:

**5. Hypothese:** Der Übungsgewinn lässt sich aus der Depressionsschwere vorhersagen: Geringere Werte in der MADR-S gehen mit einem höheren Übungsgewinn einher.

## **II. Fragestellung: Besteht ein Unterschied in der kognitiven Reserve zwischen depressiven Patienten und Kontrollprobanden?**

**6. Hypothese:** Depressive Patienten und Kontrollprobanden unterscheiden sich bezüglich des Übungsgewinns im ZST und in der visuellen Suche: Depressive Patienten zeigen einen geringeren Übungsgewinn als Kontrollprobanden.

## **III. Fragestellung: Besteht ein Unterschied in der kognitiven Reserve zwischen depressiven Patienten ohne klinisch relevanten kognitiven Defiziten (D ohne Defizite) und Patienten mit klinisch relevanten Defiziten (D mit Defiziten)?**

**7. Hypothese:** Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten unterscheiden sich im Übungsgewinn im ZST und in der visuellen Suche:

**7.1** Kontrollprobanden zeigen einen höheren Übungsgewinn als D ohne Defizite und D mit Defiziten.

**7.2** D ohne Defizite zeigen außerdem einen höheren Übungsgewinn als D mit Defiziten.

In der vorliegenden Arbeit wurden außerdem Zusammenhänge zwischen der Ausgangsleistung in ZST/visueller Suche und der kognitiven Architektur, den Bildungsjahren, dem Lebensalter, der Persönlichkeit und der Depressionsschwere untersucht. Zudem wurden Gruppenunterschiede in den Testverfahren der kognitiven Architektur und in der Ausgangsleistung des ZST und der visuellen Suche berechnet. Diese Analysen standen nicht im Fokus der Arbeit sondern dienten dazu, Ergebnisse im Zusammenhang mit den Fragestellungen besser interpretieren zu können. Annahmen für die statistischen Analysen finden sich im Anhang E.

- **Nebenfragestellung: Ist bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden ein Übungstransfer des TtL-Verfahrens der visuellen Suche auf eine parallele und serielle Suchaufgabe zu finden?**

**Nebenhypothese:** Ein Übungstransfer findet sich auf die parallele und die serielle Suchaufgabe: Die unspezifische Suchzeit nach der Übung im TtL-Verfahren ist bei Patienten und Kontrollprobanden in beiden Suchaufgaben reduziert, in der seriellen Suchaufgabe ist zusätzlich eine reduzierte Suchrate nachweisbar.

## 6.6 Hinweise zur Datenauswertung

Die Aufbereitung und Auswertung der Daten und die Erstellung von Grafiken erfolgte durch SPSS 17.0<sup>®</sup> und Microsoft Excel (2003)<sup>®</sup> für Windows.

Das Ausmaß der kognitiven Reserve jedes einzelnen Probanden sollte als Übungsgewinn über die 10 Wiederholungen im TtL-Verfahren des ZST und der visuellen Suche ermittelt werden. Hierfür sollte eine Berechnungsmethode angewendet werden, die den individuell maximalen Übungsgewinn reflektiert. Auf Grundlage der Ergebnisse im TtL-Verfahren des ZST wurde die Reserve-ZST als Differenz zwischen Maximalleistung und Ausgangsleistung berechnet (nähere Angaben zur Berechnung, s. 4.3). Aufgrund fehlender Übungsgewinne im TtL-Verfahren der visuellen Suche konnte dagegen keine kognitive Reserve der visuellen Suchleistung berechnet werden. Die Analyse beschränkte sich daher auf die Suchzeiten und die Suchgenauigkeit im ersten Suchblock.

Gruppenvergleiche bezüglich normalverteilter Variablen wurden mit Hilfe parametrischer Verfahren durchgeführt: Für Gruppenvergleiche zwischen Kontrollprobanden und depressiven Patienten wurden unabhängige *t*-Tests berechnet. Bei Gruppenvergleichen zwischen Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten, wurden univariate Varianzanalysen verwendet. Lag ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Gruppe“ vor, wurden multiple post-hoc Vergleiche der mittleren Differenz berechnet, wobei eine Bonferroni-Adjustierung der Freiheitsgrade erfolgte. Vergleiche innerhalb von Gruppen (Prä/Post-Suchleistung bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden) wurden durch abhängige *t*-Tests berechnet. Gruppenvergleiche bezüglich

nicht normalverteilter Variablen (kognitive Architektur, Fehlreaktionen in der visuellen Suche) erfolgten durch nonparametrische Verfahren: Für Gruppenvergleiche zwischen Kontrollprobanden und depressiven Patienten wurden Mann–Whitney-*U*-Tests berechnet. Für Gruppenvergleiche zwischen Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten wurden Kruskal-Wallis-Tests berechnet. Zeigte sich hierbei ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Gruppe“, wurden post-hoc Mann-Whitney-*U*-Tests durchgeführt, um zu bestimmen, durch welche Gruppenunterschiede der Haupteffekt zustande kam. Gruppenvergleiche bezüglich dichotomer Variablen (Geschlecht) wurden mit dem Chi-Quadrat-Test berechnet.

Um Zusammenhänge zwischen Variablen zu bestimmen, wurden einfache Korrelationen berechnet. Waren nicht normalverteilte Variablen involviert, wurden Kendalls-Tau-*b* Korrelationskoeffizienten berechnet, bei normalverteilten Variablen wurden Pearson-Korrelationskoeffizienten bestimmt. Zur Vorhersage der Reserve-ZST wurden einfache und multiple Regressionsanalysen durchgeführt, wobei bei multiplen Regressionsanalysen alle Variablen gleichzeitig in die Analyse eingeschlossen wurden.

Wurden im Rahmen einer globalen Hypothese mehrere Einzeltests berechnet<sup>5</sup>, wurden *p*-Werte mit Hilfe der Bonferroni-Holm-Prozedur<sup>6</sup> korrigiert, um eine Kumulierung des  $\alpha$ -Fehlers zu vermeiden. Das Signifikanzniveau wurde bei allen Untersuchungen auf  $p \leq .05^*$  bzw.  $p \leq .01^{**}$  gesetzt. Berichtet werden ausschließlich korrigierte *p*-Werte. Zudem werden zugehörige Kenngrößen (z.B. *t*-Werte, *F*-Werte) und Freiheitsgrade aufgeführt.

---

<sup>5</sup> Obwohl Hypothesen für depressive Patienten und Kontrollprobanden und für Leistungen im ZST und in der visuellen Suche zusammengefasst wurden, wurden Korrekturen zur Vermeidung der  $\alpha$ -Fehlerinflation nur innerhalb der Gruppe und separat für den ZST und die visuellen Suche berechnet. Dadurch sollte eine unproportionale Reduktion der statistischen Power vermieden werden.

<sup>6</sup> Bei der Bonferroni-Holm-Prozedur werden *p*-Werte ihrer Größe nach (kleinste zuerst) sortiert. Anschließend wird der erste *p*-Wert mit *k* multipliziert, wobei *k* die Anzahl der Testverfahren unter gleicher Hypothese bezeichnet. Der zweite *p*-Wert wird nunmehr mit *k*-1 multipliziert, der dritte *p*-Wert mit *k*-2 etc.

## 7 Ergebnisse

Im folgenden Ergebnisteil werden zunächst unterschiedliche deskriptive Statistiken berichtet. Anschließend werden Ergebnisse in Zusammenhang mit Gruppenvergleichen aufgeführt. Danach folgt die Ergebnisdarstellung zur Vorhersage der Reserve-ZST. Im Anschluss wird die Einteilung der depressiven Stichprobe in Subgruppen beschrieben und die Ergebnisse der Gruppenvergleiche aufgeführt. Im letzten Abschnitt werden Ergebnisse berichtet, die in Zusammenhang mit der Untersuchung des Übungstransfers auf eine parallele und serielle Suchaufgabe ermittelt wurden.

### 7.1 Deskriptive Statistik: Depressionsschwere

Bei depressiven Patienten ( $N = 41$ ) wurde die Schwere der Depression durch die MADR-S eingeschätzt. Zusätzlich wurde bei 33 depressiven Patienten der BDI-II durchgeführt. Der Wert der MADR-S lag im Mittel bei 19.80 Punkten ( $SD = 10.42$ ) mit einem Range von 3-45 Punkten. Der Wert des BDI-II betrug im Mittel 21.12 Punkte ( $SD = 10.69$ ) mit einem Range von 3-46 Punkten. Die depressive Symptomatik wies demnach eine hohe Variationsbreite auf und lag gemäß der Testhandbücher zwischen „geheilt“ (MADR-S: 0-12 Punkten) bzw. „keine Depression“ (BDI-II: 0-8 Punkte) und „schwer“ (MADR-S: 29-60 Punkte; BDI-II: 29-63 Punkte). Hierbei muss angemerkt werden, dass keiner der Patienten, deren Punktwert der Interpretation „geheilt“ oder „keine Depression“ entsprach, zum Zeitpunkt der Untersuchung von Seiten des behandelnden Psychiaters als remittiert beurteilt wurde. Zudem wurde keiner der Patienten innerhalb von zwei Wochen nach der Untersuchung entlassen. Aus diesem Grund wurde kein depressiver Patient aufgrund der Ergebnisse der MADR-S oder des BDI-II von der Analyse ausgeschlossen.

### 7.2 Deskriptive Statistik: Persönlichkeit

Tabelle 7 zeigt die gemessenen Werte des NEO-FFI für die Persönlichkeitsfaktoren „Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit, Gewissenhaftigkeit“ und die Prozentränge relativ zur Normstichprobe.

Tabelle 7 Gemessene Werte des NEO-FFI für Kontrollprobanden und depressive Patienten

Variablen		Kontrollprobanden	Patienten
Neurotizismus	M (SD)	14.88 (6.82)	27.39 (8.75)
	Range	2 – 25	5 – 47
	M PR (SD)	30.13 (23.85)	71.46 (25.96)
	Range PR	0.29-27.27	0.98-99.83
Extraversion	M (SD)	28.29 (6.55)	23.61 (7.60)
	Range	17 – 43	9 – 37
	M PR (SD)	54.54 (28.10)	38.02 (31.10)
	Range PR	5.80-99.48	0.57-94.83
Offenheit	M (SD)	30.13 (6.48)	29.71(6.98)
	Range	16 – 38	17 – 44
	M PR (SD)	54.33 (29.99)	49.85 (31.46)
	Range PR	1.66-88.81	2.93-99.60
Verträglichkeit	M (SD)	31.42 (5.11)	31.00 (5.39)
	Range	13 – 41	20 – 39
	M PR (SD)	54.06 (30.25)	53.54 (30.53)
	Range PR	8.50-97.93	3.90-96.44
Gewissenhaftigkeit	M (SD)	36.17 (6.18)	30.68 (7.17)
	Range	21 – 46	12 – 46
	M PR (SD)	66.63 (29.03)	42.48 (30.53)
	Range PR	3.39-98.85	0.34-98.85

Anmerkung M = Mittelwert; SD = Standardabweichung; PR = Prozentrang relativ zur bevölkerungsrepräsentativen Normstichprobe

Bei deskriptiver Betrachtung der Werte fällt auf, dass depressive Patienten insbesondere erhöhte Werte im Faktor „Neurotizismus“ aufweisen, die im Vergleich zur Normstichprobe über dem Mittelwert lagen. Dagegen lagen die „Neurotizismus“-Werte bei Kontrollprobanden unter dem Mittelwert der Normstichprobe. Die Ausprägung aller anderen Persönlichkeitsfaktoren lag sowohl bei depressiven Patienten, als auch bei Kontrollprobanden bezüglich der Normstichprobe weitestgehend im mittleren Bereich.

## 7.3 Deskriptive Statistik: TtL-Verfahren im Zahlensymboltest

### 7.3.1 Leistung in den Durchgängen 1-10

Abbildung 2 zeigt die Leistung (Anzahl richtig gelöster Zeichen) in den Durchgängen 1-10 des ZST für Kontrollprobanden und depressive Patienten. Die deskriptive Darstellung lässt in beiden Gruppen einen Leistungszuwachs erkennen, wobei die Leistung im 10. Durchgang sowohl bei depressiven Patienten ( $t(39) = 11.06, p < .000$ ) als auch bei Kontrollprobanden ( $t(23) = 11.53, p < .000$ ) signifikant höher war, als die Leistung im 1. Durchgang.

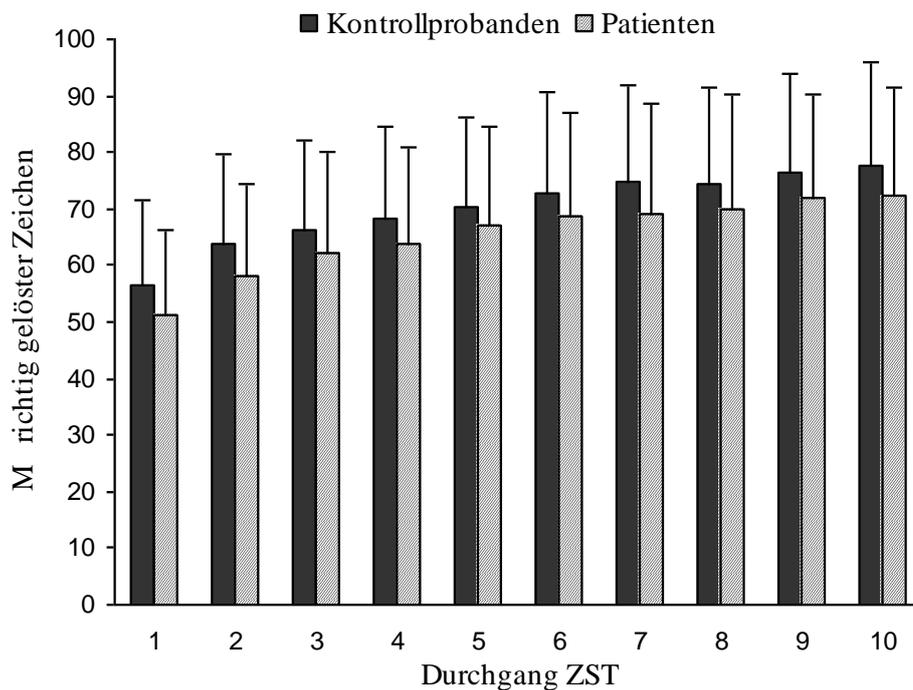


Abbildung 2 Leistungen im ZST in den Durchgängen 1-10 für Kontrollprobanden und depressive Patienten; Balken zeigen Mittelwerte (M) richtig gelöster Zeichen; Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen.

In Tabelle 8 wird die Veränderung der Leistung von einem Durchgang zum nächsten für beide Gruppen aufgeführt. Den größten Leistungszuwachs zeigten beide Gruppen bei erster Wiederholung des ZST, also vom 1. zum 2. Durchgang. Mit Ausnahme einer leichten Leistungsreduktion vom 7. zum 8. Durchgang in der Kontrollgruppe, zeigten beide Gruppen einen stetigen, aber geringeren Leistungszuwachs in allen weiteren Durchgängen des ZST.

Tabelle 8 Veränderung der Leistung im ZST von einem Durchgang zum nächsten bei Kontrollprobanden und depressiven Patienten

ZST Durchgang	Kontrollprobanden		Patienten	
	M	SD	M	SD
1 – 2	7.08	3.03	6.70	6.41
2 – 3	2.46	3.32	4.03	5.59
3 – 4	2.25	5.89	1.58	5.44
4 – 5	2.00	4.24	3.35	4.69
5 – 6	2.54	4.71	1.90	4.21
6 – 7	2.04	4.93	0.30	4.75
7 – 8	-0.50	5.71	0.88	5.18
8 – 9	2.08	6.09	1.68	6.68
9 – 10	0.88	6.21	0.73	4.73

Anmerkung z.B. 1 – 2 = von Durchgang 1 zu Durchgang 2; M = Mittelwert der Leistungsveränderung; richtig gelöste Zeichen; SD = Standardabweichung

### 7.3.2 Berechnung der Reserve-ZST

Tabelle 9 zeigt die Anzahl, Prozentzahl und kumulierte Prozentzahl der Kontrollprobanden und depressiven Patienten mit bester Leistung bei einem Durchgang des ZST.

Bei Betrachtung der kumulierten Prozentzahlen fällt auf, dass 50% der Kontrollprobanden und 50% der depressiven Patienten bis zum 9. Durchgang ihre Maximalleistung erreichte. Der Rest erbrachte erst beim 10. Durchgang die beste Leistung.

*Tabelle 9 Anzahl (N); % ; kumulierte % (kum %) der Kontrollprobanden und depressiven Patienten mit der besten Leistung bei einem Durchgang des ZST*

<b>ZST Durchgang</b>	<b>Kontrollprobanden</b>			<b>Patienten</b>		
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>kum %</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>kum %</b>
1	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3	1	4.20	4.20	0	0.00	0.00
4	0	0.00	4.20	1	2.50	2.50
5	0	0.00	4.20	2	5.00	7.50
6	1	4.20	8.40	3	7.50	15.00
7	2	8.30	16.70	5	12.50	27.50
8	2	8.30	25.00	6	15.00	42.50
9	8	33.30	58.30	10	25.00	67.50
10	10	41.70	100.0	13	32.50	100.00

*Anmerkung % und kum % werden gerundet angegeben*

Dies impliziert, dass die Mehrheit der Probanden auch im späteren Verlauf des TtL-Verfahrens ihre Leistung steigern konnte. Da die individuelle Maximalleistung nicht zwangsläufig beim 10. Durchgang erfolgte, wurde zur Berechnung der individuellen Reserve-ZST für jeden Probanden die Ausgangsleistung (Erster Durchgang; ZST 1) von der Maximalleistung (Bester Durchgang; ZST max) subtrahiert. Die individuelle Reserve-ZST reflektiert daher den maximalen Übungsgewinn eines jeden Probanden.

## 7.4 Deskriptive Statistik: TtL-Verfahren in der visuellen Suche

### 7.4.1 Leistung in den Blöcken 1-10

#### *Suchzeiten*

Da die Suchzeit eines depressiven Patienten durchwegs 2 SD über der mittleren Suchzeit der Patientengruppe lag, wurde dieser Patient von der Analyse ausgeschlossen. Die nachfolgende Analyse beruht daher auf  $N = 40$  Patienten. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Suchzeiten (Mittelwerte der Reaktionszeitmediane) in den Blöcken 1-10 der visuellen Suche für Kontrollprobanden und depressive Patienten in Target anwesenden und Target abwesenden Trials. Bei Vorliegen eines Leistungszuwachses ist eine Abnahme der Suchzeiten über die Blöcke 1-10 zu erwarten. Bei deskriptiver Betrachtung der Abbildungen wird ersichtlich, dass weder für Kontrollprobanden noch für depressive Patienten ein Leistungszuwachs erfolgte. Für beide Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied in den Suchzeiten des 10. und 1. Blocks in Target anwesenden Trials (depressive Patienten:  $t(39) = 1.06$ ,  $p = .297$ ; Kontrollprobanden:  $t(23) = 0.56$ ,  $p = .579$ ) und Target abwesenden Trials (depressive Patienten:  $t(39) = -1.46$ ,  $p = .297$ ; Kontrollprobanden:  $t(23) = 1.44$ ,  $p = .163$ ).

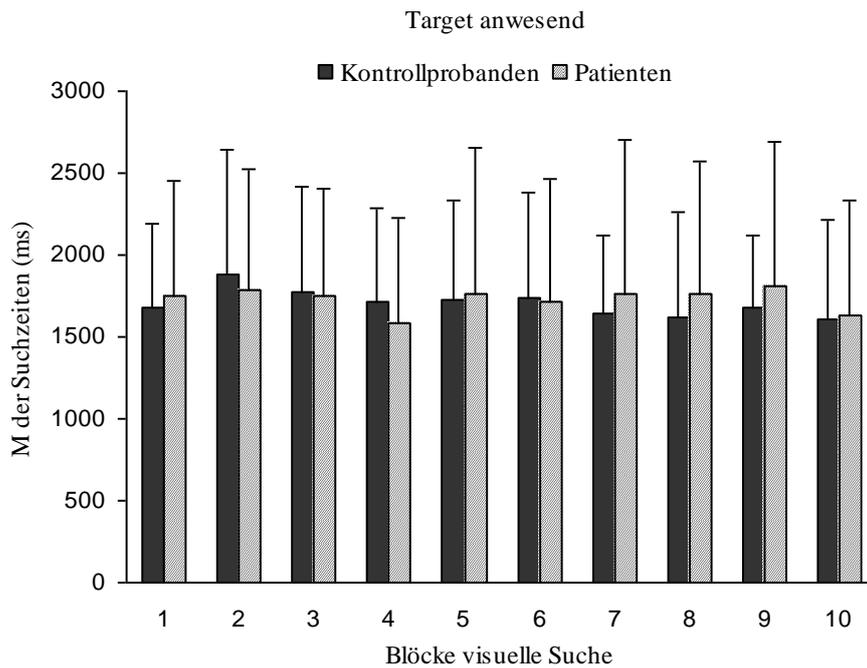


Abbildung 3 Mittelwerte ( $M$ ) der Suchzeiten in Millisekunden (ms) in den 10 Suchblöcken in Target anwesenden Trials bei Kontrollprobanden und Patienten; Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen

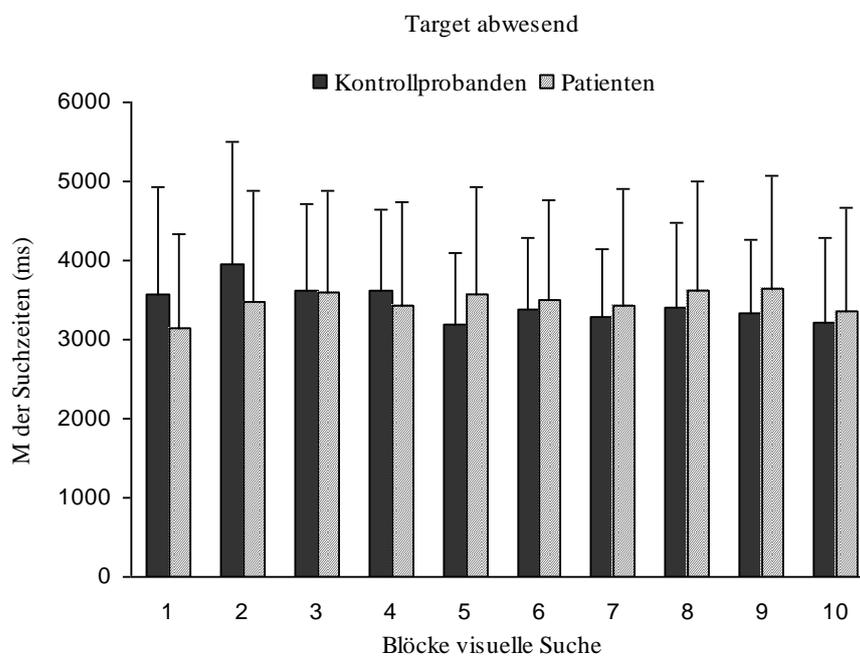


Abbildung 4 Mittelwerte ( $M$ ) der Suchzeiten in Millisekunden (ms) in den 10 Suchblöcken in Target abwesenden Trials bei Kontrollprobanden und Patienten; Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen

Die Tabellen 10 und 11 zeigen die Veränderungen der Suchzeiten von einem Block zum nächsten für Target anwesende und Target abwesende Trials in beiden Gruppen. Negative Werte reflektieren eine Verringerung der Suchzeiten und damit eine Leistungssteigerung, positive Werte eine Erhöhung der Suchzeit, also eine Leistungsreduktion.

