

**AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR PSYCHIATRIE UND PSYCHOTHERAPIE  
PROF. DR. HELMFRIED E. KLEIN  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG**

**Fahrkompetenz bei MCI-Patienten-  
Überprüfung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit bei  
Patienten mit Mild Cognitive Impairment(MCI) anhand eines  
validierten Testsystems**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg**

**vorgelegt von  
Astrid Elvira Shami**

**2010**



**AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR PSYCHIATRIE UND PSYCHOTHERAPIE  
PROF. DR. HELMFRIED E. KLEIN  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG**

**Fahrkompetenz bei MCI-Patienten-  
Überprüfung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit bei  
Patienten mit Mild Cognitive Impairment(MCI) anhand eines  
validierten Testsystems**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg**

**vorgelegt von  
Astrid Elvira Shami**

**2010**

**Dekan:**

**Prof. Dr. Bernhard Weber**

**1. Berichterstatter:**

**Prof. Dr. Göran Hajak**

**2. Berichterstatter:**

**Prof. Dr. Wilhelm Schulte-Mattler**

**Tag der mündlichen Prüfung: 17.01.2011**

# Inhaltsverzeichnis

<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>6</b>
<b>I. EINLEITUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>II. THEORETISCHER HINTERGRUND .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Mild Cognitive Impairment (MCI) - Definition und Entstehung des Terminus .....</b>	<b>9</b>
1.1. Definitionsmodelle für die leichte kognitive Beeinträchtigung .....	9
1.2. Pathophysiologische Befunde und psychische Auffälligkeiten bei MCI .....	22
1.3. Beispiel einer Operationalisierung der Definition MCI .....	23
1.4. Statistische Daten zu MCI .....	25
1.5. Differentialdiagnose Demenz .....	25
<b>2. Teilnahme am Straßenverkehr bei MCI .....</b>	<b>29</b>
2.1. Prüfung der Kraftfahreignung .....	29
2.2. Alterstypische, für das Führen eines Fahrzeugs, relevante Leistungseinbußen .....	32
2.3. Mögliche Beschränkungen bei eingeschränkter Kraftfahreignung .....	34
2.4. Erteilung und Dauer der Fahrerlaubnis .....	35
<b>3. Testung der kognitiven Funktionen bei Patienten mit MCI ...</b>	<b>37</b>
3.1. Gedächtnis .....	38
3.2. Aufmerksamkeit.....	40
3.3. Sprache .....	41
3.4. Exekutive Funktionen .....	42
3.5. Visuospatiale Fähigkeiten.....	42
3.6. Orientierung .....	43
3.7. Höhere kognitive Funktionen.....	43
3.8. Intelligenz .....	44

<b>III.</b>	<b>ZENTRALE FRAGESTELLUNG UND HYPOTHESEN .....</b>	<b>45</b>
1.	Ziel und Aufbau der Untersuchung.....	45
2.	Zentrale Annahme der Untersuchung .....	47
<b>IV.</b>	<b>METHODEN UND UNTERSUCHUNGSKOLLEKTIV .....</b>	<b>50</b>
<b>1.</b>	<b>Rahmenbedingungen.....</b>	<b>50</b>
<b>2.</b>	<b>Verwendete Testverfahren .....</b>	<b>50</b>
2.1.	Consortium to establish registry of Alzheimer Disease (CERAD).....	50
2.2.	Testung der Vigilanz, Schläfrigkeit und Schlafqualität als einfluss- nehmende Faktoren .....	58
2.2.1.	Epworth Sleepiness Scale (ESS) .....	58
2.2.2.	Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) .....	59
2.2.3.	Morning-Evening-Questionnaire (D-MEQ) .....	60
2.2.4.	Karolinska Sleepiness Scale (KSS) .....	61
2.2.4.	Testung der Daueraufmerksamkeit nach Quatember&Maly .....	62
2.3.	Screening einer möglichen depressiven Störung .....	64
2.3.1.	Beck Depression Inventory (BDI) .....	64
2.4.	Testung der Kraftfahreignung mit dem Expertensystem Verkehr von Schuhfried® .....	66
2.4.1.	Reaktionstest (RT).....	67
2.4.2.	Determinationstest (DT) .....	67
2.4.3.	Cognitrone (COG) .....	68
2.4.4.	Adaptiver Matrizentest (AMT).....	69
2.4.5.	Tachiskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB).....	70
2.4.6.	Periphere Wahrnehmung (PP) .....	70
2.4.7.	Linienverfolgungstest (LVT) .....	71
2.4.8.	Gesamturteil Expertensystem Verkehr.....	73
<b>3.</b>	<b>Studiendesign .....</b>	<b>75</b>

<b>4.</b>	<b>Einschluss-/Ausschlusskriterien des Untersuchungs-</b>	
	<b>kollektivs</b> .....	75
<b>5.</b>	<b>Demographische Beschreibung</b> .....	77
5.1.	Screening der Patienten .....	77
5.2.	Teilnehmende Patienten .....	78
5.3.	Kontrollpersonen .....	79
5.4.	Deskriptive Beschreibung der Eingangskriterien der CERAD-Testbatterie .....	81
5.5.	Deskriptive Beschreibung der Fahrgewohnheiten .....	82
<b>6.</b>	<b>Statistische Auswertung</b> .....	84
6.1.	Subjektive Parameter .....	84
6.2.	Objektive Parameter.....	84
6.3.	Deskriptive Darstellung der Daten.....	84
6.4.	Berechnung der Unterschiede zwischen den Gruppen.....	85
<b>V.</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	87
<b>1.</b>	<b>Consortium to Establish Registry of Alzheimer disease</b>	
	<b>(CERAD)</b> .....	87
<b>2.</b>	<b>Subjektive Parameter zu Stimmung und zum Schlaf-Wach-</b>	
	<b>Verhalten</b> .....	92
2.1.	Depression .....	92
2.2.	Fragebögen zu Schlaf- und Wachstörungen.....	93
2.2.1.	Untersuchung der Schlafqualität .....	93
2.2.2.	Untersuchung des Chronotyps.....	94
2.2.3.	Untersuchung der Tagesschläfrigkeit.....	95
<b>3.</b>	<b>Expertensystem Verkehr von Schuhfried®</b> .....	97
3.1.	Reaktionstest (RT).....	97
3.2.	Determinationstest (DT) .....	99
3.3.	Cognitrone (COG) .....	102

## Inhaltsverzeichnis

---

3.4.	Adaptiver Matrizentest (AMT).....	105
3.5.	Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB).....	105
3.6.	Periphere Wahrnehmung (PP) .....	108
3.7.	Linienverfolgungstest (LVT) .....	110
3.8.	Zusammenfassung der Einzelergebnisse .....	112
3.9.	Gesamturteil des Expertensystems Verkehr .....	114
3.10.	Vergleich mit den Normstichproben von Schuhfried® .....	116
<b>4.</b>	<b>Monotoner Daueraufmerksamkeitstest Quatember&amp;Maly ....</b>	<b>117</b>
4.1.	Ergebnisse der Untersuchung für die monotone Daueraufmerksamkeit.....	117
4.2.	Übersicht über die Ergebnisse .....	121
4.3.	Vergleich mit den Normstichproben von Schuhfried® .....	122
<b>5.</b>	<b>Karolinska Sleepiness Scale (KSS) .....</b>	<b>123</b>
<b>VI.</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>125</b>
1.	Subjektiven Parameter Schlafqualität, Chronotyp, Tages- schläfrigkeit und Depression .....	126
2.	Schläfrigkeitsrelevanten Parameter Daueraufmerksamkeit und aktuelle Schläfrigkeit .....	129
3.	Verkehrspsychologische Testung .....	130
4.	Einordnung des Schweregrades der kognitiven Beeinträchtigung	136
5.	Schwierigkeiten bei der Definition MCI.....	138
6.	Ausblick.....	139
<b>VII.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>141</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>151</b>
1.	Abkürzungsverzeichnis .....	151
2.	Normgruppen Schuhfried® .....	152
3.	Studienunterlagen .....	157



### Zusammenfassung

Bei einer Demenz oder einer dementiellen Entwicklung ist eine wichtige alltagspraktische Fähigkeit, welche durch den kognitiven Abbau beeinträchtigt wird, die Fahrkompetenz. Unter einer adäquaten Fahrkompetenz versteht man die kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit, welche den Anforderungen im alltäglichen Straßenverkehr genügt. Bei Älteren und Patienten mit einem kognitiven Defizit nimmt diese ab.

In dieser Studie wurden 26 Patienten mit Mild Cognitive Impairment (MCI) im Altersmittel 65 Jahre im Vergleich zu 25 gesunden, im Durchschnitt altersgleichen Kontrollpersonen, mit einer ausführlichen Testbatterie untersucht. Verwendet wurde dabei die CERAD-Testbatterie aus der Demenzdiagnostik und das an einer echten Fahrprobe validierte Expertensystem Plus sowie ein monotoner Daueraufmerksamkeitstest zur Vigilanztestung und diversen Fragebögen zur subjektiven Stimmung und zum Schlaf-Wach-Verhalten. Zusätzlich wurden die Ergebnisse mit den im Mittel 20 Jahre jüngeren Normgruppen des Expertensystems Verkehr von Schuhfried® verglichen.

Die Ergebnisse bestätigten einen generellen Abfall der kognitiven und der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit im Alter. Insgesamt weist das Gesamturteil des Expertensystem Verkehr bezüglich der Fahrkompetenz keinen Unterschied zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe auf. Jeweils circa 50% beider Gruppen zeigten eine nicht ausreichende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit, bzw. ein grenzwertiges Ergebnis welches eine weitere Abklärung notwendig macht. Auch in den meisten Testparametern der verkehrspsychologischen Unteraufgaben ergaben sich zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Eine Ausnahme bildeten einzelne Aufgaben, welche eine geteilte Aufmerksamkeit oder einen sehr schnellen Reaktionswechsel verlangen.

Dieses Testprofil steht im Gegensatz zu den den jeweils deutlich und signifikant schlechteren Abschneiden der MCI-Patienten in der CERAD-Testbatterie, die vornehmlich Gedächtnisfunktionen sowie konstruktive und verbale Fähigkeiten überprüft.

Bei der Aufgabe zur monotonen Daueraufmerksamkeit zeigte die Patientengruppe ebenfalls signifikant schlechtere Ergebnisse.

Das Ergebnis der Studie deckt sich mit Befunden, die ein schlechteres Abschneiden von Älteren in testpsychologischen Untersuchungen ergeben, verdeutlicht aber, dass die Patienten mit MCI in bestimmten kognitiven Domänen noch zusätzliche Defizite gegenüber den allein altersabhängigen Leistungsabfall aufweisen. Trotz des Charakteristikums des Syndroms MCI, dass per definitionem noch keine alltagsrelevanten Störungen vorliegen dürfen, zeichnen sich also bei der Prüfung der kognitiven Funktionen relevante Leistungsmängel ab. Diese sind sehr deutlich in der Testung mittels CERAD ausgeprägt und nur vereinzelt in den Teilbereichen der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit zu finden. Ein wesentlicher Faktor für kognitive Defizite in beiden Bereichen scheint das Alter per se zu sein.

Zusammenfassend ist zu empfehlen, bei einer leichten kognitiven Störung bzw. ab einem bestimmten Alter eine regelmäßige Prüfung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit rechtlich zu verankern.

### I. Einleitung

Wir sehen uns heute in der industrialisierten Welt einer drastischen Änderung der Bevölkerungszusammensetzung gegenüber. Aufgrund der verbesserten Lebensbedingungen, der fortschrittlichen medizinischen Versorgung und der im Überfluss und hoher Qualität vorhandenen Nahrungsmittel stieg die durchschnittliche Lebenserwartung der Menschen in den Industrienationen in kurzer Zeit um nahezu ein Drittel an. Die durchschnittliche Lebenserwartung lag um 1870 für Frauen bei 38 und für Männer bei 35 Jahren. Im Jahr 2007 betrug die durchschnittliche Lebenserwartung für neugeborene Mädchen 82,1 Jahre, für Jungen 76,6 Jahre(113). Der Anteil der über 60-Jährigen an der Bevölkerung beträgt heute 21%, für das Jahr 2040 geht man von 37% aus(21). Heute ist die Bundesrepublik Deutschland – wie die meisten Industrieländer – durch eine schwach vertretene junge Generation gekennzeichnet. Die Lebenserwartung wächst, und dadurch verschiebt sich die Altersstruktur ständig zugunsten der älteren Menschen(69). 1890 entfielen auf einen Menschen, der 75 Jahre alt war 79 Menschen, die jünger waren als er. 2001 kamen auf einen über 75-Jährigen nur noch 12 jüngere Menschen und 2040 werden es in etwa 7 sein(46). Fast ein Drittel der alten Menschen lebt heute allein(47).

Mit der veränderten Altersstruktur der Bevölkerung ändern sich auch deren Erkrankungen. Wo früher rasch verlaufende Infektionskrankheiten das Bild dominierten, stehen heute zunehmend altersabhängige Erkrankungen wie die Demenz im Vordergrund.

Die davon betroffenen Senioren werden sich zudem zu einer zunehmend auf sich selbst angewiesene Bevölkerungsgruppe entwickeln, die in den immer kleiner werdenden Familien mit wenigen Nachkommen und mit häufig auch aus finanziellen Gründen berufstätigen weiblichen Familienmitgliedern mit immer weniger Rückhalt und Hilfe in der Bewältigung des Alltags rechnen dürfen. Gleichzeitig leben sie in einer Welt, die auf Globalisierung abzielt und geographische Entfernungen zunehmend einfach ignoriert. Dies drückt sich im Alltag in den immer häufiger geschlossenen Postfilialen, Bahnhöfen, Hausarztpraxen und Tante Emma-Läden in kleinen Ortschaften aus und macht die bis ins hohe Lebensalter erhaltene, eigenständige Mobilität zur lebensnotwendigen Fähigkeit. In Deutschland sind rund

15 % der Autofahrer über 65 Jahre, und ihr Anteil wird vermutlich perspektivisch immer höher.

Eine lebenslange Fahrerlaubnis wie in Deutschland gibt es in Europa nur noch in Frankreich, Belgien und Österreich. Eine EU-Richtlinie sieht vor, dass Führerscheine der Klasse B(PKW), die nach dem 19. Januar 2013 neu ausgestellt werden, nur noch 10 bis 15 Jahre gelten sollen. Dann müssen sie durch einen neuen ersetzt werden-wahrscheinlich nach einer Gesundheitsprüfung. Der Sinn dieser EU-Regelung ist, das Unfallrisiko im Straßenverkehr generell zu minimieren. Mit dieser brisanten Thematik befassten sich auch Anfang des Jahres 2009 Rechtsexperten auf dem 47. Deutschen Verkehrsgerichtstag in Goslar(105).

Betroffen von diesen Regelungen werden auch die Menschen sein, die mit zunehmendem Alter Vorstufen einer Demenz entwickeln und dadurch in ihren kognitiven Fähigkeiten, die eine Voraussetzung für das sichere Führen eines PKWs sind, zunehmend Einschränkungen aufweisen.

In den vergangenen Jahren hat sich eine rege Diskussion um die Vorläufer der Demenz ergeben und es wurden verschiedene Konzepte entwickelt. International durchgesetzt hat sich das Konstrukt der leichten kognitiven Störung, bzw. des mild cognitive impairment.

Da bei diesem Syndrom per definitionem von einer noch erhaltenen Alltags-tauglichkeit ausgegangen wird, fahren die meisten dieser Patienten auch noch Auto und haben subjektiv höchstens ansatzweise gewisse Beeinträchtigungen beim Führen eines PKWs bemerkt.

Hier soll die folgende Arbeit ansetzen und Unterschiede bezüglich verschiedener kognitiver Fähigkeiten, die für das Führen eines PKWs relevant sind, zwischen **gesunden Probanden** und **Patienten mit einer leichten kognitiven Störung** aufzeigen.

Es wurde dabei besonderer Wert darauf gelegt, ein Testsystem zu verwenden, welches anhand einer echten Fahrprobe validiert wurde.

## II. Theoretischer Hintergrund

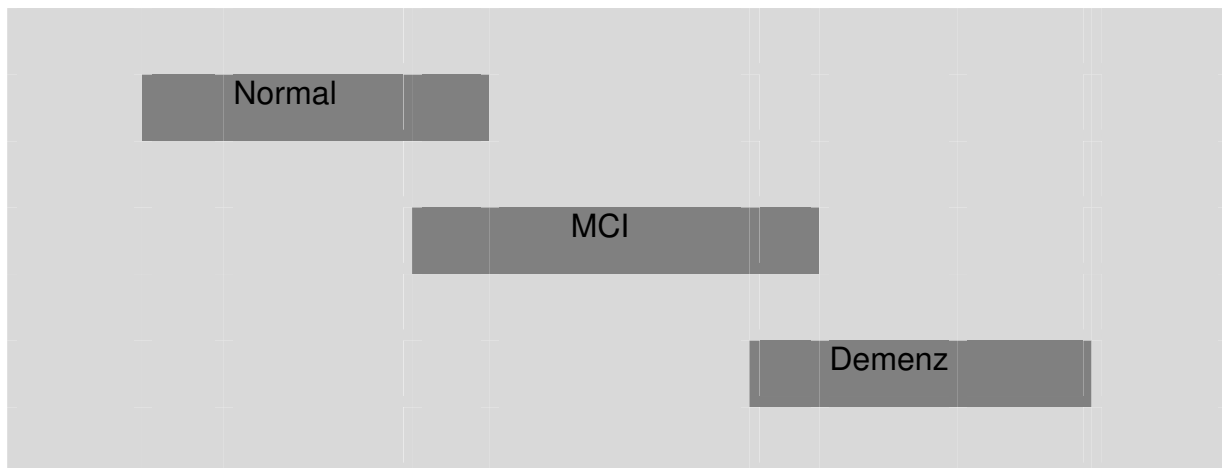
### 1. Mild Cognitive Impairment(MCI)- Definition und Entstehung des Terminus

#### 1.1. Definitionsmodelle für die leichte kognitive Beeinträchtigung

Als „Leichte kognitive Störung“ werden erworbene Zustände der Minderung von Merkfähigkeit, Aufmerksamkeit oder Denkvermögen bezeichnet, die zwar über die physiologische Leistungsabnahme der jeweiligen Altersstufe hinausgehen, aber nicht den Grad einer Demenz erreichen(84). 1999 wurde von Petersen et al. der Begriff **mild cognitive impairment** eingeführt, der als synonyme Bezeichnung im angelsächsischen Sprachraum verwendet wird.

Die heterogene Ätiologie von MCI spiegelt sich in der Literatur wieder. Beobachtet man Patienten mit MCI über einen längeren Zeitraum entwickeln die einen eine Alzheimer-Demenz, die anderen eine andere Art von Demenz und einige bleiben stabil oder erholen sich sogar(123).

Wie im Folgenden aufgeführt wurden verschiedene Konzepte entwickelt um den Ansprüchen einer Klassifizierung der kognitiven Störung, die noch nicht den Grad einer Demenz erreicht hat, bestmöglich zu genügen. Diese unterschiedlichen Definitionen werden in der aktuellen Forschung noch immer modifiziert und dem neuen Erkenntnisstand angepasst, sodass noch kein endgültiges, allgemein verwendetes Klassifikationssystem vorliegt. Besonders über die einzelnen ätiologischen Ursachen als Ein- oder Ausschlusskriterien für den jeweiligen Definitionsansatz und über die cut-off Werte in den unterschiedlichen neuropsychologischen Testbatterien herrscht noch Uneinigkeit. Dies betrifft sowohl die Abgrenzung zwischen den Gesunden und den Patienten mit MCI als auch zwischen den MCI-Patienten und den Patienten mit einer leichten Alzheimer-Demenz.



**Abb. II/1: Überlappung der Grenzen im klinischen Alltag zwischen Kognitiv unauffälligen Personen/Patienten mit MCI und Patienten mit MCI/Patienten mit Demenz  
Petersen 2004(99)**

Die leichte kognitive Störung ist wie gesagt ein ätiologisches, psychopathologisches und prognostisch uneinheitliches Syndrom(84). In der Vergangenheit unterschied man zum Beispiel grob eine benigne Form der Altersvergesslichkeit, „mild type of memory dysfunction“, die zu keiner Beeinträchtigung der üblichen Alltagstätigkeiten führt und mit einer durchschnittlichen Lebenserwartung einhergeht(80), einem sogenannten „pseudoneurasthenischen Syndrom“ mit einer Schwäche der Konzentration und der Merkfähigkeit, welche häufig mit einer Veränderung des Affekts und des Antriebs kombiniert waren und als Folge von traumatischen, enzephalitischen und dystrophischen Hirnschäden eingeordnet wurden(68),oder dem „Durchgangssyndrom“, welches heute in der Klinik verwendet wird, um Zustände einer kognitiven Beeinträchtigung zu beschreiben, deren Schwerpunkt auf dem passageren Charakter des Syndroms liegt. Es handelt sich hierbei meist um eine vorübergehende mnestiche Störung, Kritikschwäche, affektive Verflachung und Antriebsminderung und ist per definitionem rückbildungsfähig(122). Typische Beispiele sind der vorübergehende, delirant anmutende Zustand mit kognitiven Defiziten nach einer Operation oder im Rahmen einer metabolischen Entgleisung.

Von den beschriebenen Syndromen wurde zunächst versucht die leichte kognitive Störung abzugrenzen, die Vorläufer einer Alzheimer-Erkrankung sein könnte, und, weil sie dann eine primäre Erkrankung darstellt, für die Forschung von vordringlichem Interesse ist. Die Alzheimer-Demenz ist die häufigste Form der Demenzen und betrifft an die 5% aller über 65-Jährigen(79). Besonders die amnestische Variante der leichten kognitiven Störung wird als Prodromialstadium der Alzheimer-Krankheit angesehen(84) und ist prädestiniert für den frühzeitigen Einsatz einer präventiven medikamentösen Behandlung. Mit dem wachsenden Interesse an dem Syndrom „Leichte kognitiven Störung“ wurden eine Reihe von Definitionen versucht, die zu einer unterschiedlichen Prävalenz der leichten kognitiven Störung, mit einer Spannweite zwischen 3% und 19% führten. Sie unterscheiden sich erheblich im Hinblick auf wesentliche Merkmale wie Vorhandensein subjektiver Beschwerden, Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit vom früheren Niveau, Art und Anzahl der betroffenen kognitiven Bereiche, Auswirkung auf Alltagstätigkeiten und Notwendigkeit des Nachweises eines ursächlichen Faktors(84).

Von praktischer Bedeutung sind im Moment am ehesten, die Definition des DSM-IV, der ICD-10 und einer Arbeitsgruppe der Mayo-Klinik, bzw. nach Petersen.

Aus Gründen der Vollständigkeit werden im Anschluss auch noch weitere Definitionsmodelle angeführt, welche aber seltener angewendet werden.

### DSM-IV

In der DSM-IV-Definition(5) werden subjektive Beschwerden in Form vom Patienten oder von einer Bezugsperson berichteten kognitiven Störungen gefordert. Dabei müssen mindestens 2 kognitive Bereiche beeinträchtigt sein und sich diese Beeinträchtigungen mit psychometrischen Verfahren objektivieren lassen. Eine Beeinträchtigung im Bereich des Gedächtnisses ist dabei nicht obligat. Die kognitiven Beeinträchtigungen führen zu deutlichem Leiden oder einer sozialen oder beruflichen Beeinträchtigung. Es wird der Nachweis eines ursächlichen neurologischen oder medizinischen Krankheitsfaktors verlangt.

#### Leichte neurokognitive Störung:

- Bericht über kognitive Störung entweder des Patienten oder einer Bezugsperson
- Minstdauer 2 Wochen
- Minderung gegenüber dem bisherigen Leistungsniveau
- Beeinträchtigung in mindestens 2 der folgenden Bereichen:
  1. Gedächtnis
  2. Exekutivfunktionen
  3. Aufmerksamkeit und Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung
  4. Perzeptorische Fähigkeiten
  5. Sprache
- Gedächtnisstörung nicht obligat
- Nachweis eines ursächlichen neurologischen oder medizinischen Krankheitsfaktors
- Deutliches Leiden oder Beeinträchtigung im sozialen oder beruflichen Leben

**Abb. II/2: Definition der „Leichten neurokognitiven Störung (294.4)“ nach DSM-IV-TR 2000**

### ICD-10

In der ICD-10-Definition(71) werden ebenfalls subjektive Beschwerden in Form von Berichten des Patienten oder einer Bezugsperson über kognitive Störungen gefordert. Dabei muss in mindestens einem Leistungsbereich eine Störung geäußert werden. Die Leistungsbereiche sind Gedächtnis, Exekutivfunktionen, Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitung, perzeptorische Fähigkeiten und Sprache. Das Gedächtnis muss nicht obligat betroffen sein. Die Beeinträchtigungen müssen sich psychometrisch objektivieren lassen. Als ätiologischer Faktor wird eine zerebrale oder systemische Erkrankung in der Anamnese oder im aktuellen Nachweis verlangt. Zu der Beeinträchtigung der Alltagsfähigkeiten erfolgt keine Festlegung.

#### Leichte kognitive Störung:

Eine Störung, die charakterisiert ist durch Gedächtnisstörungen, Lernschwierigkeiten und die verminderte Fähigkeit, sich längere Zeit auf eine Aufgabe zu konzentrieren. Oft besteht ein Gefühl geistiger Ermüdung bei dem Versuch, Aufgaben zu lösen. Objektiv erfolgreiches Lernen wird subjektiv als schwierig empfunden. Keines dieser Symptome ist so schwerwiegend, dass die Diagnose einer Demenz (F00-F03) oder eines Delirs (F05.-) gestellt werden kann. Die Diagnose sollte nur in Verbindung mit einer körperlichen Krankheit gestellt und bei Vorliegen einer anderen psychischen oder Verhaltensstörung aus dem Abschnitt F10-F99 nicht verwandt werden. Diese Störung kann vor, während oder nach einer Vielzahl von zerebralen oder systemischen Infektionen oder anderen körperlichen Krankheiten auftreten. Der direkte Nachweis einer zerebralen Beteiligung ist aber nicht notwendig. Die Störung wird vom postenzephalitischen (F07.1) und vom postkontusionellen Syndrom (F07.2) durch ihre andere Ätiologie, die wenig variablen, insgesamt leichteren Symptome und die zumeist kürzere Dauer unterschieden.

**Abb. II/3: Definiton der „Leichten kognitiven Störung(F06:7)“ nach ICD-10-GM 2009**



### Mayo-Kriterien

Die ursprünglichen Mayo-Kriterien legten den Focus auf eine Beeinträchtigung des Gedächtnisses bei erhaltenen anderen kognitiven Fähigkeiten(98). Als subjektive Beschwerden werden Klagen über eine Gedächtnisstörung verlangt. Die kognitiven Defizite sollen möglichst von einer Bezugsperson bestätigt werden. Es wird eine Gedächtnisstörung im Vergleich zu gesunden Personen mit gleichem Alter und Ausbildungsniveau, bei anderweitig normalen kognitiven Funktionen, nämlich Aufmerksamkeit, Denkvermögen, visuell-räumlichen Fähigkeiten und Sprache. Eine Gedächtnisstörung ist obligat. Die Alltagsbewältigung muss intakt sein(98).

#### Mild cognitive impairment:

- Gedächtnisstörung, die der Patient subjektiv beklagt, und die bevorzugter Weise durch eine dritte Person bestätigt wird
- Objektivierbare Gedächtnisstörung im Vergleich zur entsprechenden Altersgruppe
- Erhaltene allgemeine kognitive Funktionen
- Erhaltene Alltagsaktivitäten
- Nicht dement

**Abb. II/4: Definition des „Mild cognitive impairment(MCI)“ nach Petersen et al. 2001(99)  
Ursprüngliche Fassung**

Bei allen drei, bisher aufgeführten Definitionen muss eine Demenz ausgeschlossen werden.

### **National Institute of Mental Health, International Psychogeriatric Association and Canadian Study of Health and Aging**

Aus Gründen der Vollständigkeit werden an dieser Stelle drei weitere Definitionen aufgeführt. Zum einen die Definition age-associated memory impairment(AAMI), die 1986 vom National Institute of Mental Health(NIMH), formuliert wurde und ebenfalls ein Konzept darstellt, welches Gedächtnisstörungen im Alter beschreibt, die ein normales Maß nicht überschreiten(32). Zweitens die Definition age-associated cognitive decline(AACD) der International Psychogeriatric Association, welches auf verschiedene kognitive Domänen verweist, von denen man annimmt, dass sie im Alter nachlassen(86). Drittens wurde der Begriff „cognitive impairment no dementia“(CIND) von der Canadian Study of Health and Aging geprägt(41). Die Definition CIND beschreibt eine äußerst heterogene Gruppe. Als Ursache der kognitiven Störung können ein Delir, chronischer Alkohol- und Drogenmissbrauch, andere psychiatrische Störungen, eine geistige Retardierung, zerebrovaskuläre Krankheiten, Hirntumoren, Multiple Sklerose, Epilepsie und andere zugrunde liegen. Mit allen Definitionen werden ebenfalls kognitive Beeinträchtigungen charakterisiert, welche in ihrer Ausprägung zu schwach sind um den Grad einer Demenz zu erreichen(54).

#### **Age-associated memory impairment (AAMI) (Crook et al. 1986)**

- $\geq 50$  Jahre
- Klagen über Gedächtnisstörungen, die sich in alltäglichen Problemen reflektieren, wie etwa das Vergessen von Namen, etc.
- In der neuropsychologischen Testung, Untertests Gedächtnis, 1 Standardabweichung unter den Werten für junge Erwachsene in einem beliebigen standardisiertem Test
- Vorhandensein von adäquaten intellektuellen Funktionen
- Keine Demenz, d.h. MMSE  $\geq 24$  Punkte

**Abb. II/5: Definition “Age-associated memory impairment(AAMI)” nach Crook et al. 1986**

### **Aging-associated cognitive decline (AACD) (Levy et al. 1994)**

- Vom Patienten oder einer verlässlichen Bezugsperson berichtete Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit
  - Allmähliche und seit mindestens 6 Monaten abnehmende Leistungsfähigkeit in einem der folgenden Bereiche: Gedächtnis, Aufmerksamkeit, Konzentration, Abstraktionsvermögen und Problemlösen, Sprache und visuospatiale Fähigkeiten
  - In der neurokognitiven Testung liegen die erfassten Leistungen mindestens eine Standardabweichung unter der alters- und ausbildungsentsprechenden Norm
- Keine Demenz, keine neuropsychiatrischen Erkrankungen

**Abb. II/6: Definition “Age-associated cognitive decline(AACD)” nach Levy et al. 1994**

### **Kognitiv eingeschränkt, nicht dement (CIND):**

- Kognitive Leistungseinschränkung unter dem Altersdurchschnitt in mindestens einem kognitiven Bereich
- Gedächtnisstörung nicht obligat
- Keine Festlegung bezüglich ätiologischer Faktoren, Beeinträchtigung der Alltagsaktivitäten, der Dauer oder der Angabe subjektiver Beschwerden
- Nicht dement

**Abb. II/7: Definition “Cognitive impairment no dementia(CIND) bei Canadian Study of Health and Aging**

### **Revidierte Definition nach Petersen – MCI und in dieser Studie verwendete Fassung**

Mild cognitive impairment, bzw. die Leichte kognitive Störung wird, wie oben beschrieben, im Moment als Definition für kognitive Defizite verwendet, die noch nicht dem Grad einer Demenz entsprechen. Die betroffenen Patienten haben aber ein erhöhtes Risiko eine Demenz zu entwickeln. Der amnestische Subtyp von MCI ist von besonderem Interesse, weil diese Form am wahrscheinlichsten zu einer Alzheimer Demenz konvertiert(72).