*Tabelle 10 Veränderung der Suchzeiten von einem Block zum nächsten in Target anwesenden Trials bei Kontrollprobanden und depressiven Patienten*

<b>Block Target anwesend</b>	<b>Kontrollprobanden</b>		<b>Patienten</b>	
	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
1 – 2	193.00	801.50	-9.21	716.48
2 – 3	-102.15	638.00	9.93	481.25
3 – 4	-54.94	579.27	-154.33	466.82
4 – 5	10.42	487.69	146.77	731.67
5 – 6	15.17	358.52	-63.05	583.77
6 – 7	-96.40	401.82	28.21	706.28
7 – 8	-27.52	546.12	26.76	497.10
8 – 9	58.69	472.18	43.98	456.24
9 – 10	-70.67	380.96	-149.41	570.22

*Anmerkung* z.B. 1 – 2 = Leistungsveränderung von Block 1 zu 2; M = Mittelwert der Veränderung der Suchzeiten in Millisekunden; SD = Standardabweichung

Über die Suchblöcke zeigten beide Gruppen in Target anwesenden und Target abwesenden Trials eine fluktuierende Steigerung und Reduktion der Leistung. Ein Übungsgewinn durch das TtL-Verfahren in der visuellen Suche konnte also weder für depressive Patienten, noch für Kontrollprobanden gefunden werden.

*Tabelle 11 Veränderung der Suchzeiten von einem Block zum nächsten in Target abwesenden Trials bei Kontrollprobanden und depressiven Patienten*

<b>Block Target Abwesend</b>	<b>Kontrollprobanden</b>		<b>Patienten</b>	
	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
1 – 2	385.10	1018.52	340.73	949.11
2 – 3	-328.83	955.35	111.41	784.91
3 – 4	-11.92	629.39	-166.98	616.76
4 – 5	-408.06	609.16	157.19	586.43
5 – 6	170.90	370.98	-86.80	550.00
6 – 7	-82.83	393.29	-70.13	880.21
7 – 8	115.08	672.66	198.28	772.22
8 – 9	-75.10	688.89	19.13	714.79
9 – 10	-110.06	478.72	-288.65	782.97

*Anmerkung* z.B. 1 – 2 = Leistungsveränderung von Block 1 zu 2; M = Mittelwert der Suchzeiten in Millisekunden; SD = Standardabweichung

Tabelle 12 zeigt die Anzahl, Prozentzahl und kumulierte Prozentzahl der Kontrollprobanden und depressiven Patienten mit der besten Suchzeit bei einem Block der visuellen Suche. Bei deskriptiver Betrachtung Target anwesender Trials wird ersichtlich, dass 50% der Kontrollprobanden bis zum 6. Block und 50% der depressiven Probanden bis zum 4. Block ihre beste Suchzeit aufwiesen. In Target abwesenden Trials fällt zudem auf, dass 10% (N = 4) der Kontrollprobanden und 27.5% (N = 11) der depressiven Probanden bereits beim 1. Block am schnellsten waren.

Tabelle 12 Anzahl (N), % und kumulierte % (kum %) der Kontrollprobanden und depressiven Patienten mit der besten Suchzeit in einem Block der visuellen Suche

Block	Kontrollgruppe						Patienten					
	Target anwesend			Target abwesend			Target anwesend			Target abwesend		
	N	%	kum %									
1	1	4.2	4.2	5	20.8	20.8	4	10.0	10.0	11	27.5	27.5
2	1	4.2	8.3	1	4.2	25.0	5	12.5	22.5	5	12.5	40.0
3	3	12.5	20.8	1	4.2	29.2	4	10.0	32.5	2	5.0	45.0
4	4	16.7	37.5	1	4.2	33.3	7	17.5	50.0	2	5.0	50.0
5	2	8.3	45.8	4	16.7	50.0	3	7.5	57.5	3	7.5	57.5
6	1	4.2	50.0	0	0.0	50.0	5	12.5	70.0	3	7.5	65.0
7	5	20.8	70.8	2	8.3	58.3	3	7.5	77.5	4	10.0	75.0
8	4	16.7	87.5	3	12.5	70.8	1	2.5	80.0	1	2.5	77.5
9	1	4.2	91.7	1	4.2	75.0	1	2.5	82.5	4	10.0	87.5
10	2	8.3	100.0	6	25.0	100.0	7	17.5	100.0	5	12.5	100.0

Anmerkung % und kum % werden gerundet angegeben

Da weder auf individueller Ebene, noch auf Gruppenebene ein Übungsgewinn vorlag, war eine Berechnung einer Reserve-Suche äquivalent zur Reserve-ZST (Maximalleistung minus Ausgangsleistung) nicht möglich. Eine solche Berechnung würde nicht den individuellen Übungsgewinn eines Probanden, sondern eher eine Leistungsfluktuation reflektieren.

### Suchgenauigkeit

Da falsch positive Reaktionen bei der visuellen Suche nur sehr selten vorkamen, beschränkt sich die Darstellung der Suchgenauigkeit auf falsch negative Reaktionen. Abbildung 5 stellt Mittelwerte und Standardabweichungen der falsch negativen Reaktionen beider Gruppen über die 10 Blöcke graphisch dar. Bei deskriptiver Betrachtung ist in beiden Gruppen keine Reduktion der Fehler über die 10 Blöcke ersichtlich, allerdings wurden insgesamt im Mittel nur sehr wenige Fehler gemacht. Die hohe Standardabwei-

chung in allen 10 Blöcken bei depressiven Patienten impliziert allerdings eine erhöhte Variabilität der Suchgenauigkeit in der Patientengruppe.

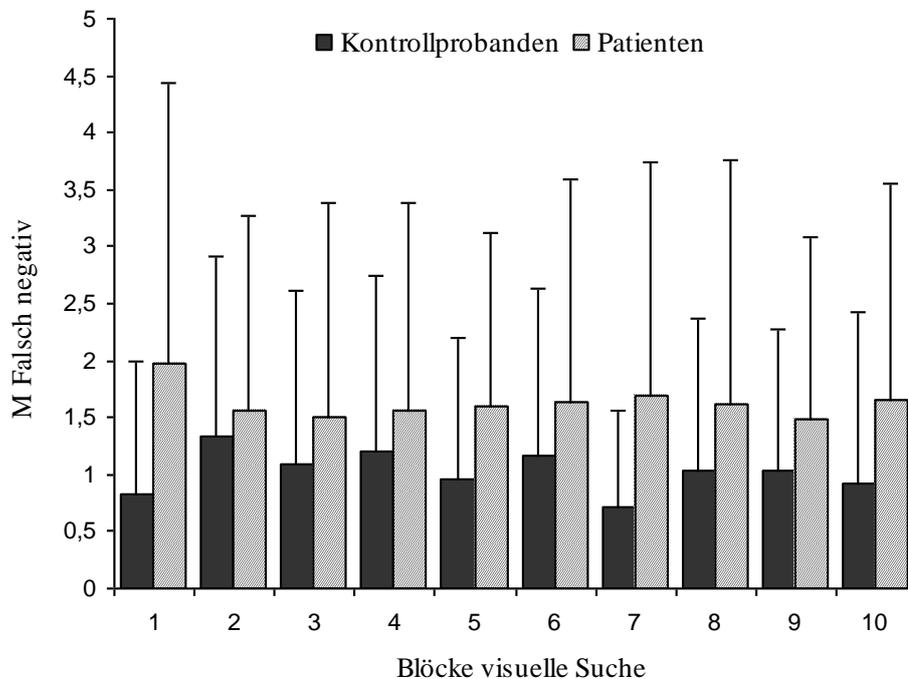


Abbildung 5 Mittelwerte ( $M$ ) falsch negativer Reaktionen in Suchblöcken bei Kontrollprobanden und Patienten; Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen

Aufgrund fehlender Übungeffekte im TtL-Verfahren der visuellen Suche, konnten weitere statistische Analysen nur für die Zusatzannahmen zur Ausgangsleistung durchgeführt werden (Suchzeiten und Suchgenauigkeit im ersten Block).

## 7.5 Gruppenvergleiche Kontrollprobanden und Patienten

Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen Kontrollprobanden und depressiven Patienten hinsichtlich Alter ( $t(63) = 0.29, p = .770$ ), Geschlecht ( $\text{Chi}^2(1) = 0.05, p = .818$ ) und Bildungsjahren ( $t(63) = -0.27, p = .791$ ). Die Art der Medikation depressiver Probanden hatte keinen Einfluss auf die untersuchten kognitiven Leistungen (kognitive Architektur, Leistungen im ZST, Leistungen in der visuellen Suche: höchster F-Wert für Gruppenunterschiede:  $F = 2.28, p = .116$ ). Aus diesem Grund wurden für Gruppenvergleiche keine Kovariate in die Analyse eingeschlossen.

### 7.5.1 Vergleich der Reserve-ZST

Abbildung 6 zeigt die Reserve-ZST, also die mittlere Leistungsverbesserung, für Kontrollprobanden und depressive Patienten. Kontrollprobanden verbesserten sich im Laufe des TtL-Verfahrens im Mittel um 23.34 Zeichen ( $SD = 7.79$ , Range 14–40), depressive Patienten konnten sich im Mittel um 24.08 ( $SD = 11.34$ , Range 8-50) verbessern. Es konnte kein signifikanter Gruppenunterschied nachgewiesen werden;  $t(62) = 0.03$ ,  $p = .40$ ).

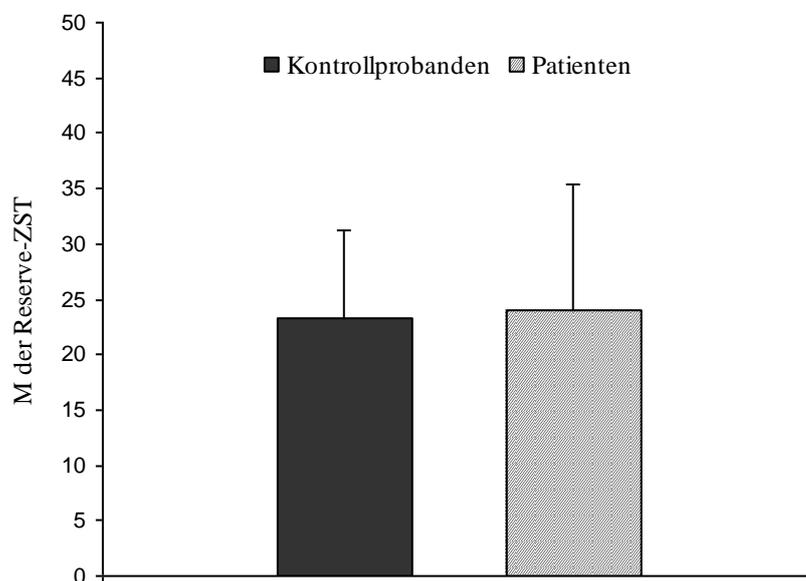


Abbildung 6 Gruppenmittelwerte (M) der Reserve-ZST für Kontrollprobanden und depressive Patienten. Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen.

### 7.5.2 Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung im ZST

Kontrollprobanden lösten im Mittel 56.63 Zeichen ( $SD = 15.08$ , Range 31-91), depressive Patienten lösten im Mittel 51.35 Zeichen ( $SD = 14.74$ ; Range 26-92) im ersten Durchgang des ZST. Beide Gruppen unterschieden sich nicht signifikant voneinander;  $t(63) = -1.38$ ,  $p = .174$ .

### 7.5.3 Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung in der visuellen Suche

Aufgrund eines fehlenden Übungsgewinnes bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden im TtL-Verfahren der visuellen Suche beruht die statistische Analyse ausschließlich auf der Ausgangsleistung, also der Suchzeit und Suchgenauigkeit im ersten Suchblock.

#### Suchzeiten

Abbildung 7 zeigt die Suchzeiten in Target anwesenden und Target abwesenden Trials für beide Gruppen. Kontrollprobanden zeigten bei Target anwesenden Trials eine mittlere Suchzeit von 1682 ms (SD = 505 ms, Range 1023-3124 ms), in Target abwesenden Trials eine mittlere Suchzeit von 3566 ms (SD = 1373 ms; Range 2305-7422 ms). Bei depressiven Patienten wurde bei Target anwesenden Trials eine mittlere Suchzeit von 1830 ms (SD = 676 ms; Range 1112-3850 ms), bei Target abwesenden Trials eine mittlere Suchzeit von 3135 ms (SD = 1026 ms; Range 1687-6186 ms) gefunden.

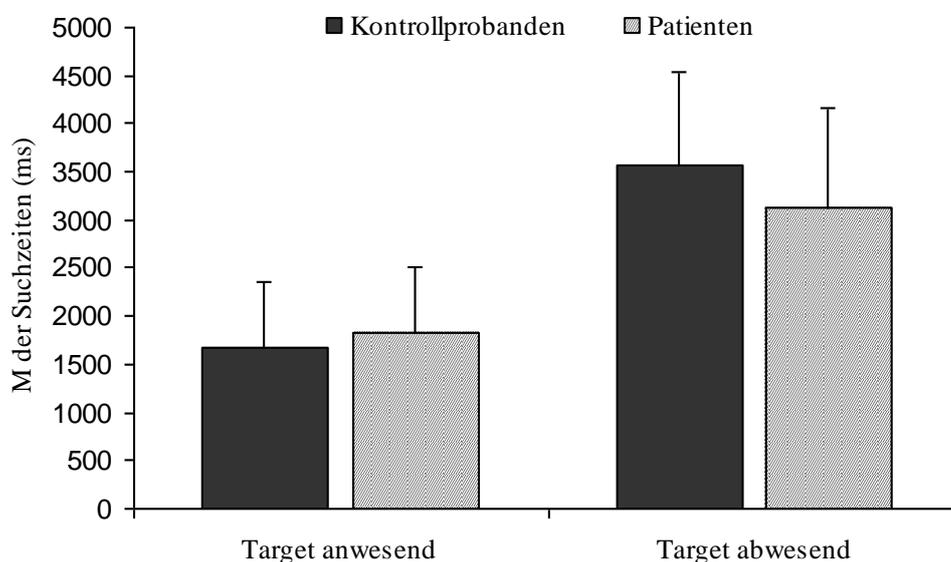


Abbildung 7 Gruppenmittelwerte (M) der Suchzeiten in Millisekunden (ms) für Kontrollprobanden und depressive Patienten in Target anwesenden und abwesenden Trials. Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen.

Abhängige *t*-Tests zeigten, dass innerhalb beider Gruppen die Suchzeit Target anwesender Trials signifikant geringer war, als die Suchzeit Target abwesender Trials (de-

pressive Patienten:  $t(39) = 14.30, p < .000$ ; Kontrollprobanden:  $t(23) = 12.69, p < .000$ ). Der Vergleich zwischen den Gruppen durch unabhängige t-Tests zeigte, dass sich die Suchzeiten beider Gruppen weder in Target anwesenden ( $t(62) = 0.92, p = .359$ ), noch in Target abwesenden Trials ( $t(62) = -1.43, p = .158$ ) signifikant unterschieden.

### *Suchgenauigkeit*

Der Prozentsatz von Probanden, die im ersten Suchblock überhaupt keine falsch negativen Reaktionen aufwiesen, betrug bei Kontrollprobanden 54%. Bei depressiven Probanden lag der Anteil fehlerloser Probanden mit 35% etwas darunter. Im Mittel zeigten sich bei Kontrollprobanden 0.83 falsch negative Reaktionen (SD = 1.17; Range 0-4), die mittlere Fehlerzahl depressiver Patienten betrug 1.93 (SD = 2.47; Range 0-10). Der statistische Vergleich der Fehlerzahlen durch einen Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass depressive Patienten signifikant mehr Fehler machen, als Kontrollprobanden;  $U = 355.50, p = .032$ .

### **7.5.4 Zusatzanalyse: Vergleich der Testverfahren zur Architektur**

Tabelle 13 zeigt die Leistungen in den Testverfahren zur Ermittlung der kognitiven Architektur in den Bereichen selektive Aufmerksamkeit (d2 KL und d2 Auslassungsfehler), Kurzzeitgedächtnis (Spannen vorwärts), Arbeitsgedächtnis (Spannen rückwärts) und visuelles Problemlösen (Matrizen). Die aufgeführten Prozentränge (PR) setzen individuelle Testleistungen in Bezug zur testspezifischen Normstichprobe. Bei deskriptiver Betrachtung der Prozentränge wird ersichtlich, dass depressive Patienten in allen Testverfahren im Mittel geringere Prozentränge erzielten als Kontrollprobanden. Der Prozentrang-Range zeigt, dass die geringsten Prozentränge innerhalb der depressiven Stichprobe für alle Testverfahren unter PR 7 lagen. Dies entspricht einer Leistung kleiner 1,5 Standardabweichungen von der testspezifischen Normstichprobe. Mit Ausnahme der Spannen vorwärts lagen die geringsten Prozentränge der Kontrollprobanden durchwegs über PR 7.

Trotz numerisch geringerer Leistungen in den meisten Testverfahren bei depressiven Patienten (ausgenommen d2 Auslassungsfehler) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede gefunden (größter nicht signifikanter Wert:  $U = 354.50; p = .15$ ).

Tabelle 13 Leistungen in den Testverfahren zur Ermittlung der kognitiven Architektur bei Kontrollprobanden und Patienten und statistischer Vergleich der Gruppen

Variablen		Kontrollprobanden	Patienten	Mann-Whitney- $U^a$
d2 KL	M (SD)	167.58 (33.09)	149.98 (42.04)	366.50 <sup>n.s.</sup>
	Range	124 – 237	73 – 257	
	M PR (SD)	50.45 (25.32)	40.66 (27.39)	
	Range PR	18 – 92	< 1 – 97	
d2 Auslasser <sup>b</sup>	M (SD)	18.67 (18.11)	17.60 (17.59)	454.50 <sup>n.s.</sup>
	Range	1 – 68	0 – 75	
Spannen vorwärts	M (SD)	8.17 (1.99)	7.73 (1.91)	424.00 <sup>n.s.</sup>
	Range	4 – 11	4 – 12	
	M PR (SD)	56.67 (29.13)	49.93 (31.03)	
	Range PR	1 – 97	< 2 – 98	
Spannen rückwärts	M (SD)	7.50 (2.19)	6.93 (1.78)	446.00 <sup>n.s.</sup>
	Range	5 – 11	2 – 12	
	M PR (SD)	58.13 (29.69)	51.88 (25.90)	
	Range PR	12 – > 98	< 2 – > 95	
Matrizen	M (SD)	20.00 (3.73)	17.85 (4.91)	354.50 <sup>n.s.</sup>
	Range	9 – 25	4 – 24	
	M PR (SD)	71.96 (21.14)	61.46 (25.09)	
	Range PR	16 – 98	2 – 95	

Anmerkung. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *PR* = Prozentrang bezüglich der Testnorm;

<sup>a</sup> *n.s.* = nicht signifikant ( $p > .05$ ) bei einseitiger Testung mit Bonferroni-Holm Korrektur

<sup>b</sup> Keine Angabe von *PR* für Auslassungsfehler im Testhandbuch

## 7.6 Vorhersage der kognitiven Reserve

Die Vorhersage der Reserve-ZST erfolgte getrennt für Kontrollprobanden und depressive Patienten. Zusätzlich wurde untersucht, ob die Ausgangleistung im ZST mit einer

geringeren Reserve-ZST einhergeht. Dies würde einen Deckeneffekt bedeuten, der die Interpretation der Reserve-ZST erschweren könnte. Eine signifikante Korrelation zwischen der Ausgangsleistung und der Reserve-ZST wurde jedoch weder bei depressiven Patienten ( $r = .01$ ,  $p = .284$ ) noch bei Kontrollprobanden ( $r = .04$ ,  $p = .147$ ) gefunden. Eine substantielle Verzerrung der Ergebnisse durch einen Deckeneffekt scheint also nicht vorzuliegen.

### 7.6.1 Vorhersage der Reserve-ZST bei Kontrollprobanden

#### *Vorhersage durch die kognitive Architektur<sup>7</sup>*

Die multiple Regressionsanalyse durch die kognitive Architektur (d2 KL, d2 Auslassungsfehler, Spannen vorwärts, Spannen rückwärts, Matrizen) konnte die Reserve-ZST nicht signifikant vorhersagen;  $R^2 = .11$ ,  $\Delta R^2 = -.14$ ,  $F(5, 23) = 0.44$ ,  $p = .813$ . Zudem wurde kein signifikanter Vorhersagebeitrag durch einzelne Architekturmaße gefunden.

#### *Vorhersage durch die Bildungsjahre*

Es wurde ein marginaler Vorhersageeffekt durch die Bildungsjahre gefunden ( $R^2 = .16$ ,  $\Delta R^2 = .12$ ,  $F(1, 22) = 4.22$ ,  $p = .052$ ): Entgegen der Erwartung standen höhere Bildungsjahre bei Kontrollprobanden tendenziell mit einer geringeren Reserve-ZST in Zusammenhang ( $B = -0.77$ ,  $SE B = 0.37$ ,  $\beta = -.40$ ). Da zwischen Bildung und Ausgangsleistung im ZST und Ausgangsleistung im ZST und Reserve-ZST bei Kontrollprobanden kein signifikanter Zusammenhang bestand, ist es nicht wahrscheinlich, dass dies durch einen Deckeneffekt aufgrund einer höheren Ausgangsleistung zu erklären ist.

---

<sup>7</sup> In allen Regressionsanalysen beider Gruppen lagen Homoskedastizität, Unabhängigkeit der Fehler und Normalverteilung der Fehler in ausreichendem Maße vor. Die Voraussetzung einer fehlenden Multikollinearität der Prädiktoren war gegeben.

### *Vorhersage durch das Lebensalter*

Die Reserve-ZST konnte bei Kontrollprobanden durch das Lebensalter nicht signifikant vorhergesagt werden ( $R^2 = .07$ ,  $\Delta R^2 = .03$ ,  $F(1, 22) = 1.61$ ,  $p = .218$ ).

### *Vorhersage durch die Persönlichkeit*

Die multiple Regressionsanalyse zur Vorhersage der Reserve-ZST durch die fünf Persönlichkeitsfaktoren „Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit, Gewissenhaftigkeit“ ergab keine signifikante Vorhersage durch das Gesamtmodell ( $R^2 = .12$ ,  $\Delta R^2 = -.12$ ,  $F(5, 23) = 0.51$ ,  $p = .765$ ), zudem wurde kein signifikanter Vorhersagebeitrag einzelner Persönlichkeitsfaktoren gefunden.

## **7.6.2 Vorhersage der Reserve-ZST bei depressiven Patienten**

### *Vorhersage durch die kognitive Architektur*

Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalyse durch die kognitive Architektur bei depressiven Patienten. Die Analyse ergab eine signifikante Modellvorhersage der Reserve-ZST ( $R^2 = .32$ ,  $\Delta R^2 = .22$ ,  $F(5, 34) = 3.21$ ,  $p = .018$ ), wobei insgesamt 32% der Varianz durch das Modell erklärt werden konnte. Dabei wurde ein signifikanter Vorhersagebeitrag des Prädiktors „Spannen vorwärts“ gefunden: Bessere Leistungen in den Spannen vorwärts gingen mit einer höheren Reserve-ZST einher;  $t(34) = 2.81$ ,  $p = .008$ . Zudem trug der Prädiktor „d2 Auslasser“ signifikant zur Vorhersage der Reserve-ZST bei. Die Betrachtung der Regressionsgewichte zeigt, dass geringere Auslassungsfehler im d2 mit einer höheren Reserve-ZST einhergehen;  $t(34) = -2.48$ ,  $p = .018$ .

*Tabelle 14 Multiple Regressionsanalyse mit Messverfahren der kognitiven Architektur als Prädiktoren der Reserve-ZST bei depressiven Patienten*

<b>Variablen</b>	<b>B</b>	<b>SE B</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>t(34)</b>	<b>p</b>
d2 KL	-0.01	0.05	-.05	-0.26	.800
d2 Auslasser	-0.24	0.10	-.38	-2.48	.018
Spannen vorwärts	2.78	0.99	.47	2.81	.008
Spannen rückwärts	0.12	1.00	.02	0.12	.908
Matrizen	0.55	0.42	.22	1.32	.194

*Anmerkung.*  $R^2 = .32$ ;  $\Delta R^2 = .22$ ;  $F(5, 34) = 3.21^*$

*B = Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler;  $\beta$  = standardisierter Regressionskoeffizient*

#### *Vorhersage durch die Bildungsjahre*

Eine einfache Regressionsanalyse erbrachte keine signifikante Vorhersage der Reserve-ZST durch die Bildungsjahre bei depressiven Patienten ( $R^2 = .04$ ,  $\Delta R^2 = .02$ ,  $F(1, 38) = 1.72$ ;  $p = .198$ ).

#### *Vorhersage durch das Lebensalter*

Auch das Lebensalter konnte die Reserve-ZST bei Patienten nicht signifikant vorhersagen ( $R^2 = .04$ ,  $\Delta R^2 = .02$ ,  $F(1, 38) = 1.60$ ,  $p = .215$ ).

#### *Vorhersage durch die Persönlichkeit*

Die Vorhersage der Reserve-ZST durch die Persönlichkeitsfaktoren „Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit, Gewissenhaftigkeit“ wurde durch eine multiple Regressionsanalyse untersucht. Die Reserve-ZST konnte durch das Gesamtmodell nicht signifikant vorhergesagt werden;  $R^2 = .10$ ,  $\Delta R^2 = -.02$ ,  $F(5, 34) = 0.82$ ;  $p = .541$ , zudem wurde kein signifikanter Vorhersagebeitrag einzelner Persönlichkeitsfaktoren gefunden.

### *Vorhersage durch die Depressionsschwere*

Zur Vorhersage der Reserve-ZST durch die Depressionsschwere wurde der Summenwert der MADR-S als Prädiktor in eine einfache Regressionsanalyse eingeschlossen. Hierbei wurde ein signifikanter Vorhersageeffekt gefunden ( $R^2 = .11$ ;  $\Delta R^2 = .09$ ,  $F(1, 38) = 4.62$ ,  $p = .038$ ). Die Betrachtung der Regressionsgewichte zeigt, dass höhere Werte der MADR-S mit einer geringeren Reserve-ZST einhergingen ( $B = -0.35$ ,  $SE B = 0.17$ ,  $\beta = -.33$ ,  $t(38) = -2.15$ ,  $p = .038$ ).

Bei den 33 Patienten, bei denen die Depressionsschwere auch durch den BDI-II erhoben wurde, zeigten sich keine signifikanten Korrelationen zwischen dem Punktwert des BDI-II und der Reserve-ZST.

### **7.6.3 Zusatzanalyse: Zusammenhänge mit der Ausgangsleistung im ZST**

Tabelle 15 zeigt die Korrelationskoeffizienten zwischen der Ausgangsleistung im ZST und den Variablen der kognitiven Architektur, Persönlichkeit, Alter, Bildung und der Depressionsschwere (MADR-S; nur Patienten). Bei Kontrollprobanden ging eine höhere Ausgangsleistung im ZST mit höheren Leistungen im d2 KL und den Spannen vorwärts einher, während ein höheres Lebensalter mit einer geringeren Ausgangsleistung in Verbindung stand.

Tabelle 15 Korrelationskoeffizienten zwischen Testverfahren der kognitiven Architektur, Persönlichkeit, Alter, Bildung, Depressionsschwere (nur Patienten) und Ausgangslage im ZST (ZST 1) bei Kontrollprobanden und Patienten

Variablen	Kontrollprobanden	Patienten
	ZST 1	ZST 1
d2 KL	0.58**	0.51**
d2 Auslasser	-0.04	0.08
Kognitive Architektur <sup>a</sup>	Spannen vorwärts	0.35*
	Spannen rückwärts	0.14
	Matrizen	0.10
Persönlichkeit <sup>b</sup>	Neurotizismus	-0.04
	Extraversion	-0.20
	Offenheit	0.09
	Verträglichkeit	0.21
	Gewissenhaftigkeit	0.16
Alter <sup>b</sup>	Jahre	-0.58**
Bildung <sup>b</sup>	Jahre	-0.01
Depressionsschwere <sup>b</sup>	MADR-S	-----

Anmerkung <sup>a</sup> Kendalls-Tau-b Korrelationskoeffizienten; einseitige Testung

<sup>b</sup> Pearson Korrelationskoeffizient; einseitige oder zweiseitige Testung entsprechend der Hypothesen;

$p \leq .05$  \*;  $p \leq .01$  \*\* mit Bonferroni-Holm-Korrektur

Bei depressiven Patienten ging eine höhere Ausgangsleistung im ZST mit höheren Leistungen im d2 KL, den Spannen rückwärts und den Matrizen einher. Ein höheres Le-

bensalter stand mit einer geringeren Ausgangsleistung in Verbindung. Bei den 33 Patienten bei denen die Depressionsschwere auch durch den BDI-II erhoben wurde, zeigten sich keine signifikanten Korrelationen zwischen dem Punktwert des BDI-II und der Ausgangsleistung im ZST.

#### **7.6.4 Zusatzanalyse: Zusammenhänge mit der Ausgangs- Suchleistung**

Aufgrund des fehlenden Übungeffekts wurden Einflussfaktoren auf die Leistung im TtL-Verfahren der visuellen Suche nur für die Ausgangsleistung betrachtet. Hierfür wurden äquivalent zur Ausgangsleistung im ZST einfache Korrelationen mit der Suchzeit und der Suchgenauigkeit im ersten Suchblock berechnet.

##### *Suchzeit*

Tabelle 16 zeigt die Korrelationskoeffizienten zwischen der Suchzeit bei Target anwesenden und Target abwesenden Trials im ersten Suchblock und Variablen der kognitiven Architektur, Persönlichkeit, Alter, Bildung und der Depressionsschwere (MADR-S; nur Patienten). Zudem werden Korrelationen zwischen der Suchzeit und der Ausgangsleistung im ZST (ZST1) und der Reserve-ZST aufgeführt. Bei Kontrollprobanden wurden keine signifikanten Korrelationen gefunden. Bei depressiven Patienten zeigten sich positive Korrelationen zwischen der Suchzeit in Target anwesenden und Target abwesenden Trials und dem Lebensalter: Ein höheres Lebensalter ging mit erhöhten Suchzeiten, also einer geringeren Suchgeschwindigkeit einher. Zudem wurden sowohl in Target anwesenden, als auch in Target abwesenden Trials negative Korrelationen mit der Ausgangsleistung im Zahlensymboltest gefunden: Eine höhere Ausgangsleistung stand mit einer geringeren Suchzeit, also einer höheren Suchgeschwindigkeit, in Zusammenhang. Es wurden keine signifikanten Korrelationen zwischen Suchzeiten und dem Punktwert der MADR-S bei depressiven Patienten gefunden.

Tabelle 16 Korrelationskoeffizienten zwischen Testverfahren der kognitiven Architektur, Persönlichkeit, Alter, Bildung, Depressionsschwere (nur Patienten) und Suchzeiten im ersten Suchblock bei Kontrollprobanden und Patienten

Variablen	Kontrollprobanden		Patienten		
	Target anwesend	Target abwesend	Target anwesend	Target abwesend	
Kognitive Architektur <sup>a</sup>	d2 KL	-0.22	0.07	-0.22	-0.14
	d2 Auslasser	0.04	-0.24	0.08	-0.08
	Spannen vorwärts	-0.20	-0.09	-0.02	-0.63
	Spannen rückwärts	-0.09	-0.03	-0.23	-0.17
	Matrizen	-0.22	-0.19	-0.12	-0.05
Leistungen im ZST	ZST 1	-0.24	-0.22	-0.42**	-0.33*
	Reserve-ZST	-0.34	-0.11	0.02	0.29
Persönlichkeit	Neurotizismus	-0.04	-0.37	-0.07	0.18
	Extraversion	-0.04	0.36	-0.12	0.15
	Offenheit	-0.09	0.22	-0.13	-0.01
	Verträglichkeit	-0.02	0.34	-0.01	0.03
	Gewissenhaftigkeit	-0.19	-0.02	0.13	0.01
Alter	Jahre	0.29	0.31	0.31*	0.37**
Bildung	Jahre	0.11	0.14	0.12	0.04
Depressionsschwere	MADR-S	-----	-----	0.09	0.21

Anmerkung <sup>a</sup> Kendalls-Tau-b Korrelationskoeffizienten; einseitige Testung; ansonsten Pearson Korrelationskoeffizienten; einseitige und zweiseitige Testung entsprechend der Hypothesen;  $p \leq .05$  \*;  $p \leq .01$  \*\* mit Bonferroni-Holm-Korrektur

### *Suchgenauigkeit*

Signifikante Korrelationen zwischen Variablen, die in Tabelle 16 aufgeführt sind, und der Anzahl falsch negativer Reaktionen im ersten Suchblock wurde bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden nicht gefunden (höchster Kendalls-Tau-*b* für depressive Patienten =  $-.26$ ,  $p = .110$ ; höchster Kendalls-Tau-*b* für Kontrollprobanden =  $.28$ ,  $p = .070$ ). Zudem wurden sowohl bei depressiven Patienten, als auch bei Kontrollprobanden keine Gruppenunterschiede zwischen denjenigen Probanden gefunden, die falsch negative Reaktionen aufwiesen und denjenigen Probanden, die fehlerfrei reagierten. Hierbei muss angemerkt werden, dass insgesamt eine geringe Fehlerzahl und somit eine eingeschränkte Variabilität der Suchgenauigkeit vorlag.

## **7.7 Depression und klinisch relevante kognitive Defizite**

### **7.7.1 Einteilung der depressiven Untergruppen**

Die Gesamtgruppe der  $N = 41$  depressiven Patienten wurde für die folgende Analyse in zwei Untergruppen geteilt: Aufgrund der Ergebnisse einer umfassenden neuropsychologischen Testbatterie in den Bereichen Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Exekutivfunktionen wurde eine Gruppe depressiver Patienten ohne klinisch relevante kognitive Defizite (D ohne Defizite) und eine Gruppe depressiver Patienten mit klinisch relevanten Defiziten (D mit Defiziten) gebildet. Als klinisch relevantes Defizit galt eine Abweichung von  $1,5 SD$  unter der testspezifischen Normstichprobe in mindestens einem Maß der neuropsychologischen Testbatterie. 21 Patienten wurden der Gruppe D ohne Defizite und 20 Patienten der Gruppe D mit Defiziten zugewiesen. Abbildung 8 stellt den Prozentsatz beeinträchtigter Patienten in den unterschiedlichen kognitiven Bereichen dar. Der höchste Prozentsatz (40%) beeinträchtigter Patienten wurde für die „Alertness“ (Aufmerksamkeitsaktivierung) gefunden, gefolgt von Lern- und Abrufleistungen (35%; für eine genaue Aufführung der verwendeten Testverfahren, s. Anhang C). Die Gruppen D mit Defiziten und D ohne Defizite unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Depressionsschwere (MADR-S;  $t(39) = 1.75$ ,  $p = .088$ ). Zudem wurde ein vergleichbares Muster der Diagnosen gefunden: Die Mehrzahl der Patienten beider Gruppen erhielt die Diagnose *Rezidivierende depressive Störung, gegenwärtig schwere*

*Episode ohne psychotische Symptome* (D ohne Defizite: N = 9, 43%; D mit Defiziten: N = 8; 40%) in beiden Gruppen kam die Diagnose *Mittelgradige depressive Episode* am seltensten vor.

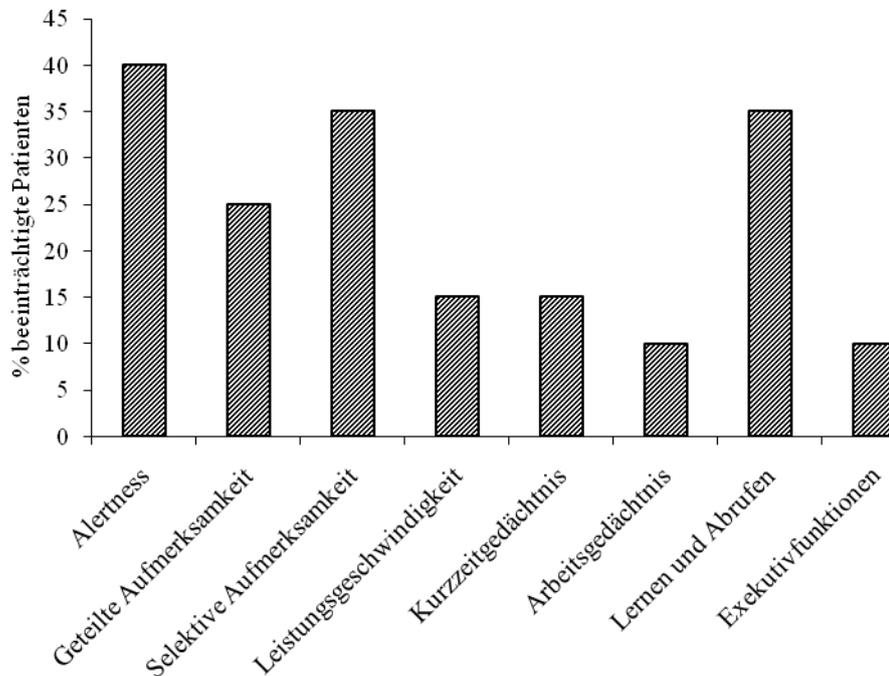


Abbildung 8 % der beeinträchtigten Patienten in unterschiedlichen kognitiven Bereichen

Da der Großteil der Kontrollprobanden keine umfassende neuropsychologische Testbatterie absolvierte, wurden die 24 Kontrollprobanden nicht unterteilt, sondern als Gesamtgruppe mit den depressiven Untergruppen verglichen. Zwischen allen drei Gruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich Alter ( $F(2, 65) = 0.21$ ;  $p = .811$ ); Geschlecht, ( $\chi^2(2) = 0.28$ ;  $p = .904$ ) und Bildung ( $F(2, 65) = 0.24$ ;  $p = .791$ ).

### 7.7.2 Vergleich der Reserve-ZST

Abbildung 9 zeigt die Gruppenmittelwerte der Reserve-ZST für Kontrollprobanden ( $M = 23.38$ ;  $SD = 7.79$ ; Range 14-40), D ohne Defizite ( $M = 31.19$ ;  $SD = 9.78$ ; Range 15-50) und D mit Defiziten ( $M = 16.21$ ;  $SD = 6.93$ ; Range 8-33). Eine univariate Varianzanalyse erbrachte einen signifikanten Gruppenunterschied ( $F(2, 61) = 16.4$ ,  $p < .000$ ). Post-Hoc-Analysen ergaben, dass die Reserve-ZST bei D mit Defiziten signi-

fikant geringer war als bei D ohne Defiziten ( $p < .000$ ) und Kontrollprobanden ( $p = .019$ ). Interessanterweise hatten D ohne Defizite eine signifikant höhere Reserve-ZST als Kontrollprobanden;  $p = .007$ .

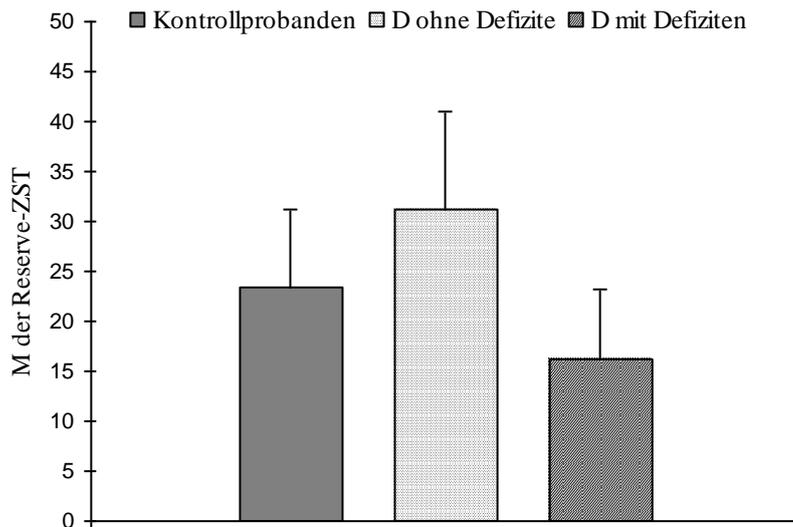


Abbildung 9 Gruppenmittelwerte ( $M$ ) der Reserve-ZST für Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten; Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen.

### 7.7.3 Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung im ZST

Eine univariate Varianzanalyse erbrachte einen signifikanten Unterschied im ersten Durchgang des ZST bei Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten ( $F(2, 61) = 6.99, p = .002$ ). Post-Hoc Analysen zeigten, dass dieser Gruppenunterschied dadurch bedingt war, dass D mit Defiziten ( $M = 43.53, SD = 12.67, \text{Range } 26-70$ ) signifikant geringere Leistungen erzielten, als D ohne Defizite ( $M = 58.43, SD = 12.97, \text{Range } 38-92; p = .003$ ) und Kontrollprobanden ( $M = 56.62, SD = 15.08, \text{Range } 31-91; p = .009$ ), während D ohne Defizite und Kontrollprobanden keine signifikanten Leistungsunterschiede aufwiesen ( $p = .99$ ).

### 7.7.4 Zusatzanalyse: Vergleich der Ausgangsleistung in der visuellen Suche

#### Suchzeiten

Abbildung 10 zeigt die Suchzeiten im ersten Suchblock für Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten in Target anwesenden und Target abwesenden Trials. Univariate Varianzanalysen zeigten weder bei Target anwesenden Trials ( $F(2, 61) = 2.43, p = .194$ ), noch bei Target abwesenden Trials ( $F(2, 61) = 1.30, p = .760$ ) signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen.

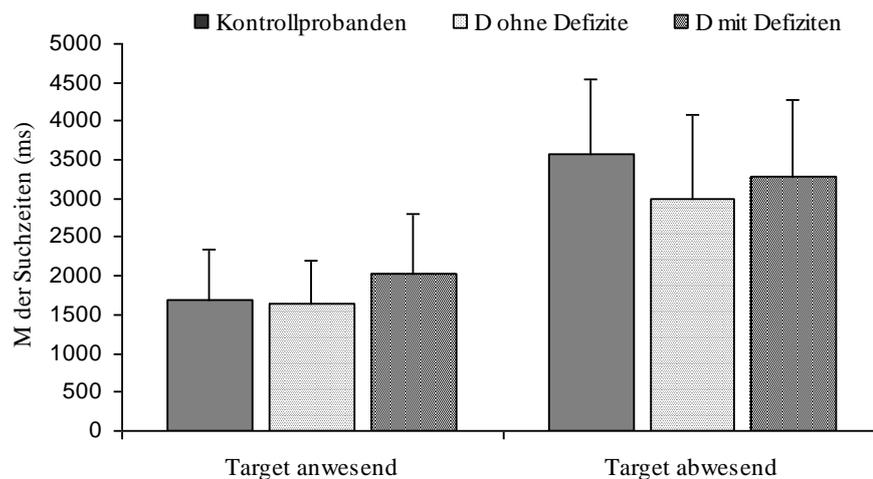


Abbildung 10 Mittelwerte der Suchzeiten in Millisekunden (ms) im ersten Suchblock bei Kontrollprobanden, D ohne Defizite, D mit Defiziten in Target anwesenden und abwesenden Trials; Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen

### *Suchgenauigkeit*

Der Prozentsatz von Probanden, die im ersten Suchblock überhaupt nicht falsch negativ reagierten, betrug bei Kontrollprobanden 54%, bei D ohne Defizite 43%, bei D mit Defiziten jedoch nur 26%. Im Mittel zeigten Kontrollprobanden 0.83 (SD = 1.17; Range 0-4), D ohne Defizite 1.29 (SD = 1.62; Range 0-5) und D mit Defiziten 2.63 (SD = 3.06; Range 0-10) falsch negative Reaktionen. Der statistische Vergleich der Fehlerzahlen durch einen Kruskal-Wallis-Test zeigte jedoch keinen signifikanten Gruppenunterschied;  $H = 5.22$ ,  $p = .07$ ).