Im Rahmen des internationalen Expertentreffens in Stockholm im Jahr 2003 wurden, die bis dahin geltenden Definitionskriterien, wie folgt revidiert(123).

Der Patient ist weder normal noch dement, in Berücksichtigung der aktuellen Klassifikationskriterien für eine Demenz. Der kognitive Verfall sollte von den Patienten selbst oder ihren nächsten Angehörigen berichtet werden und anhand einer objektiven Untersuchung/Testung messbar sein. Die grundlegenden Fähigkeiten des Alltags sind dabei erhalten. Bei komplexen instrumentalen Funktionen kann eine minimale Einschränkung vorliegen(123). Eine Gedächtnisstörung ist nicht mehr obligat, allerdings ein positives Prognostikum für eine Entwicklung zur Alzheimer-Demenz.

Außerdem ergab sich aus dem Bewusstsein der Vielfältigkeit der klinischen Erscheinungsbilder, Verläufe und Ergebnisse und dem Auftreten von mehreren MCI-Subtypen, die Erkenntnis das diese vermutlich auf verschiedenen neuropsychologische Profile und verschiedene postulierte Ätiologien zurückzuführen sind.(48, 100).

Im Jahr 2005, wurden, initiiert von der Internationalen Psychogeriatrischen Vereinigung Bethesda, MD, USA, die Kriterien erneut überarbeitet und diese neue Forschungsergebnisse eingebracht.

Mild cognitive impairment wird wiederum als ein Syndrom beschrieben, welches eine kognitive Verschlechterung beschreibt, die größer ist, als sie für das jeweilige Alter des Patienten und sein Bildungsniveau erwartet wird, aber die Aktivitäten des täglichen Lebens nur unwesentlich beeinflusst(49). Die Definition MCI beschreibt

wiederum eine große Bandbreite an kognitiven Defiziten und wird nun als Überbegriff für verschiedene klinische Subtypen verwendet, die auf viele mögliche Ursachen zurückgeführt werden können(49). Eine Kombination aus ursächlichen Faktoren kann bei Patienten mit MCI miteinander interagieren. Dazu gehören cholinerge Dysfunktionen, *white-matter lesions*, zerebrale Infarkte, extrazelluläre Amyloidablagerungen und intrazelluläre Neurofibrillenbündel. Apolipoprotein E4 Allel kann das Risiko von MCI zu Alzheimer zu konvertieren erhöhen(49).

		Cause			
		Degenerative	Vascular	Psychiatric	Medical Disorder
Clinical classification	<b>Amnestic mild cognitive impairment</b>	<b>Single domain</b>	Alzheimer's disease		Depression
		<b>Multiple domain</b>	Alzheimer's disease	Vascular dementia	Depression
	<b>Non-amne. mild cognitive impairment</b>	<b>Single domain</b>	Frontotemporal dementia		
		<b>Multiple domain</b>	Dementia with Lewy bodies	Vascular dementia	

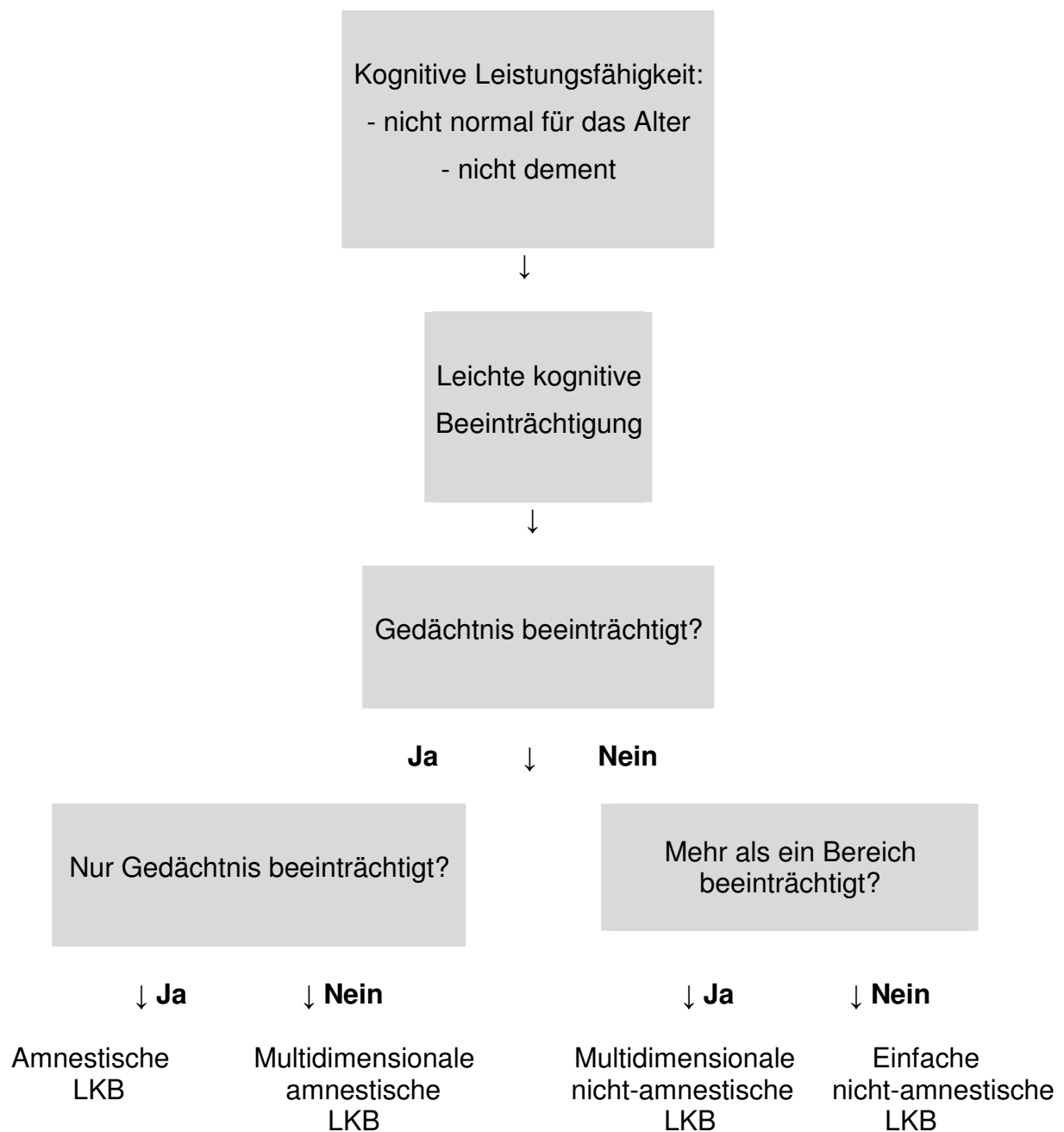
**Abb. II/8:** Untergliederung des Störungsbildes MCI in unterschiedliche Subtypen; Petersen 2005(101)

Bei Personen, die später eine Demenz entwickeln, können unterschiedliche kognitive Funktionen von der Verschlechterung betroffen sein. Dazu gehören zum Beispiel das Gedächtnis, die Aufmerksamkeit, die Sprache, visuospatiale Fähigkeiten, Aufnahmegeschwindigkeit und exekutive Funktionen(123).

Für den Subtyp MCI-amnestic muss eine isolierte Gedächtnisstörung von mehr als eine Standardabweichung gegenüber Gleichaltrigen mit gleicher Bildung vorliegen. Es dürfen keine Schwierigkeiten in anderen kognitiven Bereichen bei subjektiv festgestellten Gedächtnisproblemen auftreten. Die allgemeinen intellektuellen Fähigkeiten müssen normal sein und Alltagsaktivitäten dürfen nicht beeinträchtigt sein. Eine Demenz darf nicht vorliegen(23).

Für den Subtyp MCI-multiple-domains zeigt sich in mindestens 2 kognitiven Domänen eine Abweichung von über einer Standardabweichung nach unten. Eine Demenz muss wiederum ausgeschlossen sein(23).

Der Subtyp MCI-single-nonmemory-domain bedeutet, dass eine einzelne kognitive Domäne betroffen ist, welche aber nicht das Gedächtnis ist(23).



**Abb. II/9:** Der MCI-Klassifikationsprozeß (aus Winblad et al.,2004)  
(Leichte kognitive Beeinträchtigung(LKB) und MCI werden  
synonym verwendet.)  
Winblad et al.,2004

Es fehlen jedoch zurzeit einheitliche Testverfahren und cut-off-Werte, sodass letztendlich dem Kliniker überlassen wird, die Diagnose MCI nach seiner Erfahrung zu stellen.

### **Aktuelle Definitionskriterien für MCI**

Die Kriterien für MCI lauten nun: 1. Der Patient ist weder normal noch dement. 2. Es liegt eine kognitive Verschlechterung vor, die entweder in objektiven Messungen über die Zeit festzustellen ist oder subjektiv von dem Patienten selbst oder Angehörigen in gleichzeitigem Vorhandensein von objektivierbaren kognitiven Defiziten. 3. Die Aktivitäten des alltäglichen Lebens sind erhalten und komplexe instrumentale Funktionen sind ebenfalls erhalten oder nur minimal beeinträchtigt(123).

### **MCI:**

- 1. Patient ist weder normal noch dement**
- 2. Kognitive Verschlechterung,**  
entweder in objektiven Messungen über die Zeit festzustellen  
oder subjektiv von dem Patienten selbst oder Angehörigen in  
gleichzeitigem Vorhandensein von objektivierbaren kognitiven  
Defiziten.
- 3. Erhaltene Aktivitäten des Alltags**
- 4. Erhaltene komplexe instrumentale Funktionen, bzw. nur eine  
minimal Beeinträchtigung derselben**
- 5. Verschiedene ursächliche Faktoren möglich, bzw. eine  
Kombination aus mehreren ursächlichen Faktoren möglich**

**Abb. II/10: Aktuell gültige Kriterien**



### **1.2. Pathophysiologische Befunde und psychische Auffälligkeiten bei MCI**

Mehrere Studien haben ergeben, dass Patienten mit MCI mittlere Werte zwischen normal Alternden und Dementen haben. Dies trifft für psychometrische Tests zu. Ebenso für Liquorbiomarkern(15). Bei bildgebenden Untersuchungen zeigt sich im MR eine Atrophie in den Strukturen des medialen Temporallappens, ein reduzierter Glucosemetabolismus oder ein reduzierter Blutfluss im temporoparietalen Kortex, gemessen im PET oder im SPECT oder eine vermehrte Verlangsamung im EEG(124). Es wurde auch eine erhöhte Prävalenz des APOE-e4-Allels berichtet(36). Zusätzlich zeigten post-mortem-Studien, dass Patienten mit MCI Alzheimer-ähnliche Veränderungen aufweisen. Dazu gehören ein ausgeprägter Verlust von Neuronen im Hippocampus und entorhinalem Kortex, beta-Amyloid-Ablagerungen und dichte Tau-positive Neurofibrillenbündel(82,90).

Bei neuropsychologischen Tests fielen zum Beispiel besonders schlechte Ergebnisse beim verzögerten Abruf(CERAD-delayed recall) auf. Diese sagten ein erhöhtes Risiko einer Progression zur Demenz voraus(49). Die Ergebnisse des MMSE lagen bei den meisten Patienten mit MCI noch im Normalbereich(49).

Es gibt ein wachsendes Bewusstsein für eine Verhaltenskomponente bei MCI, zu der Angst, Depression, Reizbarkeit und Apathie gehören(67). Das Vorhandensein von Verhaltensauffälligkeiten und psychologischen Zeichen, wozu eine Depression gehört, sagen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Progression zur Demenz voraus(30).

### 1.3. Beispiel einer Operationalisierung der Definition MCI

Zusammenfassend verbleiben nach wie vor Schwierigkeiten eindeutige Grenzen zwischen normalem Altern und MCI bzw. MCI und einer leichten Demenz festzulegen(49). Wie schon erwähnt gibt es bisher keine allgemeingültige Festlegung für cut-off-Werte in neuropsychologischen Tests und nach wie vor werden unterschiedliche Testbatterien, je nach besonderem Interesse des Untersuchers, und unterschiedliche Grenzwerte angewandt. Dies gilt sowohl für die Abgrenzung von normalem Altern zu MCI als auch vom MCI zur Demenz. Im „Diagnostic Manual for Dementia“ der Memoryclinik Basel wurde beispielsweise folgende Operationalisierung vorgenommen(111). Eine wichtige Grundlage zur Einordnung der Ausprägung der kognitiven Störung ist hier der Mini Mental State Examination (MMSE). Es handelt sich um einen Kurztest zur Orientierung, Konzentration, Gedächtnis, Sprache und konstruktive Praxis. Er dient hauptsächlich dem Screening, um demente Patienten von Patienten mit MCI rasch und ohne großen diagnostischen Aufwand zu trennen.

Operationalisierung der Memory Klinik Basel für MCI, 2007:

1. MMSE  $\geq 24/30$ .
2. Alltagsaktivitäten und komplexe instrumentale Funktionen werden klinisch beurteilt. Zusätzlich werden Daten mit folgenden Tests erhoben: NOSGER(Nurses Observation Scale for Geriatric Patients) (no dimension  $> 10$ ), IQCODE ( $< 4.0$ ), and CDR(Clinical Dementia Ratings) ( $\leq 0.5$ ).
3. Unterschiede von  $\geq 1$  im z-Score in zwei aufeinanderfolgenden Erhebungen, im Abstand von wenigstens 6 Monaten.
4. **Wenigstens mild impairment(z = -1.29 – -1.64 bzw.10. – 5. Perzentile) in mindestens einer der im Folgenden aufgeführten kognitiven**

### Domänen:

- a. Aufmerksamkeit (geteilte A., Daueraufmerksamkeit, etc.)
- b. Gedächtnis (episodisches G., semantisches G., verbales G., nonverbales G., etc.)
- c. Sprache (Benennen, Verständnis, Wiedergabe, etc.)
- d. Praxie (ideomotorische P., ideatorische P., etc.)
- e. Gnosis (Gesichter, Objekte, etc.)
- f. Exekutive Funktionen (Verbale + nonverbale Flüssigkeit, etc.)

Jede kognitive Domäne wird beurteilt auf der Grundlage eines demographisch festgelegten z-scores gemäß dem folgenden Schema:

#### Z-score: Rating

- $\geq -1.03$  : within normal limits ( $\geq 15$ th percentile)
- 1.04 – -1.28 : borderline (15th - 10th percentile)
- 1.29 – -1.64 : mild impairment (10th - 5th percentile)
- 1.65 – -2.33 : moderate impairment (5th - 1st percentile)
- $\leq -2.34$  : severe impairment ( $\leq 1$ st percentile)

### **Abb. II/11: Eine mögliche Operationalisierung für MCI nach der Memory Clinic Basel, Version 2007 (gekürzt)(111)**

Die aufgeführte Operationalisierung ist beispielhaft. In den einzelnen Gedächtnisambulanzen wird jeweils nach entsprechenden Interessenschwerpunkten oder geläufigen Testverfahren eine andere Operationalisierung vorgenommen. Meist stützt sich diese hauptsächlich auf eine klinische Einschätzung des Patienten und ist nicht so streng schriftlich festgelegt.

### 1.4. Statistische Daten zu MCI

Die Prävalenz von MCI liegt für populationsbasierte Studien zwischen 3% und 19% für die Altersgruppe der über 65-Jährigen. Die große Spannweite ist auf den verschiedenen Definitionskriterien für MCI, die in den unterschiedlichen Studien verwendet wurden, zurückzuführen. Die Inzidenz liegt bei 8 – 58 von 1000 pro Jahr. Das Risiko eine Demenz zu entwickeln liegt bei MCI-Patienten bei 11-33% über einen Zeitraum von 2 Jahren. Umgekehrt wurde festgestellt, dass 44% der Patienten, die bei der ersten Untersuchung die Diagnose einer MCI erhielten, ein Jahr später eine Rückkehr zum normalen kognitiven Status zeigten(8). Es wurde festgestellt, dass subtile Schwierigkeiten in den Alltagsfähigkeiten, wie zum Beispiel bei komplexen Hobbies oder beim Tätigen von Finanzgeschäften, bei Personen mit MCI 2 Jahre vor der Diagnose einer Demenz auftreten(6). Individuen, die subjektiv kognitive Defizite beklagten, zeigten in einer Studie nach einem Zeitraum von 7 Jahren ein fünffach erhöhtes Risiko einer weiteren Verschlechterung zu MCI oder einer Demenz im Vergleich zu Personen, die frei von subjektiven Beschwerden bezüglich der Kognition waren(103). 7-8% anderweitig gesunder älterer Menschen mit subjektiven kognitiven Beschwerden entwickeln im Laufe eines Jahres eine kognitive Störung vom Ausmaß einer MCI oder einer Demenz(103).

### 1.5. Differentialdiagnose Demenz

#### Definition Demenz

Die Diagnose Demenz wird gängiger Weise nach den Kriterien des Statistischen Manuals mentaler Störungen DSM-IV der American Psychiatric Association, 1994(5) oder den Kriterien der internationalen Klassifikation psychischer Störungen ICD-10 der WHO, 1991(71) gestellt.

### Diagnosekriterien Demenz nach DSM-IV:

- Klassifikation anhand der Lokalisation  
Amnestisch, kortikal(Alzheimer's), frontal, subkortikal(Parkinson's disease)
- Klassifikation anhand der Ätiologie:  
Alzheimer's, Creutzfeldt-Jakob, Head Trauma, Huntington's, HIV, Parkinson's, Pick's, Substance-Induced, Persisting, Vascular, Dementia due to other general medical conditions, Dementia due to multiple etiologies

### Diagnostikkriterien für Alzheimer-Demenz:

- A. Entwicklung von mehreren kognitiven Defiziten, davon
  1. Gedächtnisstörung obligat
  2. Störung in einer der folgenden kognitiven Domänen  
Sprache – Aphasie, Apraxie, Agnosie, exekutive Funktionen
- B. Die kognitiven Defizite führen zu einer deutlichen Beeinträchtigung der sozialen und Fähigkeiten und bedeuten eine deutliche Abnahme gegenüber den früheren Fähigkeiten
- C. Kontinuierlicher Verlauf
- D. Keine andere Ursache der kognitiven Defizite eruierbar
- E. Defizite nicht im Rahmen eines Delirs aufgetreten
- F. Defizite nicht als Folge einer psychiatrischen Erkrankung (Schizophrenie, Depression)

**Abb. II/12: Diagnosekriterien Demenz DSM-IV**

### **Diagnosekriterien Demenz nach ICD-10:**

- Störung des Gedächtnisses
- Beeinträchtigung mindestens eines weiteren neuropsychologischen Teilbereiches
- Dadurch bedingte alltagsrelevante Einschränkung in der Lebensführung
- Bestehen der Symptomatik seit mindestens 6 Monaten

### **Abb. II/13: Diagnosekriterien Demenz ICD-10**

### **Statistische Daten zur Demenz**

Dementielle Erkrankungen nehmen aufgrund der demographischen Entwicklung kontinuierlich zu(39). Heute leben in Deutschland rund 1,1 Mio. Menschen, die an einer Demenz erkrankt sind. Geht man von 40000 Allgemeinärzten in Deutschland aus, fallen auf jeden einzelnen 25 Patienten mit Demenz. Bis zum Jahr 2030 wird sich die Gesamtzahl vermutlich auf 1,7 Mio. erhöhen(47). Die Alzheimer-Demenz ist mit rund 60% die häufigste dementielle Erkrankung. Es folgen mit jeweils 10-15% die vaskuläre und die Lewy-Körperchen-Demenz. Auf die frontotemporale Demenz fallen etwa 5% (39). 65% der Heimbewohner sind neben ihrer altersabhängigen Multimorbidität an einer Demenz erkrankt(46). Bisher werden im niedergelassenen Bereich nur 8% der Demenz-Patienten mit Antidementiva behandelt(47).

### **Weitere Differenzialdiagnosen**

Als weitere differentialdiagnostisch in Erwägung zu ziehen sind alle Erkrankungen, welche sekundär mit einer meist passageren kognitiven Beeinträchtigung einhergehen können. Diese Erkrankungsbilder sind teilweise auch in den unterschiedlichen MCI-Definitionsmodellen enthalten. Im praktischen Gebrauch wird aber hier dann aber meist die organische Erkrankung benannt und begleitend die kognitive Störung genannt.

## 2. Teilnahme am Straßenverkehr bei MCI

### 2.1. Prüfung der Kraftfahreignung

Der Mensch ist aufgrund seiner Entwicklungsgeschichte auf eine Fortbewegung zu Fuß ausgerichtet. Seine physischen und psychischen Anlagen sind daher durch die Inanspruchnahme hochtechnisierter Fortbewegungsmittel und eine zunehmende Fortbewegungsgeschwindigkeit in höchstem Maße gefordert. Der Kraftfahrer muss sein Fahrzeug zunächst motorisch zu jeder Zeit beherrschen, aber auch über die nötigen persönlichkeitspezifischen Fähigkeiten, wie zum Beispiel eine ausreichende Frustrationstoleranz, verfügen und nicht zuletzt mit den entsprechenden Gesetzen und Verordnungen vertraut sein(97). Dies bezieht sich vor allem auf das Straßenverkehrsgesetz(115) und die Fahrerlaubnis-Verordnung(43).

Nach Maßgaben des Straßenverkehrsgesetzes(StVG) ist derjenige geeignet zum Führen von Kraftfahrzeugen, der die notwendigen körperlichen und geistigen Anforderungen erfüllt und nicht erheblich oder nicht wiederholt gegen Strafgesetze verstoßen hat(§ 2 Abs. 4 Satz 1 StVG).

Mit der Fahrerlaubnis-Verordnung(FeV) werden die genaueren Einzelheiten zur Konkretisierung des Begriffes der Kraftfahreignung geregelt. Erkrankungen und Mängel, die eine Eignung oder eine bedingte Eignung, in Frage stellen bzw. ausschließen, werden in der Anlage 4 der FeV beispielhaft aufgeführt(97).

<b>Krankheiten, Mängel</b>	<b>Eignung oder bedingte Eignung</b>		<b>Beschränkungen/Auflagen bei bedingter Eignung</b>	
Führerscheinklassen	A, A1, B, BE, M, S, L, T	C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E,FzF	A, A1, B, BE, M, S, L, T	C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E,FzF
1. – 6.	Siehe Anlage 4 der FeV			
7. Psychische (geistige) Störungen				
7.1. – 7.2.	Siehe Anlage 4 der FeV			



## Theoretischer Hintergrund

---

Krankheiten, Mängel	Eignung oder bedingte Eignung		Beschränkungen/Auflagen bei bedingter Eignung	
Führerscheinklassen	A, A1, B, BE, M, S, L, T	C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E, FzF	Führerschein klassen	A, A1, B, BE, M, S, L, T
7.3. Schwere Alters- demenz und schwere Persönlichkeits- veränderungen durch pathologische Alterungsprozesse	nein	nein	-	-
7.4. Schwere Intelli- genzstörung 7.4.1. leicht 7.4.2. schwer	Ja, wenn keine Persön- lichkeitsstörung. Ausnahmsweise ja, wenn keine Persönlichkeitsstörung (Untersuchung der Persön- lichkeitsstruktur und der indi- viduellen Leistungsfähigkeit).		-  -	-  -
11. Verschiedenes 11.2.1. unbehandelte Schlafapnoe mit aus- geprägter Vigilanz- beeinträchtigung	nein	nein	-	-

### **Abb. II/14: Auszüge aus der Anlage 4 der Fahrerlaubnisverordnung (FeV)**

Aufgezeigt wurde hier auszugsweise die Anlage 4 der Fahrerlaubnis-Verordnung. Es wurden jene Abschnitte ausgewählt, die sich mit der Thematik einer dementiellen

Entwicklung befassen. Beschrieben wird explizit die Fahrerlaubnis bei einer Alzheimer-Demenz. Auf ein Syndrom, entsprechend einer leichten kognitiven Störung wird in der Fahrerlaubnis-Verordnung nicht näher eingegangen. Besonders bei dieser leichten Ausprägung einer kognitiven Störung und der damit einhergehenden erhaltenen Eigenständigkeit der Betroffenen, wären hier genauere Richtlinien dringend notwendig. Zu Einem handelt es sich häufig um grenzwertige Entscheidungen, zu Anderen muss über einen schwerwiegenden Faktor der gewohnten Selbstständigkeit des Patienten, nämlich seiner Fahrtauglichkeit, eine Entscheidung getroffen werden.

In der Literatur werden mehrere Faktoren als wesentlich angesehen, um zu differenzieren, ob Personen mit Demenz noch sichere Fahrer sind oder schon zu den beeinträchtigten Verkehrsteilnehmern gehören. Diese Faktoren sind unter anderem Krankheitsdauer, Ausprägung, Selbsteinschätzung des Patienten, Einschätzung durch die Angehörigen, neuropsychologische Tests, Tests im Fahrsimulator oder eine Fahrprobe(20). Bei den neuropsychologischen Tests korrelierten diejenigen am meisten mit der praktischen Fahrleistung, die besonders die visuospatialen Fähigkeiten, die Aufmerksamkeit und die Reaktionsgeschwindigkeit beleuchteten. Es wurde empfohlen, dass Patienten die im MMSE eine Punktzahl von 24 oder weniger erreichen einer Fahrprüfung unterzogen werden und dass die Prüfung alle 6 Monate wiederholt wird. Dies kann auch in kürzeren Abständen der Fall sein, wenn ein bemerkbarer Abfall der kognitiven Leistungsfähigkeit beobachtet werden kann(1).

In einer Studie von CARR DB, 2000, ergab sich kein Unterschied für die Unfallhäufigkeit zwischen Patienten mit einer sehr leichten bis einer leichten Demenz vom Alzheimer Typ und den gesunden Kontrollen. In dieser Studie konnten auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ursachen der Unfälle, in die Patienten mit DAT verwickelt sind, und den Unfällen von Kontrollpersonen festgestellt werden(27). Andere Studien, zum Beispiel RIZZO M, 2001, ergaben ein erhöhtes Risiko für Unfälle an Kreuzungen für Patienten mit kognitiven Defiziten in der Ausprägung: MCI bis leichte Alzheimerdemenz(106). RIZZO M stellte bei kognitiv

beeinträchtigten Testpersonen beim Führen des Lenkrades, dem Bedienen der Bremse oder des Gaspedales eine Unaufmerksamkeit und Kontrollbewegungen, die entweder inadäquat oder zu langsam waren, fest(106).

### **2.2. Alterstypische, für das Führen eines Fahrzeugs, relevante Leistungseinbußen**

Ein gehobenes Lebensalter führt nicht obligatorisch zu Leistungseinbußen. Jedoch kann ab dem 75. Lebensjahr von einer unterschiedlich ausgeprägten Verschlechterung der psychophysischen Leistungsfähigkeit ausgegangen werden. Typischerweise kumulieren folgende Leistungseinbußen miteinander(97):

- Sinnesphysiologische Mängel
- Reduzierung der körperlichen Beweglichkeit(Schulterblick)
- Diabetes Mellitus und Hypertonie
- **Zerebrale Erkrankungen**
- **Beginnende dementive und organische Persönlichkeitsveränderungen**

Medikamente können einerseits eine Krankheit soweit bessern, dass eine Fahreignung wiederhergestellt ist, andererseits können sie, besonders bei einer zentral wirksamen Komponente, eine Beeinträchtigung der Fahreignung verursachen. Jedoch ist bei einer stabilen, bestimmungsmäßigen Medikamenteneinnahme(Erhaltungstherapie) von einem Toleranzeffekt auszugehen, was bedeutet, dass zumeist die Fahreignung nicht negativ beeinflusst wird(97). Vulnerable Phasen sind Aufdosierung, Änderung der Dosierung oder Ausschleichen eines Medikaments. Bei dementiellen Prozessen sind die Grenzen der therapeutischen Möglichkeiten bisher wie bekannt noch sehr eng gesteckt. Daher ist der Schwerpunkt auf die Prävention von Gefahrenmomenten zu legen, was nur mit einem sensiblen Umgang mit dem Erkennen einer schwindenden Kraftfahreignung möglich ist.

Anhand von Erfahrungswerten in der verkehrspsychologischen Begutachtung lassen sich typische Profile verschiedener Erkrankungen in Bezug auf ihre Relevanz für das Führen eines PKWs zusammenstellen. In den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung wird auch ein typisches Profil für den dementen Autofahrer angegeben(97).

<b>Profil des dementen Autofahrers</b>	
<b>Verkehrsgefährdung</b>	Durch Beeinträchtigung von Gedächtnis, Sprache, Aufmerksamkeit, Persönlichkeit, visuell-räumlichen Fähigkeiten und Urteilsfähigkeit, Störung des abstrakten Denkens, Erkennen und Wahrnehmens, Orientierung
<b>Gefährdungspotential</b>	Diagnostische Probleme in der Anfangsphase oder bei leichteren Fällen, trotz klinischer Symptomatik bei guter „Fassade“ Reduziertes subjektives Urteilsvermögen im Hinblick auf die eigene Leistungsfähigkeit Persönlichkeitsveränderungen
<b>Risikominimierung</b>	Regelmäßige fachärztliche Kontrollen Psychofunktionale Leistungsüberprüfung Kritisch-stützendes Umfeld
<b>Kontrolle</b>	Objektivierung der Symptomatik durch eine testpsychologische Untersuchung
<b>Sonstiges</b>	Die einzelnen klinischen Symptome können für sich allein genommen eine Verkehrsgefährdung bedeuten; die besondere Gefahrenlage ergibt sich aus der Kombination möglicher Einschränkungen und eventueller Schwankungen in der Befindlichkeit

**Abb. II/15: Gefährdungsprofil des dementen Autofahrers (aus Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung(97))**

### 2.3. Mögliche Beschränkungen bei eingeschränkter Kraftfahreignung

Durch bestimmte Auflagen kann für betroffene Personen die Mobilität bis auf weiteres erhalten bleiben. Diese Auflagen werden im Führerschein durch Schlüsselzahlen vermerkt. Für Patienten mit einer dementiellen Entwicklung ergibt sich hieraus eine besonders für diese Patientengruppe wichtige Möglichkeit. Es kann so die schwindende Eigenständigkeit im Alter zumindest zum Teil erhalten werden, um eine sekundäre soziale Abhängigkeit oder depressive Reaktionen auf die geänderte Lebenssituation zu vermeiden. Hierbei ist zum Beispiel die Begrenzung der Fahrerlaubnis auf eine bestimmte Region sinnvoll. Dies ist in vielen Fällen auch sehr hilfreich um eine ausreichende Akzeptanz der Erkrankung und der Einschränkung der Fahrerlaubnis bei dem betroffenen Patienten zu erreichen.