### **7.7.5 Zusatzanalyse: Vergleich der kognitiven Architektur**

Tabelle 17 zeigt die Ergebnisse der kognitiven Architektur für Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten und den statistischen Gruppenvergleich. Bei deskriptiver Betrachtung der Ergebnisse wird ersichtlich, dass Kontrollprobanden und D ohne Defizite vergleichbare Ergebnisse erzielten, D mit Defiziten jedoch in den meisten Testverfahren numerisch geringere Leistungen aufwiesen.

Die Analyse durch Kruskal-Wallis-Tests erbrachte einen signifikanten Gruppenunterschied in den Spannen vorwärts ( $H = 9.18$ ,  $p = .050$ ). Post-Hoc-Analysen durch Mann-Whitney- $U$ -Tests zeigten, dass der Gruppenunterschied durch die signifikant schlechteren Leistungen der D mit Defiziten im Vergleich zu D ohne Defiziten ( $U = 97.00$ ,  $p = .004$ ) und Kontrollprobanden ( $U = 147.50$ ,  $p = .026$ ) bedingt war.

Tabelle 17 Leistungen in den Testverfahren der kognitiven Architektur für Kontrollprobanden, D ohne Defizite und D mit Defiziten und statistischer Vergleich der Gruppen

Variablen		Kontroll- probanden	D ohne Defizite	D mit Defiziten	Kruskall- Wallis $H^a$
d2 KL	M (SD)	167.58 (33.09)	167.70 (31.68)	132.25 (44.31)	8.07
	Range	124 – 237	124 – 257	73 – 213	
	M PR (SD)	50.45 (25.32)	48.90	28.45	
	Range PR	18 – 92	8 – 97	1 – 79	
d2	M (SD)	18.67 (18.11)	15.50 (17.33)	19.70 (18.05)	0.89
Auslasser	Range	1 – 68	1 – 75	0 – 66	
Spannen Vorwärts	M (SD)	8.17 (1.99)	8.52 (1.47)	6.90 (2.00)	9.18*
	Range	4 – 11	6 – 11	4 – 12	
	M PR (SD)	56.67 (29.13)	62.43	36.80	
	Range PR	1 – 97	13 – 98	2 – 98	
Spannen rückwärts	M (SD)	7.50 (2.19)	7.57 (1.86)	6.25 (1.45)	4.36
	Range	5 – 11	5 – 12	2 – 9	
	M PR (SD)	58.13 (29.69)	60.67	42.55	
	Range PR	12 – > 98	12 – 97	2 – 80	
Matrizen	M (SD)	20.00 (3.73)	19.71 (2.93)	15.90 (5.83)	8.14
	Range	9 – 25	11 – 24	4 – 23	
	M PR (SD)	71.96 (21.14)	68.76	53.80	
	Range PR	16 – 98	37 – 95	2 – 95	

Anmerkung M = Mittelwert; SD = Standardabweichung; PR = Prozentrang nach Testnormen

<sup>a</sup> $p \leq .05^*$  mit Bonferroni-Holm-Korrektur

## 7.8 Übungstransfer in der visuellen Suche

Neben den Hauptfragestellungen sollte untersucht werden, inwieweit sich das TtL-Verfahren der visuellen Suche auf Suchzeiten eines parallelen und seriellen klassischen Suchparadigmas auswirkt, dass vor (prä) und nach (post) dem TtL-Verfahren mit anderen Suchstimuli durchgeführt wurde. Da für zwei depressive Patienten keine Ergebnisse der Postsuche vorlagen, und ein Patient aufgrund erhöhter Suchzeiten von der gesamten Analyse der visuellen Suche ausgeschlossen werden musste, beruht die Analyse auf den Ergebnissen von 39 depressiven Patienten.

Abbildung 11 zeigt die Prä/Post-Suchleistung von Kontrollprobanden für die parallele und serielle Suchaufgabe bei Target anwesenden und abwesenden Trials. Abbildung 12 zeigt die Prä/Post-Suchleistungen von depressiven Patienten. Bei beiden Abbildungen wird im oberen Teil die Grundgeschwindigkeit (unspezifische Suchzeit), im unteren Teil die Suchrate (Zunahme der Suchzeit pro Displayitem) dargestellt. Bei beiden Gruppen ist ersichtlich, dass sich die serielle Suchaufgabe durch eine erhöhte Suchrate auszeichnet, insbesondere in Target abwesenden Trials. Bei beiden Gruppen war die Suchrate für die parallele Suchaufgabe sehr gering und lag in Target anwesenden Trials nahezu bei 0. Dieses Muster wurde bei beiden Gruppen sowohl bei der Prä-Suche, als auch bei der Post-Suche gefunden. Bei deskriptiver Betrachtung wird ersichtlich, dass eine Veränderung der Suchqualität der seriellen Suche hin zu einer eher parallelen Suche (starke Reduktion der Suchrate) nicht stattfand.

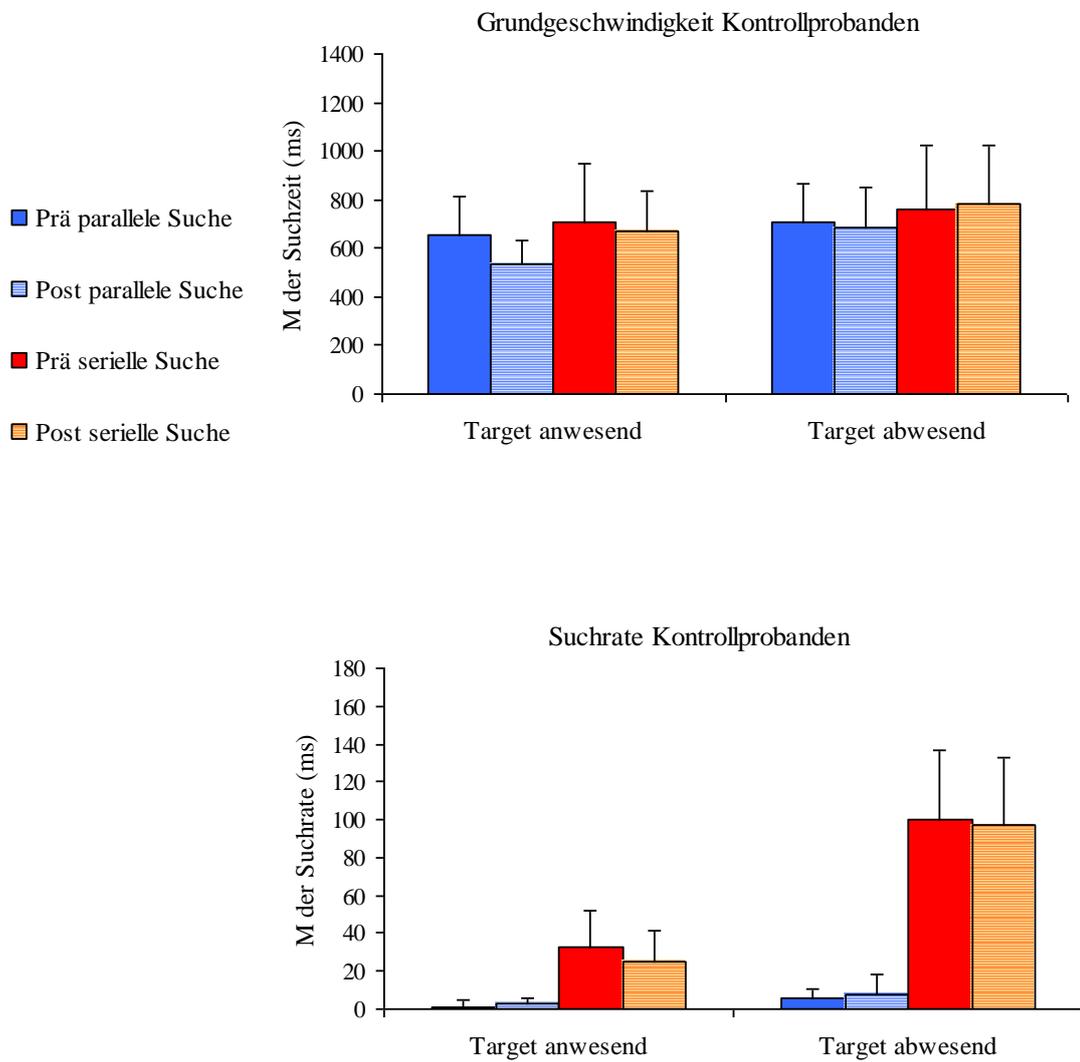


Abbildung 11 Grundgeschwindigkeit und Suchrate der prä/post parallelen und seriellen Suche bei Kontrollprobanden getrennt für Target anwesende und abwesende Trials. Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen

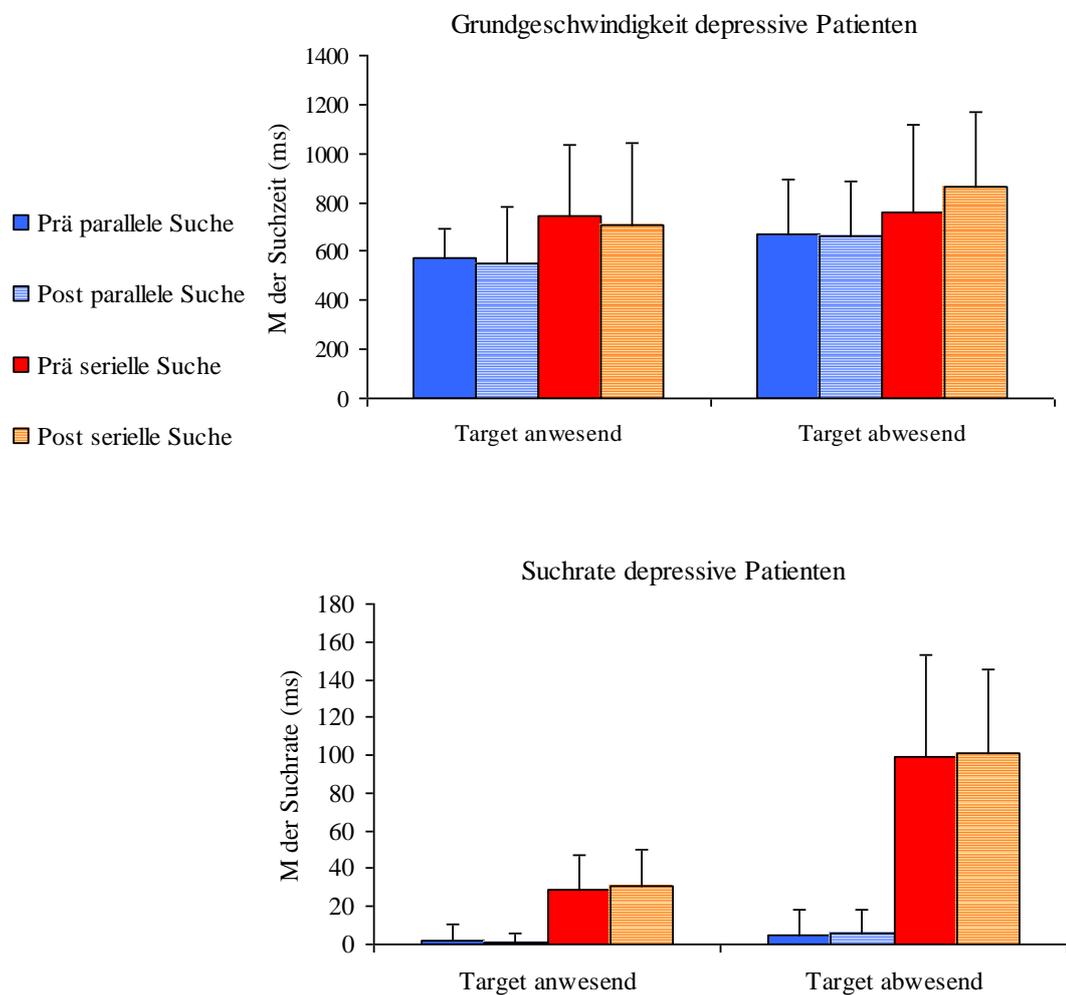


Abbildung 12 Grundgeschwindigkeit und Suchrate der prä/post parallelen und seriellen Suche bei depressiven Patienten getrennt für Target anwesende und abwesende Trials. Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen

Für die Suchrate und die Grundgeschwindigkeit wurden in beiden Gruppen abhängige  $t$ -Tests berechnet. Bei Kontrollprobanden wurde ein signifikanter Unterschied zwischen der Prä/Post Grundgeschwindigkeit der parallelen Suchaufgabe bei Target anwesenden Trials gefunden (Mittlere Suchdifferenz = 115.80 ms, SD = 133.82 ms, Range = 50 bis 651.55 ms;  $t(23) = 4.24$ ;  $p = .001$ ): Kontrollprobanden waren hierbei in der Post-Suche im Mittel 115.80 ms schneller, als bei der Prä-Suche. Weitere Leistungsunterschiede wurden innerhalb beider Gruppen nicht gefunden.

## 8 Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit war eine Untersuchung der kognitiven Reserve bei Patienten mit unipolarer Depression im Vergleich zu gesunden Probanden. Hierfür wurden zwei TtL-Verfahren, eines im ZST und ein weiteres in der visuellen Suche durchgeführt. Die kognitive Reserve jedes Probanden sollte dabei als Übungsgewinn über zehn direkt aufeinanderfolgende Testwiederholungen berechnet werden. Da für die visuelle Suche keine Übungsgewinne gefunden wurden, konnte die Reserve nur für den ZST ermittelt werden. Im folgenden Abschnitt wird zunächst das verwendete TtL-Verfahren der visuellen Suche kritisch diskutiert. Anschließend werden die Ergebnisse im ZST hinsichtlich der aufgestellten Fragestellungen zusammengefasst und diskutiert. Ergebnisse, die im Rahmen von Zusatzanalysen gefunden wurden, werden nur dann aufgeführt, wenn sie für die weiterführende Beantwortung der Fragestellungen bedeutsam sind.

### 8.1 Leistungen in der visuellen Suche

Im TtL-Verfahren der visuellen Suche zeigte sich weder bei depressiven Patienten noch bei Kontrollprobanden ein Übungsgewinn. Dies steht im Gegensatz zu früheren Studien, in denen eine beträchtliche Leistungsverbesserung nach Übung visueller Suchaufgaben gefunden wurde (z.B. Sireteanu & Rettenbach, 2000). Anstelle der erwarteten Reduktion der Suchzeiten zeigte sich in vorliegender Untersuchung eine von Block zu Block fluktuierende Ab- und Zunahme der Suchzeiten. Dies galt sowohl für die Gesamtgruppe als auch für die individuellen Leistungen nahezu aller Probanden. Eine kognitive Reserve in Form von Übungsgewinnen wurde nicht gefunden. Mehrere Gründe können hierfür verantwortlich sein:

Das TtL-Verfahren beinhaltete insgesamt nur 200 Suchtrials, während andere Übungsstudien Suchparadigmen mit mehreren tausend Trials verwendeten (z.B. 7200 Trials bei Ellison & Walsh, 1998). Allerdings betonten Sireteanu & Rettenbach (1995), dass substantielle Leistungssteigerungen bereits nach wenigen hundert Trials nachweisbar sind. Dies war in vorliegender Untersuchung nicht der Fall. Es kann aber nicht aus-

geschlossen werden, dass nach intensiverer Übung auch in dem verwendeten TtL-Verfahren Leistungssteigerungen sichtbar werden.

Das TtL-Verfahren der visuellen Suche wies einen hohen Schwierigkeitsgrad auf. Für beide Gruppen war die Suchzeit deutlich höher als in der seriellen Suchaufgabe (Grünes E aus grünen Fs bei einer Set Size von 17 Reizen), die vor dem TtL-Verfahren durchgeführt wurde (Zeitdifferenz bei Kontrollprobanden: Target anwesende Trials ~400 ms, Target abwesende Trials ~1100 ms). Frühere Studien zeigten, dass eine hohe Schwierigkeit durch eine große Target-Distraktor-Ähnlichkeit bedingt sein kann (Duncan & Humphreys, 1989). Eine große Target-Distraktor-Ähnlichkeit war auch in vorliegender Untersuchung gegeben, in der sich das Zieldreieck und die Distraktordreiecke nur durch eine 180° Drehung voneinander unterschieden. Es ist denkbar, dass eine zu hohe Aufgabenschwierigkeit eine Leistungssteigerung grundsätzlich erschwert. So gehen Ahissar & Hochstein (1997) davon aus, dass Übungsgewinne in perzeptuellen Aufgaben bei hoher Schwierigkeit eher gering ausfallen. Diese können nach Ansicht der Autoren deutlich verbessert werden, wenn zwischenzeitlich einfacherer Aufgaben durchgeführt werden. Zudem nehmen Czerwinski et al. (1992) an, dass eine Automatisierung der Aufmerksamkeitsausrichtung und höhere Übungsgewinne vor allem dann zu erwarten sind, wenn Schwierigkeit und Itemähnlichkeit nicht zu groß sind. Es ist also wahrscheinlich, dass die Probanden in vorliegender Suchaufgabe bereits im ersten Suchblock ihr individuelles Leistungslimit ausschöpften und keine kognitive Reserve besaßen, um eine weitere Leistungssteigerung zu erreichen.

Grundsätzlich muss bei Übungsstudien mit visuellen Suchaufgaben untersucht werden, ob im Laufe der Übung ein Wechsel im „Speed-accuracy-tradeoff“ erfolgt, also ein Kriteriums-Wechsel hin zu einer genaueren Suchstrategie. Ein solcher Kriteriums-Wechsel würde bedeuten, dass Probanden ihre Fehlerzahl über die Suchblöcke reduzieren, wodurch eine Verbesserung der Suchgeschwindigkeit erschwert wird. Die Analyse ergab jedoch keine Reduktion der falsch negativen Reaktionen über die 10 Suchblöcke. Tatsächlich war die Fehlerzahl durchwegs sehr gering. Ein Wechsel im „Speed-accuracy-tradeoff“ scheint in vorliegender Untersuchung also nicht vorzuliegen. Zusatzanalysen zeigten außerdem, dass sich depressive Patienten nicht in der Suchzeit im ersten Suchblock unterschieden, jedoch signifikant mehr falsch negative Reaktionen

machen als Kontrollprobanden. Dieser signifikante Unterschied war bei genauerer Betrachtung nicht sehr bedeutsam (Fehlerdifferenz  $\sim 1$  Fehler). Beide Gruppen schienen im TtL-Verfahren auf eine hohe Suchgenauigkeit zu achten.

Es wurde zusätzlich die Frage untersucht, ob durch die TtL-Übung in der visuellen Suche ein Übungstransfer auf eine parallele und serielle Suchaufgabe zu finden ist, die vor und nach dem TtL-Verfahren durchgeführt wurde. Ein solcher Übungstransfer wurde in einigen früheren Studien berichtet (Ellison & Walsh, 1998; Sireteanu & Rettenbach, 2000). Entgegen der Erwartung wurde für die serielle Suchaufgabe in beiden Gruppen keine Reduktion der unspezifischen Grundgeschwindigkeit oder der Suchrate nachgewiesen. Bei Kontrollprobanden wurde nach der Übung im TtL-Verfahren dagegen eine signifikant geringere Suchzeit für die parallele Suchaufgabe in Target anwesenden Trials gefunden (Mittlere Zeiteinsparung = 115.80 ms). Dabei ist unklar, ob die Reduktion der Suchzeit auf eine höhere perzeptuelle Effizienz oder auf eine größere Vertrautheit mit der Aufgabe zurückzuführen ist, da die parallele Suche stets am Anfang der visuellen Suche durchgeführt wurde. Gegen eine höhere perzeptuelle Effizienz spricht eine Studie von Ahissar & Hochstein (1997). Die Autoren konnten zeigen, dass Übungsgewinne in schwierigen Suchaufgaben eher spezifisch für die gewählten Stimuli sind. Da das verwendete TtL-Verfahren eine schwierige Suchaufgabe beinhaltete und dabei ohnehin keine Übungsgewinne zu verzeichnen waren, erscheint eine perzeptuelle Verbesserung bei Kontrollprobanden eher unwahrscheinlich.

Auf Basis vorliegender Ergebnisse kann nicht geschlossen werden, dass visuelle Suchaufgaben prinzipiell ungeeignet zur Bestimmung der kognitiven Reserve sind. Es kann jedoch mit ziemlicher Sicherheit geschlossen werden, dass das gewählte Paradigma (mit 200 Trials) zu keinen substantiellen Übungsgewinnen führt.

## **8.2 Diskussion der Fragestellungen**

Im TtL-Verfahren des ZST wurde sowohl bei depressiven Patienten, als auch bei Kontrollprobanden eine kognitive Reserve in Form deutlicher Übungsgewinnen nachgewiesen. Dies entspricht früheren Untersuchungen, die kognitive Reserve nach einem einfachen Retestparadigma demonstrieren konnten (Yang & Krampe, 2009; Yang et al.,

2006; Yang, Reed, Russo & Wilkinson, 2009). Neben Verfahren, die angeleitete Trainingsmethoden verwenden (wie z.B. bei Saczynski, Willis & Schaie, 2002), scheinen auch einfache Testwiederholungen zur Bestimmung der kognitiven Reserve geeignet zu sein. Da bei Wiederholung der visuellen Suche aber keine Übungsgewinne zu verzeichnen waren, macht vorliegende Arbeit deutlich, dass diese Eignung von der gewählten Aufgabe abhängt ist.

**I. Fragestellung: Lässt sich die kognitive Reserve bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden durch die Variablen *kognitive Architektur, Bildungsjahre, Alter, Persönlichkeit und Depressionsschwere* (nur Patienten) vorhersagen?**

*Kognitive Architektur*

Eingangs wurde davon ausgegangen, dass die kognitive Architektur die kognitive Reserve bei depressiven Patienten und Kontrollprobanden signifikant vorhersagen kann (1. Hypothese). Folgende Ergebnisse können festgehalten werden:

- Bei Kontrollprobanden konnte die kognitive Reserve im ZST durch die kognitive Architektur nicht vorhergesagt werden.
- Bei depressiven Patienten konnte die kognitive Reserve im ZST durch die kognitive Architektur vorhergesagt werden. Bedeutsame Prädiktoren waren Kurzzeitgedächtnisleistungen (Spannen vorwärts) und die Leistungsgüte in einem Test zur selektiven Aufmerksamkeit (Auslassungsfehler im d2).

Bei gesunden Probanden war die kognitive Reserve im ZST von den erhobenen Messverfahren der kognitiven Architektur unabhängig. Dies steht im Gegensatz zu einer Reihe von Untersuchungen, die zeigen konnten, dass fluide kognitive Fähigkeiten für den Übungsgewinn im Rahmen eines Gedächtnistrainings eine wichtige Rolle spielen (Kliegl et al., 1990; Singer et al., 2003; Verhaeghen & Marcoen, 1996). Die vorliegende Arbeit unterscheidet sich allerdings in zwei wesentlichen Aspekten von diesen Untersuchungen: Die kognitive Reserve wurde nicht durch ein spezifisches Training, sondern durch ein Retestparadigma erhoben. Zudem wurden die kognitive Reserve nicht in einem Gedächtnistest, sondern im ZST, also einer Kodieraufgabe ermittelt. Es ist denkbar, dass der Zusammenhang zwischen kognitiver Architektur und kognitiver Reserve bei

gesunden Probanden sowohl von der Methode abhängig ist, die angewendet wird, um die Reserve zu mobilisieren als auch von der Aufgabe, in welcher die Reserve bestimmt wird. Die Probanden mussten in vorliegender Untersuchung keine neue, ungewohnte Fertigkeit, wie z.B. eine mnemonische Technik einüben, sondern konnten ihre Leistung selbstgesteuert verbessern. Piccinin & Rabbitt (1999) untersuchten Probanden im mittlerem und höheren Lebensalter mit einem vergleichbaren Retestparadigma in einem Kodierungstest. Auch hierbei zeigte sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen kognitiver Reserve und der kognitiven Architektur, da ausschließlich Gedächtnisleitungen den Übungsgewinn vorhersagen konnten. Bei genauer Betrachtung der Ergebnisse von Piccinin & Rabbitt (1999) wird deutlich, dass nur ein sehr kleiner Prozentsatz (2-3%) des Übungsgewinns durch allgemeine Gedächtnisleistungen vorhergesagt werden konnte, während die beste Vorhersage durch die Fähigkeit erfolgte, die spezifischen Itempaare zu erinnern. Eine Untersuchung mit einem Retestparadigma von Yang et al. (2006) macht deutlich, dass Unterschiede im Verhältnis zwischen kognitiver Reserve und kognitiver Architektur für verschiedene Aufgabentypen bestehen können. Die Autoren zeigten bei einer Stichprobe im höheren Lebensalter, dass sich Probanden mit hoher und niedriger kognitiver Architektur nur in der kognitiven Reserve im schlussfolgernden Denken, nicht aber in der kognitiven Reserve im ZST unterscheiden. Es ist also möglich, dass die kognitive Reserve im ZST, die durch eine einfache Testwiederholung erhoben wird, weniger mit der kognitiven Architektur assoziiert ist, als z.B. die kognitive Reserve im schlussfolgernden Denken (z.B. Yang et al., 2006) oder die kognitive Reserve, die durch spezifische Trainingsprogramme erhoben wird (z.B. Singer et al., 2003). Weiterhin kann auf Basis der Ergebnisse von Piccinin & Rabbitt (1999) spekuliert werden, ob für die kognitive Reserve in vorliegender Arbeit eher testspezifische Faktoren von Bedeutung sind, wie z.B. die Merkfähigkeit für die Zahlen-Symbol-Paare oder die Fähigkeit flexibel zwischen den Zahlen- und Symbolsets zu wechseln. Die Bedeutung testspezifischer Faktoren für Übungseffekte bei Testwiederholung wurde auch von Salthouse, Schroeder & Ferrer (2004) diskutiert. Die Autoren nahmen an, dass vor allem das Erinnern an spezifische Items für Leistungsverbesserungen verantwortlich sein kann. Alternativ ist jedoch denkbar, dass auch für einen Übungsgewinn bei Retests die Benutzung spontaner Strategien erforderlich ist, möglicherweise durch die (implizite oder explizite) Identifizierung von Regeln der Testbearbeitung und ihrer verbesserten

Anwendung über mehrere Durchgänge hinweg (Yang et al., 2009). Einleitend wurde angenommen, dass eine gute kognitive Architektur genau diese Fähigkeiten begünstigt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass diejenigen Aspekte der kognitiven Architektur, die für die kognitive Reserve bei gesunden Probanden verantwortlich sind, in vorliegender Studie nicht erhoben wurden.

Bei depressiven Patienten stand eine hohe kognitive Reserve mit guten Kurzzeitgedächtnisleistungen und einer hohen Leistungsgüte in einem Test zur selektiven Aufmerksamkeit in Verbindung. Über die Gründe, weshalb gerade diese Aspekte der kognitiven Architektur bei Depression für die kognitive Reserve von Bedeutung sind, kann nur spekuliert werden. Zusatzanalysen zeigten, dass die Ausgangsleistung im ZST mit einigen Messverfahren der kognitiven Architektur assoziiert ist. Wie bereits in anderen Untersuchungen gezeigt wurde (Laux & Lane, 1985; Piccinin & Rabbitt, 1999), wird auch in vorliegender Arbeit ersichtlich, dass nicht ausschließlich eine hohe Leistungsgeschwindigkeit für eine gute Leistung im ZST verantwortlich ist, sondern u.a. auch hohe Gedächtnisleistungen. Gedächtnisleistungen können auch für einen Übungsgewinn im ZST bedeutsam sein. So kann die Fähigkeit, die spezifischen Itempaare zu erinnern, im Laufe der Übung zu einer erhöhten Bearbeitungsgeschwindigkeit führen, da der Kodierungsschlüssel seltener herangezogen werden muss (Piccinin & Rabbitt, 1999). Es ist denkbar, dass bessere Kurzzeitgedächtnisleistungen der depressiven Patienten mit einem besseren Enkodieren oder Abrufen der Zahlen-Symbol-Paare assoziiert sind. Ackerman & Woltz (1994) nehmen an, dass für einen Leistungszuwachs in Kodieraufgaben mit gleichbleibenden Itempaaren prinzipiell zwei Strategien angewendet (oder kombiniert) werden können: Eine „Scanningstrategie“, bei der Probanden durchwegs den Kodierungsschlüssel heranziehen, und eine „Merkstrategie“, bei der sich Probanden im Laufe der Übung die Itempaare merken. Die Autoren gehen weiterhin davon aus, dass die Scanningstrategie weniger Anstrengung kostet als die Merkstrategie, dass letztere aber im Laufe der Übung zu besseren Leistungsgewinnen führt. Es ist also möglich, dass depressive Patienten aufgrund eines verringerten Antriebs spontan eine Scanningstrategie anwenden. Dem entspricht das Ergebnis einer Zusatzanalyse, die zeigen konnte, dass bei depressiven Patienten ein Zusammenhang zwischen der Ausgangsleistung im ZST und der Ausgangsleistung in der visuellen Suche besteht. Genau

wie für visuelle Suchleistungen, können auch für den ZST schnelle und gezielte sakkadische Augenbewegungen von Bedeutung sein, wenn zwischen Item und Kodierungsschlüssel hin und her gesprungen wird (Joy et al., 2003). Möglicherweise ist die Anwendung dieser anfänglichen Scanningstrategie bei depressiven Patienten von allgemeinen Suchleistungen abhängig. Zudem ist denkbar, dass auch depressive Patienten im Laufe der Übung eine effizientere Merkstrategie anwenden, welche jedoch insbesondere von allgemeinen Kurzzeitgedächtnisleistungen abhängig ist. Neben Kurzzeitgedächtnisleistungen konnte die kognitive Reserve bei depressiven Patienten auch durch die Leistungsgüte in einem Test zur selektiven Aufmerksamkeit (Auslassungsfehler im d2) vorhergesagt werden. Die Leistungsgüte in diesem Testverfahren reflektiert vor allem die „scanning accuracy“ (Bates & Lemay, 2004) und kann von unterschiedlichen kognitiven Fähigkeiten abhängig sein, so zum Beispiel von der Alertness, der Dauer- aufmerksamkeit oder von Exekutivfunktionen, wie einem effektiven Monitoring. Neben diesen rein kognitiven Fähigkeiten kann die Leistungsgüte aber auch durch die Anwendung eines strengen Antwortkriteriums bestimmt werden (Bates & Lemay, 2004). Letzteres weist darauf hin, dass auch eine generelle Sorgfalt im Umgang mit der Testsituation und damit motivationale Prozesse eine wichtige Rolle spielen können. So gehen Ackerman & Woltz (1994) davon aus, dass eine größere Leistungsmotivation erforderlich ist, um die weniger anstrengende Scanningstrategie aufzugeben und die effizientere Merkstrategie anzuwenden. Hierbei muss angemerkt werden, dass Motivation, Affekt und Kognition sehr eng verwobene Prozesse darstellen und nur auf einer „abstrakten Ebene“ trennbar sind (Bartl-Storck & Dörner, 2004). Wahrscheinlich ist, dass eine Kombination motivationaler und kognitiver (z.B. Aufmerksamkeitsleistungen) Aspekte für die kognitive Reserve bei Depression ausschlaggebend sind:

- a. Kurzzeitgedächtnisleistungen um Strategien zur Leistungsverbesserung anwenden zu können (z.B. für eine Merkstrategie, die insbesondere ein Erinnern an Zahlen-Symbol-Paare erfordert)
- b. Eine Kombination von motivationalen Aspekten und kognitiven Funktionen, wie Aufmerksamkeitsleistungen oder Exekutivfunktionen, die für die kontinuierliche Umsetzung dieser Strategien verantwortlich sind (z.B. die Anwendung einer anstrengenderen Merkstrategie)

Diese Annahmen lassen noch einige Fragen offen: So konnte bei depressiven Patienten kein Vorhersagebeitrag durch Arbeitsgedächtnisleistungen gefunden werden. Auch diese Leistungen wären eine wichtige Voraussetzung für eine Merkstrategie, da sie einen effizienten Abruf der gespeicherten Zahlen-Symbol-Paare während der Testbearbeitung ermöglichen. Zudem kann die Annahme nicht die Frage klären, weshalb die genannten Aspekte nur für depressive Patienten, nicht aber für die Kontrollprobanden von Bedeutung waren. Es kann vermutet werden, dass gesunde Probanden im Vergleich zu depressiven Patienten bereits spontan eine Merkstrategie anwenden. Der Kodierungsschlüssel des ZST besteht nur aus 9 Zahlen-Symbol-Paaren, während andere Untersuchungen Kodierungstests mit mehr Itempaaren (z.B. Piccinin & Rabbitt, 1999) oder einer leicht zu verwechselnden Wort-Wort-Kodierung (Ackerman & Woltz, 1994) verwendeten. Die Anwendung einer Merkstrategie könnte bei gesunden Personen also weniger Anstrengung kosten und ein geringeres Maß an kognitiven oder motivationalen Voraussetzungen erfordern, als bei depressiven Patienten.

### *Bildung*

Eingangs wurde die Hypothese aufgestellt, dass die kognitive Reserve bei depressiven Patienten und gesunden Probanden durch die Anzahl der Bildungsjahre vorhergesagt werden kann (2. Hypothese). Entgegen der Annahme konnte die Anzahl der Bildungsjahre weder bei depressiven Patienten, noch bei Kontrollprobanden die kognitive Reserve im ZST signifikant vorherzusagen. Bei Kontrollprobanden wurde dagegen ein tendenziell negativer Zusammenhang zwischen Bildungsjahren und der kognitiven Reserve gefunden. Dies scheint nicht darauf zurückzuführen sein, dass höher gebildete Probanden bereits besser starteten und damit ein geringeres Potential zur Verbesserung besaßen (z.B. durch motorische Restriktionen), da kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Bildungsjahren bzw. der Reserve im ZST und der Ausgangsleistung bestand. Es kann festgehalten werden, dass ein höheres Bildungsniveau in vorliegender Analyse weder bei Patienten, noch bei gesunden Probanden mit einer höheren kognitiven Reserve assoziiert war. Dies entspricht vereinzelt Untersuchungen mit älteren, gesunden Probanden, die zeigen konnten, dass kein Zusammenhang zwischen Reserve und Bildung besteht (Singer et al., 2003; Yang et al., 2006). Es kann spekuliert werden, dass die schulische Bildung für die Etablierung und Aufrechterhaltung der kognitiven Reser-

ve von geringerer Bedeutung ist, als eine regelmäßige Teilnahme an kognitiv anspruchsvollen Tätigkeiten. Überlegungen dieser Art wurden im Rahmen der Altersforschung aufgestellt und unter dem Ausspruch „use it or loose it“ zusammengefasst (Salthouse, 1991). Dabei wird angenommen dass eine regelmäßige Teilnahme an kognitiv anspruchsvollen Aktivitäten den Aufbau und die Aufrechterhaltung einer protektiv wirkenden Reserve begünstigen kann (für kritische Diskussionen, s. Kramer, Bherer, Colcombe, Dong & Greenough, 2004; Salthouse, 2006). So zeigten Manly et al. (2005), dass die Lesefähigkeit vor allem bei Probanden mit schlechtem Zugang zu Bildungseinrichtungen ein besserer Prädiktor für den altersbedingten Leistungsrückgang darstellt. Die Stichprobe vorliegender Studie beinhaltete auch Probanden im höheren Lebensalter. Nach eigenen Angaben gingen einige dieser Probanden häufig intellektuell herausfordernden Aktivitäten nach, besaßen aufgrund äußerer Umstände aber eine geringe schulischen Bildung. Es bleibt offen, inwieweit die Teilnahme an kognitiv anspruchsvollen Tätigkeiten für die Reserve im ZST bei depressiven Patienten oder gesunden Personen von Bedeutung ist.

#### *Lebensalter:*

In vorliegender Arbeit wurde erwartet, dass ein höheres Lebensalter mit einem geringeren Ausmaß an kognitiver Reserve einhergeht (3. Hypothese). Entgegen der Erwartung konnte das Lebensalter weder bei depressiven Patienten noch bei Kontrollprobanden die kognitive Reserve im ZST vorhersagen. Interessanterweise zeigten Zusatzanalysen, dass ein höheres Lebensalter in beiden Gruppen mit einer geringeren Ausgangsleistung im ZST einherging. Dies entspricht einer Vielzahl früherer Untersuchungen (für einen Überblick, s. Hoyer et al., 2004), die eine hohe Alterssensitivität des ZST demonstrieren konnten. Im Gegensatz hierzu war die kognitive Reserve im ZST in beiden Gruppen nicht mit dem Lebensalter assoziiert. Dies überrascht, da eine Vielzahl von Untersuchungen aus dem Gedächtnisbereich eine geringere kognitive Reserve für ältere im Vergleich zu jüngeren Probanden nachweisen konnten (Baltes & Kliegl, 1992; Kliegl et al., 1990; Singer et al., 2003). Im Einklang mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit konnte auch in einer Untersuchung von Piccinin & Rabbitt (1999) gezeigt werden, dass das Lebensalter zwar die Ausgangsleistung, nicht aber die kognitive Reserve in Kodierungstests vorhersagen konnte. Während Piccinin & Rabbitt (1999) nur Probanden im

mittleren und höheren Lebensalter untersuchten, war der Altersrange in vorliegender Arbeit weitaus größer (depressive Patienten: 18-70 Jahre; Kontrollprobanden 20-70 Jahre). Auch in diesem breiten Altersbereich konnte kein negativer Zusammenhang mit der kognitiven Reserve gefunden werden.

Die fehlende Assoziation zwischen Alter und Reserve bei depressiven Patienten ist von besonderem Interesse, da frühere Untersuchungen einen interagierenden Effekt zwischen Depression und Alter bezüglich kognitiver Statusleistungen nachweisen konnten (z.B. King et al., 1993). Bei einem vergleichbaren interagierenden Effekt für die kognitive Reserve wäre zu erwarten, dass ein höheres Lebensalter insbesondere bei depressiven Patienten mit einer geringeren Reserve einhergeht. Dies wurde in vorliegender Arbeit nicht gefunden.

Es stellt sich die Frage, weshalb für beide Gruppen kein negativer Zusammenhang zwischen Reserve und Lebensalter bestand. Es kann vermutet werden, dass die kognitive Reserve in einem einfachen Retestparadigma eine schwächere Assoziation mit dem Lebensalter aufweist. Im Gegensatz zu spezifischen Trainingsprogrammen (z.B. mnemonische Techniken bei Singer et al., 2003) müssen hierbei keine neuen Fertigkeiten eingeübt werden. Vielmehr kann angenommen werden, dass Übungsgewinne auf einer Optimierung bereits vorhandener Fähigkeiten beruhen. Es ist denkbar, dass Probanden (implizit oder explizit) diejenigen Mechanismen oder Strategien zur Leistungsoptimierung anwenden, die ihrer Gewohnheit „angemessen“ sind. Diese Annahme widerspricht der häufig geäußerten Vermutung, dass für die Mobilisierung der kognitiven Reserve im Alter angeleitete Trainingsmethoden essentiell sind (Bherer et al., 2006). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung konnten frühere Studien unterstützen, die auch ohne angeleitete Trainingsmaßnahmen eine substantielle kognitive Reserve nachwiesen (Baltes, Sowarka & Kliegl, 1989; Yang et al., 2006). An dieser Stelle muss auf den geringen Stichprobenumfang der vorliegenden Arbeit hingewiesen werden (s. 8.3). Ob die kognitive Reserve bei reiner Testwiederholung tatsächlich unabhängig vom Lebensalter ist, können Folgestudien mit einer größeren Probandenzahl klären.

*Persönlichkeit:*

In der vorliegenden Arbeit wurde erwartet, dass die kognitive Reserve bei depressiven Patienten und bei Kontrollprobanden durch die Persönlichkeit vorhergesagt werden kann (4. Hypothese). Entgegen der Erwartung war die kognitive Reserve im ZST in beiden Gruppen von den erhobenen Persönlichkeitsfaktoren unabhängig. Eingangs wurde vermutet, dass bestimmte Persönlichkeitsfaktoren die Entwicklung und systematische Verwendung von Anpassungsmechanismen begünstigen. So konnte im Rahmen der Copingforschung gezeigt werden, dass Personen mit hoher Gewissenhaftigkeit und geringen Werten des Persönlichkeitsfaktors „Neurotizismus“ besonders funktionale Bewältigungsstrategien anwenden (z.B. Vollrath & Torgersen, 2000). Einleitend wurde darauf hingewiesen, dass diese Bewältigungsstrategien nicht unbedingt eine hohe kognitive Reserve reflektieren, sondern z.B. eine höhere Bereitschaft, soziale Hilfe anzunehmen. Eine Übertragung der Ergebnisse im Rahmen der Copingforschung auf Untersuchungen der kognitiven Reserve ist damit nicht ohne weiteres möglich. Vereinzelt Gedächtnisstudien konnten zeigen, dass hohe Werte für den Faktor „Offenheit für Erfahrungen“ (Gratzinger et al., 1990) und geringe Werte des Faktors „Neurotizismus“ (Yesavage, 1989) mit einem höheren Übungsgewinn nach Training einhergehen. Diese Untersuchungen unterschieden sich von der vorliegenden Arbeit sowohl in der verwendeten Aufgabe, als auch in der Methode, mit der Übungsgewinne bestimmt wurden. So wurden bei Gratzinger et al. (1990) und Yesavage (1989) Gedächtnisleistungen für Namen-Gesichter-Kombinationen trainiert. Dabei wurden vorwiegend Imaginationstechniken verwendet. Ashton, Lee, Vernon & Jang (2000) konnten zeigen, dass der Faktor „Offenheit für Erfahrungen“ nur mit Leistungen in Testverfahren zusammenhängt, die Bilder oder bedeutungsvolle visuelle Stimuli, nicht aber abstrakte Symbole oder Muster enthalten. Eine fehlende Assoziation zwischen „Offenheit für Erfahrungen“ und der kognitiven Reserve im ZST in vorliegender Arbeit könnte also dadurch bedingt sein, dass der ZST keine semantisch bedeutsamen Items enthält. Im Gegensatz zu Yesavage (1989) konnten Gratzinger et al. (1990) trotz eines ähnlichen Untersuchungsdesigns keinen Zusammenhang zwischen dem Faktor „Neurotizismus“ und dem Übungsgewinn finden. Auch in vorliegender Untersuchung konnte weder bei depressiven Patienten noch bei Kontrollprobanden eine Assoziation

zwischen Reserve und „Neurotizismus“ nachgewiesen werden. Dabei muss angemerkt werden, dass depressive Patienten im Vergleich zur Normstichprobe hohe Werte, gesunde Probanden dagegen eher niedrige Werte aufwiesen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei einer ausgewogeneren Verteilung der „Neurotizismus“-Werte innerhalb einer Gruppe ein Zusammenhang mit der kognitiven Reserve im ZST zu finden wäre. Insgesamt lässt vorliegende Arbeit aber darauf schließen, dass die Assoziation zwischen Persönlichkeit und kognitiver Reserve spezifisch für die Anforderungen einzelner Testverfahren sind.

#### *Depressionsschwere:*

Eingangs wurde die Hypothese aufgestellt, dass die kognitive Reserve bei depressiven Patienten durch die Schwere der Depression vorhergesagt werden kann (5. Hypothese). In allen Hauptanalysen wurden dabei Werte verwendet, die durch ein klinisches Interview (MADR-S) ermittelt wurden. Entsprechend der Erwartungen stand eine höhere Depressionsschwere mit einer geringen kognitiven Reserve im ZST in Zusammenhang. Zusatzanalysen zeigten, dass kein negativer Zusammenhang zwischen der Depressionsschwere und der Ausgangsleistung im ZST bestand. Aus diesem Grund ist denkbar, dass der aktuelle depressive Zustand vor allem dann einen negativen Einfluss auf die Kognition ausübt, wenn anspruchsvolle kognitive Herausforderungen eine Leistungsoptimierung erforderlich machen. Unklar ist, ob einzelne psychopathologische Symptome mit einer geringeren kognitiven Reserve in Verbindung stehen. Es ist denkbar, dass ein ausreichender Antrieb notwendig ist, um eine Leistungsverbesserung zu erreichen. Möglich ist außerdem, dass eine ausreichende Fähigkeit bestehen muss, depressionsrelevante Kognitionen für den Zeitpunkt der Testdurchführung zu inhibieren. Sowohl Antrieb, als auch Konzentration sind Aspekte, die in dem verwendeten klinischen Interview zur Einschätzung der Depressionsschwere berücksichtigt wurden. Ein geringerer Antrieb oder eine schlechtere Konzentrationsfähigkeit müssen nicht ausschließlich auf die aktuelle depressive Episode beschränkt sein, sondern können kognitive Defizite darstellen, die über den Akutzustand hinaus persistieren (Reppermund et al., 2009). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass solche persistenten kognitiven Beeinträchtigungen mit einer geringeren Reserve im ZST assoziiert sind. Um zwischen einem Einfluss von psychopathologischen Symptomen in der Akutphase und persistierenden kog-

nitiven Symptomen differenzieren zu können, sind Folgeuntersuchungen (z.B. durch einen Vergleich zwischen Akutphase und Remission) wünschenswert.