05 Fahrbeschränkung aus medizinischen Gründen

05.02 In einem Umkreis von ...km des Wohnsitzes oder Innerorts .../ innerhalb einer Region

05.04 Beschränkt auf eine höchstzulässige Geschwindigkeit von nicht mehr ....km

05.05 Nur mit Beifahrer, der im Besitz einer Fahrerlaubnis ist.

05.07 Nicht gültig auf Autobahnen

104(nationale Schlüsselzahl) Muss ein gültiges ärztliches Attest mitführen.

**Abb. II/16: Fahrbeschränkungen aus medizinischen Gründen, Schlüsselzahlen der Europäischen Union(Auszüge)**

### 2.4. Erteilung und Dauer der Fahrerlaubnis

Vor der Erteilung der Fahrerlaubnisklassen A und B erfolgt in Deutschland zurzeit keine Überprüfung der Eignung, abgesehen von einer Überprüfung des Visus. Darüber hinaus gibt es in Deutschland auch keine Altersbegrenzung für diese Fahrerlaubnisklassen, im Gegensatz zu den meisten europäischen Ländern. Der Kraftfahrer in Deutschland geht aufgrund dieser Vorgehensweise des Gesetzgebers bezüglich der Erteilung der Fahrerlaubnis somit meist davon aus fortwährend geeignet zu sein und kann so leicht seine nicht mehr vorhandene Kraftfahreignung übersehen(97). Die Fahreignung ist ständigen Schwankungen unterworfen, bedingt durch pathologische, physiologische und psychologische Veränderungen(97). Diese Veränderungen können dem betroffenen Kraftfahrer durchaus aufgrund eines schleichenden Krankheitsprozesses oder einer Veränderung der Persönlichkeit entgehen.

Besonders bei schleichenden dementiellen Prozessen kann von der betroffenen Person nicht erwartet werden, dass sie selbst in der Lage ist, diese Entwicklung zu erkennen und daraus resultierenden Risiken für sich selbst und ihre Umwelt zu erkennen und den Folgen vorzubeugen. Ist einmal ein Zweifel an der Kraftfahreignung aufgetreten, trifft den Kraftfahrer jedoch die Pflicht seine Eignung positiv nachzuweisen. Zweifel gehen zu Lasten des Kraftfahrers.

Die Überprüfung kann in Form eines regelmäßigen fachärztlichen oder eines medizinisch-psychologischen Gutachtens der Begutachtungsstelle für Fahreignung erfolgen(97).

Die Bewertung der Fahreignung muss auch den möglichen Kompensationsmechanismen der betroffenen Person Rechnung tragen. Als mögliche Kompensationsmechanismen werden zum Beispiel besondere menschliche Veranlagung, Gewöhnung, besondere Einstellung, besondere Verhaltenssteuerung oder besondere Verhaltensumstellung aufgeführt(43). Diese sind bei Älteren im Allgemeinen in höherem Maße und stabiler als bei Jüngeren vorhanden. Auch hieraus ergibt sich eine Sonderstellung der Einschätzung der Kraftfahreignung von Älteren mit dementiellen Prozessen.

Bei älteren Autofahrern kann zum Beispiel der Verzicht aufs Autofahren bei bestimmten Witterungsverhältnissen, Stoßzeiten oder die pflichtbewusste Einnahme von nötigen Medikamenten ausreichend sein.

Die Aktualität der Kraftfahreignungsprüfung ist besonders aufgrund der demographischen Entwicklung, zum Beispiel in der Bundesrepublik Deutschland, gegeben. Die Beeinträchtigungen durch alterstypische Erkrankungen oder physiologische Veränderungen im Alter werden aufgrund der anteiligen Zunahme von Älteren immer mehr an Relevanz gewinnen. Der verwaltungstechnische Aufwand wird in Zukunft vermutlich gravierende Ausmaße annehmen. Es wäre daher wichtig eine effektive, aber trotzdem mit einem beschränkten Zeitaufwand verbundene Vorgehensweise zu entwickeln.

### 3. Testung der kognitiven Funktionen bei Patienten mit MCI

In diesem Abschnitt soll auf die einzelnen relevanten kognitiven Funktionen und die Art der Testung dieser bei MCI eingegangen werden.

Als kognitive Funktionen bezeichnet man alle bewussten oder nicht bewussten Vorgänge, die bei der Verarbeitung von Organismus-externen oder –internen Informationen ablaufen(z.B.: Kodierung): Vergleich mit gespeicherten Informationen, Verteilung der Informationen, Problemlösung oder Entschlüsselung sprachlich-begrifflicher Äußerungen(108).

Studien zur Untersuchung der einzelnen kognitiven Domänen wurden bei MCI-Patienten, z.B. BARTH 2004, in den letzten Jahren bereits durchgeführt. Hier wurde die CERAD-Testbatterie verwendet, die als Papier- und Bleistift –Test hauptsächlich kognitive Domänen wie das Gedächtnis und die Sprache untersucht(11). Das Interesse dieser Arbeit gilt auch den Veränderungen in Teilbereichen, die einen Schwerpunkt auf die verschiedenen Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse legen, die geschwindigkeitsabhängig sind und eine gute Fähigkeit zur Aufmerksamkeit und Konzentration verlangen.

Die altersabhängig nachlassende Leistungsfähigkeit der Sinneswahrnehmung und der Informationsverarbeitung ist in Studien bereits belegt. Besonders die Prozesse der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und die Fähigkeit die Aufmerksamkeit auf mehrere Reize aufzuteilen ist bei Älteren eingeschränkt(108). Detaillierte Untersuchungen für die MCI-Patientengruppe für diese einzelnen kognitiven Bereiche liegen soweit bekannt noch nicht vor.

Neurophysiologische Tests, die diese kognitiven Bereiche abdecken, wurden unter anderem aufgrund des benötigten Anforderungsprofils für die Verkehrsdiagnostik entwickelt. Bezüglich der Übertragung auf die tatsächliche Fahrleistung von Senioren dürfen derartige Tests nur mit Einschränkungen angewendet werden. Zur Erfassung



der Leistungsfähigkeit in bestimmten kognitiven Teilbereichen wie im ausgewählten Fall bei MCI-Patienten sind diese Verfahren gut geeignet.

Ergänzend muss erwähnt werden, dass die testpsychologischen Daten bei Senioren in der Regel schlechter ausfallen als die praktische Fahrleistung im direkten Vergleich ausfallen. Man geht von kompensatorischen Strategien bei Älteren aus, die den Abfall der kognitiven Leistungsfähigkeit im Alter bei der routinierten Tätigkeit des Autofahrens wettmachen(108). Im Fall der eigentlichen Verkehrstestung ist dieses Problem nur durch eine praktische Fahrprobe zu lösen.

Außerdem liegt bisher keine ausreichende Validierung von diagnostischen Verfahren und Kriterien für einzelne Patientengruppen, wie Patienten mit kognitiver Beeinträchtigung vor.

Im Folgenden werden einzelne kognitive Funktionen beschrieben, die sowohl bei MCI beeinträchtigt sein können, als auch für die kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit von Bedeutung sind.

### 3.1 Gedächtnis

Anhand der aktuell gebräuchlichen Gedächtnismodelle wird das Gedächtnis wie folgt beschrieben. Chronologisch lässt sich das Gedächtnis in ein **sensorisches Gedächtnis**, ein **Arbeitsgedächtnis**, auch Kurzzeitgedächtnis, und ein **Langzeitgedächtnis** gliedern. Das sensorische Gedächtnis speichert die Informationen nur

für Zehntelsekunden und ist keinen zentralen steuerbaren, bewussten Prozessen unterlegen(35). Das Arbeitsgedächtnis ist ein im Sekundenbereich liegender Informationsspeicher mit begrenzter Kapazität(8). Das Langzeitgedächtnis speichert Informationen über Minuten bis zu Jahrzehnten und seine Kapazität ist praktisch unbegrenzt.

Inhaltlich wird das Langzeitgedächtnis in ein **explizites**(deklaratives) und ein **implizites**(nicht-deklaratives) Gedächtnis unterteilt. Das explizite Gedächtnis ermöglicht eine willentliche, bewusste Erinnerung an im Langzeitgedächtnis repräsentierte Informationen. Es wird wiederum in das episodische Gedächtnis und das semantische Gedächtnis unterteilt. Das episodische Gedächtnis umfasst die Erinnerung an persönliche Erlebnisse, die in einem räumlich-zeitlichen Kontext stehen. Das semantische Gedächtnis beinhaltet allgemeine Informationen, die keinem persönlichem Ereignis zugeordnet sind, wie zum Beispiel das Wissen, dass die Erde rund ist.

Das episodische Gedächtnis zeigt bei älteren Menschen gegenüber Jüngeren eine deutliche Leistungsabnahme. Dies zählt zu den typischen kognitiven Veränderungen im Alter(31). Geht diese Abnahme jedoch über das normale Maß hinaus, entspricht dies der Definition MCI(2). In einer Studie von KARRASCH et al ergab sich das der Untertest Wortlistelernen der Testbatterie CERAD besonders für die Diagnostik von MCI geeignet ist(78).

Um das semantische Gedächtnis zu untersuchen verwendet man Tests, die Allgemeinwissen oder den Wortschatz abfragen.

Das implizite Gedächtnis umfasst prozedurale Fähigkeiten (z.B.: Klavierspielen, Radfahren) und wird unter Anderem durch Spiegelschrift lesen oder entsprechende prozedurale Aufgaben getestet.

Weder das semantische Gedächtnis noch das implizite Gedächtnis lassen im Verlauf des normalen Alterungsprozesses wesentlich nach oder sind bei MCI vordergründig betroffen.

Für die Gedächtnisleistungen sind neuroanatomisch in erster Linie der Hippocampus und der Thalamus von Bedeutung(61).

### 3.2. Aufmerksamkeit

Die Aufmerksamkeit setzt sich aus mehreren kognitiven Systemen zusammen, welche jeweils einzelne Teilleistungen ermöglichen. Die Aufmerksamkeit ist die Zuweisung bestimmter Bewusstseinsressourcen auf Bewusstseinsinhalte, beispielsweise auf Wahrnehmung der Umwelt oder des eigenen Verhaltens und Handelns. Zur Aufmerksamkeitsfunktion gehören die Fokussierung der Umgebungsinformation, die Aufrechterhaltung und die Änderung des Fokus(59). Als Maß für die Intensität und Dauer der Aufmerksamkeit gilt die Konzentration(16). Das Gehirn hat eine eingeschränkte Verarbeitungskapazität für Reize. Daher muss es zwischen relevanten und irrelevanten Reizen selektieren. Bestimmte Reize ziehen die Aufmerksamkeit automatisch auf sich, auf andere wird die Aufmerksamkeit bewusst zugewandt. Wenn einem Reiz nicht innerhalb von ca. 5 Sekunden Aufmerksamkeit geschenkt wird, geht er aus dem sensorischen Gedächtnis unbeachtet und ohne weitere Verarbeitung verloren. Diese Informationsverarbeitungstheorie im Sinne einer Filterung der Außenreize geht auf BROADBENT zurück(18).

Desweiteren unterscheidet man einzelne Unterformen der Aufmerksamkeit:

Die **selektive** Aufmerksamkeit beinhaltet die Fähigkeit auf relevante Reize zu reagieren und sich durch irrelevante Reize nicht ablenken zu lassen. Erfasst wird die selektive Aufmerksamkeit in der Regel mit Wahl-Reaktionsverfahren. Die Leistungen Älterer sind gegenüber jüngerer Personen reduziert, wenn die Zielreize schlecht von den Störreizen zu unterscheiden sind und wenn gleichzeitig auf mehrere Merkmale eines Stimulus geachtet werden muss.

Die **Daueraufmerksamkeit** ist die Fähigkeit die Aufmerksamkeit bewusst und willentlich über eine längere Zeit aufrechtzuerhalten und eine bestimmte Aufgabe dabei zu fokussieren. Es handelt sich somit um die Bereitschaft des Organismus auf zufällige, schwelennahe, selten auftretende Ereignisse kritisch zu reagieren. In diesem Sinne wird die Fähigkeit zur Daueraufmerksamkeit auch als Vigilanz bezeichnet. In der Elektroencephalographie kann man zum Beispiel drei Abstufungen der Wachheit an der Hirnstromkurve unterscheiden. Den relaxierten Wachzustand

mit unregelmäßiger flacher EEG-Aktivität, den Zustand der wachen Aufmerksamkeit mit einem okzipitalen Alpha-Rhythmus und einen Zustand der starken Erregung mit einer hochfrequenten, spannungsniedrigen Aktivität(87).

Die Daueraufmerksamkeit wird aufgrund der entsprechenden Fragestellung zumeist mit computergestützten Verfahren untersucht, die eine exakte Messung der Daueraufmerksamkeit ermöglichen. Hier hat sich besonders der Vigilanztest nach MACKWORTH bewährt. Die Daueraufmerksamkeit nimmt im Alter grundsätzlich nicht ab, kann aber schlechtere Ergebnisse zeigen, wenn die Zielreize von Störreizen nur schlecht unterscheidbar sind und wenn die Stimuli zu kurz dargeboten werden(53).

Die geteilte Aufmerksamkeit beschreibt die Fähigkeit auf mehrere Reize gleichzeitig zu reagieren oder mehrere Aufgaben gleichzeitig auszuführen. Bei steigender Aufgabenkomplexität, nehmen die Leistungen von Älteren im Vergleich zu Jüngeren ab(89).

### 3.3. Sprache

Die Sprache ist zu unterteilen in Sprachverständnis und Sprachproduktion. Zum Sprachverständnis gehören das Wort- und das Syntax-Verständnis. Die Sprachproduktion umfasst die Fähigkeit des Benennens und die Geschwindigkeit der Wortfindung. In der Regel ist das Sprachverständnis bei Älteren gegenüber Jüngeren nicht beeinträchtigt. Beim Sprachverständnis stellen Wortfindungsstörungen, das heißt Schwierigkeiten beim Wortabruf, typische altersbedingte Veränderungen dar(4). Neuropsychologisch werden sie mit Aufgaben zum konfrontativen Benennen geprüft. Dabei zeigt man Abbildungen von Gegenständen und fordert den Probanden auf diese zu benennen. Die semantische Flüssigkeit wird getestet, indem man den Probanden auffordert zu einer Gruppe (z.B. Tiere) in einer bestimmten Zeit möglichst viele zu nennen. Im CERAD beinhaltet dies der erste Untertest. Die phonematische Flüssigkeit wird geprüft, indem möglichst viele Wörter mit dem gleichen Anfangsbuchstaben genannt werden müssen. Es hat sich gezeigt, dass sowohl die semantische als auch die phonematische Flüssigkeit bei den Älteren herabgesetzt ist, wobei dies bei der semantischen Flüssigkeit ausgeprägter der Fall ist(50).

### 3.4. Exekutive Funktionen

Die exekutiven Funktionen fassen alle mentalen Prozesse höherer Ordnung zusammen, die einem Individuum planmäßiges und zielgerichtetes Handeln ermöglichen. Dies umfasst Funktionen wie Planung, Handlungsinitiierung, Zielüberwachung und Koordinierung von Informationen und Prozessen(56). Regionen des menschlichen Gehirns, die mit exekutiven Funktionen in Verbindung gebracht werden liegen hauptsächlich frontal.

Eine exakte Definition der kognitiven Funktionen die exekutiv sind wird kontrovers diskutiert.

Geprüft werden können die exekutiven Funktionen zum Beispiel mit dem Trail-making-Test. Eine Verschlechterung der exekutiven Funktionen im Alter zeigt sich etwa durch verstärkt routinemäßiges Handeln, Widerwillen gegen Veränderungen und eine reduzierte kognitive Flexibilität(116). Dies kann unter anderem eine Ursache dafür sein, dass älteren Probanden in neuropsychologischen Verkehrstests schlechter abschneiden als Jüngere und eine Diskrepanz gegenüber der noch „guten“ Fahrleistung besteht. Die Umstellung auf die nicht vollständig deckungsgleichen Anforderungsprofile bei der Testsituation im Vergleich zur gewohnten Fahrpraxis fällt älteren Menschen im Allgemeinen deutlich schwerer und muß bei der Auswertung entsprechender Tests berücksichtigt werden.

### 3.5. Visuospatiale Fähigkeiten

Hierzu gehören die Fähigkeiten Objekte anhand von Vorlagen oder aus dem Gedächtnis zu zeichnen, die räumlichen Proportionen zwischen verschiedenen Objekten abzuschätzen und Stadtpläne zu lesen(93). Visuospatiale Fähigkeiten können in **visuoperceptuelle** und **visuokonstruktive** Fähigkeiten unterteilt werden. Bei einer Alzheimer-Demenz zeigen sich visuospatiale Defizite hauptsächlich in Form von räumlichen Orientierungsstörungen(66).

Visuospatiale Funktionen sind mit der rechten Partialregion, visuokonstruktive und – praktische Funktionen mit dem posterioren Frontal- und Partialhirn assoziiert.

Tests für diese kognitive Domäne fordern das Abzeichnen von geometrischen Figuren und später das erneute Aufzeichnen aus dem Gedächtnis oder verlangen das Erkennen von eingebetteten oder fragmentierten Bildern.

### **3.6.Orientierung**

Die Orientierung ist die Fähigkeit sich im Hinblick auf die eigene Person, Ort, Zeit und Situation zurechtzufinden. Die Orientierung ist keine alleinstehende Funktion, sondern setzt ein intaktes Bewusstsein, Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Zeitsinn und Gedächtnis voraus(102). In der Regel treten Störungen zuerst in der zeitlichen Orientierung, dann in der örtlichen und situativen und zuletzt in der Orientierung zur Person auf.

Im Rahmen des MMSE wird die Orientierung mit einfachen Fragen zu Person, Ort und Zeit geprüft.

Bei der Alzheimer-Demenz ist unter anderem besonders die räumliche Orientierung betroffen. Zur adäquaten Untersuchung dieser Fähigkeit ist zum Beispiel der fakultative Test des Wiener-Testsystems Linienverfolgungstest geeignet.

### **3.7. Höhere kognitive Fähigkeiten**

Diese beschreiben die ungestörte Interaktion aller neuropsychologischen Fähigkeiten miteinander und sind daher äußerst sensitiv, um beginnende Defizite entsprechend MCI aufzudecken. Unter höheren kognitiven Funktionen versteht man die Anwendung und den Gebrauch von erlerntem verbalem und nonverbalem Wissen, das abstrakte Denken, Problemlösung und das Sozialverhalten. Tests zur Überprüfung sind Intelligenztests, Rechenaufgaben oder Sprichwortinterpretationen. Die CDR(Clinical Dementia Rating Scale) wird in diesem Bereich verwendet. Allerdings ergab hierbei eine Studie, dass zwei Drittel der Patienten als normal eingeschätzt wurden, obwohl Gedächtnisdefizite vorlagen(29).

### 3.8. Intelligenz

Man unterscheidet kurz nach der Zweikomponententheorie von CATTELL die **fluide** und die **kristalline** Intelligenz. Die fluide Intelligenz umfasst grundlegende Prozesse der Informationsverarbeitung und die Geschwindigkeit und Genauigkeit dieser Vorgänge. Die kristalline Intelligenz umfasst das Handlungs- und Fakten-wissen, das sich ein Individuum im Laufe seines Lebens aneignet(28). Die kristalline Intelligenz bleibt bis ins hohe Alter erhalten und kann auch im Alter noch ausgeweitet werden. Die fluide Intelligenz steigt bis zum frühen Erwachsenenalter an und nimmt danach langsam wieder ab(64).

### III. Zentrale Fragestellung und Hypothesen

#### 1. Ziel und Aufbau der Untersuchung

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Unterschiede der Leistungsfähigkeit in einzelnen kognitiven Domänen zwischen Patienten mit einer leichten kognitiven Beeinträchtigung(MCI) und einer gesunden, gleichaltrigen Kontrollgruppe anhand unterschiedlicher kognitiver Leistungstests darzustellen.

Es wurde unter der Verwendung der CERAD-Testbatterie zunächst die unterschiedliche Leistungsfähigkeit zwischen MCI-Patienten und der Kontrollgruppe in den einzelnen geprüften kognitiven Domänen dargestellt.

Dann wurde anhand von 8 standardisierten Computertests aus der Reihe des Wiener Testsystems der Dr. G. Schuhfried GmbH, nämlich dem

1. **RT** (Wiener Reaktionstest) Unterform S03
2. **DT** (Wiener Determinationstest) Unterform S01
3. **COG** (Cognitrone) Unterform S11
4. **AMT** (Adaptiver Matrizentest) Unterform S11
5. **TAVTMB** (Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest Mannheim/Bildschirm) Unterform S01
6. **PP** (Periphere Wahrnehmung) Unterform 000
7. **LVT** (Linienverfolgungstest) Unterform S03
8. **VIGIL** (Vigilanz-Test nach Quatember-Maly) Unterform S01

die Patientengruppe und die Kontrollgruppe bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit in den jeweils geprüften kognitiven Domänen untersucht.

Außerdem wurde für jeden einzelnen der 8 Computertests ein Vergleich sowohl der Patientengruppe als auch der Kontrollgruppe mit den jeweils von der Dr. Schuhfried GmbH vorgegebenen Normgruppen durchgeführt.



Ferner wurden mit den Fragebögen

1. **PSQI** (Pittsburgh Sleep Quality Index)
2. **ESS** (Epworth Sleepiness Scale)
3. **D-MEQ** (Fragebogen zum Chronotyp)
4. **BDI** (Beck's Depression Inventory)

mögliche Faktoren, die in Korrelation mit einer Minderung der kognitiven Leistungsfähigkeit stehen können, untersucht.

### 2. Zentrale Annahme der Untersuchung

Zunächst sollte ein Vergleich der Leistungsfähigkeit in den einzelnen kognitiven Domänen zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe durchgeführt werden.

**Hypothese 1:** Die Patienten mit der Diagnose MCI schneiden in der kognitiven Testung schlechter ab als die gesunde Kontrollgruppe, auch in den kognitiven Domänen, die nicht ausschließlich das Gedächtnis betreffen, wie zum Beispiel Aufmerksamkeit und Konzentration.

Zweitens sollte anhand einer zusammenfassenden Beurteilung eine Unterscheidung bezüglich der Fahrtauglichkeit oder der einzelnen Komponenten, die für die Fahrtauglichkeit ausschlaggebend sind, zwischen der Patientengruppe mit MCI und der gesunden Kontrollgruppe getroffen werden.

**Hypothese 2:** Die Fahrtauglichkeit ist bei der Patientengruppe gegenüber der gesunden Kontrollgruppe schlechter.

Drittens sollte ein Vergleich mit den jeweiligen durchschnittlich jüngeren Normgruppen der Firma Schuhfried vorgenommen werden.

**Hypothese 3:** Sowohl die Gruppe der älteren Kontrollpersonen als auch die Gruppe der MCI-Patienten schneiden in den einzelnen Untertests im Vergleich zur jüngeren Normgruppe schlechter ab.

### **Detailliertere Annahmen der Untersuchung**

Auf der Basis von den Ergebnissen bisheriger Studien zu leichten kognitiven Beeinträchtigungen und deren Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit im Bereich verschiedener kognitiver Domänen, wurden im Einzelnen folgende Annahmen über die Auswirkungen der leichten kognitiven Beeinträchtigungen auf die Leistungsfähigkeit aufgestellt.

#### **Auswirkung von MCI auf die kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit mittels der Testbatterie Expertensystem Verkehr Plus von Schuhfried**

(Anhand von zwei Testblöcken werden in sieben Untertests folgende Testparameter untersucht: Reaktionszeit, geteilte Aufmerksamkeit, Konzentration, IQ-Schätzung, Tachioskopische Wahrnehmung, Periphere Wahrnehmung, Trackingabweichung und Orientierung. Zusammenfassend ergibt das Testsystem nach Auswertung aller Untertests und deren Verknüpfung untereinander durch neuronale Netze eine abschließende Bewertung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit jeder einzelnen Testperson.)

Folgende Auswirkungen von MCI auf die kognitive Leistungsfähigkeit werden erwartet:

- Verlangsamte Reaktionszeit bei Patienten mit MCI
- Schlechtere geteilte Aufmerksamkeit mit weniger und verlangsamten Reizantworten und vermehrten Falschreaktionen
- Verlängerte Antwortlatenzen und vermehrt falsch positive und falsch negative Antworten im Cognitrone
- Schlechter tachioskopische Wahrnehmung
- Erhöhte Trackingabweichung
- Verlängerte Antwortlatenzen und vermehrt Falschantworten im Linienverfolgungstest
- Zusammenfassende Beurteilung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit mit einem schlechteren Ergebnis für die MCI-Patienten

### **Auswirkung von MCI auf die Daueraufmerksamkeit**

Die Daueraufmerksamkeit wird mittels des Vigilanztests nach Quatember-Maly untersucht. Folgende Effekte werden erwartet:

- Eine verlängerte Reaktionszeit im Vergleich zu der Gruppe der gesunden Kontrollen und zur Normstichprobe
- Eine überproportionale Zunahme der Reaktionszeit im Zeitverlauf
- Vermehrt Auslassungen
- Vermehrt falsch positive Reaktionen

## IV. Methoden und Untersuchungskollektiv

### 1. Rahmenbedingungen

Die Testung zur Studie „Kognitive Leistung bei leichter kognitiver Beeinträchtigung“ wurde von August 2008 bis März 2009 in den Forschungsräumen des Schlafmedizinischen Zentrums Regensburg durchgeführt. Es handelt sich um eine between-subject-Studie.

Für die Studie lag ein positives Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Regensburg vor.

### 2. Verwendete Testverfahren

#### 2.1. CERAD

Im Jahr 1986 wurde von dem amerikanischen Forschungsverbund, “The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer’s Disease(CERAD), mit dem Aufbau einer standardisierten Datenbank zur Erfassung von Patienten mit einer Demenz vom Alzheimer-Typ für biochemische, genetische, epidemiologische und neuropathologische Fragestellungen begonnen(92). In diesem Zusammenhang wurde auch die CERAD-Testbatterie entwickelt. Die Testbatterie enthält Untertests zur Messung von kognitiven Defiziten in den Bereichen **Orientierung, Sprache, konstruktive Praxis** und **Gedächtnis**, die bei der Alzheimer-Demenz besonders betroffen sind(92).

#### Untertests der CERAD-NP

- Verbale Flüssigkeit
- Benennen
- Mini Mental State Examination(MMSE)
- Verbales Gedächtnis
- Konstruktive Praxis

**Abb. IV/1: CERAD - The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer’s Disease; Auflistung der untersuchten kognitiven Domänen**

Die Testbatterie wurde zunächst für das Alter von 50 bis 89 normiert(120). Für den deutschsprachigen Raum wurde von der Memory Clinic der Geriatrischen Universitätsklinik Basel eine Übersetzung ins Deutsche vorgenommen und es erfolgte eine Normierung für den deutschsprachigen Raum. Die CERAD-Testbatterie entwickelte sich zu einem Standardmessverfahren für das Screening kognitiver Defizite in Verbindung mit Demenz(107). Die übersetzte Version wird im deutschsprachigen Raum in Gedächtnisambulanzen in der neuropsychologischen Testung bei der Frage dementielle Entwicklung vermutlich am häufigsten angewandt. Die Testleistungen werden bei der CERAD-Testbatterie in Abhängigkeit des Alters, der Ausbildung und des Geschlechts ausgewertet(119). Im Rahmen der deutschsprachigen Normierung wurden Daten hinsichtlich der Standardabweichung im Bezug auf das Alter, die Ausbildung und das Geschlecht erhoben(13). Die Ergebnisse der einzelnen Untertests werden anhand eines Computerprogramms automatisch nach der folgenden Formel berechnet.

$$\text{Formel: } z = \frac{x - M_x}{S_x}$$

$M_x$  und  $S_x$  stehen für den Mittelwert und die Standardabweichung der Normalpopulation.  $x$  ist der Rohwert des Testergebnisses.

### **z-Werte**

Die Rohwerte der Testergebnisse der einzelnen Untertests der CERAD-Testbatterie werden wie oben beschrieben z-transformiert und somit anhand der publizierten Originalstichprobe alters- und geschlechtsnormiert.

Bisher liegen noch keine einheitlichen Regeln zur Bewertung der z-Werte vor(11). Ob das Ergebnis im unterdurchschnittlichen Bereich liegt oder den Erwartungswerten der Normstichprobe entspricht, wird von unterschiedlichen Autoren unterschiedlich bewertet.

FISSENI klassifiziert eine Leistung als unterdurchschnittlich, wenn der z-Wert  $< -1$  Standardabweichung ist(44). SCHMITKE, 2008, verwendeten eine Standardabweichung von  $-1$  in „Wortliste lernen“ als cut-off-Score für die Gedächtnisleistung. Bei

BARTH, 2005, wurde in einer Studie zur kognitiven Leistungsfähigkeit von Patienten mit MCI ein z-Wert unter -1 in einer kognitiven Domäne, die nicht das Gedächtnis sein musste, als cut-off-Wert verwendet(11). In der Studie von SCHMIDTKE, 2008, wurde für die Diagnose amnestic MCI ein cut-off Wert von  $z = -1$  im CERAD-Untertest „Wortliste Lernen“ verwendet(109). Ein weniger strenger Schwellenwert für eine unterdurchschnittliche Leistung wäre ein z-Wert von unter -1,28, was einem Prozentrang von 10 entspricht.

### **Beschreibung der Untertests der CERAD-Testbatterie**

Im Folgenden soll näher auf den Aufbau der CERAD-Testbatterie eingegangen werden. Die Testbatterie besteht aus acht Einzeltests, die zum Teil gleiche Leistungsbereiche untersuchen. Jeder Untertest wird jedoch wie oben beschrieben einzeln ausgewertet und die jeweilige Leistung im entsprechenden Untertest bildet sich in einem dazugehörigen z-Wert ab.

#### **1. Verbale Flüssigkeit, Kategorie „Tiere“**

Der Proband wird gebeten in einer Minute möglichst viele verschiedene Tierarten zu nennen. Der Test dient der Messung von Sprachproduktion und verbaler Assoziationsgeschwindigkeit(107). Das semantische Gedächtnis, die kognitive Flexibilität und exekutive Funktionen werden ebenfalls untersucht.

#### **2. Modifizierter Boston Naming Test**

Bei der ursprünglichen Form von KAPLAN&GOLDGLASS, 1978, musste der Proband 60 durch Zeichnungen dargestellte Objekte benennen. In der CERAD-Version werden 15 Objekte, davon 5 im deutschen Sprachgebrauch häufig, 5 mittelhäufig und 5 selten verwendete, verlangt. Es wird die basale Benennungsleistung untersucht(107). Es wird dabei auch die visuelle Wahrnehmung und die Wortfindung geprüft.

### 3. Mini Mental State Examination (MMSE)

Die von FOLSTEIN, 1975, entwickelte Testform ist in der Klinik ein gängiger Kurztest zur Erfassung der kognitiven Funktionen(45). Untersucht werden die Funktionen Orientierung, Konzentration, Gedächtnis, Sprache und konstruktive Praxis(11). Der maximale Punktwert beträgt 30. Bei einem Wert unter 24 geht man von einem dementiellen Syndrom aus, bei einem Wert unter 17 liegen schwere kognitive Defizite vor. Der MMSE ist das international etablierte Maß für die Messung der Schwere einer Demenz im Screening(107).

### 4. Wortliste Gedächtnis

Es werden vom Probanden in jeweils drei Durchgängen 10 Wörter in jeweils unterschiedlicher Reihenfolge laut vorgelesen und danach aus dem Gedächtnis frei reproduziert. Beim Sofortabruf werden die Wörter, nach jedem Durchgang sofort vom Probanden wiedergegeben. Die maximale Punktzahl beträgt bei jedem Durchgang 10 Punkte, entsprechend 10 erinnerten Wörtern.

Untersucht wird die Fähigkeit neue, nicht assoziierte verbale Informationen zu erlernen und zu behalten.

Beim Spätabruf werden nach der Durchführung einer anderen Aufgabe, in der verwendeten Versuchsanordnung, nach den Aufgaben zur konstruktiven Praxis, erneut die 10 Wörter abgefragt. Die maximale Punktzahl beträgt entsprechend 10 Punkte.

Es wird hier geprüft, ob der Proband eine neu erlernte Information über mehrere Minuten behalten kann.

Hier wird noch ein zusätzlicher Parameter ermittelt, „Wortliste Savings“. Es handelt sich um einen Quotienten zwischen den im 3. Durchgang erinnerten Wörtern und den erinnerten Wörtern im Spätabruf.

$$\text{Wortliste Savings} = \frac{\text{Wortliste Abrufen Richtige (Spätabruf)}}{\text{Wortliste 3.Durchgang Richtige}} * 100 \%$$



Ein weiterer untersuchter Parameter heißt Intrusionen. Hier werden die vermeintlich erinnerten Wörter aus den Durchgängen, die aber in Wirklichkeit gar nicht in der Liste, der zu lernenden Wörter enthalten waren, aufsummiert und in einen z-Wert transformiert.

Untersucht wird hiermit das verbale episodische Gedächtnis.

Der letzte Untertest der CERAD-Testbatterie, der das verbale Gedächtnis untersucht ist der Test zum Wiedererkennen von Wörtern. Der Proband liest dabei 20 Wörter, von denen er 10 im Verlauf des bisherigen Testverlaufes erlernt hat. Der Proband muss die bekannten Wörter von den unbekannten differenzieren. Festgehalten werden die richtig als zuvor erlernte erkannten (hits) und die richtig als neu erkannten (correct rejections). Aus diesen Werten lässt sich die sogenannte Diskriminabilität berechnen(2).

$$\text{Diskriminabilität} = \left( 1 - \frac{(10 - \text{hits}) + (10 - \text{correct rejections})}{20} \right) * 100\%$$

Diese Aufgabe ermöglicht es zu überprüfen, ob der Proband von erleichterten Abrufbedingungen profitieren kann, und damit zu differenzieren, ob bei Gedächtnisstörungen primär ein Abruf- oder ein Speicherdefizit vorliegt(2).

### 5. Konstruktive Praxis

Zur konstruktiven Praxis sind 2 Untertests in der CERAD-Testbatterie enthalten.

Dazu gehören Konstruktive Praxis Abzeichnen und Konstruktive Praxis Abrufen.

Beim Abzeichnen muss der Proband immer komplexer werdende, ein- oder dreidimensionale Figuren abzeichnen. Insgesamt kann der Proband hierbei maximal 11 Punkte erreichen.

Geprüft werden die visuoperzeptuellen und die visuokonstruktiven Fähigkeiten.

Der Untertest Konstruktiven Praxis Abrufen wird nach der Durchführung der Tests Wortliste Spätabruf und Wortliste Wiedererkennen angeschlossen. Der Proband

muss noch einmal die zuvor gezeichneten Figuren aus dem Gedächtnis aufzeichnen. Hier sind wiederum 11 Punkte zu erreichen.

Zusätzlich zu den Rohwerten wird hier ein Parameter Konstruktive Praxis Savings berechnet.

$$\text{Konstruktive Praxis Savings} = \frac{\text{Konstruktive Praxis Abrufen Total}}{\text{Konstruktive Praxis Total}} * 100 \%$$

Untersucht wird das nonverbale Gedächtnis.

<b>CERAD-Subtests:</b>	<b>Jeweils erhobene kognitive Parameter</b>
1. Verbale Flüssigkeit, Kategorie „Tiere“	Verbale Produktionsfähigkeit, semantisches Gedächtnis, kognitive Flexibilität
2. Modifizierter Boston Naming Test	Wortfindung und -benennung, visuelle Wahrnehmung
3. Mini Mental State Examination(MMSE)	Orientierung, Konzentrationsfähigkeit, Merkfähigkeit, Sprache, ideatorisch und konstruktive Praxis
4. Wortliste Gedächtnis unmittelbar (drei Lerndurchgänge)	Unmittelbare Merkfähigkeit und Lernvermögen von nicht assoziiertem verbalen Material
5. Konstruktive Praxis	Visuokonstruktive Fähigkeiten
6. Wortliste abrufen	Verzögerte verbale Merkfähigkeit, freie Reproduktion
7. Wortliste wiedererkennen - Treffer - korrekte Zurückweisung	Verzögerte verbale Merkfähigkeit, Rekognition, Abruf- vs. Speicherdefizite
8. Konstruktive Praxis abrufen	Verzögerte figurale Merkfähigkeit, freie Reproduktion

**Abb. IV/2: CERAD - The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease,  
Auflistung der einzelnen Untertests, nach Barth et al., 2005(11)**

Die Durchführung der Testbatterie erfordert je nach kognitiver Leistungsfähigkeit des Probanden ca. 30-45 Minuten.

Die Testgütekriterien wurden von MORRIS, 1989(92) und WELSH, 1994(119), überprüft. Die Objektivität(Auswertungsobjektivität), die Reliabilität(Retest-Reliabilität) und die Validität wurden insgesamt als gut bewertet. Das beste Unterscheidungskriterium für eine milde Form der Alzheimer-Demenz ist der verzögerte Abruf. Für das Staging der Alzheimer-Demenz eignen sich am besten eine Kombination aus der Flüssigkeit(fluency), praktische Fähigkeiten(praxis) und der Erinnerung(recognition memory)(120).

In der Studie von Barth et al., 2005(11), wurde untersucht, ob die CERAD-Testbatterie in der Lage ist zwischen Gesunden, Patienten mit MCI, Patienten mit Depression und zwischen einer leichten und einer mittelschweren Alzheimer-Demenz zu unterscheiden. Die Diagnose MCI wurde bei dieser Studie anhand der AACD-Kriterien (aging-associated cognitive decline) gestellt. Die psychometrisch objektivierbaren Defizite mussten mindestens eine Standardabweichung unter dem Erwartungswert der Normstichprobe in mindestens einer kognitiven Domäne der Folgenden betragen: Gedächtnis und Lernen, Aufmerksamkeit und Konzentration, Sprache, visuell-räumliches Vorstellungsvermögen und Denken. Die Diagnose MCI wurde somit nicht nur auf das Vorliegen einer Gedächtnisstörung begrenzt.

Für die Demenz wurde die Diagnose anhand der NINCDS-ADRDA-Kriterien(National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke- Alzheimer's Disease and Related Disorders Association) und für die Major Depression anhand der DSM-IV-Kriterien gestellt. Alle Subtests unterschieden signifikant zwischen gesunden Kontrollen und leichter Alzheimer Demenz. Eine Abgrenzung zwischen MCI und leichter Alzheimer Demenz gelang in allen Subtests mit Ausnahme der konstruktiven Praxis. Im Vergleich von Gesunden und MCI-Patienten, zeigten die MCI-Patienten signifikant geringere Leistungen in den Subtests Verbale Flüssigkeit, Wortliste unmittelbar, Wortliste Abrufen und Konstruktive Praxis Abrufen. Zwischen MCI-Patienten und Depressiven konnte die Testbatterie nicht unterscheiden. Zwischen einer leichten und einer mittelschweren Demenz trennten die Tests Verbale Flüssigkeit und konstruktive Praxis, während in den Gedächtnistests schon bei leichter AD Bodeneffekte auftraten(11).

### 2.2. Testung der Vigilanz, Schläfrigkeit und Schlafqualität als einflussnehmende Faktoren

#### 2.2.1. Epworth Sleepiness Scale (ESS)

Die ESS erfasst retrospektiv als Screening-Instrument die subjektive Tagesschläfrigkeit(37). Es wird die Wahrscheinlichkeit in 8 typischen Alltagssituationen einzuschlafen abgefragt. Die Einschätzung erfolgt durch den Probanden auf einer vierstufigen Skala. Der Summenscore kann zwischen 0 und 24 Punkten liegen. Je höher der Wert umso höher die Tagesschläfrigkeit. Ein cut-off-Wert  $\geq 11$  wird allgemein verwendet.

Die Tagesschläfrigkeit ist zum Beispiel bei einer obstruktiven Atemstörung mit einer nachfolgend schlechten Schlafqualität erhöht. Sie kann mit einer verminderten Fähigkeit zur Konzentration, Aufmerksamkeit und Daueraufmerksamkeit einhergehen. Die Symptome entwickeln sich grundsätzlich schleichend und werden daher vom Patienten selbst kaum wahrgenommen. Eine erhöhte Tagesschläfrigkeit kann zu einer erheblichen Einschränkung der Verkehrstüchtigkeit führen.

In einer Studie von LEE, 2007, wurde der Zusammenhang zwischen einer erhöhten Tagesschläfrigkeit und einer funktionellen Beeinträchtigung untersucht. Es wurde festgestellt, dass verschiedene Formen der Demenz mit einer erhöhten Tagesschläfrigkeit einhergehen und die Tagesschläfrigkeit macht sich umso stärker bemerkbar, je stärker die Ausprägung der dementiellen Erkrankung fortschreitet(85). Höhere Levels von Tagesschläfrigkeit waren mit größeren Beeinträchtigungen des funktionellen Status assoziiert. Diese Ergebnisse waren unabhängig von der Ausprägung der kognitiven Beeinträchtigung, die durch den MMSE erfasst wurde. AD Patienten gingen darüber hinaus früher zu Bett und wachten später auf als die gesunden Kontrollpersonen(85).

Eine erhöhte Tagesschläfrigkeit kann mit dem Fragebogen ESS ausreichend erfasst werden. Die ESS hat eine hohe Reliabilität und eine hohe interne Konsistenz. Die Ergebnisse sind bei Patienten mit verschiedenen Schlafstörungen höher als bei Gesunden(17).

Ein Ergebnis mit 11 oder mehr Punkten wird mit einer pathologisch erhöhten Tagesschläfrigkeit in Verbindung gebracht(120). Die Referenzwerte von Normalpersonen lagen in der australischen Originalpopulation bei  $5,9 \pm 2,2$ (74).

Die Schläfrigkeit sollte jedoch bei einer Fragestellung, die über ein Screening hinaus geht, durch eine Kombination aus Epworth-Sleepiness-Scale als subjektive Bewertungsmethode, Mackworth-Clock als objektive Ermittlung der Reaktionszeit und bei gutachterlichen Fragen durch einen ergänzenden Multiplen Schlaflatenztest mittels EEG-Ableitung erfasst werden(62).

### **2.2.2. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)**

Entgegen der Prävalenz von Klagen über Schlafstörungen bei Patienten im Allgemeinen und psychiatrischen Patienten im Besonderen, gibt es wenige Fragebögen, die speziell entwickelt wurden um die Schlafqualität zu untersuchen(24). Der PSQI ist ein Fragebogen, mit dem die subjektive Schlafqualität und Ursachen einer Schlafstörung in den letzten 4 Wochen erfasst werden. Der PSQI umfasst 18 Fragen zur Selbstbeurteilung, sowie 5 Fragen zur Fremdbeurteilung. Die Fremdbeurteilung wird vom Partner oder Mitbewohner vorgenommen, sofern vorhanden, und geht nicht in die quantitative Auswertung ein. Die 18 Fragen zur Selbstbeurteilung werden zu 7 Komponenten zusammengefasst:

Komponente 1: Subjektive Schlafqualität

Komponente 2: Schlaflatenz

Komponente 3: Schlafdauer

Komponente 4: Schlafeffizienz

Komponente 5: Schlafstörungen

Komponente 6: Schlafmittelkonsum

Komponente 7: Tagesmüdigkeit

Die 7 Komponentenwerte werden zu einem Gesamtwert aufaddiert, der zwischen 0 und 21 liegt, wobei höhere Werte für eine verminderte Schlafqualität sprechen(25).

Eine Normierung im eigentlichen Sinne gibt es für den PSQI nicht. In der Originalarbeit von BUYSE, 1989, wurde mit einem cut-off-Wert von  $> 5$  die Schlafgestörten von den Schlafgesunden getrennt(37). Diese Normierung erfolgte aber nicht an älteren Personen, das heißt, Personen über 50, oder gar über 65, und ist daher für diese spezielle Altersgruppe nicht geeignet. Es ist davon auszugehen, dass im Alter der Schlaf generell schlechter wird. Die subjektive Schlafqualität verschlechtert sich nachgewiesener Maßen mit dem Alter. Jedoch nicht in dem Maße, wie es bei Patienten mit Schlafstörungen der Fall ist(25). Schlafstörungen im Alter können eventuell auch ein Hinweis für eine bisher unerkannte, aber in höherem Alter nicht selten vorkommende depressive Erkrankung sein.

Die Deutsche Übersetzung des PSQI beurteilt die subjektive Schlafqualität im Hinblick auf die letzten 2 Wochen(7).

Die Sensitivität und die Spezifität lagen in den bisher durchgeführten Studien jeweils über 80 % (37).

In einer Studie von BUYSE, 2008, ergab sich, dass der PSQI und die ESS wenig miteinander korrelierten(26).

### **2.2.3. Morning-Evening-Questionnaire(D-MEQ)**

Der Morningness-Eveningness-Questionnaire(MEQ) wurde 1976 entwickelt und 2001 ins Deutsche übersetzt(65,55). Erfasst wird die zirkadiane Phasenlage.

Jeder Organismus weist unabhängig von äußeren Vorgaben einen eigenen stabilen Schlaf-Wach-Rhythmus auf. Die individuelle Phasenlage eines Menschen ergibt dessen Chronotyp, der ein stabiles Persönlichkeitsmerkmal ausmacht. Abendtypen zum Beispiel zeichnen sich durch eine späte Phasenlage aus und erreichen ihre volle Leistungsfähigkeit erst in den Abendstunden(65).

Der D-MEQ besteht aus 19 Fragen. Maximal ist eine Punktzahl von 86 Punkten zu erreichen. Je höher das Ergebnis, desto wahrscheinlicher ist der Proband ein Morgentyp.

- Definitiver Abendtyp (14 – 30 Punkte)
- Moderater Abendtyp (31 – 41 Punkte)
- Neutraltyp (42 – 58 Punkte)
- Moderater Morgentyp ( 59 – 69 Punkte)
- Definitiver Morgentyp ( 70 – 86 Punkte)

Der D-MEQ zeichnet sich durch eine hohe Validität und Reliabilität bezüglich der Bestimmung des Chronotyps aus(55).

### **2.2.4. Karolinska Sleepiness Scale(KSS)**

Die KSS wird zur Einschätzung der subjektiven, momentanen Schläfrigkeit verwendet. Der Selbstbewertungsfragebogen wurde 1990 entwickelt(3). In einer Studie von KAIDA, 2006, wurde eine enge Übereinstimmung zwischen EEG-Befunden und den Ergebnissen der KSS festgestellt, was für eine hohe Validität der Messung der Schläfrigkeit spricht(75). Eine andere Untersuchung von KAIDA, 2007, zeigte, dass die Ergebnisse der KSS oder die EEG-Alpha-Aktivität Fehler im Vigilanztest, in diesem Fall im Mackworth-Clock-Test vorhersagen können(76).

Schläfrigkeit ist auch ein wesentlicher Risikofaktor für ernste Verletzungen oder Todesfälle bei Unfällen(70). In einer Studie von INGRE, 2006, ergab sich, dass ein starker Zusammenhang zwischen der jeweiligen Schläfrigkeit und dem Unfallrisiko besteht. Es zeigte sich ein erhöhtes Risiko bei einem KSS-Wert = 8 oder 9 im Vergleich zu einem KSS-Wert = 5. Es ließen sich aber große interindividuelle Differenzen feststellen, so dass eine Vorhersage des absoluten Unfallrisikos schwierig ist(70).

Der Fragebogen besteht aus 10 Stufen, die unterschiedliche Grade von Wachheit bzw. Schläfrigkeit beschreiben. Die erste Stufe „Extrem wach“ entspricht einem Zahlenwert von 1, die letzte Stufe „Äußerst schläfrig, kann nicht wach bleiben“ entspricht einem Zahlenwert von 10. Je höher der Zahlenwert, desto höher die subjektive Schläfrigkeit des Probanden.

Für die Einschätzung des Grades der Schläfrigkeit, bzw. der Wachheit vor, während und nach der Testbatterie Expertensystem Verkehr und Quatember&Maly bietet sich



die KSS an um ein gleiches Vigilanzniveau der beiden Vergleichsgruppen, Patienten und Kontrollpersonen, sicherzustellen und somit einer Verzerrung der Ergebnisse durch eine unterschiedliche Wachheit in der Testsituation zwischen den beiden Vergleichsgruppen zu vermeiden.

### **2.2.5. Testung der Daueraufmerksamkeit nach Quatember&Maly**

Von MACKWORTH wurde 1950 ein entsprechender „Uhrentest“ entwickelt, der als Vorläufer des heutigen hier verwendeten Tests nach QUATEMBER&MALY anzusehen ist(88). Die Vigilanz-Messung wurde mit der Erfindung des Radarschirms im Zweiten Weltkrieg in den Focus der Wissenschaft gerückt, weil hier eine dauerhafte aufmerksame Beobachtung einer immer gleichen reizarmen Situation notwendig war. Verwendet wurde in dieser Arbeit die Standardtestform Vigil des Wiener Testsystems 5.10®.

Gemessen wird die Daueraufmerksamkeitsleistung bei moderater Reizdichte unter extrem monotonen Rahmenbedingungen über einen Zeitraum von circa 25 Minuten. So werden auch Anforderungen an die Aufrechterhaltung eines adäquaten Vigilanzniveaus gestellt. Es erfolgt auch die Untersuchung der aktuellen Vigilanz in der Testsituation. Die Vigilanz ist abhängig von der Tageszeit, der Schlafqualität und der Sauerstoffversorgung des Gehirns.

Es wird somit die Fähigkeit zur anhaltenden Wachsamkeit in einer reizarmen Beobachtungssituation untersucht. Die Daueraufmerksamkeit ist die kontinuierliche Wiederholung von Aufmerksamkeitsoperationen(96). Es müssen relevante Stimuli über einen längeren Zeitraum erkannt werden, welche nur selten und in unregelmäßigen Abständen zwischen den irrelevanten Reizen auftauchen.

Über einen Zeitraum von 25 Minuten springt ein Lichtpunkt im Uhrzeigersinn entlang einer imaginären Bahn. Der aufleuchtende Punkt springt normalerweise um 1,5 cm weiter. Macht der Punkt einen Doppelsprung soll der Proband möglichst schnell und fehlerfrei auf diesen kritischen Reiz reagieren, indem er eine bestimmte Taste drückt. In 25 Minuten treten 100 kritische Reize in zufälligen unregelmäßigen Abständen auf. Jede Reaktion des Probanden, d. h. jeder Tastendruck wird durch ein akustisches Signal bestätigt. Während des Testverlaufes war keine Ablenkung in Form von

Gesprächen erlaubt und der Proband wurde angewiesen sich ausschließlich auf den Bildschirm zu konzentrieren.

Schrittdauer	150 (1,5 sec)	Der Lichtpunkt bewegt sich in Schritten von 1,5 sec im Uhrzeigersinn weiter.
Anzahl der Sprünge	5 je 1 Teilzeit (75 sec) 100 insgesamt	Es werden pro Teilzeit (75 sek) 5 kritische Reize (Doppelsprünge) vorgegeben

**Abb. IV/3: Vigilanztest nach Quatember&Maly  
Form S1  
Beschreibung der Versuchsanordnung**

### **Untersuchte Variablen des Tests nach Quatember&Maly**

Variablen: Anzahl Richtige (Erkannte Doppelsprünge), Anzahl Falsche (Reaktion ohne kritischen Reiz), Mittelwert der Reaktionszeit, Anstieg der Reaktionszeit Richtige.

### 2.3. Screening einer möglichen depressiven Störung

#### 2.3.1. Beck Depression Inventory (BDI)

Die Depression ist eine weit verbreitete neuropsychiatrische Störung, deren Existenz auch im Alter nicht vernachlässigt werden darf. Im Gegensatz zu dem häufigen Auftreten einer Depression im Alter wird sie dort oft übersehen oder falsch diagnostiziert(63).

Obwohl der Zusammenhang zwischen einer depressiven Störung und einer Alzheimer Erkrankung noch erörtert wird, gibt es Befunde dafür, dass eine Depression ein frühes Symptom einer Demenz sein kann. In einer Studie von BARTOLINI, 2004 ergab sich zwischen einer beginnenden Alzheimer Demenz und einer depressiven Störung dahingehend ein Zusammenhang, dass die Personen, die im Laufe eines Jahres eine Alzheimer Demenz entwickelten, signifikant höhere Punktwerte im BDI aufwiesen(12).

In einer anderen Studie beschäftigte man sich mit dem Zusammenhang zwischen Klagen über Gedächtnisstörungen und objektivierbaren Gedächtnisdefiziten bei Gesunden im Vergleich zu depressiven Älteren. Es ergab sich, dass die älteren depressiven Patienten keine Defizite im verbalen Gedächtnis(Carlifornia Verbal Learning Test) aufwiesen und dass ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Klage über Gedächtnisstörungen und der Ausprägung einer depressiven Symptomatik vorlag(38).

Ein Punktwert über 15 im BDI gilt auch bei Älteren, dass heißt älter als 60, als der optimale cut-off-Wert für das Screening einer major depression(73). In dieser Studie wurde der BDI von HAUTZINGER, 1995, in der 2.Auflage verwendet(60).

Testverfahren	Autor	Testgegenstand
<b>Erfassung von Schlaf-Wachstörungen</b>		
Epworth Sleepiness Scale (ESS)	Johns (1991)	Tagesschläfrigkeit
Karolinska Sleepiness Scale (KSS)		Aktuelle Schläfrigkeit
Pittsburgh sleep quality index (PSQI)	Buysse et al. (1989)	Schlafqualität in den letzten 4 Wochen
Fragebogen zum Chronotyp (D-MEQ)	Grieffhahn et al. (2001)	Chronotyp
<b>Erfassung von psychiatrischen Auffälligkeiten</b>		
Beck Depression Inventory	Hautzinger et al. (1995)	Depressive Symptomatik

**Abb. IV/4:** Übersicht über die in der Studie neben dem Expertensystem Verkehr verwendeten Testverfahren

### 2.4. Testung der Krafftahreignung mit dem Expertensystem Verkehr von Schuhfried®

Das Wiener Testsystem enthält zum Einen die Vigilanzmessung nach QUATEMBER&MALY, zum Anderen auch das Expertensystem Verkehr.

Das Expertensystem Verkehr von Schuhfried wurde bereits in Studien mit neurologischen Patienten(22) und Opioidabhängigen(91) über die Normgruppen hinaus angewendet.

Im Expertensystem Verkehr sind verschiedene Untertests zur Prüfung der Allgemeinen Intelligenz, der Konzentration, der Belastbarkeit, der Reaktionsfähigkeit/Motorischen Schnelligkeit, der Orientierung und der Überblicksgewinnung/Beobachtungsfähigkeit enthalten(110). Das gesamte Verfahren basiert auf dem handlungstheoretischen Modell von GROEGER, 2000. Es wird im Bezug auf das Fahrverhalten zwischen den Säulen Handlungsplanung, Umgang mit aktuellen Zielunterbrechungen und Konflikten und Verhaltensaushörungen unterschieden(57). Die Testbatterie besteht aus Kerntests, die in einer zertifizierten verkehrspsychologischen Untersuchung enthalten sein müssen und fakultativen Ergänzungstests, die je nach Fragestellung hinzugefügt werden können. Für alle Untertests liegen altersunabhängige Normen aus repräsentativen Normalstichproben vor(110).

Die Dauer der Testung am Computer betrug in der verwendeten Versuchsanordnung zwischen 2 und 3 Stunden, je nach den Fähigkeiten und der Belastbarkeit des jeweiligen Probanden.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Untertests, die für diese Studie ausgewählt wurden, eingegangen.

### 2.4.1. Reaktionstest(RT)

Die kritische Reizkombination auf die der Proband reagieren soll besteht aus einem akustischen und einem optischen Reiz. Die Messung spaltet zwischen der Reaktionszeit und der motorischen Zeit auf. Die Reaktionszeit ist die Zeit, die zwischen einem Signal und dem Beginn einer motorischen Antwort vergeht, wenn der Proband instruiert wird möglichst schnell zu reagieren(40). Bei diesem Reaktionstest wird die **Reaktionszeit** auf eine einfache Wahlreaktion gemessen.

Der Proband wird angewiesen den Zeigefinger seiner Schreibhand dauerhaft auf einem goldenen Knopf abzulegen, der mit einem Sensor für Berührung ausgestattet ist. Am Bildschirm werden aufleuchtende Kreise in gelb oder rot dargeboten. Gleichzeitig ertönt ein akustisches Signal in Form eines monotonen Tones. Der kritische Reiz ist das gleichzeitige Aufleuchten des gelben Kreises und Ertönen des Tones. Bei diesem Reiz muss der Proband mit dem Zeigefinger schnellst möglich den goldenen Knopf verlassen und eine schwarze Taste drücken.

### Untersuchte Variablen des Untertests RT

Hauptvariable: Mittlere Reaktionszeit, Mittlere motorische Zeit

(Die Reaktionszeit, ist die Zeit, die zwischen einem Signal und dem Beginn eines mechanischen Bewegungsablaufes vergeht. Die motorische Zeit ist die Gesamtdauer des Bewegungsablaufes)

Hilfsvariable: Richtig reagiert

### 2.4.2. Determinationstest

Es wurde die Standardtestform des DT, S4, die Hannoversche Form, verwendet, für die Normwerte in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Bildung zur Verfügung stehen. Der DT ist ein komplexer Mehrfachreiz- Mehrfachreaktionsversuch. Es wird **geteilte Aufmerksamkeit**, die **reaktive Belastbarkeit** und die damit verbundene Reaktionsfähigkeit erfasst.

Der Test erfordert als kognitive Teilleistungen die Unterscheidung von Farben und Tönen, das Behalten der relevanten Merkmale von Reizkonfigurationen, Bedienungs-

elementen, Zuordnungsregeln und das Auswählen der relevanten Reaktionen entsprechend der jeweiligen Reize.

Der Proband sieht am Bildschirm eine Punktematrix aus 2 mal 5 Feldern die in randomisierter Reihenfolge in 5 verschiedenen Farben aufleuchten. Der Proband muss auf dieses kritische Ereignis jeweils mit dem Drücken der farblich richtigen Taste auf der Bedienungsarmatur reagieren. Zeitgleich leuchten im unteren Drittel des Bildschirms jeweils rechts oder links ein graues Rechteck, welches der Proband mit dem entsprechenden Fußpedal rechts oder links in Verbindung bringen muss und das jeweils richtige möglichst schnell treten muss. Ebenfalls zeitgleich ertönen zwei unterschiedlich hohe Töne. Der Proband muss wiederum mit dem Drücken der entsprechenden Tasten, in diesem Fall eine graue und eine schwarze rechteckige reagieren. Die Geschwindigkeit der Reizvorgabe ist adaptiv.

Der Proband muss also auf zwei visuelle und eine akustische Reizkategorie mit drei verschiedenen motorischen Antworten adäquat und möglichst schnell reagieren.

Der Test geht über insgesamt 4 Minuten und die Reizfrequenz ist hoch mit wechselnder Schnelligkeit.

In einer Untersuchung von WEESS, 2002, zeigten verkehrsauffällige Personen im Vergleich zu verkehrsunauffälligen Personen schlechtere Leistungen(121).

### Untersuchte Variablen des Untertests DT

Hauptvariable: Median der Reaktionszeit

Hilfsvariablen: Anzahl der Richtigen(zeitgerecht oder verspätet), Anzahl der Falschen, Anzahl der ausgelassenen Reaktionen, Anzahl der Reize, Reaktionen gesamt.

### 2.4.3. Cognitrone(COG)

Dieser Test wurde zunächst 1981 zu Rehabilitationszwecken entwickelt(125). Es werden **Aufmerksamkeit** und **Konzentration** durch den Vergleich von Figuren bezüglich ihrer Kongruenz erfasst. Dem Test liegt das theoretische Modell von REULECKE zugrunde, welches auf 3 Variablen beruht(104). Der Energie, da der konzentrierte Zustand Energie verbraucht, der Funktion, die der Konzentration bei

der Aufgabenbewältigung entspricht und der Präzision, also der Güte der Aufgabenbewältigung.

Auf einem schwarzen Bildschirm werden dem Probanden in vier nebeneinander liegenden Feldern(Anzeigefeldern) geometrische Figuren dargeboten. Jede Figur kann aus bis zu 16 einzeln aussteuerbaren Linien bestehen, sodass sich mit dem Programm prinzipiell bis zu 65000 verschiedene Figuren generieren lassen. In einer zweiten Reihe befindet sich ein einzelnes Feld(Aufgabenfeld). Der Proband muss die hierin enthaltene Figur mit den 4 in den Anzeigefeldern enthaltenen Figuren auf Kongruenz überprüfen. Bei einer völligen Kongruenz mit einer der Figuren, muss er einen grünen Knopf drücken, bei einer fehlenden Kongruenz einen roten Knopf. Die Bearbeitungszeit war in der in dieser Studie verwendeten Version frei.

### Untersuchte Variablen des Untertests COG

Hauptvariable: Mittlere Zeit Korrekte Zurückweisung“(sec)

Hilfsvariablen: „Summe Korrekte Zurückweisung“, „Summe Treffer“

### 2.4.4. Adaptiver Matrizentest(AMT)

Der AMT ist ein sprachfreier Test zum Erfassen der **allgemeinen Intelligenz** im Sinne des schlussfolgernden Denkens. Die Schwierigkeit der Aufgaben passt sich adaptiv an die Leistung des Probanden an. Das Ergebnis des Tests ist eine Schätzung der allgemeinen Intelligenz.