Vorliegende Arbeit weist zudem auf die Bedeutung von Instrumenten hin, die zur Erhebung der Depressionsschwere verwendet werden. So wurde in der Subgruppe depressiver Patienten (N = 33), für die Werte des BDI-II vorlagen, kein Zusammenhang mit der kognitiven Reserve nachgewiesen. Folgeuntersuchungen mit einer größeren Stichprobe sind notwendig, um die Ursachen dieser diskrepanten Ergebnisse aufzuklären. Ein möglicher Grund, weshalb heterogene Ergebnisse bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Depressionsschwere und kognitiven Leistungen gefunden wurden, könnten in der unterschiedlichen Verwendung von Selbst- und Fremdratinginstrumenten bestehen.

## **II. Fragestellung: Besteht ein Unterschied im Ausmaß der kognitiven Reserve zwischen depressiven Patienten und Kontrollprobanden?**

Eingangs wurde erwartet, dass depressive Patienten eine geringere kognitive Reserve aufweisen, als Kontrollprobanden (6. Hypothese). Entgegen der Annahme wurde kein signifikanter Gruppenunterschied in der kognitiven Reserve im ZST gefunden. Auch depressive Patienten scheinen eine substantielle kognitive Reserve zu besitzen, um ihre Leistungen im ZST in gleichem Maße wie gesunde Probanden zu steigern. Frühere Untersuchungen hierzu liegen, soweit bekannt, nicht vor. In einer Studie von Bäckman & Forsell (1994) wurde gezeigt, dass depressive Patienten in geringerem Maße von kognitiven Hilfestellungen profitieren können, als gesunde Probanden. In vorliegender Arbeit wurde das Ausmaß der kognitiven Reserve über ein TtL-Verfahren mit einem reinen Retestparadigma, ohne kognitive Hilfestellungen, untersucht. Inwieweit ein Unterschied zwischen depressiven Patienten und gesunden Probanden besteht, wenn die kognitive Reserve durch spezifische Trainingsmaßnahmen erhoben wird, kann durch die gefundenen Ergebnisse nicht geklärt werden. Es muss darauf hingewiesen werden, dass Gruppenunterschiede nachgewiesen wurden, als die depressive Stichprobe hinsichtlich klinisch relevanter kognitiver Defizite eingeteilt wurde. Mit der Diskussion der dritten Fragestellung sollen diese Unterschiede genauer betrachtet werden.

### **III. Fragestellung: Besteht ein Unterschied im Ausmaß der kognitiven Reserve zwischen Kontrollprobanden, depressiven Patienten ohne klinisch relevante kognitive Defizite und depressiven Patienten mit kognitiven Defiziten?**

Im Rahmen der dritten Fragestellung wurde untersucht, inwieweit Gruppenunterschiede in der kognitiven Reserve bestehen, wenn die depressive Sichtprobe hinsichtlich klinisch relevanter Defizite aufgeteilt wird (für Details der Einteilung s. 7.7.1). Folgende Ergebnisse können festhalten werden:

- Entgegen der Erwartung (Hypothese 7.1) wurde eine größere kognitive Reserve im ZST bei depressiven Patienten im Vergleich zu Kontrollprobanden gefunden.
- Wie erwartet (Hypothese 7.2) zeigten depressive Patienten mit Defiziten eine geringere kognitive Reserve als Kontrollprobanden und Patienten ohne Defizite.

In einem Übersichtsartikel von Barnett et al. (2006) wurde die Bedeutung der kognitiven Reserve für psychische Störungen diskutiert. Die Autoren nahmen an, dass die kognitive Reserve eine protektive Wirkung im Rahmen störungsspezifischer Symptome haben kann. In vorliegender Arbeit wurde dieser Gedanke aufgegriffen. Es wurde vermutet, dass depressive Patienten ohne klinisch relevante Defizite tatsächlich bestehende kognitive Beeinträchtigungen kompensieren und in einem klinisch unauffälligen Rahmen halten können. Dabei wurde erwartet, dass sich kognitive Beeinträchtigungen bei klinisch unauffälligen Patienten vor allem dann bemerkbar machen, wenn die kognitive Reserve erhoben wird. Diese Überlegung beruhte auf Untersuchungen im Rahmen der Demenzfrüherkennung. In diesen Studien wurde angenommen, dass kognitive Defizite bei Erhebung der latenten Leistungsreserve besser erkannt werden können, als in der üblichen Statusdiagnostik (z.B. Schreiber & Schneider, 2007). In vorliegender Arbeit wurde keine geringere kognitive Reserve im ZST bei klinisch unauffälligen depressiven Patienten gefunden. Zusatzanalysen zeigten, dass depressive Patienten ohne kognitive Defizite nahezu identische Leistungen wie Kontrollprobanden in den gewählten Testverfahren der kognitiven Architektur und in der Ausgangsleistung des ZST erbrachten. Bei einer Kompensation kognitiver Defizite wäre zu erwarten gewesen, dass klinisch

unauffällige Patienten zumindest numerisch geringere Leistungen aufweisen. Angesichts der völlig unauffälligen kognitiven Architektur und der hohen kognitiven Reserve, ist unwahrscheinlich, dass diese Patienten bestehende Defizite kompensieren.

Vorliegende Arbeit konnte dagegen eine geringere kognitive Reserve bei Patienten mit klinisch relevanten Defiziten im Vergleich zu Kontrollprobanden und Patienten ohne Defizite nachweisen. Die depressiven Gruppen unterschieden sich dabei nicht hinsichtlich ihrer Depressionsschwere. Es kann vermutet werden, dass es sich bei den Patientengruppen in vorliegender Arbeit um unterschiedliche depressive Subtypen handelt. So kann die Patientengruppe mit kognitiven Defiziten durch eine Kombination psychopathologischer und kognitiver Symptome charakterisiert werden. Dagegen ist wahrscheinlich, dass sich die Patientengruppe ohne Defizite ausschließlich durch psychopathologische Symptome, nicht aber durch kognitive Symptome auszeichnet (s. Reppermund et al., 2009). Inwiefern diese möglichen Subtypen auch mit Dysfunktionen in spezifischen neuronalen Netzwerken einhergehen, können Folgeuntersuchungen mit bildgebenden Verfahren klären. Depressive Störungen gehen mit einigen strukturellen und funktionellen Auffälligkeiten im zentralen Nervensystem einher (s. 3.2). Es kann angenommen werden, dass bei depressiven Patienten mit kognitiven Defiziten auch neuronale Netzwerke betroffen sind, die der kognitiven Reserve zugrunde liegen. Eine eindeutige neuronale Basis der kognitiven Reserve wurde bislang allerdings nicht nachgewiesen.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch motivationale Aspekte dazu beitragen, dass Patienten mit Defiziten eine geringere kognitive Reserve aufweisen. So betonen Bartl-Storck & Dörner (2004), dass Patienten mit affektiven Störungen auf Misserfolg mit großer Verzweiflung reagieren können. Diese Verzweiflung kann nach Ansicht der Autoren die kognitive Leistungsfähigkeit weiter beeinträchtigen. In vorliegender Arbeit erfolgte keine Rückmeldung über die Leistung im ZST seitens des Versuchsleiters. Erinnert sich der Proband an die Reihe, bei der er zuvor mit der Bearbeitung aufhören musste, ist eine Erfassung der Leistungssteigerung in einem Folgedurchgang unvermeidlich. Insbesondere bei depressiven Patienten mit Defiziten, welche ohnehin mit einer geringen Leistung beginnen, würde dies zu einer negativen Feedbackschleife führen. Diese könnte einem Übungsgewinn im Wege stehen.

Daneben kann in der Patientengruppe mit kognitiven Defiziten auch eine motorische Verlangsamung vorliegen. So können motorische und kognitive Aspekte vor allem bei Aufgaben mit hohen motorischen Anforderungen konfundiert sein (Caligiuri & Ellwanger, 2000; Sabbe et al., 1999). Van Hoof et al. (1998) konnten zeigen, dass neben einer kognitiven Verlangsamung auch eine motorische Verlangsamung für geringerer Leistungen im ZST verantwortlich sein können. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass motorischen Aspekte für einen eingeschränkten Übungsgewinn im ZST verantwortlich sind. Prinzipiell ist möglich, dass eine Erhöhung der Bearbeitungseffizienz (z.B. durch ein verbessertes Merken der Zahlen-Symbol-Paare) durch motorische Restriktionen überdeckt wird.

### **8.3 Limitationen der vorliegenden Studie**

Es muss darauf hingewiesen werden, dass in vorliegender Arbeit Patienten mit unipolarer Depression ohne psychotische Symptome untersucht wurden, die sich in stationärer oder teilstationärer Behandlung befanden. Die für die depressive Stichprobe gefundenen Ergebnisse können nicht problemlos auf andere Patientengruppen, wie z.B. Patienten mit bipolarer affektiver Störung oder ambulant behandelte Patienten, übertragen werden (für eine Diskussion, s. Porter et al., 2007).

Alle depressiven Patienten erhielten zum Zeitpunkt der Untersuchung eine antidepressive Medikation. Es konnte kein Einfluss der Art der Medikation auf die kognitive Leistung nachgewiesen werden. Trotzdem kann nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden, dass die Einnahme antidepressiver Medikation unabhängig von ihrer Wirkungsweise einen Einfluss auf die erhobenen kognitiven Leistungen ausübt. Es ist von Interesse zu prüfen, ob das gleiche Ergebnismuster auch bei unmedizierten depressiven Patienten gefunden werden kann.

Der Umfang der gesunden Kontrollstichprobe war mit 24 Probanden eher klein. Aufgrund der geringeren Stichprobengröße ist denkbar, dass bestehende Zusammenhänge zwischen Variablen in vorliegender Arbeit keine statistische Bedeutsamkeit erlangten. Auch konnten die untersuchten Variablen aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nicht innerhalb eines umfassenden Modelles (z.B. Strukturgleichungsmodell-

len) analysiert werden. In Folgeuntersuchungen mit einer größeren Stichprobe wäre von Interesse, alle Prädiktoren der kognitiven Reserve und ihre jeweiligen Zusammenhänge in einem einzigen (messfehlerbereinigten) Modell zu berücksichtigen.

## 8.4 Ausblick

### *Ausblick auf das Konzept der kognitiven Reserve*

Kognitive Reserve stellt ein vielschichtiges Konzept dar, welches auf unterschiedliche kognitive Herausforderungen angewendet wurde. Verschiedene Blickwinkel und unterschiedliche Zugänge zu diesem Konzept haben den Vorteil, dass die Beschaffenheit und die Wirkungsweise der kognitiven Reserve umfassend analysiert werden kann. Zukünftige Forschung könnte einen Hinweis darauf geben, ob kognitive Reserve als ein globaler Faktor verstanden werden kann. Alternativ ist denkbar, dass das Ausmaß der kognitiven Reserve eines Individuums von der Art der Herausforderung abhängig ist, dem das Individuum gegenübersteht. In vorliegender Arbeit konnte die kognitive Reserve nur in einem einzigen Testverfahren berechnet werden. Die Bestimmung der Reserve in weiteren Testverfahren und mit unterschiedlichen Methoden (z.B. Training und Testwiederholung) könnte einen wichtigen Beitrag zur Klärung dieser offenen Frage leisten.

### *Praktische Relevanz der kognitiven Reserve bei Depression*

Das Konzept der kognitiven Reserve wurde im Rahmen depressiver Störungen nur selten angewendet. Dies überrascht, da die Untersuchung von kognitiver Reserve und Depression eine große klinische Relevanz aufweist. Depressive Störungen können mit kognitiven Beeinträchtigungen einhergehen, die sich negativ auf unterschiedliche Lebensbereiche auswirken. Untersuchungen konnten zeigen, dass ein schlechteres kognitives Leistungsniveau bei Patienten mit akuter Depression mit geringeren Aktivitäten des täglichen Lebens einhergeht (z.B. Hausarbeiten erledigen; McCall & Dunn, 2003). In einer aktuellen Untersuchung von Baune et al. (2010) konnte gezeigt werden, dass eine schlechte kognitive Leistung mit Arbeitslosigkeit assoziiert ist. Dies gilt sowohl für Patienten mit akuter depressiver Episode als auch für Patienten mit Depression in der Krankengeschichte. Obwohl unklar ist, ob Arbeitslosigkeit eine Ursache oder eine Folge von kognitiven Beeinträchtigungen darstellt, verdeutlichen die Ergebnisse von Baune

et al. (2010) die Wichtigkeit und praktische Relevanz der Untersuchung kognitiver Funktionen bei Depression. Alltägliche Leistungsanforderungen ändern sich meist auch dann nicht maßgeblich, wenn Individuen unter psychischen Störungen leiden. Es ist denkbar, dass insbesondere das Ausmaß der kognitiven Reserve mit dem alltäglichen Funktionsniveau assoziiert ist. So kann angenommen werden, dass ein erfolgreiches Meistern von alltäglichen Herausforderungen (z.B. im Berufskontext) ein ausreichendes Ausmaß an kognitiver Reserve voraussetzt. Diese Annahme hat auch Implikationen für psychotherapeutische Behandlungsmethoden oder berufliche und soziale Rehabilitationsmaßnahmen. Es ist denkbar, dass verschiedene Behandlungsformen ein hinreichendes kognitives Funktionsniveau seitens der Patienten erfordern, damit Fertigkeiten erworben werden können, die zur Besserung oder zu einem verminderten Rückfallrisiko führen (Zihl, 1996). Möglicherweise ist hierbei vor allem die kognitive Reserve von Relevanz. So konnten einige Untersuchungen zeigen, dass schizophrene Patienten, die ihre Leistungen in einem exekutiven Testverfahren nach Training verbessern konnten (learners) bessere Erfolge in der beruflichen Rehabilitation erzielten, als Patienten, die vom Training nicht profitierten (nonlearners; Sergi, Kern, Mintz & Green, 2005; Watzke, Brieger, Kuss, Schoettke & Wiedl, 2008). Ob das Ausmaß an kognitiver Reserve auch im Rahmen depressiver Störungen ein guter Indikator für den Therapieerfolg oder sogar für ein geringeres Rückfallrisiko darstellt, ist unklar. Dabei ist außerdem von Interesse zu bestimmen, welche Faktoren vorliegen oder trainiert werden müssen, um das Ausmaß der kognitiven Reserve positiv zu beeinflussen. Vorliegende Arbeit zeigte, dass Aspekte der kognitiven Architektur mit der kognitiven Reserve bei depressiven Patienten in Verbindung stehen. Möglicherweise kann ein gezieltes Training von Aufmerksamkeits-, Gedächtnis- oder Exekutivfunktionen die Mobilisierung latenter Leistungsreserven im Alltag erleichtern.

Vorliegende Arbeit zeigt, dass die Untersuchung des Reserve-Konzeptes im Rahmen depressiver Störungen ein lohnendes Forschungsfeld darstellt. In Anbetracht der hohen klinischen wie gesellschaftlichen Relevanz ist es wünschenswert, dass zukünftige Forschungsbemühungen dieses Thema stärker als bisher in den Fokus rücken.

## 9 Zusammenfassung

Kognitive Reserve kann als eine Art „Potential“ verstanden werden, um die eigene Leistung an unterschiedliche kognitive Herausforderungen anzupassen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand in einer Untersuchung der kognitiven Reserve bei Patienten mit unipolarer Depression im Vergleich zu gesunden Probanden. Hierfür wurden 41 stationär oder teilstationär behandelte depressive Patienten und 24 gesunde Probanden untersucht. Das Ausmaß der individuellen kognitiven Reserve wurde durch den Übungsgewinn in einem Testing-the-Limits-Verfahren (Kliegl et al., 1989) mit zehnmaliger Testwiederholung bestimmt. Dabei sollte die kognitive Reserve in zwei separaten Testverfahren, dem Zahlensymboltest (ZST) und einer visuellen Suchaufgabe, berechnet werden. Für die gewählte visuelle Suchaufgabe waren keine Übungsgewinne nachweisbar und es konnte hierfür keine kognitive Reserve berechnet werden. Die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit wurden aus diesem Grund nur für die kognitive Reserve im ZST untersucht. Im Rahmen einer ersten Fragestellung wurde untersucht, ob in beiden Gruppen die Variablen „kognitive Architektur“ (d.h. Statusleistungen in unterschiedlichen kognitiven Bereichen), „Bildungsjahre“, „Lebensalter“, „Persönlichkeit“ und „Depressionsschwere“ (nur bei Patienten) die kognitive Reserve signifikant vorhersagen können. Für die Beantwortung der Fragestellung wurden als Maße für kognitive Architektur die Leistung in den Bereichen „selektiver Aufmerksamkeit“, „Kurzzeitgedächtnis“, „Arbeitsgedächtnis“ und „Problemlösen“ ermittelt. Die Persönlichkeit und die Depressionsschwere wurde durch einen Fragebogen und ein klinisches Interview erhoben. Regressionsanalysen zeigten, dass die kognitive Reserve bei Kontrollprobanden weitestgehend unabhängig von den untersuchten Prädiktoren war. Dagegen konnte die kognitive Reserve bei depressiven Patienten durch die kognitive Architektur vorhergesagt werden. Signifikante Vorhersagebeiträge zeigten sich jedoch nur für Kurzzeitgedächtnisleistungen und die Leistungsgüte in der selektiven Aufmerksamkeit: Gute Leistungen gingen mit einer hohen kognitiven Reserve einher. Daneben zeigte sich ein signifikanter Vorhersagebeitrag durch die Depressionsschwere: Eine hohe Schwere der Depression stand mit einer geringeren kognitiven Reserve in Verbindung. Im Rahmen einer zweiten

Fragestellung wurde die kognitive Reserve zwischen depressiven Patienten und Kontrollprobanden verglichen. Ein signifikanter Gruppenunterschied konnte durch unabhängige *t*-Tests nicht nachgewiesen werden. Im Rahmen einer dritten Fragestellung wurde die depressive Stichprobe auf der Grundlage einer umfassenden neuropsychologischen Diagnostik in Subgruppen unterteilt. Dabei wurden depressive Patienten mit klinisch relevanten kognitiven Defiziten (mindestens ein Maß  $\leq 1,5$  SD unter dem Mittelwert der testspezifischen Normstichprobe) von Patienten ohne Defiziten unterschieden. Die statistische Analyse konnte zeigen, dass Patienten mit Defiziten eine geringere kognitive Reserve als Patienten ohne Defizite und Kontrollprobanden aufweisen. Dagegen war die kognitive Reserve der Patienten ohne Defizite sogar signifikant höher als die Reserve der Kontrollprobanden. Diskutiert wurden mögliche Gründe für den fehlenden Vorhersageeffekt bei Kontrollprobanden und die Bedeutung des Kurzzeitgedächtnisses und der Leistungsgüte für die kognitive Reserve bei Depression. Weiterhin wurden Ursachen für die gefundenen Gruppenunterschiede diskutiert und praktische Implikationen des Reserve-Konzeptes für depressive Störungen erläutert.

## Literaturverzeichnis

- Ackerman, P. L. & Heggestad, E. D. (1997). Intelligence, personality, and interests: evidence for overlapping traits. *Psychological Bulletin*, *121*(2), 219-245.
- Ackerman, P. L. & Woltz, D. J. (1994). Determinants of learning and performance in an associative memory/substitution task: task constraints, individual differences, volition, and motivation. *Journal of Educational Psychology*, *86*(4), 487-515.
- Ahissar, M. & Hochstein, S. (1997). Task difficulty and the specificity of perceptual learning. *Nature*, *387*(6631), 401-406.
- Airaksinen, E., Larsson, M., Lundberg, I. & Forsell, Y. (2004). Cognitive functions in depressive disorders: evidence from a population-based study. *Psychological Medicine*, *34*(1), 83-91.
- American Psychiatric Association, A. (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of mental Disorders*. Washington DC: American Psychiatric Association.
- Anandam, B. T. & Scialfa, C. T. (1999). Aging and the development of automaticity in feature search. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *6*(2), 117-140.
- Ashton, M. C., Lee, K., Vernon, P. A. & Jang, K. L. (2000). Fluid Intelligence, crystallized intelligence, and the openness/intellect factor. *Journal of Research in Personality*, *34*, 198-207.
- Aster, M., Neubauer, A. C. & Horn, R. (2006). *Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene WIE*. Frankfurt: Harcourt.
- Austin, M. P., Mitchell, P. & Goodwin, G. M. (2001). Cognitive deficits in depression. Possible implications for functional neuropathology. *British Journal of Psychiatry*, *178*, 200-206.

- Austin, M. P., Mitchell, P., Wilhelm, K., Parker, G., Hickie, I., Brodaty, H., et al. (1999). Cognitive function in depression: a distinct pattern of frontal impairment in melancholia? *Psychological Medicine*, 29(1), 73-85.
- Austin, M. P., Ross, M., Murray, C., O'Carroll, R. E., Ebmeier, K. P. & Goodwin, G. M. (1992). Cognitive function in major depression. *Journal of Affective Disorders*, 25(1), 21-29.
- Bäckman, L. & Forsell, Y. (1994). Episodic memory functioning in a community-based sample of old adults with major depression: utilization of cognitive support. *Journal of Abnormal Psychology*, 103(2), 361-370.
- Bäckman, L., Hill, R. D. & Forsell, Y. (1996). The influence of depressive symptomatology on episodic memory functioning among clinically nondepressed older adults. *Journal of Abnormal Psychology*, 105(1), 97-105.
- Baltes, P. B. (1987 ). Theoretical propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline. *Developmental Psychology*, 23(5), 611-626.
- Baltes, P. B. & Kliegl, R. (1992). Further testing of limits of cognitive plasticity: Negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Developmental Psychology*, 28(1), 121-125.
- Baltes, P. B. & Lindenberger, U. (1988). On the range of cognitive plasticity in old age as a function of experience: 15 years of intervention research. *Behavior Therapy*, 19, 283-300.
- Baltes, P. B., Sowarka, D. & Kliegl, R. (1989). Cognitive training research on fluid intelligence in old age: what can older adults achieve by themselves? *Psychology and Aging*, 4(2), 217-221.
- Barnett, J. H., Salmond, C. H., Jones, P. B. & Sahakian, B. J. (2006). Cognitive reserve in neuropsychiatry. *Psychological Medicine*, 36(8), 1053-1064.