Der Proband sieht auf dem Bildschirm ein in neun Felder unterteiltes Quadrat. In den Feldern befindet sich jeweils eine geometrische Figur, nur das Feld rechts unten ist leer. Die geometrischen Figuren sind nach einer bestimmten Logik, die spaltenweise oder zeilenweise gedacht sein kann angeordnet und lassen einen Rückschluss auf die fehlende 9. Figur zu. Dem Probanden werden 8 Antwortmöglichkeiten angeboten, von denen er eine durch Knopfdruck einfügen kann. Die Bearbeitungszeit ist frei und die Aufgaben passen sich in ihrem Schwierigkeitsgrad der Leistungsfähigkeit des Probanden an.



### Untersuchte Variablen des Untertests AMT

Hauptvariable: IQ-Schätzung

#### 2.4.5. Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest Mannheim(TAVTMB)

Der Test prüft die **optische Wahrnehmungsleistung** und die **Auffassungsgeschwindigkeit**.

Dem Probanden werden 20 Bilder mit jeweils typischen Verkehrssituationen jeweils für nur eine Sekunde dargeboten. Der Beginn der Darbietung wird mit einem Signalton markiert. Der Proband soll es bezüglich der Parameter Fußgänger/Kinder, Pkw, Motorrad/Radfahrer, Ampeln und Verkehrszeichen das Bild möglichst genau erfassen. Im Anschluss an das Bild kann der Proband ohne Zeitbegrenzung die von ihm gesehenen Parameter in einer Liste per Knopfdruck eingeben. Als richtig erfüllt gilt eine Aufgabe, wenn der Proband auf einem Bild alle vorhandenen Gegenstände und Personen richtig erkannt hat.

### Untersuchte Variablen des Untertests TAVTMB

Hauptvariable: Überblicksgewinnung (Summe der ausschließlich richtig beantworteten Bilder)

Hilfsvariablen: Richtige Antworteingaben, Falsche Antworteingaben, Bearbeitungszeit

#### 2.4.6. Periphere Wahrnehmung(PP)

Bei diesem Test handelt es sich um ein Verfahren zur Messung der **peripheren Wahrnehmung** von Bewegungsreizen während der Bearbeitung einer zentralen Aufgabe.

Der Proband muss mittels eines Drehreglers ein auf dem Bildschirm bewegliches Fadenkreuz über einer ständig hinundherrollenden Kugel halten. Parallel muss er in seinem peripheren Blickfeld angezeigte blinkende Linien wahrnehmen und bei deren Erscheinen jeweils das rechte Fußpedal betätigen. Getestet werden die Fähigkeit des visuellen peripheren Wahrnehmens, die für die Geschwindigkeitseinschätzung,

die Fahrzeugführung und die Überwachung des Fahrumfeldes notwendig ist. Außerdem wird wiederum die geteilte Aufmerksamkeit untersucht.

### **Untersuchte Variablen des Untertests PP**

Hauptvariablen: Gesamtes Gesichtsfeld, Trackingabweichung

Hilfsvariablen: Median Reaktionszeit

### **2.4.7. Linienverfolgungstest(LVT)**

Beim Linienverfolgungstest wird jener Teil der **visuellen Orientierungsleistung** erfasst, der darin besteht, einfache optische Strukturen in einem relativ komplexen Umfeld zielgerichtet und unbeeinflusst von Störungen unter Zeitdruck zu verfolgen. Er dient somit auch der Diagnostik der **selektiven Aufmerksamkeit im visuellen Bereich**.

Der Proband sieht auf dem Bildschirm, solange er zwei Tasten gleichzeitig gedrückt hält, ein Knäuel aus schwarzen Linien vor sich, deren Enden jeweils in ein Kästchen mit einer Zahl auslaufen. Eine Linie ist an ihrem Anfang mit einem Pfeil versehen. Diese muss der Proband bis zu ihrem Ende verfolgen und die entsprechende Zahl mittels Knopfdruck eingeben.

### **Untersuchte Variablen des Untertests LVT**

Hauptvariable: Score (berücksichtigt sowohl die Tempoleistung als auch die Leistungsgüte der Testbearbeitung)

Übersicht über die Untertests des Wiener Testsystems		
Untertest	Hauptvariablen	Hilfsvariablen
Reaktionstest(RT)	Mittlere Reaktionszeit(sec), Mittlere motorische Zeit(sec)	
Determinationstest(DT)	Median der Reaktionszeit (sec)	Anzahl der Richtigen (zeitgerecht/verspätet) Anzahl der ausgelassenen Reaktionen
Cognitrone(COG)	Mittlere Zeit Korrekte Zurückweisung(sec)	
Adaptiver Matrizentest(AMT)	IQ-Schätzung	
Tachioskopischer Verkehrs- Auffassungstest(TAVTMB)	Überblicksgewinnung (Summe der ausschließlich richtig beantworteten Bilder)	
Periphere Wahrnehmung(PP)	Gesamtes Gesichtsfeld, Trackingabweichung	Blickwinkel links/rechts, Anzahl Treffer links/ rechts, Anzahl falscher Reaktionen gesamt, Anzahl ausgelassener Reaktionen gesamt, Median Reaktionszeit links/rechts
Linienverfolgungstest(LVT)	Score (berücksichtigt sowohl die Tempoleistung als auch die Leistungsgüte der Testbearbeitung)	

**Abb. IV/5: Überblick über die untersuchten Haupt- und Hilfsvariablen**

### 2.4.8. Gesamturteil des Expertensystems Verkehr

Im Rahmen des Expertensystems Verkehr werden nicht nur die Einzelergebnisse der einzelnen Untertests ausgegeben, sondern es erfolgt auch ein Gesamturteil bezüglich der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit. Dieser Gesamtbefund wird mit Hilfe von einem artifiziellen neuronalen Netzwerk berechnet(112). Bei dem verwendeten Netzwerk handelt es sich um ein mehrschichtiges Perzeptron. Die Inputschicht umfasst die Hauptvariablen der verwendeten Testverfahren. Die Outputschicht repräsentiert das Kriterium der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit. Es liegen Studien vor, dass bezüglich der Unfallverwicklung eines Probanden, eine weit bessere Trennbarkeit mit dem neuronalen Netz gegenüber einer linearen Auswertmethode erzielt wurde(112)

### Rechtliche Grundlagen zur Interpretation des Testergebnisses(95):

Führerschein Gruppe 1:

Für die allgemeine Intelligenz wurde der Grenzwert von IQ 70 erreicht oder überschritten.

In allen Tests wurde ein Prozentrang von 16 erreicht oder überschritten. Damit weicht der Testwert nicht stärker vom Mittelwert ab, als es der Standardabweichung entspricht.

Führerschein Gruppe 2:

Für die allgemeine Intelligenz wurde der Grenzwert von IQ 85 erreicht oder überschritten.

In der Mehrzahl der Tests wurde ein Prozentrang von 33 erreicht oder überschritten, wobei der Prozentrang von 16 in allen Tests ausnahmslos erreicht oder überschritten sein muss.

### Erklärung der Ergebniskategorien 1 - 5:

1. Nicht ausreichende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit:

In der Mehrzahl der Leistungstests Unterschreiten des vorgeschriebenen Grenzwertes. Es ergeben sich weiters keine Kompensationsmöglichkeiten durch ausreichende Leistungen in anderen Bereichen.

2. Nicht kompensierbare Leistungsmängel:

Grenzwert zumindest in einem Test unterschritten. Die ausreichenden Leistungen in den anderen Tests reichen zur Kompensation nicht aus.

3. Eingeschränkt kompensierbare Leistungsmängel:

Grenzwert in zumindest einem Test unterschritten. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann nicht klar entschieden werden, ob die ausreichenden Leistungen in den anderen Leistungsbereichen ausreichen um die Leistungsmängel zu kompensieren. Es ist daher eine weiterführende Untersuchung notwendig.

4. Ausreichend kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit(Leistungsmängel kompensierbar):

Grenzwert in zumindest einem Test unterschritten. Die Leistungen in den anderen Leistungsbereichen reichen aus, um die Mängel zu kompensieren.

5. Ausreichend kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit:

Grenzwert in keinem Test unterschritten. Somit keine Leistungsmängel vorhanden.

### 3. Studiendesign

Die Erhebung der Daten erfolgte in einem Zeitraum von August 2008 bis März 2009. Die Untersuchungen fanden jeweils in den Forschungsräumlichkeiten des schlafmedizinischen Zentrums Regensburg statt. Getestet wurde jeweils in einer ruhigen

Umgebung in einem geschlossenen Raum in dem sich außer der Versuchsleiterin und der Testperson keine weiteren Personen aufhielten.

Die Testung mit der CERAD-Testbatterie wurde an einem Tisch durchgeführt. Der Proband benötigte nur Papier und Bleistift.

Die Tests des Wiener Testsystems wurden an 2 verschiedenen Testarbeitsplätzen durchgeführt. Der eine Arbeitsplatz war mit einem Bildschirm, der speziellen Tastatur „Advanced“, dem Zusatzgerät „Periphere Wahrnehmung“ und 2 Fußpedalen ausgestattet. Hier wurden die Untertests der Testbatterie Expertensystem Verkehr durchgeführt.

Der 2. Arbeitsplatz bestand nur aus einem Bildschirm und der speziellen Tastatur. Hier erfolgte die Untersuchung der Daueraufmerksamkeit nach Quatember&Maly.

Bei den Untertests des Expertensystems Verkehr war die Testleiterin im Raum um Fehler in der Testausführung zu vermeiden bzw. zu registrieren, bei dem Test nach Quatember&Maly wurden die Probanden alleine gelassen um jede Ablenkung zu vermeiden.

Die Fragebögen wurden von den Versuchspersonen zu Hause ausgefüllt.

## 4. Einschluss-/Ausschlusskriterien des Untersuchungskollektivs

Die Patientengruppe musste in der neuropsychologischen Testung mit der CERAD-Testbatterie mindestens in einem Untertest einen Wert  $z < -1,0$  und dennoch im MMSE mindestens 24 Punkte erreicht haben. Die Rekrutierung der Patienten mit MCI erfolgte in Zusammenarbeit mit der Gedächtnisambulanz des Bezirksklinikums Regensburg von Juli 2008 bis Januar 2009.

- **Alter > 45 Jahre und < 85 Jahre**
- **Die revidierten Kriterien für MCI nach Petersen müssen erfüllt sein**
- **$\geq 24$  Punkte im MMSE (von 30)**
- **$z < -1,0$  in einem Untertest der CERAD-Testbatterie**

### Einschlusskriterien

Um an der Studie teilzunehmen, mussten die Probanden zudem folgende Kriterien erfüllen:

1. Der Proband/Patient ist in der Lage, Ziel und Zweck der Studie sowie die Probanden/Patienteninformation zu verstehen. Er ist kognitiv und sprachlich fähig, die Fragebögen und die Testaufgaben zu bewältigen.
2. Vorliegen einer schriftlichen Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie

Zusätzlich lagen für die Patientengruppe vor

1. Eine zerebrale Bildgebung ( CCT oder cMRT) (Ausnahme bei Platzangst oder falls aufgrund der fachärztlichen neurologischen Untersuchung die Notwendigkeit einer Bildgebung verneint wurde.)
2. Blutuntersuchung (Routinelabor, Cholesterin, etc.)
3. Fachärztliche neurologische Untersuchung

### Ausschlusskriterien

Trafen auf den Probanden/Patienten eines oder mehrere der nachfolgenden Kriterien zu, wurde er von der Studie ausgeschlossen:

1. Einnahme von zerebral wirksamen Medikamenten, außer bei Medikamenten, die seit mehr als einem halben Jahr in gleichbleibender Dosierung eingenommen wurden und der Proband eine aktuelle Auswirkung auf die Wachheit verneinte (z.B.: niedrig dosierte Behandlung mit Antidepressivum seit mehr als einem halben Jahr), das heißt, wenn ein Stadium der Toleranz erreicht war.
2. Aktueller Missbrauch oder Abhängigkeit von Suchtsubstanzen nach DSM-IV-TR-Kriterien. Nikotin ist ausgenommen.
3. Jede internistische, neurologische oder psychiatrische Begleiterkrankung bzw. Symptomatik, die nach Einschätzung des Untersuchers eine klinisch

signifikante Wirkung auf die kognitive Leistungsfähigkeit oder die Wachheit haben kann.

#### 4. Auffällige Werte in der Skala für Depression: BDI > 15

Die Kontrollpersonen stammen aus verschiedenen Seniorenkreisen oder Senioreneinrichtungen (Sportgruppe, Gedächtnistraining, Kirchenkreis, etc.) oder waren Patienten aus der Gedächtnisambulanz, bei denen eine kognitive Störung ausgeschlossen worden war.

Die Kontrollpersonen durften in keinem der Untertests der CERAD-Testbatterie einen z-Wert < - 1 haben und mussten im MMSE mindestens 27 Punkte erreichen.

- **$z \geq -1$  in allen Untertests der CERAD-Testbatterie**
- **MMSE 27 Punkte (von 30)**

## 5. Demographische Beschreibung

### 5.1. Screening der Patienten

Anhand der Patientenakten wurden zunächst diejenigen ausgewählt, die außer der Diagnose MCI keine weiteren für eine kognitive Beeinträchtigung relevanten Diagnosen hatten (z.B.: aktuelle depressive Episode, Alkoholmissbrauch, relevanter zerebraler Insult, Schädelhirntrauma oder hypoxischer oder komatöser Phase in den letzten 10 Jahren, oder davor, falls verifizierbare Schäden vorlagen). Leichte zerebrale Veränderungen, in Form von mikrovaskulären Veränderungen oder kleinen zerebralen Insulten führten nicht zu einem Ausschluss der betroffenen Person.

Die aufgeführten Kriterien (Alter: 45 – 85 Jahre, Erfüllte revidierte Kriterien nach Petersen, MMSE  $\geq 24$  Punkte,  $z < -1$  in einem Untertest der CERAD-Testbatterie) trafen für das Jahr 2007 und 2008 in der Gedächtnisambulanz des Bezirksklinikums Regensburg auf insgesamt 86 Personen, zu.



Für die 86 gescreenten Patienten betrug der Altersdurchschnitt 64,88 Jahre(Standardabweichung 8,808, Spannweite von 47 bis 87 Jahre). Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: Bildungsgrad(BG) 1: 2,3%, BG 2: 2,3%, BG 3:69,8%, BG 4: 3,5% und BG 5:22,1% (Mittelwert: 3,40, Standardabweichung: 0,949, Spannweite von 1 bis 5). Die Geschlechterverteilung war 40 Frauen und 46 Männer.

### 5.2. Teilnehmende Patienten

Von den gescreenten Patienten waren 26, das entspricht 30,9% bereit an der Studie teilzunehmen. Abgelehnt wurde die Teilnahme meist wegen einer zu weiten Anreise, einem fehlendem Interesse oder einer zu schlechten körperlichen Verfassung oder die betreffende Person war weder telefonisch noch postalisch zu erreichen.

Von den 26 teilnehmenden Patienten betrug der Altersdurchschnitt 65,05 Jahre(Standardabweichung: 8,628, Spannweite von 47 bis 75 Jahre). Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 0%, BG 2: 3,8%, BG 3: 61,5%, BG 4: 3,8%, BG 5: 30,8% (Mittelwert: 3,62; Standardabweichung ,983; Spannweite von 2 bis 5). .Die Geschlechterverteilung war 11 Frauen und 15 Männer.

Weil nicht von einer Normalverteilung der Stichprobe ausgegangen werden konnte, wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test auf einen signifikanten Altersunterschied und eine signifikanten Unterschied bezüglich des Bildungsgrades zwischen der gescreenten Patientengruppe und den tatsächlich an der Untersuchung teilnehmenden Patienten untersucht.

Es ergab sich kein signifikanter Unterschied( $Z = - .612$ ;  $p = 0,541$ ) für das Alter in der Gruppe der teilnehmenden Patienten gegenüber der Gruppe der nicht-teilnehmenden Patienten.

Es bestand kein signifikanter Unterschied( $z = - 1,242$ ;  $p = 0,214$ ) für den Bildungsgrad in der Gruppe der teilnehmenden Patienten gegenüber der Gruppe der nicht-teilnehmenden Patienten.

### 5.3. Kontrollpersonen

Die gesunden Kontrollpersonen wurden in verschiedenen Senioreneinrichtungen oder ebenfalls in der Gedächtnisambulanz, entweder als vorstellige Personen, bei denen eine kognitive Störung ausgeschlossen worden war, oder als Angehörige rekrutiert. Die Gruppe der Kontrollpersonen wurde so gewählt, dass eine möglichst genaue Übereinstimmung mit der Patientengruppe bezüglich des Alters und des Bildungsgrades erreicht wurde.

Von den 25 Kontrollen betrug der Altersdurchschnitt 65,8 Jahre (Standardabweichung: 8,236; Spannweite von 48 bis 81 Jahre). Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 0%, BG 2: 16%, BG 3: 64%, BG 4: 8% und BG 5: 12% (Mittelwert: 3,16; Standardabweichung: 1,850; Spannweite von 2 bis 5). Die Geschlechterverteilung war 20 Frauen und 5 Männer.

Wiederum mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde auf einen signifikanten Unterschied bezüglich des Alters und des Bildungsgrades zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe untersucht.

Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe bezüglich des Alters ( $z = -0,359$ ;  $p = 0,720$ ) oder des Bildungsgrades ( $Z = -1,706$ ;  $p = 0,088$ ).

### Übersicht:

**Tab. IV/1: Übersicht Alter**

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Gescreente Patienten	86	47	87	<b>64,99</b>	8,839
Mci, Teilnehmer	26	47	76	<b>65,19</b>	8,672
Kontrollen, Teilnehmer	25	48	81	<b>65,80</b>	8,236

**Tab. IV/2: Übersicht Bildungsgrade**

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Gescreente Patienten	86	1	5	<b>3,40</b>	0,949
Mci, Teilnehmer	26	2	5	<b>3,62</b>	0,983
Kontrollen, Teilnehmer	25	2	5	<b>3,16</b>	0,850

### 5.4. Deskriptive Beschreibung der Eingangskriterien der CERAD-Test-batterie

Wie oben beschrieben mussten die Patienten in der neuropsychologischen Testung mit der CERAD-Testbatterie folgende Kriterien erfüllen:

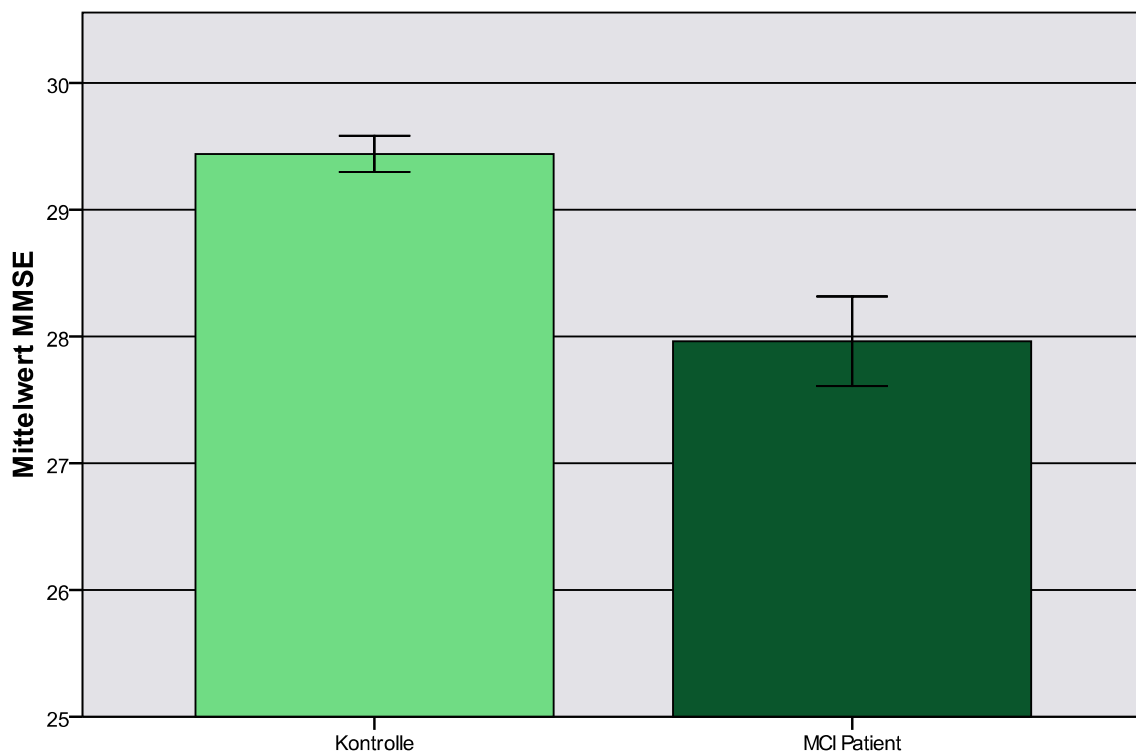
Leistungsuntergrenze MMSE  $\geq 24$  Punkte zur Abgrenzung gegenüber einer Demenz.

Leistungsobergrenze mind. in einem Untertest der CERAD-Testbatterie

$z < -1$  zur Abgrenzung gegenüber den Gesunden.

Die Kontrollpersonen mussten im MMSE  $\geq 27$  Punkte erreichen und durften in keinem Untertest der CERAD-Testbatterie ein Ergebnis von  $z < -1$  erzielen.

Um eine Orientierung bezüglich des kognitiven Leistungsniveau des untersuchten Kollektives zu geben, wird im folgenden Diagramm die Häufigkeitsverteilung der Punktwerte des MMSE (0 – 30 Punkte) in der Patientengruppe und in der Kontrollgruppe dargestellt.



**Abb. IV/8: MMSE-Ergebnis als Rohwert (0-30 Punkte) für die Patientengruppe und die Kontrollgruppe im Vergleich**

Die ausführliche Auswertung der Ergebnisse der einzelnen Untertests der CERAD-Testbatterie erfolgt im Ergebnisteil.

### 5.5. Deskriptive Beschreibung der Fahrgewohnheiten

Keiner der teilnehmenden Patienten oder Kontrollpersonen war Berufskraftfahrer. Ein Proband hatte in der Vergangenheit nebenberuflich als Busfahrer gearbeitet und deswegen schon einmal an einer Verkehrsmedizinischen Eignungsuntersuchung teilgenommen. Alle anderen getesteten Personen hatten noch keinen Kontakt mit derartigen Verfahren gehabt.

Der durchschnittliche Führerscheinbesitz in Jahren betrug für die Patientengruppe 41,77 (Standardabweichung 13,417; Spannweite von 0 bis 59, für die Kontrollgruppe 39,00 Jahre (Standardabweichung 13,388; Spannweite von 0 bis 52 Jahre).

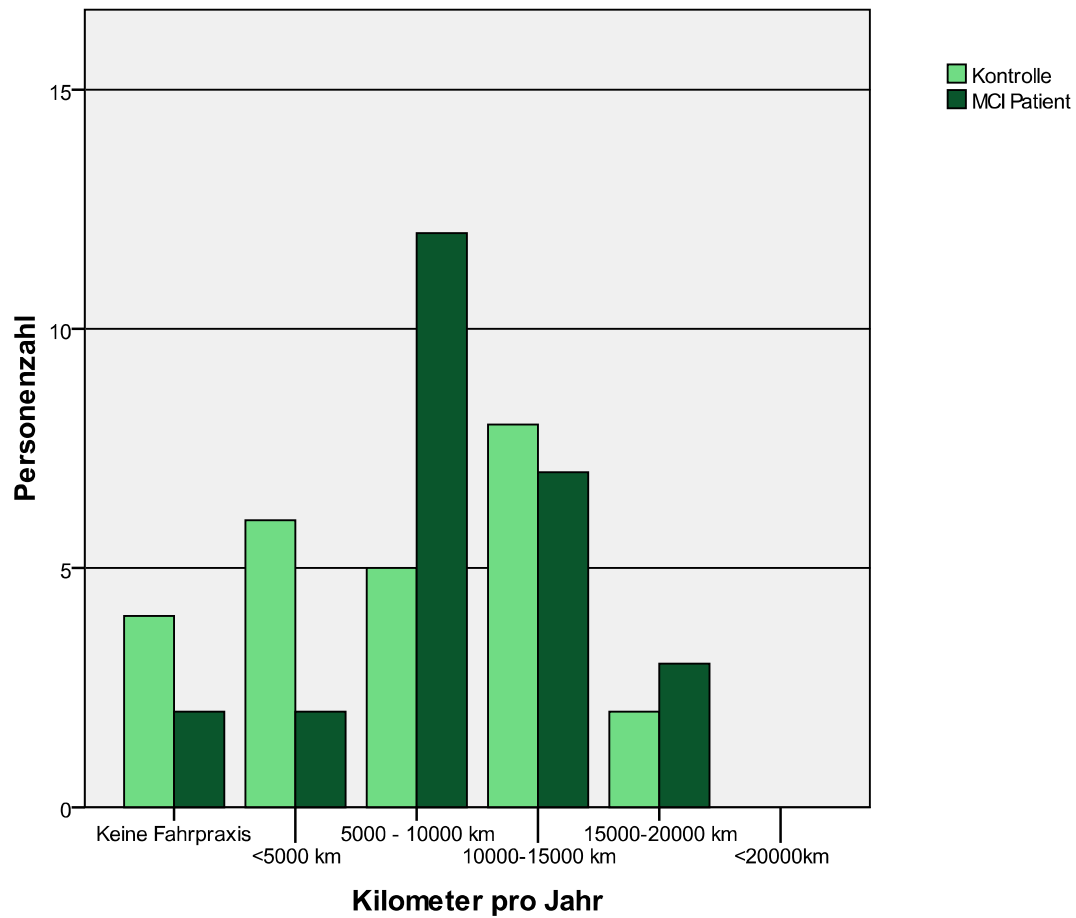
Im Mann-Whitney-U-Test ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe bezüglich des Führerscheinbesitzes in Jahren ( $z = -.868$ ;  $p = ,385$ ).

Von den 26 teilnehmenden Patienten gaben 7,7% an 0 km/Jahr zu fahren, 7,7% weniger als 5000 km/Jahr, 46,2% 5000–10000 km/Jahr, 26,9% 10000-15000km/Jahr und 11,5% 15000 – 20000 km/Jahr.

In der Kontrollgruppe waren es 16% mit 0 km/Jahr, 24% mit weniger als 5000 km/Jahr, 20% mit 5000-10000 km, 32% mit 10000-15000km und 8% mit 15000-20000km/Jahr.

Von der Patientengruppe war in den letzten 5 Jahren keine Person an einem Verkehrsunfall beteiligt gewesen.

Aus der Kontrollgruppe war eine Person(4%) an einem fremdverschuldeten Verkehrsunfall beteiligt gewesen.



**Abb. IV/9:** Häufigkeitsverteilung der Fahrpraxis bei Patienten und Kontrolle

## 6. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mithilfe des Statistikprogramms „SPSS für Windows, Version 16.0“

Für die inferenzielle Statistik wurde ein Signifikanzniveau von .05 festgelegt, Ergebnisse zwischen .05 und .10 wurden als tendenziell bezeichnet.

Zur Auswertung liegen Ergebnisse von 26 Patienten und 25 Kontrollpersonen der CERAD-Testbatterie, des Wiener Testsystems und der Fragebögen vor.

### 6.1. Subjektive Parameter

Für die oben beschriebenen subjektiven Testverfahren(ESS, PSQI, D-MEQ, KSS und BDI) wurde Ordinalskalenniveau angenommen. Die Auswertung erfolgte nonparametrisch mit dem Mann-Whitney-U-Test für zwei unverbundene Stichproben. Für jede abhängige Variable wurde ein Vergleich zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe durchgeführt.

### 6.2. Objektive Parameter

Für die ebenfalls oben beschriebenen objektiven Parameter(Variablen des Wiener Testsystems) wurde Intervallskalenniveau vorausgesetzt. Aufgrund der Stichprobenzahl von N = 25 bzw. 26 konnte keine Normalverteilung angenommen werden. Daher erfolgte der Vergleich zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für jede abhängige Variable ebenfalls mit dem Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben.

### 6.3. Deskriptive Darstellung der Daten

Stetige Variablen: Der Abstand zwischen zwei Werten einer stetigen Variablen(zum Beispiel: Alter) kann theoretisch beliebig klein werden, sie sind auf einer kontinuierlichen Skala angeordnet.

Diskrete Variablen (z.B.: Geschlecht) sind dagegen in eine vorher festgelegte Anzahl von Gruppe festgelegt(m/w), so dass die Anzahl der möglichen Werte einer solchen Variablen auf die Anzahl der Gruppen beschränkt ist.

Für stetige Variablen werden folgende Kennwerte berechnet

- Valid N- Anzahl der gültigen Werte
- Mean- arithmetischer Mittelwert (Dimension entsprechend der zugehörigen Variablen)
- Median – 50% der Werte der Stichprobe sind kleiner als der Median, 50% sind größer.
- Minimum(Dimension entsprechend der zugehörigen Variablen)
- Maximum(Dimension entsprechend der zugehörigen Variablen)
- SD- Standardabweichung (Dimension entsprechend der zugehörigen Variablen)
- SE – Standardfehler

### 6.4. Berechnung der Unterschiede zwischen den Gruppen

Die Untersuchungen dieser Studie bezogen sich auf die Ermittlung von Unterschieden unabhängiger Gruppen. Unabhängig heißen Untersuchungen, denen unterschiedliche Fälle zugrunde liegen (z.B. Patienten/ Kontrollen).

Mit Hilfe der statistischen Auswertung wurden zunächst Kennwerte von Variablen, z.B. Mittelwerte der Patientengruppe/Kontrollgruppe berechnet werden.

Darüberhinaus sollte eine Aussage zur Übertragbarkeit auf andere Personen mit den gleichen Voraussetzungen (die "Grundgesamtheit") getroffen werden.

Untersucht wurde jeweils eine sinnvoll gewählte „Nullhypothese“ zu der jeweiligen Fragestellung auf ihre Bestätigung oder Ablehnung für die Grundgesamtheit.

Das Ergebnis war die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$ . Je kleiner  $p$ , desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass ein postulierter Unterschied zwischen den Stichproben tatsächlich existiert.

Die für einen Test aufgestellte Nullhypothese wird üblicherweise abgelehnt, wenn  $p$  kleiner als 0,05(5%) ist. Ein Testergebnis wird dann als „statistisch signifikant“ bezeichnet. Der Unterschied kann in diesem Fall nicht nur für die untersuchte Stichprobe sondern auch für die Grundgesamtheit angenommen werden.



Ist  $p > 0,05$  handelt es sich um ein nicht signifikantes Ergebnis. Die Nullhypothese wird in diesem Fall beibehalten. Ein Unterschied zwischen den zwei untersuchten Gruppen ist damit nicht mit ausreichender Sicherheit nachzuweisen.

Für ein  $0,05 < p < 0,10$  wurde in dieser Studie die Bezeichnung tendenzieller Unterschied gewählt.

Für die Auswertung der Unterschiede zwischen den Mittelwerten von stetigen Variablen wurde der U-Test von Mann&Whitney verwendet.

Dieser prüft die Nullhypothese“. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Beobachtung in einer Stichprobe größer ist, als eine beliebig gezogene Beobachtung einer anderen Stichprobe, ist gleich  $\frac{1}{2}$ “. Das heißt, zwei Stichproben unterscheiden sich nicht bezüglich der zentralen Tendenz.

Es werden zunächst alle Werte der stetigen Variablen der Größe nach geordnet. Dem kleinsten Wert wird die Rangzahl 1, dem zweitkleinsten die Rangzahl 2, usw. zugeordnet. Die Rangzahlen werden getrennt nach Gruppen addiert und es wird daraus eine Prüfgröße U berechnet.

Durch den anschließenden Vergleich mit der Standardnormalverteilung erhält man den Wert für die Irrtumswahrscheinlichkeit p.

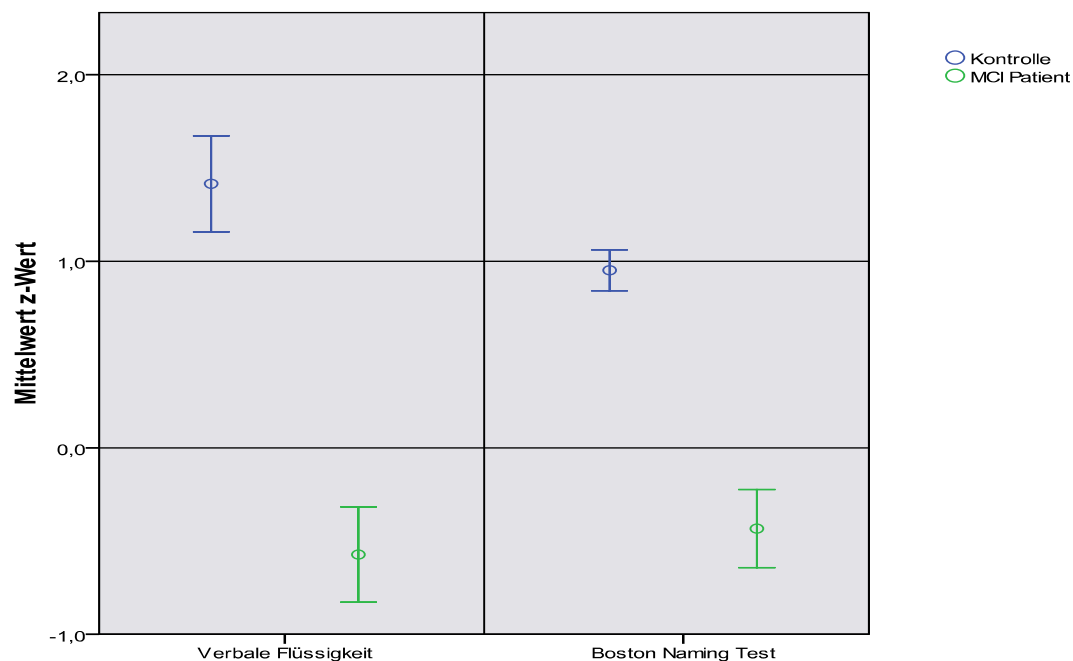
Für jeden U-Test wird abschließend eine Tabelle mit den Rangsummen der einzelnen Stichproben(Rank Sum), der Prüfgröße U, dem Wert der Standardnormalverteilung Z und der Irrtumswahrscheinlichkeit p ausgegeben.

## V. Ergebnisse

### 1. CERAD (Consortium to Establish Registry of Alzheimer Disease)

#### 1.1. Ergebnisse der einzelnen Untertests der CERAD-Testbatterie

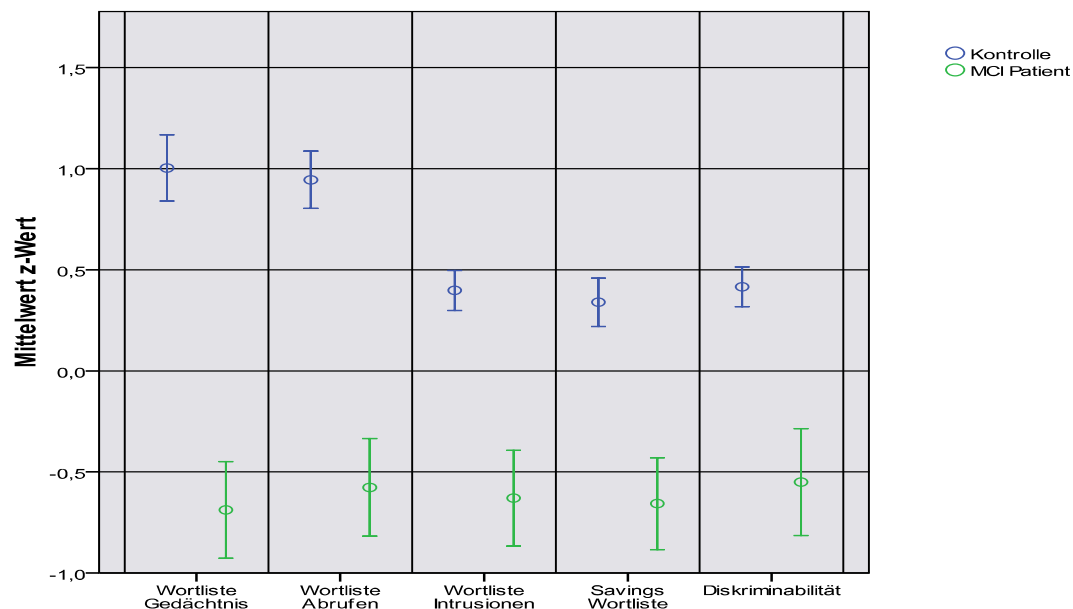
Im Folgenden werden die Mittelwerte und die zugehörige Standardabweichung der einzelnen Untertests der CERAD-Testbatterie für die Patientengruppe und für die Kontrollgruppe aufgeführt. In einem zweiten Schritt wird unter Verwendung des Mann-Whitney-Test die Signifikanz für die Ergebnisse zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe angegeben.



**Abb. V/1:** Vergleich verschiedener Untertests des CERAD zur Sprachproduktion und basalen Benennungsleistung zwischen Kontrollpersonen und MCI-Patienten

## Ergebnisse

In Abb. V/1 wurden die Untertests zusammengefasst dargestellt, die die Sprachproduktion und basale Benennungsleistung untersuchen, die also hauptsächlich mit sprachassoziierter Leistungsfähigkeit verknüpft sind. Zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe zeigen sich signifikante Unterschiede in den Tests „Verbale Flüssigkeit“ ( $Z = -4,40$ ,  $p = < ,001$ ) und „Boston Naming Test“ ( $Z = -4,713$ ,  $p = < ,001$ ).

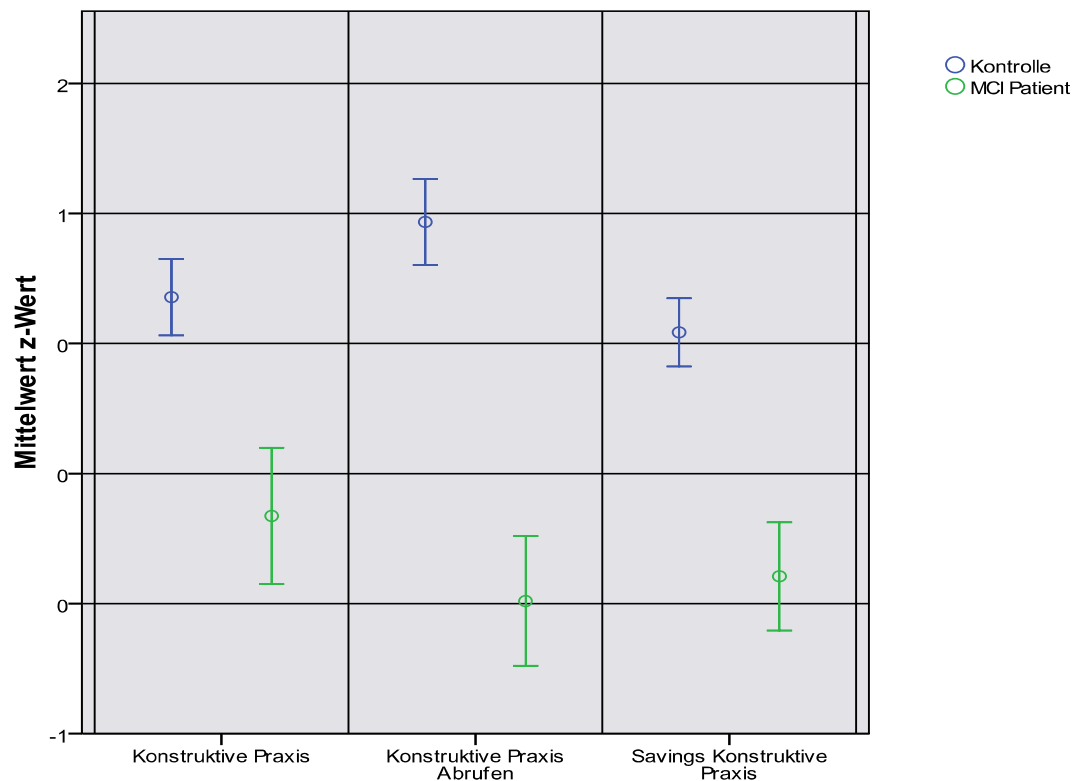


**Abb. V/2: Vergleich verschiedener Untertests des CERAD zum verbalen Gedächtnis zwischen Kontrollpersonen und MCI-Patienten**

In Abb. V/2 wurden die CERAD-Untertests zur Wortliste zusammengefasst dargestellt. Es wird das verbale Gedächtnis untersucht. Besonders gut differenzierten zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe die Untertests „Wortliste Gedächtnis“ ( $Z = 4,515$ ,  $p = < ,001$ ) und „Wortliste Abrufen“ ( $Z = -4,448$ ,  $p = < ,001$ ), die sowohl den Sofortabruf als auch den Spätabruf untersuchen.

## Ergebnisse

Ebenfalls signifikant waren die Werte „Savings Wortliste“, die sich aus dem Quotienten Spätabruf durch Sofortabruf berechnet ( $Z = -3,440$ ,  $p = ,001$ ), und die Werte „Wortliste Intrusionen“ ( $Z = -2,861$ ,  $p = ,004$ ) und „Diskriminabilität“ ( $Z = -2,444$ ,  $p = ,015$ ).



**Abb. V/3: Vergleich verschiedener Untertests des CERAD zur konstruktiven Praxis zwischen Kontrollpersonen und MCI-Patienten**

In der Abb. V/3 werden die Untertests zur konstruktiven Praxis zusammengefasst, die visuoperzeptuelle, visuokonstruktive Fähigkeiten und das nonverbale Gedächtnis untersuchen. Der Test zum nonverbalen Gedächtnis, „Konstruktive Praxis Abrufen“, aus ( $Z = -4,014$ ,  $p = < ,001$ ) war signifikant.

Ebenfalls das nonverbale Gedächtnis wurde gemessen mit „Savings konstruktive Praxis“ ( $Z = -3,044$ ,  $p = ,002$ ). Der Test zu den visuoperzeptuellen und

## Ergebnisse

---

visuokonstruktiven Fähigkeiten „Konstruktive Praxis“ war von geringerer Signifikanz ( $Z = -2,667$ ,  $p = ,008$ ).

### Übersicht über die Ergebnisse der CERAD-Testbatterie

In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Untertests der CERAD-Testbatterie zusammengefasst aufgeführt.

**Tab. V/1: Vergleich der Consortium to Establish Registry of Alzheimer Disease-Testergebnisse zwischen MCI-Patienten und Kontrollpersonen im Überblick**

<b>CERAD-Untertests</b>	<b>Patienten</b>		<b>Kontrollen</b>		<b>Z-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
	<b>Mittel</b>	<b>SD</b>	<b>Mittel</b>	<b>SD</b>		
Verbale Flüssigkeit	<b>-,573</b>	1,302	<b>1,416</b>	1,287	-4,401	<b>&lt; ,001</b>
Boston Naming Test	<b>-,433</b>	1,067	<b>,952</b>	,549	-4,713	<b>&lt; ,001</b>
MMSE, Standardabweichung	<b>-1,074</b>	1,255	<b>,274</b>	,863	-3,968	<b>&lt; ,001</b>
MMSE, Rohwert	<b>27,96</b>	1,800	<b>29,44</b>	,712	-3,460	<b>&lt; ,001</b>
Wortliste Gedächtnis	<b>-,688</b>	1,221	<b>1,004</b>	,819	-4,515	<b>&lt; ,001</b>
Wortliste Abrufen	<b>-,577</b>	1,229	<b>,945</b>	,708	-4,448	<b>&lt; ,001</b>
Wortliste Intrusionen	<b>-,630</b>	1,208	<b>,398</b>	,495	-2,861	<b>&lt; ,001</b>
Savings Wortliste	<b>-,657</b>	1,159	<b>,339</b>	,597	-3,440	<b>,001</b>
Diskriminabilität	<b>-,550</b>	1,351	<b>,415</b>	,490	-2,444	<b>,015</b>
Konstruktive Praxis	<b>-,163</b>	1,335	<b>,678</b>	,735	-2,667	<b>,008</b>
Konstruktive Praxis Abrufen	<b>-,490</b>	1,270	<b>,967</b>	,830	-4,014	<b>&lt; ,001</b>
Savings Konstruktive Praxis	<b>-,3950</b>	1,060	<b>,5428</b>	,656	-3,044	<b>,002</b>

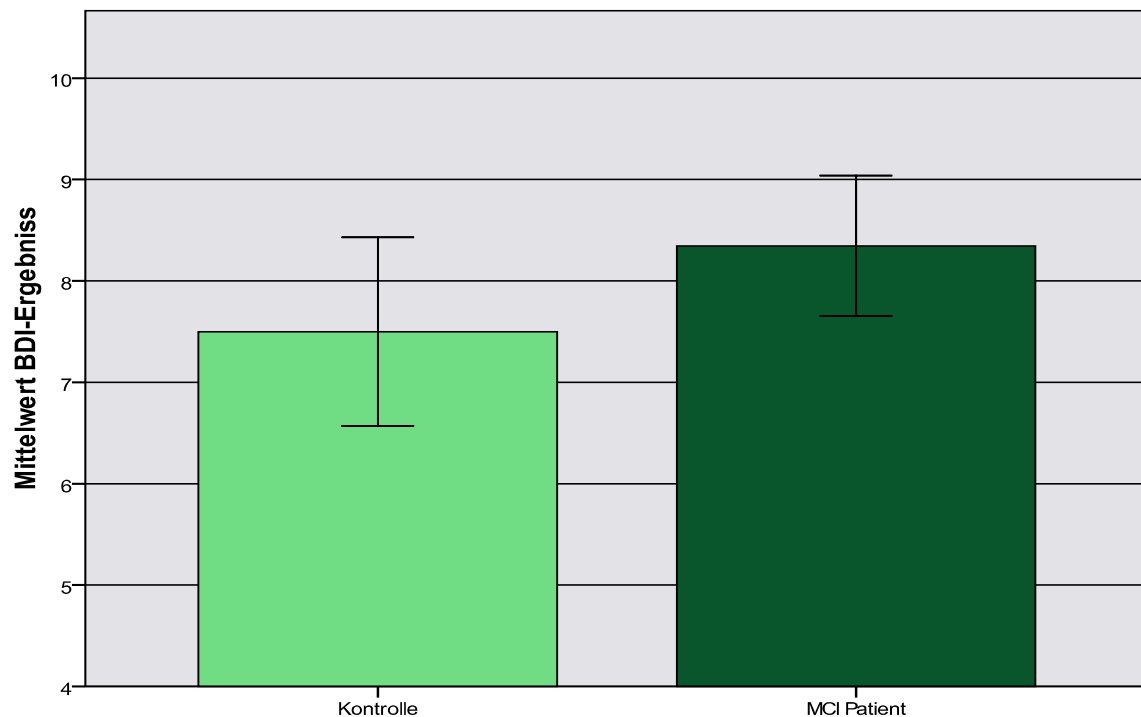
**Zusammenfassend** erreichte die Kontrollgruppe in jedem Untertest der CERAD-Testbatterie durchschnittlich ein besseres Ergebnis als die Patientengruppe. Im Mann-Whitney-Test ergab sich dabei für alle Untertests ein signifikanter Unterschied zwischen Patienten- und Kontrollgruppe.

(Das Ergebnis des MMSE(Mini Mental State Examination) wurde in der zusammenfassenden Tabelle zur Vollständigkeit ergänzend aufgeführt. Das Ergebnis des MMSE war aber ein Eingangskriterium bezüglich der Einteilung Patienten- oder Kontrollgruppe; siehe Methodenteil)

## 2. Subjektive Parameter zu Stimmung und zum Schlaf-Wachverhalten

### 2.1. Depression

Für die Patientengruppe betrug der Mittelwert des BDI-Score 8,35 (SD = 3,532; Min = 1; Max = 15). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 7,50 (SD = 4,559; Min = 0; Max = 16).



**Abb. V/4:** Vergleich des Becks Depression Inventar-Score zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe

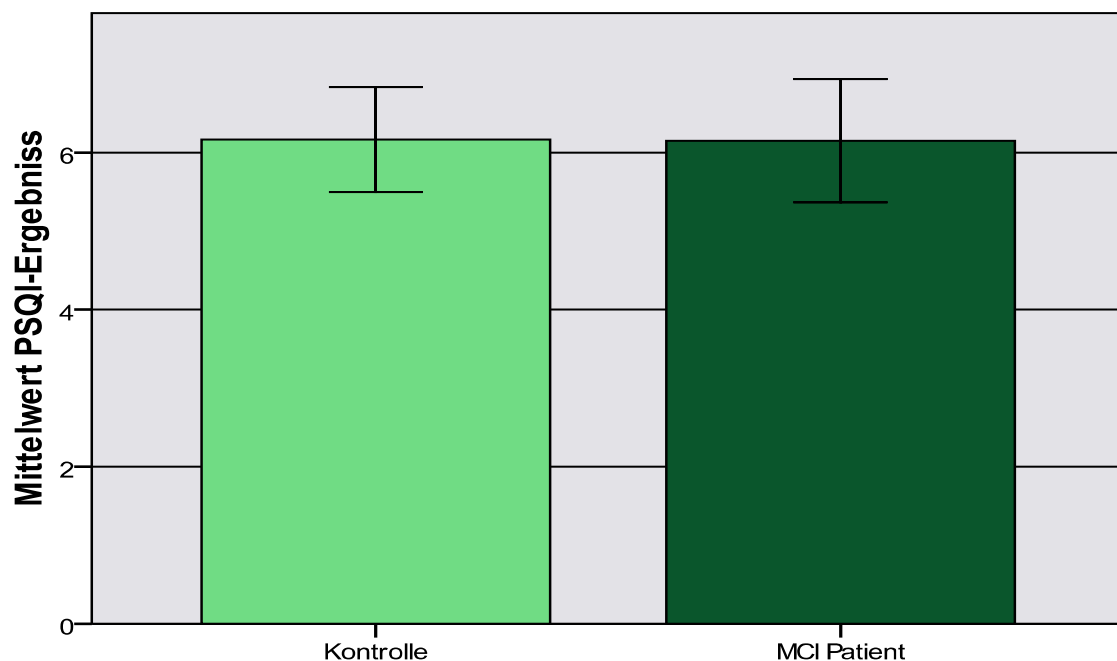
Es liegt kein signifikanter Unterschied für das Ergebnis des BDI ( $Z = -,779$ ;  $p = ,436$ ) zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe vor.

### 2.2. Fragebögen zu Schlaf- und Wachstörungen:

#### 2.2.1. Untersuchung der Schlafqualität:

Die Schlafqualität der letzten Wochen wurde mittels Pittsburgh Sleepiness Scale untersucht. Für die Patientengruppe betrug der Mittelwert des PSQI-Score 6,15 (SD = 4,007; Min = 1; Max = 15). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 6,17 (SD = 3,279; Min = 1; Max = 13).

Der Mittelwert des Ergebnisses des Fragebogens PSQI unterscheidet sich nur unwesentlich (PSQI: Pat.: 6,15; Kontr.: 6,17). Der Unterschied war nicht signifikant ( $Z = -0,235$ ,  $p = ,814$ ).



**Abb. V/5:** Vergleich des Pittsburgh Sleepiness Scale-Score zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe

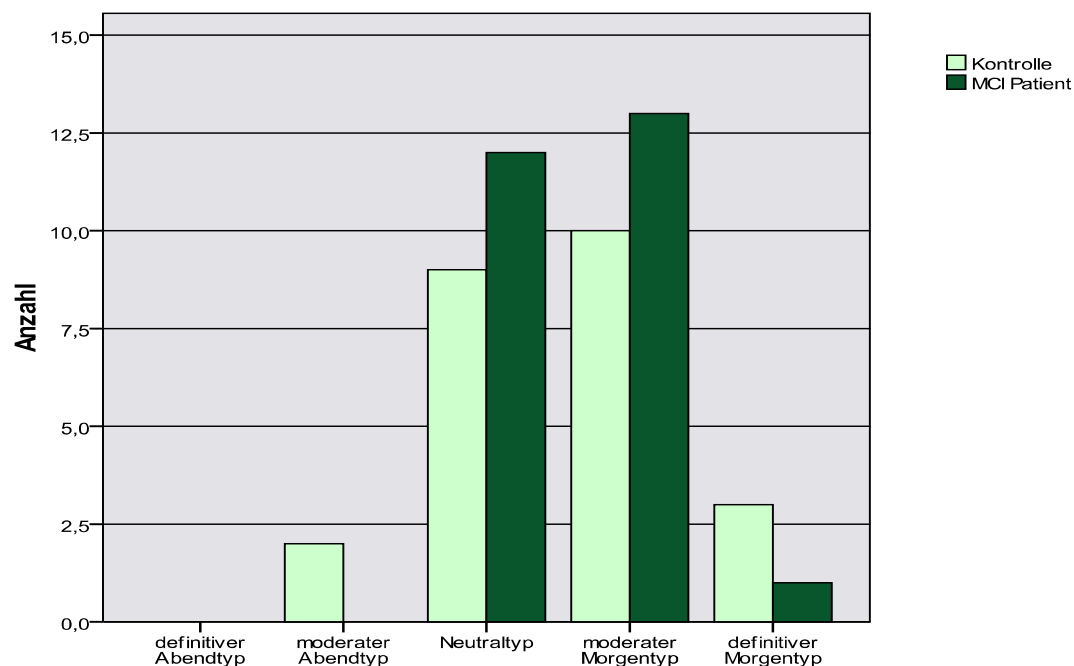


### 2.2.2. Untersuchung des Chronotyps

Außerdem wurde anhand des Morning-Evening-Questionnaire eine Einteilung der Chronotypen vorgenommen. Für die Patientengruppe betrug der Mittelwert des D-MEQ 3,58 (SD = ,578; Min = 3; Max = 5). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 3,58 (SD = ,830; Min = 2; Max = 5).

Die Häufigkeitsverteilung für den Chronotyp war für die Patientengruppe wie folgt: Definitiver Abendtyp und Moderater Abendtyp: 0%, Neutraltyp: 46,2%, Moderater Morgentyp: 50,0% und Definitiver Morgentyp: 3,8%

Für die Kontrollgruppe war die Verteilung Folgende: Definitiver Abendtyp: 0%, Moderater Abendtyp: 8%, Neutraltyp: 36,0%, Moderater Morgentyp: 40,0 % und Definitiver Morgentyp: 12,0%

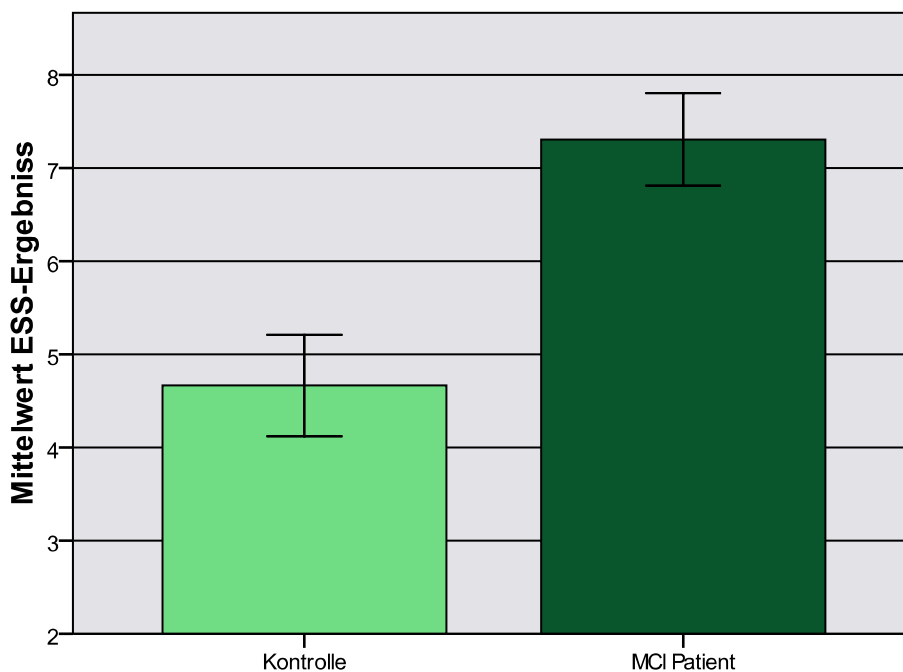


**Abb. V/6:** Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der unterschiedlichen Chronotypen zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe im Morning-Evening-Questionnaire

### 2.2.3. Untersuchung der Tagesschläfrigkeit:

Mittels der ESS wurde die Tagesschläfrigkeit der Patientengruppe und der Kontrollgruppe untersucht. Für die Patientengruppe betrug der Mittelwert des ESS-Score 7,31 (SD = 2,526; Min = 2; Max = 11). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 4,67 (SD = 2,665; Min = 0; Max = 10).

Der Mittelwert des Ergebnisses des Fragebogens Epworth Sleepiness Scale(ESS) unterscheidet sich für die Patientengruppe und die Kontrollgruppe um circa 2,6 Zähler (ESS: Pat.: 7,31; Kontr.: 4,67). Der Unterschied war signifikant ( $Z = -3,222$ ,  $p = ,001$ ).



**Abb. V/7:** Vergleich des Epworth Sleepiness Scale-Score zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe

### Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchung der Schlaf-Wach-Störungen

**Tab. V/8: Ergebnisse der Fragebögen zum Thema Schlaf-Wach-Störungen**

Fragebögen Schlaf	Patienten		Kontrollen		Z-Wert	p-Wert
	Mittel	SD	Mittel	SD		
<b>PSQI</b>	6,15	4,01	6,17	3,28	-,235	,814
<b>D-MEQ</b>	3,58	0,58	3,58	0,83	-,075	,940
<b>ESS</b>	7,31	2,53	4,67	2,67	-3,222	<b>,001</b>

ESS(Epworth Sleepiness Scale), PSQI(Pittsburgh Sleepiness Scale), D-MEQ (Morning-Evening-Questionnaire)

**Zusammenfassend** ergab sich für die Untersuchung der Schlaf-Wach-Störung mittels verschiedener Fragebögen ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für den ESS-Score als Maß der Tagesschläfrigkeit.

Für den PSQI-Score, als Maß für die Schlafqualität der letzten 4 Wochen, und für den D-MEQ, als Screening für den Chronotyp, war kein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe festzuhalten.

### 3. Expertensystem Verkehr von Schuhfried®

Im Folgenden wird eine deskriptive Darstellung der Ergebnisdaten der Patientengruppe und der Kontrollgruppe in den einzelnen Untertests, der für diese Studie zusammengestellten Testbatterie aus dem Wiener Testsystems vorgenommen. Es werden die Mittelwerte für jede untersuchte Variable pro Patientengruppe und Kontrollgruppe und die zugehörigen Standardabweichungen, Minima und Maxima dargestellt.

Anschließend erfolgt mit dem Mann-Whitney-U-Test ein Vergleich auf signifikante Unterschiede zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für die einzelnen untersuchten Variablen.

#### 3.1. RT(Reaktionstest)

Die untersuchten Variablen sind die „Mittlere Reaktionszeit“, die „Mittlere motorische Zeit“ und „Richtig reagiert“

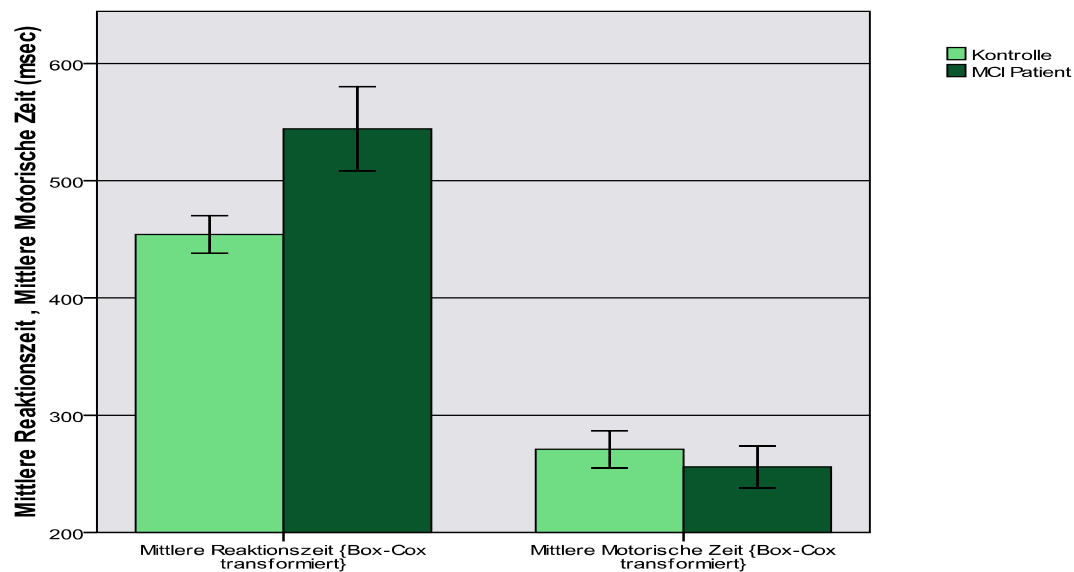
Für die Variable „Mittlere Reaktionszeit“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 544,34 msec (SD = 183,379 msec; Min = 255 msec; Max = 1033 msec). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 454,04 msec (SD = 80,132 msec; Min = 197 msec; Max = 565 msec). Der Mittelwert für die „Mittlere Reaktionszeit“ war bei der Patientengruppe langsamer als bei der Kontrollgruppe. Zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe lag für diese Variable kein signifikanter Unterschied ( $Z = -1,639$ ,  $p = ,101$ ) vor.