- Bartl-Storck, C. & Dörner, D. (2004). Der "kognitive Kern" der Neuropsychologie. Kognitive, motivationale und emotionale Variablen in der neuropsychologischen Diagnostik. In S. Lautenbacher & S. Gauggel (Hrsg.), *Neuropsychologie psychischer Störungen* (S. 44-64). Berlin: Springer.
- Basel, M. C. (2005). *CERAD-Plus: The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease*. Basel: Universitätsspital.
- Bates, M. E. & Lemay, E. P., Jr. (2004). The d2 Test of attention: construct validity and extensions in scoring techniques. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(3), 392-400.
- Baune, B. T., Miller, R., McAfoose, J., Johnson, M., Quirk, F. & Mitchell, D. (2010). The role of cognitive impairment in general functioning in major depression. *Psychiatry Research*, 176(2-3), 183-189.
- Beblo, T. & Herrmann, M. (2000). Neuropsychologische Defizite bei depressiven Störungen. *Fortschritte der Neurologie - Psychiatrie*, 68, 1-11.
- Bennett, D. A., Schneider, J. A., Arvanitakis, Z., Kelly, J. F., Aggarwal, N. T., Shah, R. C., et al. (2006). Neuropathology of older persons without cognitive impairment from two community-based studies. *Neurology*, 66(12), 1837-1844.
- Bhalla, R. K., Butters, M. A., Zmuda, M. D., Seligman, K., Mulsant, B. H., Pollock, B. G., et al. (2005). Does education moderate neuropsychological impairment in late-life depression? *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 20(5), 413-417.
- Bherer, L., Kramer, A. F., Peterson, M. S., Colcombe, S., Erickson, K. & Becic, E. (2006). Testing the limits of cognitive plasticity in older adults: application to attentional control. *Acta Psychologica*, 123(3), 261-278.
- Bieliauskas, L. A., Back-Madruga, C., Lindsay, K. L., Wright, E. C., Kronfol, Z., Lok, A. S., et al. (2007). Cognitive reserve and neuropsychological functioning in pa-

- tients infected with hepatitis C. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(4), 687-692.
- Borkenau, P. & Ostendorf, F. (2008). *NEO-Fünf-Faktoren-Inventar nach Costa & McCrae: 2. neu normierte und vollständig überarbeitete Auflage*. Göttingen: Hogrefe.
- Bremner, J. D., Vythilingam, M., Vermetten, E., Vaccarino, V. & Charney, D. S. (2004). Deficits in hippocampal and anterior cingulate functioning during verbal declarative memory encoding in midlife major depression. *American Journal of Psychiatry*, 161(4), 637-645.
- Brickenkamp, R. (2002). *Aufmerksamkeits-Belastungstest d2* (9. ed.). Göttingen: Hogrefe.
- Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Dapp, C., Müller, M., et al. (2008). Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychology and Aging*, 23(4), 743-753.
- Caligiuri, M. P. & Ellwanger, J. (2000). Motor and cognitive aspects of motor retardation in depression. *Journal of Affective Disorders*, 57(1-3), 83-93.
- Castaneda, A. E., Suvisaari, J., Marttunen, M., Perala, J., Saarni, S. I., Aalto-Setälä, T., et al. (2008). Cognitive functioning in a population-based sample of young adults with a history of non-psychotic unipolar depressive disorders without psychiatric comorbidity. *Journal of Affective Disorders*, 110(1-2), 36-45.
- Chapman, P. R. & Underwood, G. (1998). Visual search of driving situations: danger and expertise. *Perception*, 27, 951-964.
- Cheal, M. & Lyon, D. R. (1992). Attention in visual search: multiple search classes. *Perception and Psychophysics*, 52(2), 113-138.
- Christensen, B. K., Carney, C. E. & Segal, Z. V. (2006). Cognitive processing models of depression. In D. J. Stein, D. J. Kupfer & A. F. Schatzberg (Hrsg.), *The*

---

*American Psychiatric Publishing Textbook of Mood Disorders*. Arlington: American Psychiatric Publishing, Inc.

- Christensen, H., Anstey, K. J., Parslow, R. A., Maller, J., Mackinnon, A. & Sachdev, P. (2007). The brain reserve hypothesis, brain atrophy and aging. *Gerontology*, 53(2), 82-95.
- Christensen, H., Griffiths, K., Mackinnon, A. & Jacomb, P. (1997). A quantitative review of cognitive deficits in depression and Alzheimer-type dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 3(6), 631-651.
- Christensen, H., Hofer, S. M., Mackinnon, A. J., Korten, A. E., Jorm, A. F. & Henderson, A. S. (2001). Age is no kinder to the better educated: absence of an association investigated using latent growth techniques in a community sample. *Psychological Medicine*, 31(1), 15-28.
- Cohen, R., Lohr, I., Paul, R. & Boland, R. (2001). Impairments of attention and effort among patients with major affective disorders. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 13(3), 385-395.
- Colla, M., Kronenberg, G., Deuschle, M., Meichel, K., Hagen, T., Bohrer, M., et al. (2007). Hippocampal volume reduction and HPA-system activity in major depression. *Journal of Psychiatry Research*, 41(7), 553-560.
- Corral, M., Rodriguez, M., Amenedo, E., Sanchez, J. L. & Diaz, F. (2006). Cognitive reserve, age, and neuropsychological performance in healthy participants. *Developmental Neuropsychology*, 29(3), 479-491.
- Czerwinski, M., Lightfoot, N. & Shiffrin, R. M. (1992). Automatization and training in visual search. *The American Journal of Psychology*, 105(2), 271-315.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Backman, L. & Neely, A. S. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 720-730.

- Davidson, R. J., Lewis, D. A., Alloy, L. B., Amaral, D. G., Bush, G., Cohen, J. D., et al. (2002). Neural and behavioral substrates of mood and mood regulation. *Biological Psychiatry*, 52(6), 478-502.
- Davis, D. G., Schmitt, F. A., Wekstein, D. R. & Markesbery, W. R. (1999). Alzheimer neuropathologic alterations in aged cognitively normal subjects. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 58(4), 376-388.
- Doumas, M., Rapp, M. A. & Krampe, R. T. (2009). Working memory and postural control: adult age differences in potential for improvement, task priority, and dual tasking. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 64(2), 193-201.
- Drag, L. L. & Bieliauskas, L. A. (2010). Contemporary Review 2009: Cognitive Aging. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*.
- Drevets, W. C. (1999). Prefrontal cortical-amygdalar metabolism in major depression. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 877, 614-637.
- Drevets, W. C. (2000). Neuroimaging studies of mood disorders. *Biological Psychiatry*, 48(8), 813-829.
- Drevets, W. C., Price, J. L., Simpson, J. R., Jr., Todd, R. D., Reich, T., Vannier, M., et al. (1997). Subgenual prefrontal cortex abnormalities in mood disorders. *Nature*, 386(6627), 824-827.
- Duncan, J. & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433-458.
- Egeland, J., Rund, B. R., Sundet, K., Landro, N. I., Asbjornsen, A., Lund, A., et al. (2003). Attention profile in schizophrenia compared with depression: differential effects of processing speed, selective attention and vigilance. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 108(4), 276-284.

- Elliott, R., Baker, S. C., Rogers, R. D., O'Leary, D. A., Paykel, E. S., Frith, C. D., et al. (1997). Prefrontal dysfunction in depressed patients performing a complex planning task: a study using positron emission tomography. *Psychological Medicine*, 27(4), 931-942.
- Ellison, A. & Walsh, V. (1998). Perceptual learning in visual search: some evidence of specificities. *Vision Research*, 38(3), 333-345.
- Fisk, A. D., Rogers, W. A. & Giambra, L. M. (1990). Consistent and varied memory/visual search: is there an interaction between age and response-set effects? *Journal of Gerontology*, 45(3), 81-87.
- Fossati, P., Amar, G., Raoux, N., Ergis, A. M. & Allilaire, J. F. (1999). Executive functioning and verbal memory in young patients with unipolar depression and schizophrenia. *Psychiatry Research*, 89(3), 171-187.
- Foster, J. K., Behrmann, M. & Stuss, D. T. (1995). Aging and visual search: Generalized cognitive slowing or selective deficit in attention? *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 2(4), 279 - 299.
- Friedman-Hill, S. & Wolfe, J. M. (1995). Second-order parallel processing: visual search for the odd item in a subset. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 21(3), 531-551.
- Friedman, A. S. (1964). Minimal Effects of Severe Depression on Cognitive Functioning. *Journal of Abnormal Psychology*, 69, 237-243.
- Grant, M. M., Thase, M. E. & Sweeney, J. A. (2001). Cognitive disturbance in outpatient depressed younger adults: evidence of modest impairment. *Biological Psychiatry*, 50(1), 35-43.
- Gratzinger, P., Sheikh, J. I., Friedman, L. & Yesavage, J. A. (1990). Cognitive interventions to improve face-name recall: the role of personality trait differences. *Developmental Psychology*, 26(6), 889-893.

- Gualtieri, C. T., Johnson, L. G. & Benedict, K. B. (2006). Neurocognition in depression: patients on and off medication versus healthy comparison subjects. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 18(2), 217-225.
- Habib, R., Nyberg, L. & Nilsson, L. G. (2007). Cognitive and non-cognitive factors contributing to the longitudinal identification of successful older adults in the betula study. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14(3), 257-273.
- Hammar, A. (2003). Automatic and effortful information processing in unipolar major depression. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44(5), 409-413.
- Hammar, A. & Ardal, G. (2009). Cognitive functioning in major depression--a summary. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, 26.
- Hammar, A., Lund, A. & Hugdahl, K. (2003). Long-lasting cognitive impairment in unipolar major depression: a 6-month follow-up study. *Psychiatry Research*, 118(2), 189-196.
- Hart, R. P., Wade, J. B., Calabrese, V. P. & Colenda, C. C. (1998). Vigilance performance in Parkinson's disease and depression. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 20(1), 111-117.
- Härting, C., Markowitsch, H. J., Neufeld, H., Calabrese, P., Deisinger, K. & Kessler, J. (2000). *WMS-R. Wechsler Gedächtnistest - Revidierte Fassung. Deutsche Adaptation der revidierten Fassung der Wechsler Memory Scale*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Hartlage, S., Alloy, L. B., Vazquez, C. & Dykman, B. (1993). Automatic and effortful processing in depression. *Psychological Bulletin*, 113(2), 247-278.
- Harvey, P. O., Le Bastard, G., Pochon, J. B., Levy, R., Allilaire, J. F., Dubois, B., et al. (2004). Executive functions and updating of the contents of working memory in unipolar depression. *Journal of Psychiatry Research*, 38(6), 567-576.

- Hautzinger, M., Keller, F. & Kühner, C. (2006). *Beck Depressions-Inventar Revision (BDI II)*. Frankfurt am Main: Harcourt.
- Hickie, I., Naismith, S., Ward, P. B., Turner, K., Scott, E., Mitchell, P., et al. (2005). Reduced hippocampal volumes and memory loss in patients with early- and late-onset depression. *British Journal of Psychiatry*, *186*, 197-202.
- Ho, G. & Scialfa, C. T. (2002). Age, skill transfer, and conjunction search. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *57*(3), 277-287.
- Hommel, B., Li, K. Z. & Li, S. C. (2004). Visual search across the life span. *Developmental Psychology*, *40*(4), 545-558.
- Hoyer, W. J., Stawski, R. S., Wasylshyn, C. & Verhaeghen, P. (2004). Adult age and digit symbol substitution performance: a meta-analysis. *Psychology and Aging*, *19*(1), 211-214.
- Humphrey, D. G. & Kramer, A. F. (1997). Age differences in visual search for feature, conjunction, and triple-conjunction targets. *Psychology and Aging*, *12*(4), 704-717.
- Iannuzzo, R. W., Jaeger, J., Goldberg, J. F., Kafantaris, V. & Sublette, M. E. (2006). Development and reliability of the HAM-D/MADRS interview: an integrated depression symptom rating scale. *Psychiatry Research*, *145*(1), 21-37.
- Ince, P. G. (2001). Pathological correlates of late-onset dementia in a multicenter community-based population in England and Wales. *Lancet*, *357*, 169-175.
- Janssen, J., Hulshoff Pol, H. E., Lampe, I. K., Schnack, H. G., de Leeuw, F. E., Kahn, R. S., et al. (2004). Hippocampal changes and white matter lesions in early-onset depression. *Biological Psychiatry*, *56*(11), 825-831.
- Joy, S., Fein, D. & Kaplan, E. (2003). Decoding digit symbol: speed, memory, and visual scanning. *Assessment*, *10*(1), 56-65.

- Joy, S., Fein, D., Kaplan, E. & Freedman, M. (2000). Speed and memory in WAIS-R-NI Digit Symbol performance among healthy older adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(7), 770-780.
- Joy, S., Kaplan, E. & Fein, D. (2004). Speed and memory in the WAIS-III Digit Symbol--Coding subtest across the adult lifespan. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(6), 759-767.
- Katzman, R., Terry, R., DeTeresa, R., Brown, T., Davies, P., Fuld, P., et al. (1988). Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: a subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. *Annals of Neurology*, 23(2), 138-144.
- Kertzman, S., Reznik, I., Hornik-Lurie, T., Weizman, A., Kotler, M. & Amital, D. (2009). Stroop performance in major depression: Selective attention impairment or psychomotor slowness? *Journal of Affective Disorders*.
- King, D. A., Caine, E. D. & Cox, C. (1993). Influence of depression and age on selected cognitive functions. *The Clinical Neuropsychologist*, 7(4), 443 - 453.
- Kliegl, R., Smith, J. & Baltes, P. B. (1989). Testing-the-limits and the study of adult age differences in cognitive plasticity of a mnemonic skill. *Developmental Psychology*, 25(2), 247-256.
- Kliegl, R., Smith, J. & Baltes, P. B. (1990). On the locus and process of magnification of age differences during mnemonic training. *Developmental Psychology*, 26(6), 894-904.
- Koenen, K. C., Moffitt, T. E., Roberts, A. L., Martin, L. T., Kubzansky, L., Harrington, H., et al. (2009). Childhood IQ and adult mental disorders: a test of the cognitive reserve hypothesis. *American Journal of Psychiatry*, 166(1), 50-57.
- Kramer, A. F., Bherer, L., Colcombe, S. J., Dong, W. & Greenough, W. T. (2004). Environmental influences on cognitive and brain plasticity during aging. *Journals*

*of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(9), M940-957.

- Landrø, N. I., Stiles, T. C. & Sletvold, H. (2001). Neuropsychological function in nonpsychotic unipolar major depression. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 14(4), 233-240.
- Lange, C. & Irle, E. (2004). Enlarged amygdala volume and reduced hippocampal volume in young women with major depression. *Psychological Medicine*, 34(6), 1059-1064.
- Laux, L. F. & Lane, D. M. (1985). Information processing components of substitution test performance. *Intelligence*, 9, 111-136.
- Le Carret, N., Lafont, S., Mayo, W. & Fabrigoule, C. (2003). The effect of education on cognitive performances and its implication for the constitution of the cognitive reserve. *Developmental Neuropsychology*, 23(3), 317-337.
- Legendre, S. A., Stern, R. A., Solomon, D. A., Furman, M. J. & Smith, K. E. (2003). The influence of cognitive reserve on memory following electroconvulsive therapy. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 15(3), 333-339.
- Lemke, M. R. (1999). Motorische Phänomene der Depression. *Nervenarzt*, 70, 600-612.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B. & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment*. (4. ed.). Oxford: University press.
- Li, S. C., Schmiedek, F., Huxhold, O., Rocke, C., Smith, J. & Lindenberger, U. (2008). Working memory plasticity in old age: practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 731-742.
- Lyketsos, C. G., Chen, L. S. & Anthony, J. C. (1999). Cognitive decline in adulthood: an 11.5-year follow-up of the Baltimore Epidemiologic Catchment Area study. *American Journal of Psychiatry*, 156(1), 58-65.

- MacDonald, S. W., Hulstsch, D. F., Strauss, E. & Dixon, R. A. (2003). Age-related slowing of digit symbol substitution revisited: what do longitudinal age changes reflect? *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 58(3), P187-194.
- Majer, M., Ising, M., Kunzel, H., Binder, E. B., Holsboer, F., Modell, S., et al. (2004). Impaired divided attention predicts delayed response and risk to relapse in subjects with depressive disorders. *Psychological Medicine*, 34(8), 1453-1463.
- Manly, J. J., Schupf, N., Tang, M. X. & Stern, Y. (2005). Cognitive decline and literacy among ethnically diverse elders. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 18(4), 213-217.
- Mazaux, J. M., Dartigues, J. F., Letenneur, L., Darriet, D., Wiart, L., Gagnon, M., et al. (1995). Visuo-spatial attention and psychomotor performance in elderly community residents: effects of age, gender, and education. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 17(1), 71-81.
- McCall, W. V. & Dunn, A. G. (2003). Cognitive deficits are associated with functional impairment in severely depressed patients. *Psychiatry Research*, 121(2), 179-184.
- McDermott, L. M. & Ebmeier, K. P. (2009). A meta-analysis of depression severity and cognitive function. *Journal of Affective Disorders*, 119(1-3), 1-8.
- Mialet, J. P., Pope, H. G. & Yurgelun-Todd, D. (1996). Impaired attention in depressive states: a non-specific deficit? *Psychological Medicine*, 26(5), 1009-1020.
- Miller, L. S., Faustman, W. O., Moses, J. A., Jr. & Csernansky, J. G. (1991). Evaluating cognitive impairment in depression with the Luria-Nebraska Neuropsychological Battery: severity correlates and comparisons with nonpsychiatric controls. *Psychiatry Research*, 37(3), 219-227.
- Montgomery, S. A. & Asberg, M. (1979). A new depression scale designed to be sensitive to change. *British Journal of Psychiatry*, 134, 382-389.

- Moritz, S., Birkner, C., Kloss, M., Jahn, H., Hand, I., Haasen, C., et al. (2002). Executive functioning in obsessive-compulsive disorder, unipolar depression, and schizophrenia. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *17*(5), 477-483.
- Mort, D. J. & Kennard, C. (2003). Visual search and its disorders. *Current Opinion in Neurology*, *16*(1), 51-57.
- Müller, H. J. (2006). Funktionen und Modelle der selektiven Aufmerksamkeit. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 239-252). Heidelberg: Springer.
- Müller, H. J. & Krummenacher, J. (2006). Visual search and selective attention. *Visual Cognition*, *14*, 389-410.
- Murstein, B. I. & Leipold, W. D. (1961). The role of learning and motor abilities in the Wechsler-Bellevue Digit Symbol Subtest. *Educational and psychological measurement*, *21*, 103-112.
- Naismith, S. L., Hickie, I. B., Turner, K., Little, C. L., Winter, V., Ward, P. B., et al. (2003). Neuropsychological performance in patients with depression is associated with clinical, etiological and genetic risk factors. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*(6), 866-877.
- Neu, P., Bajbouj, M., Schilling, A., Godemann, F., Berman, R. M. & Schlattmann, P. (2005). Cognitive function over the treatment course of depression in middle-aged patients: correlation with brain MRI signal hyperintensities. *Journal of Psychiatry Research*, *39*(2), 129-135.
- Newton, T., Slade, P., Butler, N. & Murphy, P. (1992). Personality and performance on a simple visual search task. *Personality and Individual Differences*, *13*(3), 381-382.
- O'Brien, J. T., Lloyd, A., McKeith, I., Gholkar, A. & Ferrier, N. (2004). A longitudinal study of hippocampal volume, cortisol levels, and cognition in older depressed subjects. *American Journal of Psychiatry*, *161*(11), 2081-2090.

- Ottowitz, W. E., Dougherty, D. D. & Savage, C. R. (2002). The neural network basis for abnormalities of attention and executive function in major depressive disorder: implications for application of the medical disease model to psychiatric disorders. *Harvard Review of Psychiatry*, 10(2), 86-99.
- Pai, M. C. & Tsai, J. J. (2005). Is cognitive reserve applicable to epilepsy? The effect of educational level on the cognitive decline after onset of epilepsy. *Epilepsia*, 46 Supplement 1, 7-10.
- Pardo, J. V., Pardo, P. J., Humes, S. W. & Posner, M. I. (2006). Neurocognitive dysfunction in antidepressant-free, non-elderly patients with unipolar depression: alerting and covert orienting of visuospatial attention. *Journal of Affective Disorders*, 92(1), 71-78.
- Pereda, M., Ayuso-Mateos, J. L., Gomez Del Barrio, A., Echevarria, S., Farinas, M. C., Garcia Palomo, D., et al. (2000). Factors associated with neuropsychological performance in HIV-seropositive subjects without AIDS. *Psychological Medicine*, 30(1), 205-217.
- Piccinin, A. M. & Rabbitt, P. M. (1999). Contribution of cognitive abilities to performance and improvement on a substitution coding task. *Psychology and Aging*, 14(4), 539-551.
- Plude, D. J. & Doussard-Roosevelt, J. A. (1989). Aging, selective attention, and feature integration. *Psychology and Aging*, 4(1), 98-105.
- Porter, R. J., Bourke, C. & Gallagher, P. (2007). Neuropsychological impairment in major depression: its nature, origin and clinical significance. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 41, 115-128.
- Porter, R. J., Gallagher, P., Thompson, J. M. & Young, A. H. (2003). Neurocognitive impairment in drug-free patients with major depressive disorder. *British Journal of Psychiatry*, 182, 214-220.