Für die Variable „Mittlere motorische Zeit“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 255,85 msec (SD = 90,956 msec; Min = 86 msec; Max = 543 msec). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 270,88 msec (SD = 80,132 msec; Min = 132 msec; Max = 482 msec). Ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe ergab sich nicht ( $Z = -,773$ ,  $p = ,440$ ).

Für die Variable „Richtig Reagiert“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 15,77 (SD = ,863; Min = 12; Max = 16). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 16,00

## Ergebnisse

(SD = ,000; Min = 16; Max = 16). Bezüglich der richtigen Reaktionen ist der Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe zu vernachlässigen (Pat.: 15,77; Kontr.:16). Entsprechend war kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppe zu vermerken ( $Z = -1,401$ ;  $p = ,161$ ).



**Abb. V/8:** Vergleich der Mittelwerte der untersuchten Variablen des Untertests Reaktionstest zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

Ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe liegt für die Mittelwerte der Variablen „Mittlere Reaktionszeit“, „Mittlere motorische Zeit“ und „Richtig reagiert“ nicht vor. Die „Mittlere Reaktionszeit“ differenziert noch am besten ( $Z = -1,639$ ,  $p = ,101$ ).

### 3.2. DT (Determinationstest)

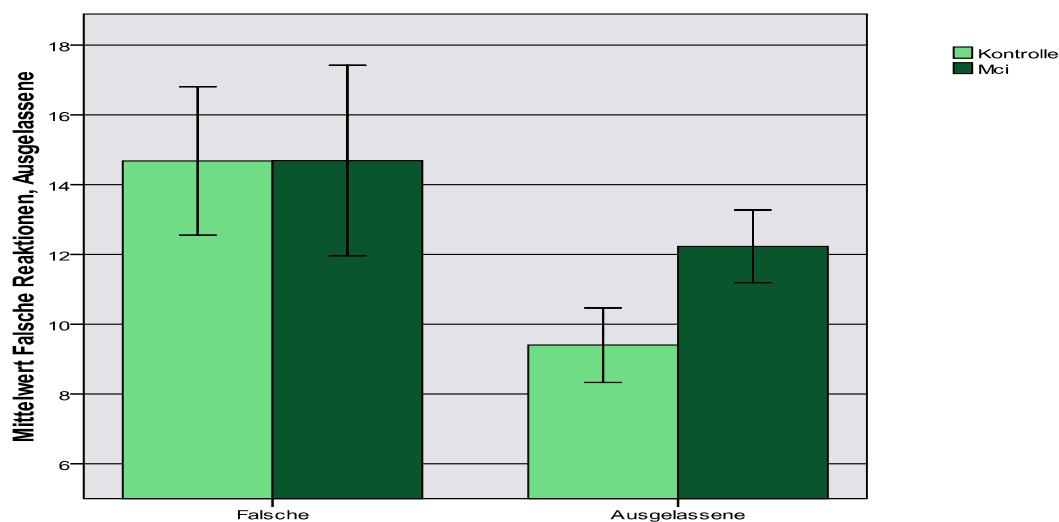
Untersucht werden im Determinationstest die Variablen „Richtige“, „Falsche“, „Ausgelassene“, „Median Reaktionszeit“, „Anzahl der Reize“ und „Reaktionen gesamt“.

Für die Variable „Falsche“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 14,69 (SD = 13,928; Min = 1; Max = 69). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 14,68 (SD = 10,645; Min = 3; Max = 41).

Bezüglich des Mittelwertes der Variablen „Falsche“ unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht. Der Unterschied war dementsprechend nicht signifikant ( $Z = -0,245$ ,  $p = ,806$ ).

Für die Variable „Ausgelassene“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 12,23 (SD = 5,309; Min = 3; Max = 28). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 9,40 (SD = 5,339; Min = 1; Max = 21).

Ausgelassen wurden von der Patientengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe mehr Reize („Ausgelassene“: Patienten: 12,23; Kontrollen: 9,40). Der Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe war signifikant ( $Z = -1,941$ ,  $p = ,047$ ).



**Abb. V/9:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Falsche“ und „Ausgelassene“ des Untertests Determinationstest zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe

## Ergebnisse

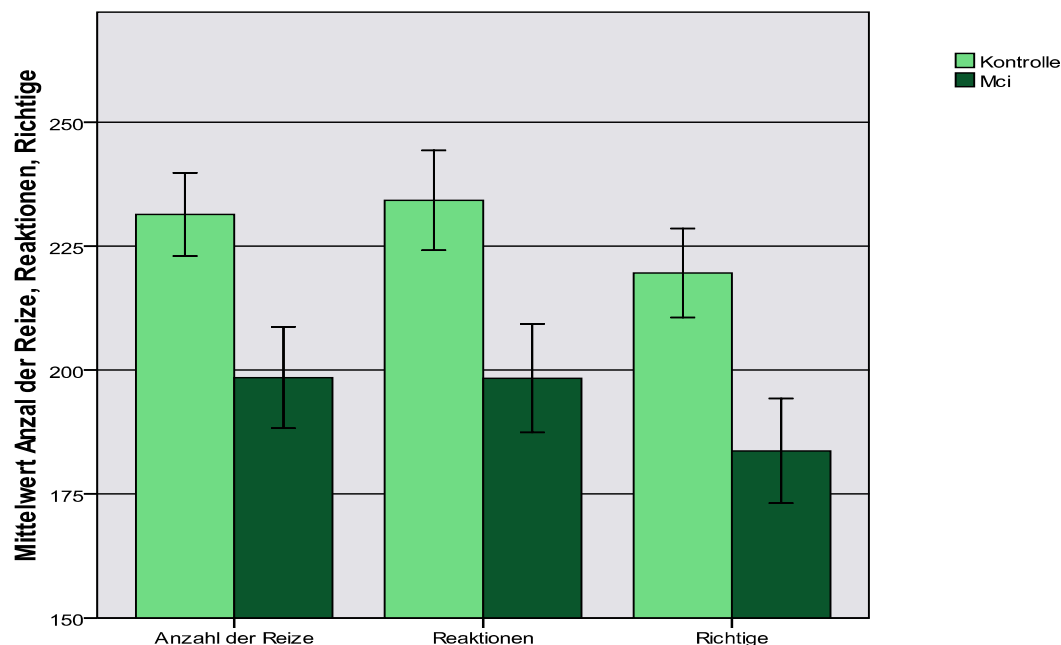
Für die Variable „Richtige“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 183,69 (SD = 53,825; Min = 78; Max = 282). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 219,60 (SD = 44,881; Min = 144; Max = 332). Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war signifikant ( $Z = -2,092$ ,  $p = ,036$ ).

Für die Variable „Reaktionen“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 198,38 (SD = 55,893; Min = 86; Max = 293). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 234,28 (SD = 50,396; Min = 149; Max = 373).

Die Kontrollgruppe weist bezüglich der Mittelwerte der Variablen „Reaktionen gesamt“ und „Richtige“ jeweils um über 30 Zähler mehr als die Patientengruppe auf. Der Unterschied war tendenziell signifikant ( $Z = -1,847$ ,  $p = ,065$ ).

Für die Variable „Anzahl der Reize“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 198,50 (SD = 52,225; Min = 90; Max = 294). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 231,40 (SD = 41,960; Min = 165; Max = 343).

Auch die Anzahl der Reize ist um mehr als 30 Reize bei der Kontrollgruppe höher (Testverfahren ist adaptiv). Der Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe war tendenziell signifikant ( $Z = -1,941$ ,  $p = ,052$ ).



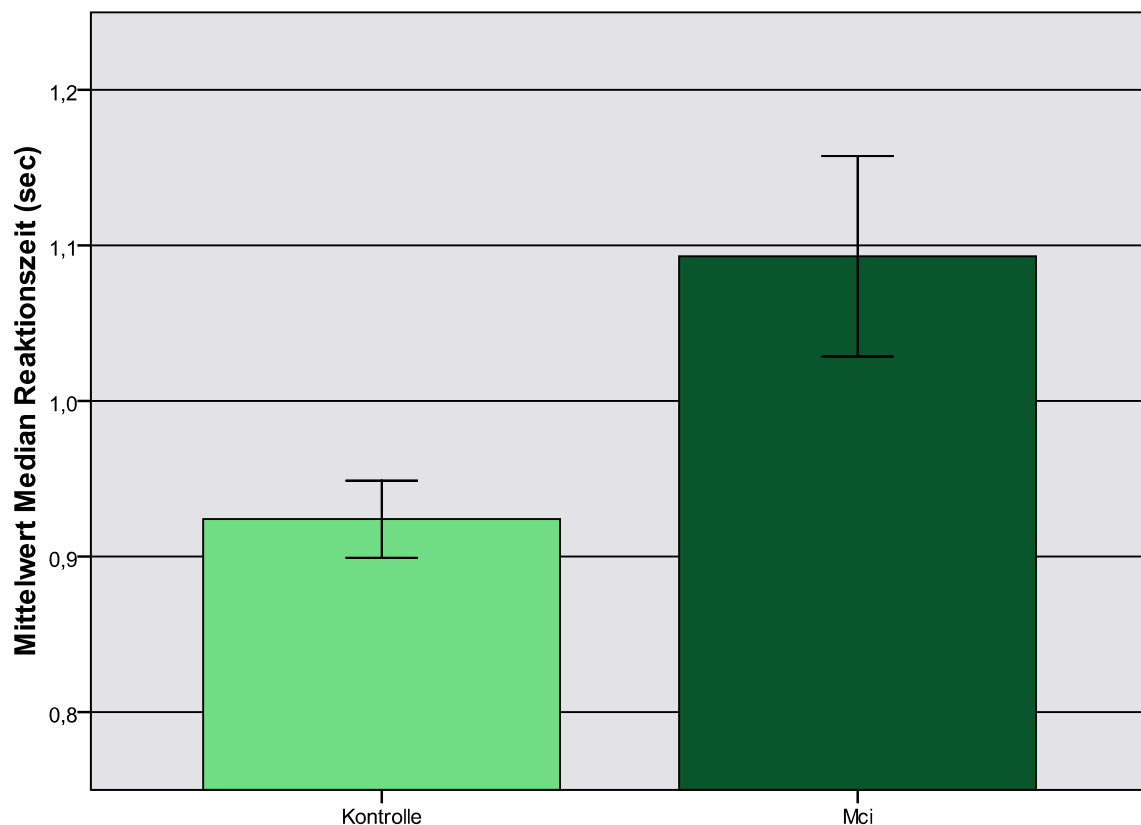
**Abb. V/10:** Vergleich der Mittelwerte verschiedener untersuchter Variablen des Untertests Determinationstest zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

## Ergebnisse

---

Für die Variable „Median Reaktionszeit“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 1,093 (SD = ,329; Min = ,720; Max = 2,250). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert ,924 (SD = ,124; Min = ,640; Max = 1,120).

Der „Median Reaktionszeit“ liegt für die Patientengruppe knapp über einer Sekunde(1,093), für die Kontrollgruppe knapp darunter(0,924). Der Unterschied zwischen den beiden Gruppe war tendenziell signifikant ( $Z = -1,866$ ,  $p = ,062$ ).



**Abb. V/11:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Median Reaktionszeit“ des Untertests Determinationstest zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe



Es ergab sich ein signifikanter Unterschied ( $p < ,05$ ) zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für die Variablen „Richtige“ ( $p = ,036$ ) und „Ausgelassene“ ( $p = ,047$ ).

Für die anderen untersuchten Variablen ergab sich kein signifikanter Unterschied.

Die Variablen „Median Reaktionszeit“, „Anzahl der Reize“ und „Reaktionen gesamt“ wiesen bezüglich des Mittelwert-Vergleiches zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe einen tendenziellen Unterschied ( $0,05 > p < 0,1$ ) auf („Anzahl der Reize“ ( $p = ,052$ ), „Median Reaktionszeit“ ( $p = ,062$ ) und „Reaktionen“ ( $p = ,065$ ).

Bezüglich der Variablen „Falsche“ war kein relevanter Unterschied festzustellen ( $p = ,806$ ).

### 3.3. COG(Cognitrone)

In diesem Untertest des Expertensystems Verkehr werden die Variablen „Treffer“, „Korrekte Zurückweisung“ und „Mittlere Zeit Korrekte Zurückweisung“ untersucht.

Für die Variable „Summe Treffer“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 21,96 (SD = 1,822; Min = 18; Max = 24). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 22,20 (SD = 1,118; Min = 20; Max = 24). Der Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für die Variable „Summe Treffer“ war nicht signifikant ( $Z = -0,039$ ,  $p = ,969$ ).

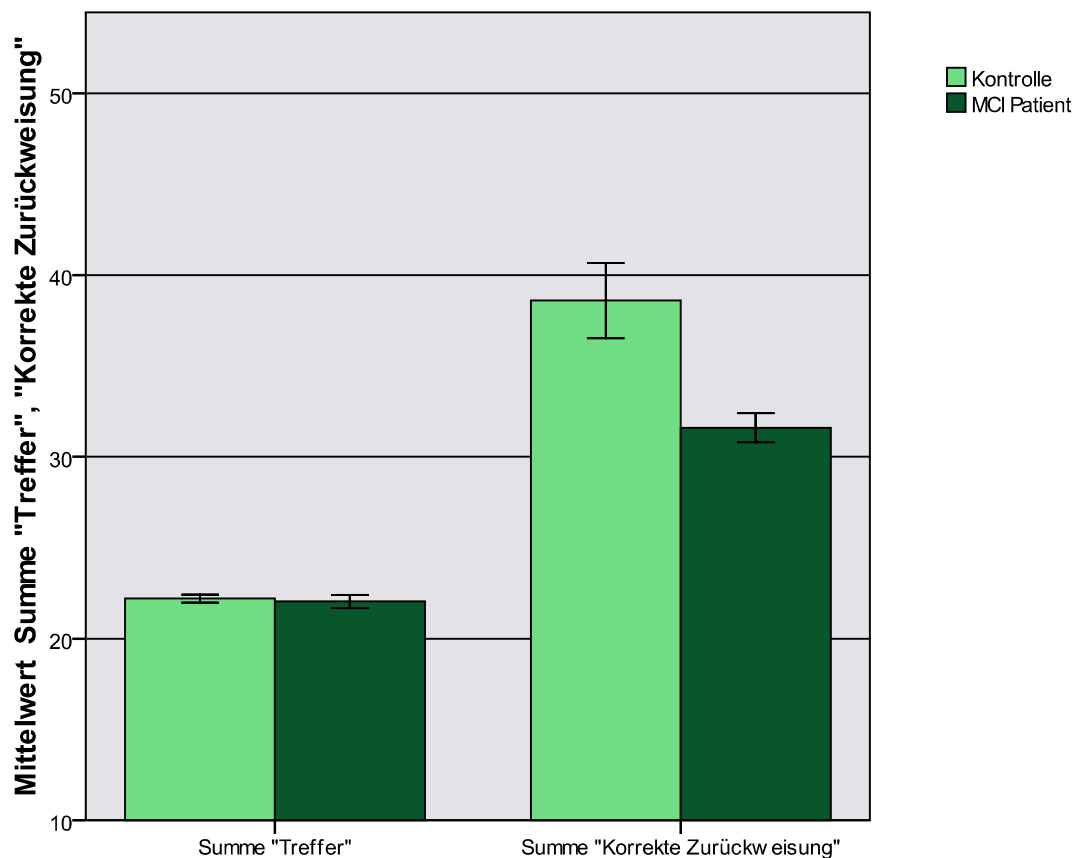
Für die Variable „Summe Korrekte Zurückweisung“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 31,58 (SD = 3,911; Min = 18; Max = 36). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 38,60 (SD = 10,336; Min = 27; Max = 58).

Die Mittelwerte für die Variablen „Treffer“ und „Korrekte Zurückweisung“ fallen jeweils in der Kontrollgruppe höher aus, wobei die Differenz zwischen der Kontrollgruppe und der Patientengruppe für die „Korrekte Zurückweisung“ größer ist („Treffer“: Pat.: 21,96; Kontr.: 22,20 und „Korrekte Zurückweisung“: Pat.: 31,58; Kontr.: 38,60).

## Ergebnisse

---

Der Unterschied für die Variable „Korrekte Zurückweisung“ war signifikant ( $Z = -2,55$ ,  $p = ,011$ ).



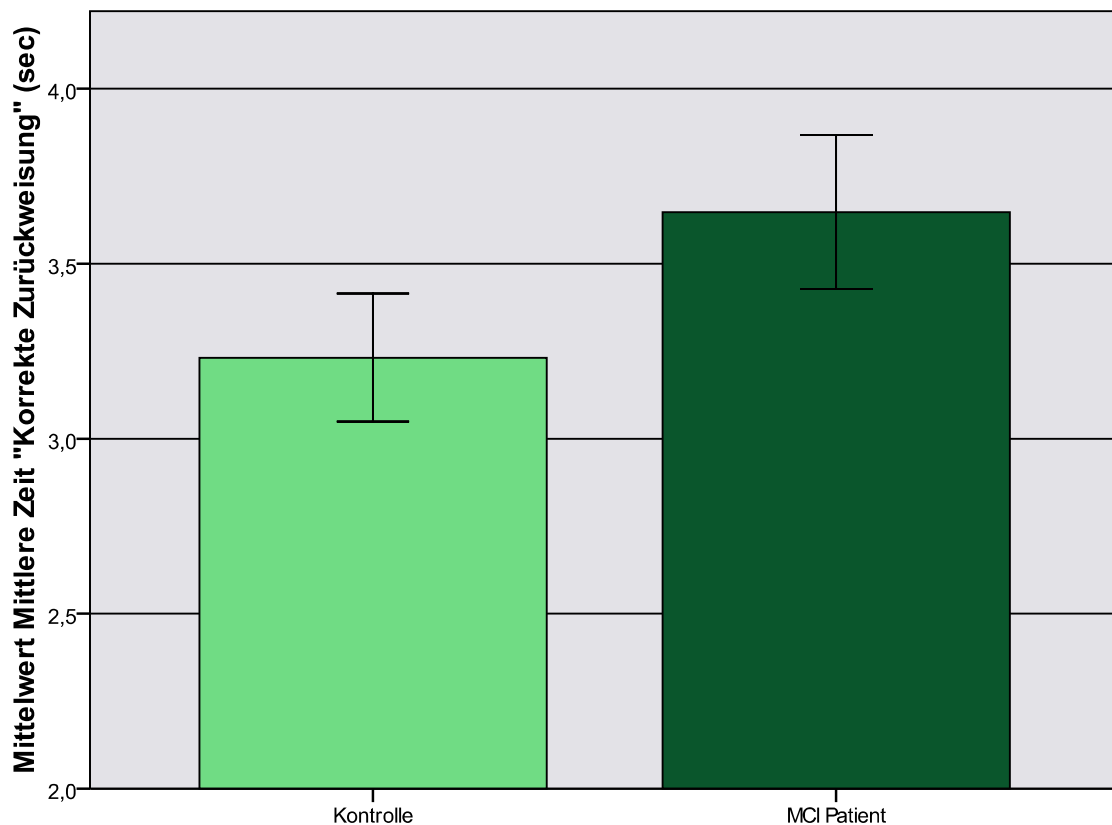
**Abb. V/12:** Vergleich der Mittelwerte verschiedener untersuchter Variablen des Untertests Cognitrone zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

## Ergebnisse

---

Für die Variable „Mittlere Zeit Korrekte Zurückweisung“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 3,6476 sec (SD = 1,09947 sec; Min = 2,27 sec; Max = 6,40 sec). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 3,2316 sec (SD = ,91428; Min = 1,60; Max = 4,94).

Die Variable „Mittlere Zeit Korrekte Zurückweisung“ liegt für die Kontrollgruppe unter 3,5 sec für die Patientengruppe darüber. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war nicht signifikant ( $Z = -1,125$ ,  $p = ,260$ ).



**Abb. V/13:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung“ des Untertests Cognitrone zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

Es ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für die Variable „Korrekte Zurückweisung“ ( $p = ,011$ ). Die Kontrollgruppe erkennt signifikant mehr falsche Ergebnisse als falsch als die Patientengruppe.

Für die Variablen „Treffer“ und „Mittlere Zeit Korrekte Zurückweisung“ konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

### **3.4. AMT(Adaptiver Matrizentest)**

Im Untertest AMT wird nur eine Variable untersucht, die „Allgemeine Intelligenz“.

Für die Variable „Allgemeine Intelligenz“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert -1,25569 (SD = 1,15711; Min = - 3,245; Max= ,589). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert -1,04952 (SD = ,840496; Min = - 2,545; Max = ,524).

Ein signifikanter Unterschied für die Variable „Allgemeine Intelligenz“ liegt zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe nicht vor ( $Z = - 0,452$ ,  $p = ,651$ ).

### **3.5. TAVTMB(Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest)**

Es werden die Variablen „Überblicksgewinnung“, „Richtige Antworteingaben“, „Falsche Antworteingaben“ und „Bearbeitungszeit „ untersucht.

Für die Variable „Überblicksgewinnung“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 8,12 (SD = 3,166; Min = 2; Max= 13). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 9,40 (SD = 1,958; Min = 5; Max = 14). Ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe konnte nicht festgestellt werden ( $Z = -1,529$ ,  $p = ,126$ ).

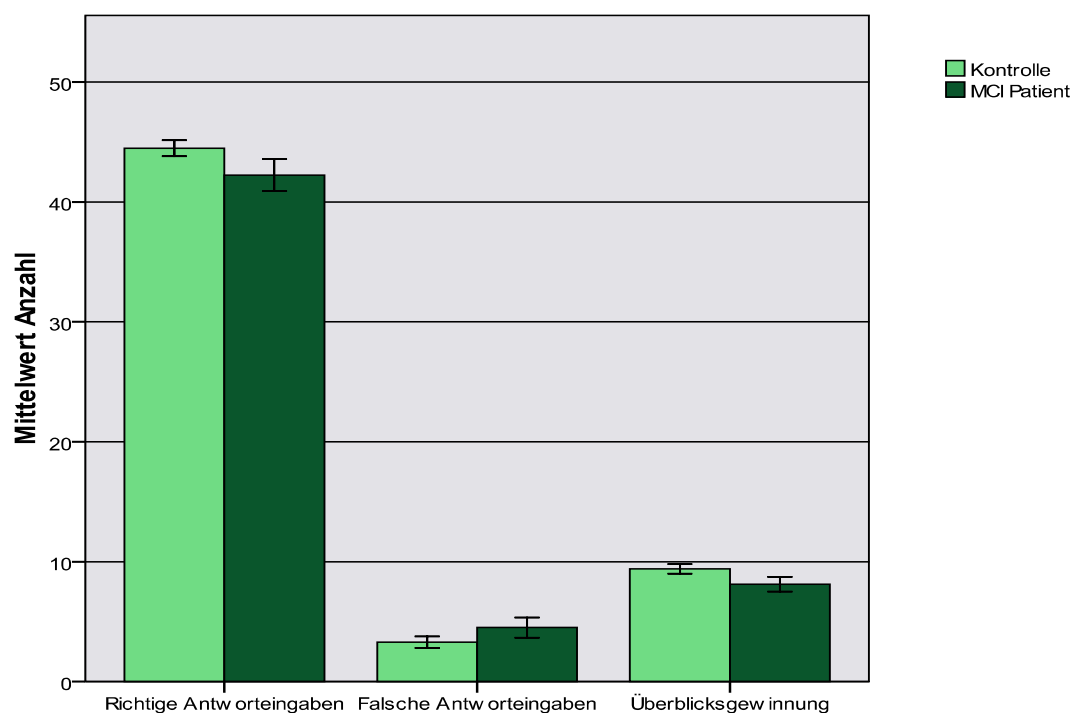
## Ergebnisse

Für die Variable „Richtige Antworteingaben“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 42,23 (SD = 6,814; Min = 20; Max = 50). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 44,48 (SD = 3,393; Min = 37; Max = 50). Der Unterschied war nicht signifikant ( $Z = -0,995$ ,  $p = ,320$ ).

Für die Variable „Falsche Antworteingaben“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 4,50 (SD = 4,236; Min = 0; Max = 15). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 3,28 (SD = 2,407; Min = 1; Max = 10). Der Unterschied für diese Variable war ebenfalls nicht signifikant ( $Z = -0,704$ ,  $p = ,482$ ).

Die Kontrollgruppe gab durchschnittlich mehr richtige, die Patientengruppe durchschnittlich mehr falsche Antworten („Richtige“: Pat.: 42,23; Kontr.: 44,48) („Falsche“: Pat.: 4,50; Kontr.: 3,28).

Bezüglich der Variablen „Überblicksgewinnung“ beantwortete die Kontrollgruppe von 20 Fragen durchschnittlich 1,4 Fragen mehr komplett richtig als die Patientengruppe (Pat.: 8,12; Kontr.: 9,4).



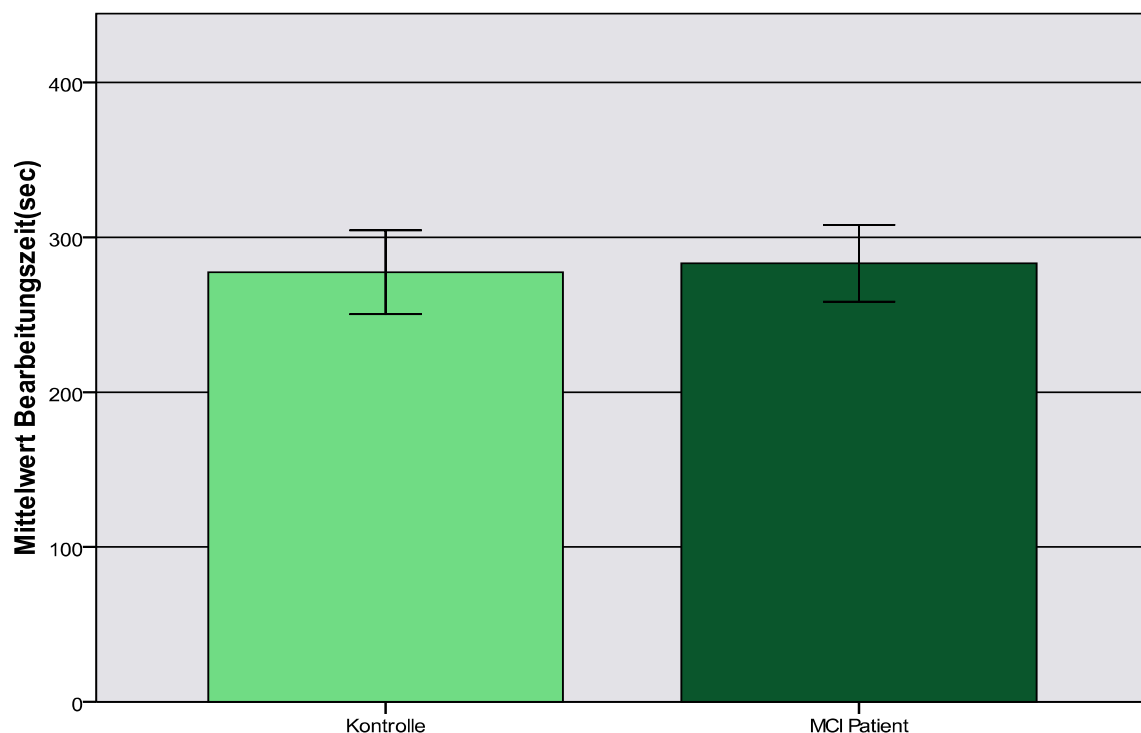
**Abb. V/14:** Vergleich der Mittelwerte verschiedener Variablen des Untertests Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

## Ergebnisse

---

Für die Variable „Bearbeitungszeit“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 283,15 (SD = 126,326; Min = 138; Max = 655). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 277,40 (SD = 135,573; Min = 62; Max = 723).

Die Bearbeitungszeit der Patientengruppe ist geringfügig länger als die der Kontrollgruppe. Der Unterschied war nicht signifikant ( $Z = -0,047$ ,  $p = ,962$ ).



**Abb. V/15: Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Bearbeitungszeit“ des Untertests Tachioskopischen Verkehrsauffassungstest zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe**

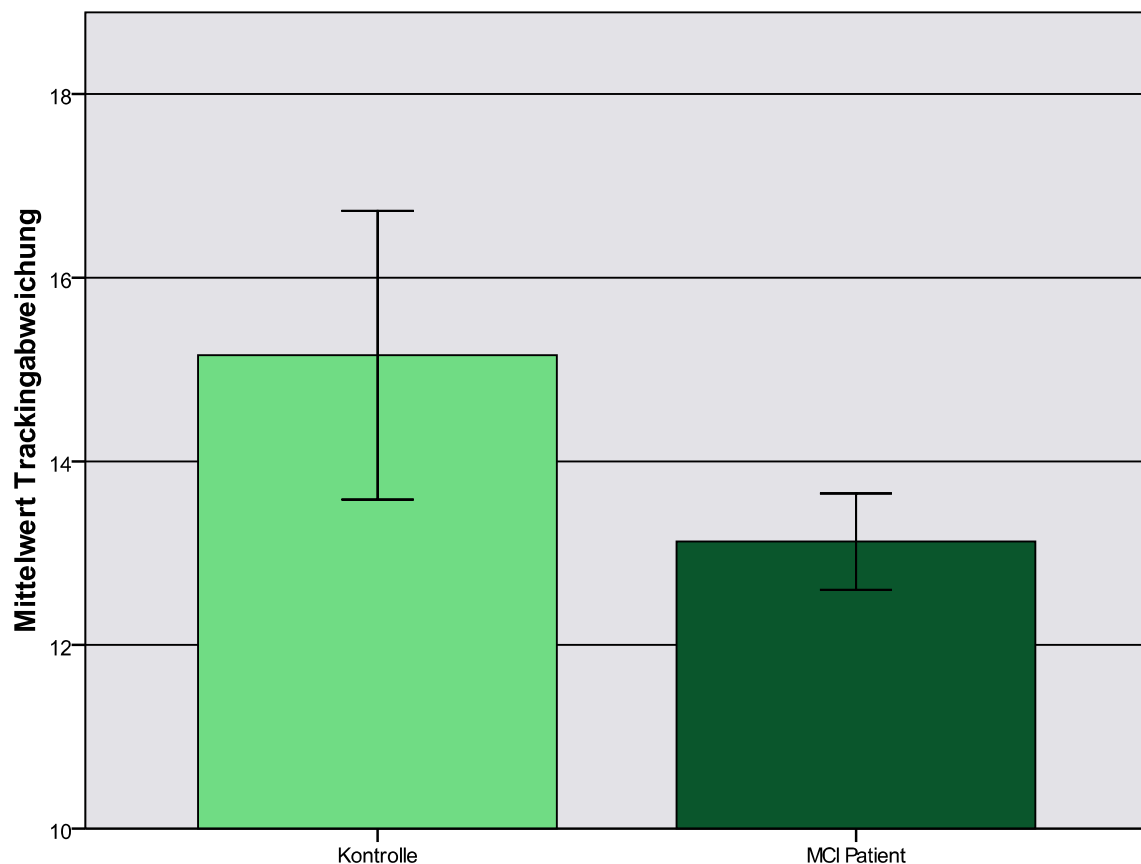
Ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe ergibt sich für keine der untersuchten Variablen im TAVTMB.