- Purcell, R., Maruff, P., Kyrios, M. & Pantelis, C. (1997). Neuropsychological function in young patients with unipolar major depression. *Psychological Medicine*, 27(6), 1277-1285.
- Quinlan, P. T. (2003). Visual feature integration theory: past, present, and future. *Psychological Bulletin*, 129(5), 643-673.
- Reppermund, S., Ising, M., Lucae, S. & Zihl, J. (2009). Cognitive impairment in unipolar depression is persistent and non-specific: further evidence for the final common pathway disorder hypothesis. *Psychological Medicine*, 39(4), 603-614.
- Reppermund, S., Zihl, J., Lucae, S., Horstmann, S., Kloiber, S., Holsboer, F., et al. (2007). Persistent cognitive impairment in depression: The role of psychopathology and altered hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA)system regulation. *Biological Psychiatry*, 62, 400-406.
- Richards, M. & Deary, I. J. (2005). A life course approach to cognitive reserve: a model for cognitive aging and development? *Annals of Neurology*, 58(4), 617-622.
- Rogers, M. A., Kasai, K., Koji, M., Fukuda, R., Iwanami, A., Nakagome, K., et al. (2004). Executive and prefrontal dysfunction in unipolar depression: a review of neuropsychological and imaging evidence. *Neuroscience Research*, 50(1), 1-11.
- Rogers, W. A., Fisk, A. D. & Hertzog, C. (1994). Do ability-performance relationships differentiate age and practice effects in visual search? *Journal of Experimental Psychology. Learning Memory and Cognition.*, 20(3), 710-738.
- Sabbe, B., Hulstijn, W., van Hoof, J., Tuynman-Qua, H. G. & Zitman, F. (1999). Retardation in depression: assessment by means of simple motor tasks. *Journal of Affective Disorders*, 55(1), 39-44.
- Saczynski, J. S., Willis, S. L. & Schaie, K. W. (2002). Strategy use in reasoning training with older adults. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 9(1), 48-60.

- 
- Salthouse, T. A. (1978). The role of memory in the age decline in digit-symbol substitution performance. *Journal of Gerontology*, 33(2), 232-238.
- Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive aging*. Hilldale: Erlbaum.
- Salthouse, T. A. (1992). What do adult age differences in the Digit Symbol Substitution Test reflect? *Journal of Gerontology*, 47(3), P121-128.
- Salthouse, T. A. (2006). Mental exercise and mental aging: evaluating the validity of the “use it or lose it” hypothesis. *Perspectives on Psychological Science*, 1(1), 68-87.
- Salthouse, T. A., Schroeder, D. H. & Ferrer, E. (2004). Estimating retest effects in longitudinal assessments of cognitive functioning in adults between 18 and 60 years of age. *Developmental Psychology*, 40(5), 813-822.
- Satz, P. (1993). Brain reserve capacity on symptom onset after brain injury: A formulation and review of evidence for threshold theory. *Neuropsychology*, 7(3), 273-295.
- Savelsberg, G. J. P., Williams, A. M., Van der Kamp, J. & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 279-287.
- Scarmeas, N. & Stern, Y. (2003). Cognitive reserve and lifestyle. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(5), 625-633.
- Schreiber, M. & Schneider, R. (2007). Cognitive plasticity in people at risk for dementia: optimising the testing-the-limits-approach. *Aging and Mental Health*, 11(1), 75-81.
- Schrijvers, D., Hulstijn, W. & Sabbe, B. G. (2008). Psychomotor symptoms in depression: a diagnostic, pathophysiological and therapeutic tool. *Journal of Affective Disorders*, 109(1-2), 1-20.

- Scialfa, C. T., Esau, S. P. & Joffe, K. M. (1998). Age, target-distractor similarity, and visual search. *Experimental Aging Research*, 24(4), 337-358.
- Scialfa, C. T., Jenkins, L., Hamaluk, E. & Skaloud, P. (2000). Aging and the development of automaticity in conjunction search. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 55(1), 27-46.
- Sergi, M. J., Kern, R. S., Mintz, J. & Green, M. F. (2005). Learning potential and the prediction of work skill acquisition in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 31(1), 67-72.
- Sheline, Y. I. (2003). Neuroimaging studies of mood disorder effects on the brain. *Biological Psychiatry*, 54(3), 338-352.
- Singer, T., Lindenberger, U. & Baltes, P. B. (2003). Plasticity of memory for new learning in very old age: a story of major loss? *Psychology and Aging*, 18(2), 306-317.
- Sireteanu, R. & Rettenbach, R. (1995). Perceptual learning in visual search: fast, enduring, but non-specific. *Vision Research*, 35(14), 2037-2043.
- Sireteanu, R. & Rettenbach, R. (2000). Perceptual learning in visual search generalizes over tasks, locations, and eyes. *Vision Research*, 40(21), 2925-2949.
- Sobin, C. & Sackeim, H. A. (1997). Psychomotor symptoms of depression. *American Journal of Psychiatry*, 154(1), 4-17.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3), 448-460.
- Stern, Y. (2006). Cognitive reserve and Alzheimer disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 20(3) Supplement 2, 69-74.
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015-2028.

- Stern, Y., Habeck, C., Moeller, J., Scarmeas, N., Anderson, K. E., Hilton, H. J., et al. (2005). Brain networks associated with cognitive reserve in healthy young and old adults. *Cerebral Cortex*, *15*(4), 394-402.
- Stern, Y., Zarahn, E., Habeck, C., Holtzer, R., Rakitin, B. C., Kumar, A., et al. (2008). A common neural network for cognitive reserve in verbal and object working memory in young but not old. *Cerebral Cortex*, *18*(4), 959-967.
- Sumowski, J. F., Chiaravalloti, N., Wylie, G. & Deluca, J. (2009). Cognitive reserve moderates the negative effect of brain atrophy on cognitive efficiency in multiple sclerosis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *15*(4), 606-612.
- Thomas, P., Goudemand, M. & Rousseaux, M. (1998). Divided attention in major depression. *Psychiatry Research*, *81*(3), 309-322.
- Thomas, P., Goudemand, M. & Rousseaux, M. (1999). Attentional resources in major depression. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, *249*(2), 79-85.
- Treisman, A. M. & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, *12*(1), 97-136.
- Tsourtos, G., Thompson, J. C. & Stough, C. (2002). Evidence of an early information processing speed deficit in unipolar major depression. *Psychological Medicine*, *32*(2), 259-265.
- Valenzuela, M. J. & Sachdev, P. (2006). Brain reserve and dementia: a systematic review. *Psychological Medicine*, *36*(4), 441-454.
- Van Dijk, K. R., Van Gerven, P. W., Van Boxtel, M. P., Van der Elst, W. & Jolles, J. (2008). No protective effects of education during normal cognitive aging: results from the 6-year follow-up of the Maastricht Aging Study. *Psychology and Aging*, *23*(1), 119-130.

- van Hoof, J. J., Jogems-Kosterman, B. J., Sabbe, B. G., Zitman, F. G. & Hulstijn, W. (1998). Differentiation of cognitive and motor slowing in the Digit Symbol Test (DST): differences between depression and schizophrenia. *Journal of Psychiatry Research*, 32(2), 99-103.
- Veiel, H. O. (1997). A preliminary profile of neuropsychological deficits associated with major depression. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 19(4), 587-603.
- Verhaeghen, P. & Marcoen, A. (1996). On the mechanisms of plasticity in young and older adults after instruction in the method of loci: evidence for an amplification model. *Psychology and Aging*, 11(1), 164-178.
- Verhaeghen, P., Marcoen, A. & Goossens, L. (1992). Improving memory performance in the aged through mnemonic training: a meta-analytic study. *Psychology and Aging*, 7(2), 242-251.
- Videbech, P. (2000). PET measurements of brain glucose metabolism and blood flow in major depressive disorder: a critical review. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 101(1), 11-20.
- Videbech, P. & Ravnkilde, B. (2004). Hippocampal volume and depression: a meta-analysis of MRI studies. *American Journal of Psychiatry*, 161(11), 1957-1966.
- Vollrath, M. & Torgersen, S. (2000). Personality types and coping. *Personality and Individual Differences*, 29, 367-378.
- Vythilingam, M., Vermetten, E., Anderson, G. M., Luckenbaugh, D., Anderson, E. R., Snow, J., et al. (2004). Hippocampal volume, memory, and cortisol status in major depressive disorder: effects of treatment. *Biological Psychiatry*, 56(2), 101-112.
- Watzke, S., Brieger, P., Kuss, O., Schoettke, H. & Wiedl, K. H. (2008). A longitudinal study of learning potential and rehabilitation outcome in schizophrenia. *Psychiatric Services*, 59(3), 248-255.

- Weiland-Fiedler, P., Erickson, K., Waldeck, T., Luckenbaugh, D. A., Pike, D., Bonne, O., et al. (2004). Evidence for continuing neuropsychological impairments in depression. *Journal of Affective Disorders*, 82(2), 253-258.
- Weltgesundheitsorganisation. (1994). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen*. Bern: Hans Huber.
- Wolfe, J. M. (1998). Visual search. In H. Pashler (Hrsg.), *Attention* (S. 13-74). Hove: Psychology Press.
- Wolfe, J. M. (2003). Moving towards solutions to some enduring controversies in visual search. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(2), 70-76.
- Woodman, G. F. & Chun, M. M. (2006). The role of working memory and long-term memory in visual search. *Visual Cognition*, 14, 808-830.
- Yang, L. & Krampe, R. T. (2009). Long-term maintenance of retest learning in young old and oldest old adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 64(5), 608-611.
- Yang, L., Krampe, R. T. & Baltes, P. B. (2006). Basic forms of cognitive plasticity extended into the oldest-old: retest learning, age, and cognitive functioning. *Psychology and Aging*, 21(2), 372-378.
- Yang, L., Reed, M., Russo, F. A. & Wilkinson, A. (2009). A new look at retest learning in older adults: learning in the absence of item-specific effects. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 64(4), 470-473.
- Yesavage, J. A. (1989). Techniques for cognitive training of memory in age-associated memory impairment. *Archives of Gerontology and Geriatrics, Suppl. 1*, 185-190.
- Zakzanis, K. K., Leach, L. & Kaplan, E. (1998). On the nature and pattern of neurocognitive function in major depressive disorder. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 11(3), 111-119.

- 
- Zihl, J. (1996). Der Beitrag der Neuropsychologie zur Psychiatrie. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie*, 64, 403 -417.
- Zihl, J., Gron, G. & Brunbauer, A. (1998). Cognitive deficits in schizophrenia and affective disorders: evidence for a final common pathway disorder. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 97(5), 351-357.
- Zihl, J., Reppermund, S., Thum, S. & Unger, K. (in press). Neuropsychological profiles in MCI and in depression: Differential cognitive dysfunction patterns or similar final common pathway disorder? *Journal of Psychiatric Research*.

## Anhang

### *Anhang A: Soziodemographisches Interview für Patienten und gesunde Probanden*

1. Geburtsdatum und Alter:
  
2. Bisheriger Schulabschluss (auch Hochschule/Promotion):
  
3. Bildungsjahre (ohne Berufsausbildung):
  
4. Erlerner Beruf:
  
5. Zuletzt tätig als:
  
6. Sehkorrektur:      vorhanden    nicht vorhanden; Art der Korrektur:
  
7. Starke Sehbehinderung/Rot-Grün-Blindheit:
  
8. Krankheiten: Schilddrüsen Fehlfunktion; Diabetes; Hyper-/Hypotonie  
Vorhanden:        gut eingestellt      schlecht eingestellt
  
10. Sonstige Krankheiten/Medikamenteneinnahme:

---

*Anhang B: Telefonisches Screening für gesunde Probanden*

1. Wie alt sind Sie? \_\_\_\_\_

2. Welchen Schulabschluss haben Sie (höchsten)? \_\_\_\_\_

3. Sind Sie derzeit in ärztlicher Behandlung?

---

Neurologische Erkrankungen wie Epilepsie, SHT:  
Schlecht eingestellter Bluthochdruck:  
Schlecht eingestellter Diabetes:  
Schlecht eingestellte Schilddrüsenfehlfunktion:  
Psychiatrische, Psychische Störungen:  
Internistische Erkrankungen:

4. Nehmen Sie zurzeit Medikamente?  
(Speziell erfragen: Psychopharmaka)

---

5. Konsumieren Sie (aktuell oder vergangen) vermehrt Alkohol/Drogen?

---

6. Arbeiten Sie nachts oder haben Sie Schichtdienst?

---

7. Haben Sie Schwierigkeiten beim Sehen? Sehen Sie z.B. alles verschwommen oder können Sie manche Farben (Rot-Grün!) nicht erkennen? \_\_\_\_\_

8. Tragen Sie eine Brille oder Kontaktlinsen? \_\_\_\_\_  
Können Sie damit Zeitung lesen? \_\_\_\_\_

***Hinweise:***

- Bitte bringen Sie am Versuchstag Ihre Brille oder Kontaktlinsen mit!
- Bitte am Versuchstag nicht ungewöhnlich viel oder wenig Kaffee trinken!
- Bitte 24 Stunden vor Versuchsteilnahme keinen Alkohol!
- Bitte 24 Stunden vor Versuchsteilnahme keine Schlaf- oder Beruhigungsmittel!

### Anhang C: Testverfahren der neuropsychologischen Diagnostik bei Patienten

#### Globales kognitives Funktionsniveau:

- Mini-Mental State Examination; CERAD (MMSE; Memory Clinic Basel, 2005<sup>8</sup>)

#### Aufmerksamkeit:

- Leistungsgeschwindigkeit: Zahlenverbindungstest A, B (ZVT; Oswald & Roth, 1987<sup>9</sup>)
- Selektive Aufmerksamkeit: d2 Test (Brickenkamp, 2002<sup>10</sup>)
- Alertness; geteilte Aufmerksamkeit; Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP; Zimmermann & Fimm, 2007<sup>11</sup>)

#### Lernen und Gedächtnis:

- Verbales Gedächtnis: Geschichten; auditive Zahlenspannen vorwärts und rückwärts; Wechsler Gedächtnistest (WMS; Härtling et al., 2004<sup>12</sup>)
- Lernen: Verbaler Lern- u. Merkfähigkeitstest (VLMT; Helmstädter, Lendt & Lux, 2001<sup>13</sup>).

#### Exekutivfunktionen:

- Problemlösen: Matrizen; Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (Aster, Neubauer & Horn, 2006<sup>14</sup>).
- Kognitive Flexibilität: Computergestütztes Kartensortierverfahren (Drühe-Wienholt & Wienholt, 2004<sup>15</sup>)  
Verbale Flexibilität: Regensburger Wortflüssigkeits-Test (RWT; Aschenbrenner, Tucha & Lange, 2000<sup>16</sup>)

Bei zwei Patienten wurde aufgrund ihres hohen Lebensalters anstelle ZVT, geteilter Aufmerksamkeit (TAP), d2, VLMT, Geschichten (WMS) und RWT, die umfassende CERAD Batterie durchgeführt.

---

<sup>8</sup> Memory Clinic Basel (2005). *CERAD-Plus: The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease*. Basel: Universitätsspital.

<sup>9</sup> Oswald, W. D. & Roth, E. (1987). *Der Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT). Ein sprachfreier Intelligenz-Test zur Messung der „kognitiven Leistungsgeschwindigkeit“* (2. ed.). Göttingen: Hogrefe.

<sup>10</sup> Brickenkamp, R. (2002). *Aufmerksamkeits-Belastungstest d2* (9. ed.). Göttingen: Hogrefe.

<sup>11</sup> Zimmermann, P. & Fimm, B. (2007). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*. Version 2.1. Freiburg: Psytest.

<sup>12</sup> Härtling, C., Markowitsch, H. J., Neufeld, H., Calabrese, P., Deisinger, K. & Kessler, J. (Hrsg.) (2000). *WMS-R. Wechsler Gedächtnistest – Revidierte Fassung. Deutsche Adaptation der revidierten Fassung der Wechsler Memory Scale*. Bern: Verlag Hans Huber.

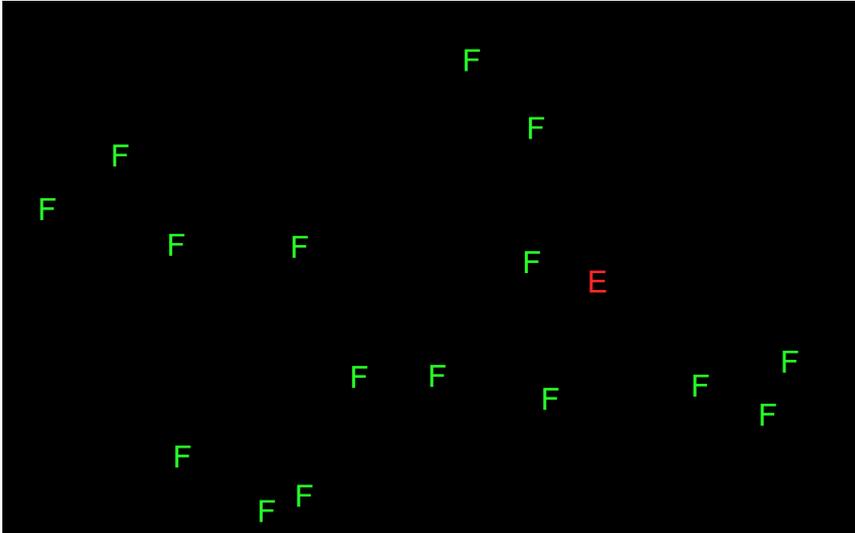
<sup>13</sup> Helmstaedter, C., Lendt, M. & Lux, S. (2001). *Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT)*. Göttingen: Beltz Test.

<sup>14</sup> Aster, M., Neubauer, A. C., & Horn, R. (2006). *Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene (WIE)*. Frankfurt: Harcourt.

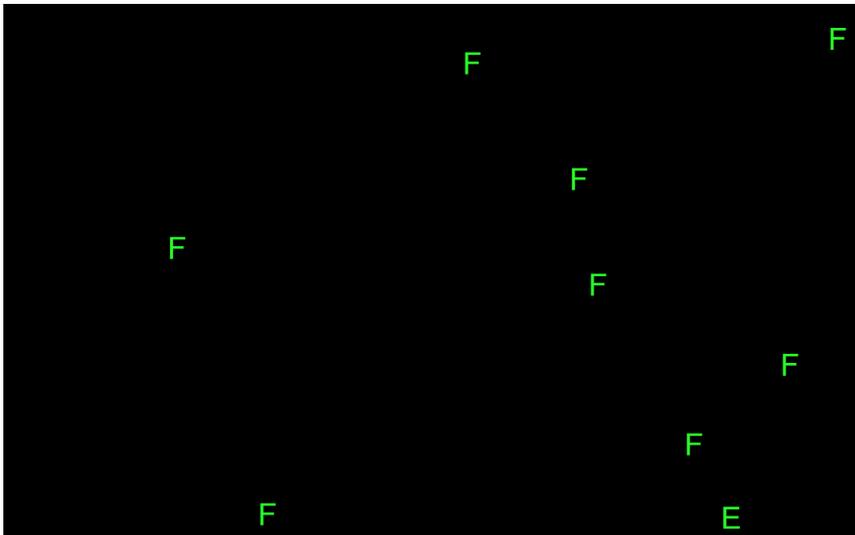
<sup>15</sup> Drühe-Wienholt, C. M. & Wienholt, W. (2004). *Computergestütztes Kartensortierverfahren*. Frankfurt am Main: Harcourt Test Services.

<sup>16</sup> Aschenbrenner, S., Tucha, O. & Lange, K.W. (2000): *Regensburger Wortflüssigkeits-Test*. Göttingen: Hogrefe.

*Anhang D: Abbildungen der parallelen und serielle Suchaufgabe:*



*Abbildung. Beispiel eines parallelen Suchtrials mit einer Set Size von 17 Reizen;  
Target war das rote E.*



*Abbildung. Beispiel eines seriellen Suchtrials mit einer Set Size von 9 Reizen;  
Target war das grüne E (unten rechts.)*

*Anhang E: Annahmen für Zusatzanalysen*

- Sowohl für den ZST als auch für die visuelle Suche sind zielgerichtete sakkadische Bewegungen notwendig (Joy et al., 2003)<sup>17</sup>: Es wurde erwartet, dass eine gute Ausgangsleistung im ZST mit einer guten Ausgangsleistung in der visuellen Suche einhergeht.
- Sowohl für den ZST als auch für die visuelle Suche sind unterschiedliche kognitive Leistungen verantwortlich (s. 4.1.1): Es wurde davon ausgegangen, dass die Ausgangsleistung im ZST und in der visuellen Suche mit guten Leistungen in den Testverfahren der kognitiven Architektur einhergeht.
- Für den ZST und die visuelle Suche wurde ein negativer Zusammenhang mit dem Lebensalter beschrieben (s. 4.1.1 und 4.2.3): Es wurde angenommen, dass höhere Ausgangsleistungen mit einem niedrigeren Lebensalter einhergehen.
- Aufgrund der häufig beschriebenen kognitiven Beeinträchtigungen bei depressiven Patienten (s. 3.2) wurde erwartet, dass depressive Patienten schlechtere Leistungen in den Testverfahren der kognitiven Architektur und in der Ausgangsleistung im ZST und der visuellen Suche erbringen, als gesunde Probanden.
- Aufgrund theoretischer Annahmen (s. Punkt 5) wurde davon ausgegangen, dass gesunde Probanden bessere Leistungen als D ohne Defizite und D mit Defiziten in den Testverfahren der kognitiven Architektur und in der Ausgangsleistung im ZST und in der visuellen Suche aufweisen. D mit Defiziten sollten weiterhin durchwegs geringere Leistungen als D ohne Defizite aufweisen.

---

<sup>17</sup> Joy, S., Fein, D., & Kaplan, E. (2003). Decoding digit symbol: speed, memory, and visual scanning. *Assessment, 10*(1), 56-65.

---

# Lebenslauf (Stand von Juli 2010)

---

## Persönliche Daten

---

**Lisa Zieger**, geboren im März 1982 in München

---

## Promotion

---

05/08-07/10    **Thema:** Kognitive Reserve bei Patienten mit unipolarer Depression

---

## Berufstätigkeit

---

05/08-04/10    **Teammitglied in der Arbeitsgruppe Neuropsychologie**  
Max-Planck-Institut für Psychiatrie, München

05/08-04/10    **Wissenschaftliche Mitarbeiterin**  
Lehrstuhl für Neuropsychologie, Ludwig-Maximilians-Universität,  
München

---

## Hochschulstudium

---

10/03-03/08    **Studium der Psychologie**  
Ruhr-Universität Bochum

10/02-10/03    **Studium der Pädagogik**  
Universität Augsburg

---

## Schulbildung

---

08/98-06/02    Gymnasium, München, Abitur

08/92-06/98    Realschule, München, mittlere Reife

08/88-06/92    Grundschule, München

---