### 3.6. PP(Periphere Wahrnehmung)

Im Untertest periphere Wahrnehmung werden die Variablen „Gesichtsfeld“, Trackingabweichung“ und „Median Reaktionszeit“ untersucht.

Für die Variable „Trackingabweichung“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 13,12 (SD = 2,574; Min = 9; Max = 19). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 15,16 (SD = 7,856; Min = 8; Max = 47).

Der Wert für die Variable „Trackingabweichung“ ist für die Kontrollgruppe um 2 Zähler höher als für die Patientengruppe. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war nicht signifikant ( $Z = 0,530$ ,  $p = ,596$ ).



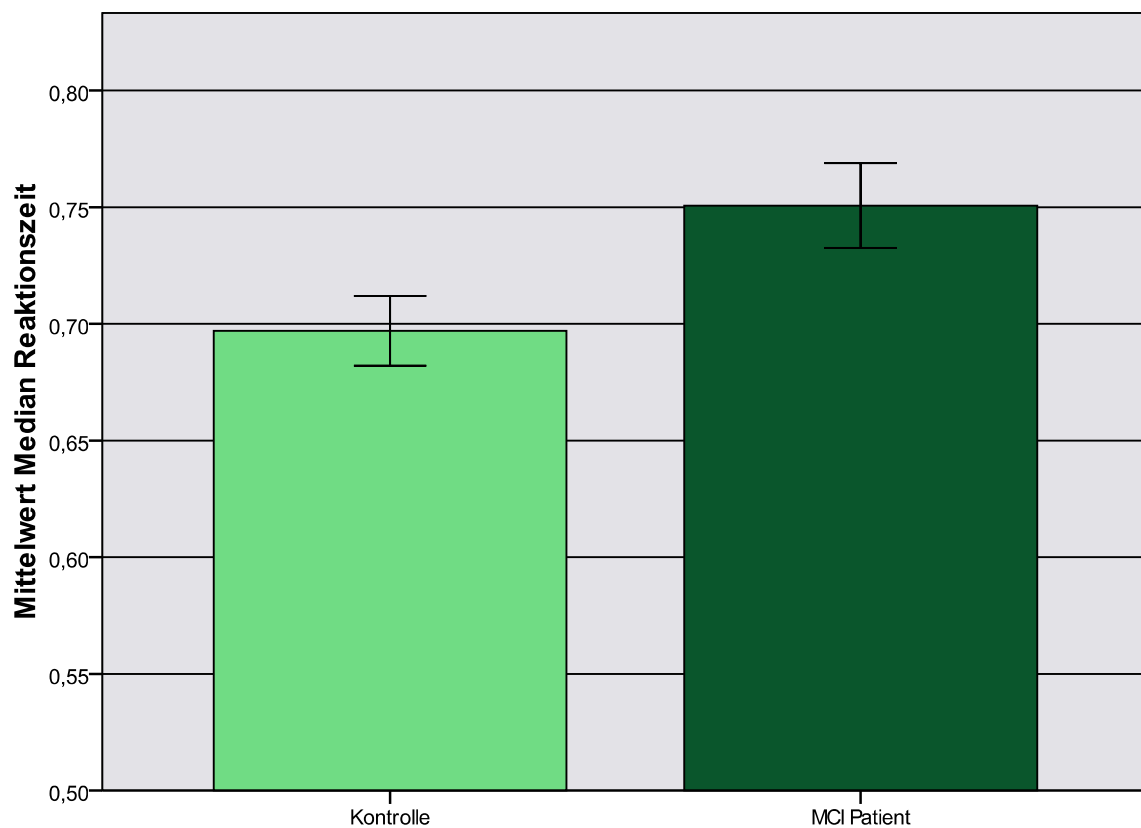
**Abb. V/16:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Trackingabweichung“ des Untertests Periphere Wahrnehmung zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

## Ergebnisse

---

Für die Variable „Median Reaktionszeit“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert ,75 (SD = ,087; Min = 1; Max = 1). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert ,70 (SD = ,075; Min = 1; Max = 1).

Der „Median Reaktionszeit“ ist für die Kontrollgruppe schneller als für die Patientengruppe. Der Unterschied war signifikant ( $Z = -2,043$ ,  $p = ,041$ ).



**Abb. V/17:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Median Reaktionszeit“ des Untertests Periphere Wahrnehmung zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe



Für die Variable „Gesichtsfeld“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 141,28 Grad (SD = 19,171; Min = 92; Max = 173). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 145,52 Grad (SD = 17,707; Min = 102; Max = 168).

Das Gesichtsfeld war im Mittel für die Kontrollgruppe etwas größer als für die Patientengruppe („Gesichtsfeld“: Pat.: 141,28°; Kontr.: 145,52°). Ein signifikanter Unterschied ergab sich zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe aber nicht ( $Z = -0,980$ ,  $p = ,327$ ).

Für die Variablen „Gesichtsfeld“ und „Trackingabweichung“ liegt kein signifikanter Unterschied vor.

Für die Variable „Median Reaktionszeit“ ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe ( $p = ,041$ ).

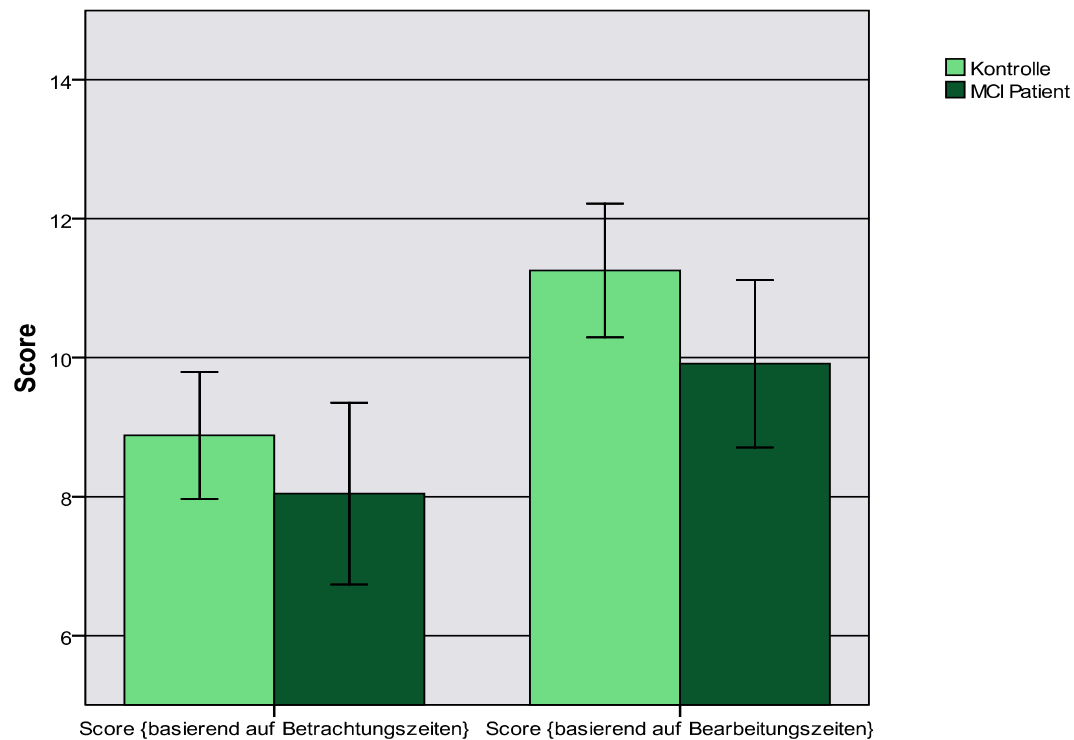
### **3.7. LVT (Linienverfolgungstest), Unterform S1**

Es werden die Variablen „Score(basierend auf Betrachtungszeit)“ und Score (basierend auf Bearbeitungszeit)“ untersucht.

Für die Variable „Score(basierend auf Betrachtungszeit)“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 8,04 (SD = 6,270; Min = 0; Max = 18). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 8,61 (SD = 4,594; Min = 2; Max = 16). Der Unterschied für diese Variable war nicht signifikant ( $Z = -0,362$ ,  $p = ,717$ ).

Für die Variable „Score(basierend auf Bearbeitungszeit)“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 9,91 (SD = 5,783; Min = 0; Max = 18). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 10,89 (SD = 4,969; Min = 2; Max = 17). Hier war der Unterschied ebenfalls nicht signifikant ( $Z = -0,425$ ,  $p = ,671$ ).

Der Score fällt jeweils für die Kontrollgruppe höher als für die Patientengruppe aus.



**Abb. V/18: Vergleich der Mittelwerte der Variablen des Untertest Linienverfolgungstest zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe**

Es liegt für die Variablen „Score(basierend auf Betrachtungszeit)“ und Score (basierend auf Bearbeitungszeit)“ kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor.

### 3.8. Zusammenfassung der Ergebnisse der verkehrspsychologischen Testbatterie Expertensystem Verkehr

**Tab. V/8:** Übersicht über die Ergebnisse der Testbatterie Expertensystem Verkehr

	Variable	Patienten Mittel	SE	Kontrollen Mittel	SE	Z	p
AMT:	Allgemeine Intelligenz	-1,256	1,16	-1,05	0,840	-,452	,651
RT:	Mittlere Reaktionszeit(MR)	548,15	188,93	463,32	81,36	-1,639	,101
	Mittlere motorische Zeit(MMZ)	259,08	85,64	272,92	79,12	-,773	,440
	Richtig reagiert (RR)	15,77	0,86	16	0,00	-1,401	,161
DT:	Richtige(R)	183,69	53,83	219,60	44,88	-2,092	<b><u>,036</u></b>
	Falsche(F)	14,69	13,93	14,68	10,65	-,245	,806
	Ausgelassene(A)	12,23	5,31	9,40	5,34	-1,983	<b><u>,047</u></b>
	Median Reaktionszeit(MRZ)	1,09	0,329	,924	0,124	-1,866	<u>,062</u>
	Anzahl der Reize	198,50	52,23	231,40	41,96	-1,941	<u>,052</u>
	Reaktionen gesamt	198,38	55,89	234,28	50,40	-1,847	<u>,065</u>
COG:	Summe Treffer(T)	21,96	1,82	22,20	1,12	-,039	,969
	Summe Korrekte Zurückweisung(KZ)	31,58	3,91	38,60	10,34	-2,550	<b><u>,011</u></b>
	Mittl. Z. korrekte Zurückweisung(MZKZ)	3,65	1,099	3,23	0,914	-1,125	,260
TAVT	Überblicksgewinnung(ÜG)	8,12	3,167	9,40	1,96	-1,529	,126
	Richtige(R)	42,23	6,82	44,48	3,39	-,995	,320
	Falsche(F)	4,50	4,24	3,28	2,41	-,704	,482
	Bearbeitungszeit(BZ)	283,15	126,33	277,40	135,57	-,047	,962

## Ergebnisse

---

	Variable	Patienten		Kontrollen		Z	p
		Mittel	SE	Mittel	SE		
PP:	Gesichtsfeld(GF)	141,28	19,17	145,52	17,79	-,980	,327
	Trackingabweichung (TA)	13,12	2,57	15,16	7,86	-,530	,596
	Median Reaktionszeit(MRZ)	0,75	0,087	0,70	0,075	-2,043	<b>,041</b>
LVT:	Score(Betrachtungszeit)(BTZ)	8,04	6,27	8,61	4,59	-,362	,717
	Score(Bearbeitungszeit)(BAZ)	9,91	5,78	10,89	4,97	-,425	,671

RT: Reaktionstest, DT: Determinationstest, COG: Cognitrone, AMT: Adaptiver Matrizentest, LVT: Linienverfolgungstest, TAVT: Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest, PP: Periphere Wahrnehmung

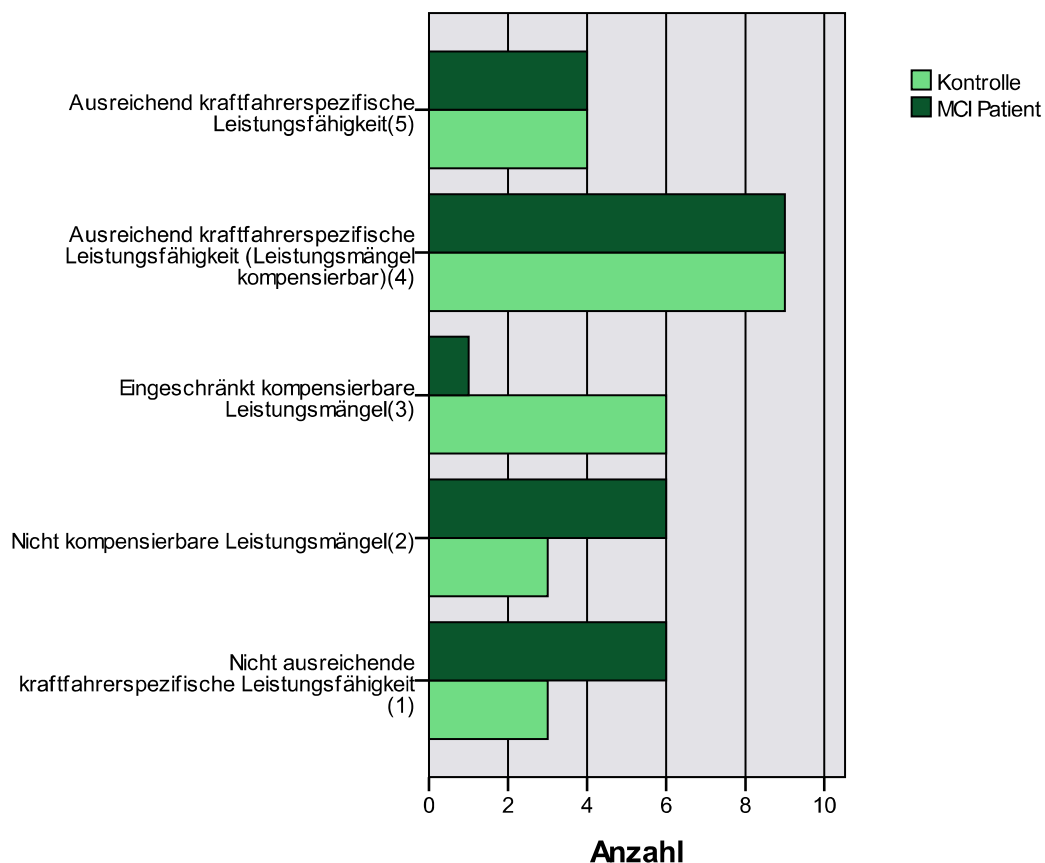
p<0,05: **Signifikanter Unterschied**, 0,05<p<0,1: Tendenzieller Unterschied

**Abschließend** ist festzuhalten, daß sich im Rahmen der 7 Untertests der verkehrspsychologischen Testbatterie Expertensystem Verkehr in 3 Untertest für bestimmte Variablen ein signifikanter Unterschied ergab. Diese Untertests waren der „Determinationstest“, der Test „Cognitrone“ und der Test „Periphere Wahrnehmung“. Für die Untertests „Adaptiver Matrizentest“, „Reaktionstest“, „Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest“ und den „Linienverfolgungstest“ konnte für keine der untersuchten Variablen ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe erhoben werden.

### 3.9. Gesamturteil des Expertensystems Verkehr

Wie bereits beschrieben, werden anhand des Expertensystems Verkehr nicht nur die Einzelergebnisse der einzelnen Untertests ausgegeben. Es erfolgt auch eine Beurteilung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit als Gesamturteil. Dieses Gesamturteil wird mit Hilfe eines artifiziellen neuronalen Netzes berechnet. Es gibt 5 Ergebniskategorien.

Für die untersuchte Patienten- und Kontrollgruppe verteilen sich die einzelnen Kategorien wie folgt:



Für die beiden Ergebniskategorien 4 und 5, welche eine ausreichende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit bezeichnen und somit ein positives Gesamturteil über die Fahrtauglichkeit der Probanden abgeben, fanden sich in der Patienten- und in der Kontrollgruppe jeweils 13 Personen. Auch die Verteilung

zwischen den beiden Kategorien 4 und 5 war gleich (Patientengruppe: 50%; Kontrollgruppe 52% aller Untersuchten einer Gruppe).

In die Kategorie 3, welche eine weitere Testung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit verlangt, weil aufgrund des Ergebnisses kein abschließendes Urteil über die Fahrtauglichkeit des Probanden erhoben werden kann, wurden aus der Patientengruppe 1 Person und aus der Kontrollgruppe 6 Personen zugeteilt (Patientengruppe: 3,85%; Kontrollgruppe: 23,08% aller Untersuchten einer Gruppe).

Für die beiden Kategorien 1 und 2, welche eine fehlende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit beschreiben, wurden aus der Patientengruppe 12 und aus der Kontrollgruppe 6 Probanden zugeteilt (Patientengruppe: 46,15%; Kontrollgruppe: 24% aller untersuchten einer Gruppe). Die Verteilung auf die beiden Kategorien war mit jeweils 6 Probanden aus der Patientengruppe und 3 Probanden aus der Kontrollgruppe gleich.

**Zusammenfassend** war das Ergebniss für die beiden Kategorien, welche eine ausreichende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit beschrieben, gleich. In der Kategorie 3, welche eine weitere Testung nötig macht, überwog der Anteil der Kontrollgruppe (Kontrollgruppe: 23,08%; Patientengruppe: 3,85%). In den beiden Kategorien, welche ein negatives Urteil über die kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit ausstellen, überwog die Patientengruppe mit 2:1 (Patientengruppe: 46,15%; Kontrollgruppe: 24%).

Ein signifikanter Unterschied für den Parameter kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit ergab sich zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe nicht ( $z = -0,786$ ).

### 3.10. Vergleich mit den jeweiligen Normstichproben von Schuhfried®

Von der Firma Schuhfried liegen für alle Untertests Normstichproben eines jeweils entsprechend jüngeren Untersuchungskollektivs (z.B.: circa 45 Jahre Lebensalter im Mittel vor).

Im Anschluß werden die Prozentränge für die Kontrollgruppe und die Patientengruppe im Vergleich mit diesen Normstichproben aufgeführt. Hierbei werden jeweils nur bestimmte Variablen der einzelnen Untertests des Expertensystems Verkehr betrachtet.

**Tab. V/9: Vergleich mit den jeweiligen Normstichproben von Schuhfried® im Überblick**

Unter-test	Variable	Normgruppe		Kontrollgruppe		MCI	
		MW	SD	MW	PR	MW	PR
RT	MW Mittlere Reaktionszeit	436,68	86,91 3	463,32	35	548,15	10-15
	MW Mittlere motorische Zeit	180,73	68,00 6	<u>272,92</u>	5-10	259,08	10-15
COG	MW Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung	3,354	1,187	3,232	20-25	3,648	10-15
AMT	MW Allgemeine Intelligenz	-0,757	1,146	-1,050	40-45	-1,256	30-35
LVT	MW Score (basierend auf Betrachtungszeit)	11,51	5,13	8,61	25-30	8,04	25-30
DT	MW Richtige	223,31	49,56	219,60	40	183,69	15-20
	MW Falsche	12,93	9,00	14,68	30-35	14,69	30-35
	MW Ausgelassene	11,17	9,00	9,40	50-55	12,23	40-45
TAVT	MW Überblicksgewinnung	11,36	3,679	9,400	35-40	8,120	25-30
PP	MW Gesichtsfeld	161,75	20,59	145,52	20-25	141,28	15-20
	MW Trackingabweichung	12,53	4,10	15,16	15-20	13,12	25-30

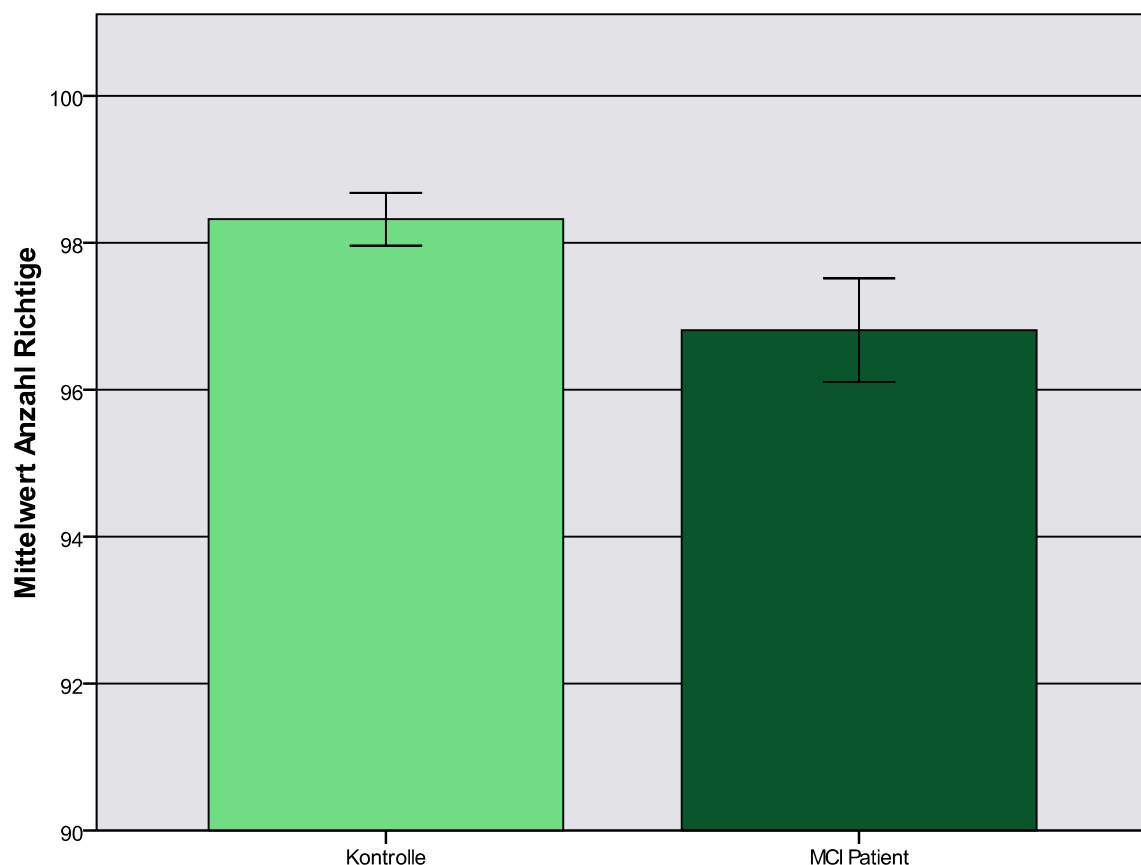
RT: Reaktionstest, DT: Determinationstest, COG: Cognitrone, AMT: Adaptiver Matrizentest, LVT: Linienverfolgungstest, TAVT: Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest, PP: Periphere Wahrnehmung

### 4. Monotoner Daueraufmerksamkeitstest Quatember&Maly

#### 4.1. Ergebnisse der Untersuchung für die monotone Daueraufmerksamkeit mit dem Test nach Quatember&Maly

Es werden die Variablen „Anzahl Richtige“, „Anzahl Falsche“, „Mittelwert der Reaktionszeit Richtige“ und „Anstieg der Reaktionszeit“ untersucht.

Für die Variable „Anzahl Richtige“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 96,81 (SD = 3,600; Min = 87; Max = 100). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 98,32 (SD = 1,796; Min = 94; Max = 100). Der Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe war nicht signifikant ( $Z = -1,3$ ,  $p = ,194$ ).



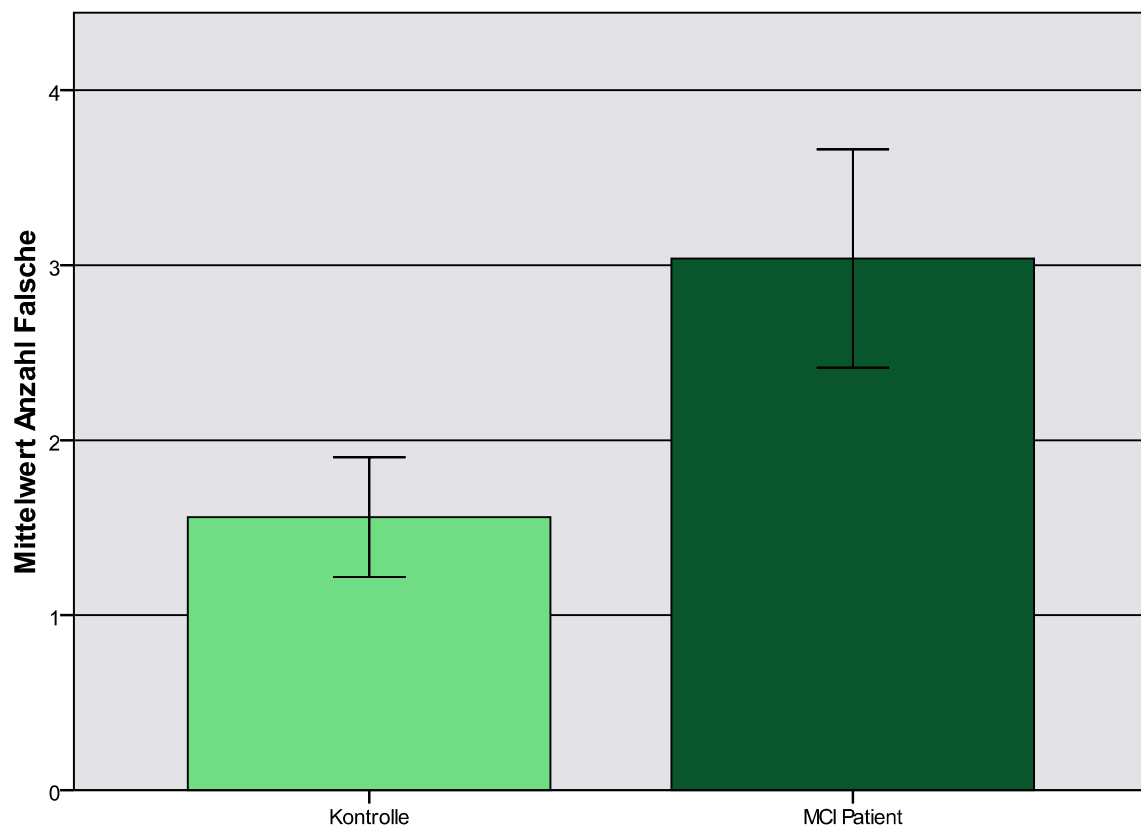
**Abb. V/19:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Anzahl Richtige“ des Daueraufmerksamkeitstests nach Quatember&Maly zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe



## Ergebnisse

---

Für die Variable „Anzahl Falsche“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 3,04 (SD = 3,181; Min = 0; Max = 13). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 1,56 (SD = 1,710; Min = 0; Max = 6). Der Unterschied zwischen den beiden untersuchten Gruppen war tendenziell signifikant ( $Z = -1,958$ ,  $p = ,050$ ).



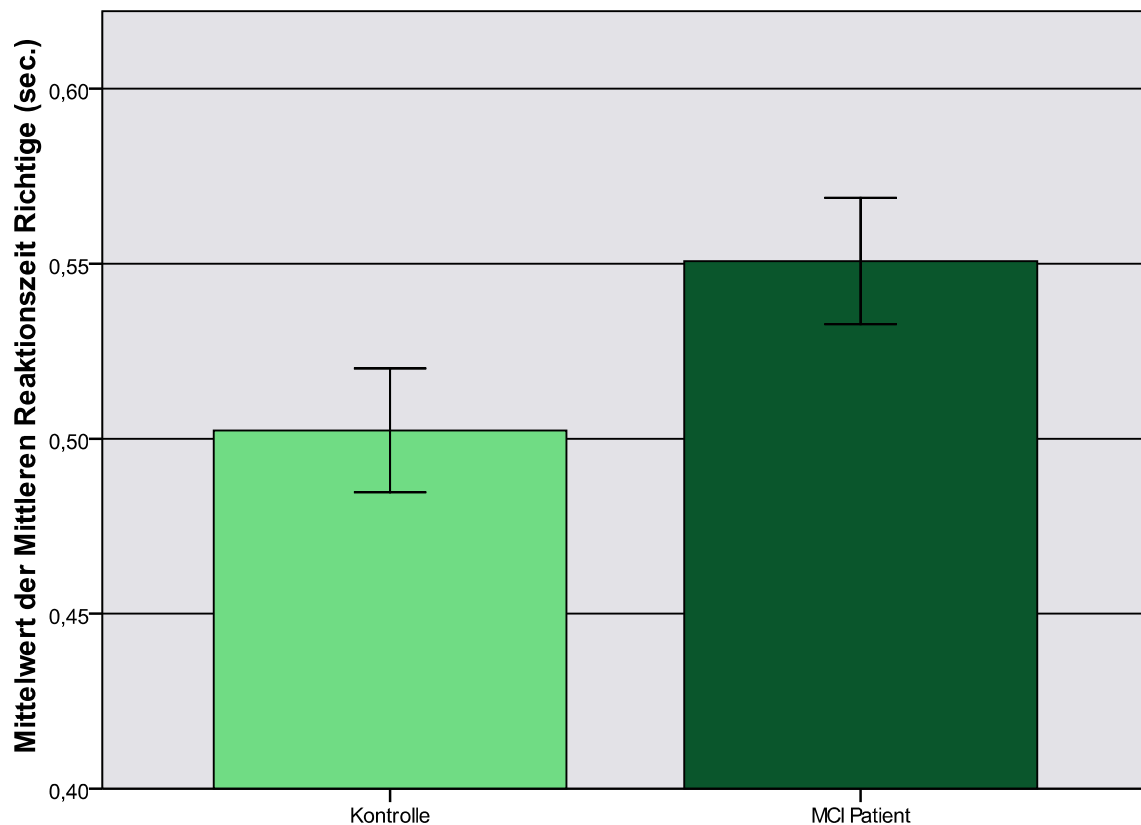
**Abb. V/20:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Anzahl Falsche“ des Daueraufmerksamkeitstests nach Quatember&Maly zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe

Der Wert für die Variable „Anzahl Richtige“ ist für die Kontrollgruppe höher als für die Patientengruppe, der Wert für die Variable „Anzahl Falsche“ niedriger, das heißt die Kontrollgruppe hat öfter richtig geantwortet und weniger Fehler gemacht.

## Ergebnisse

---

Für die Variable „Mittelwert Reaktionszeit Richtige“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 0,551 sec (SD = 0,092 sec; Min = 0,37; Max = 0,78). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 0,502 (SD = 0,089; Min = 0,35; Max = 0,71). Der „Mittelwert der Reaktionszeit Richtige“ ist in der Patientengruppe höher als in der Kontrollgruppe. Der Unterschied zwischen den Gruppen war tendenziell signifikant ( $Z = -1,708$ ,  $p = ,088$ ).

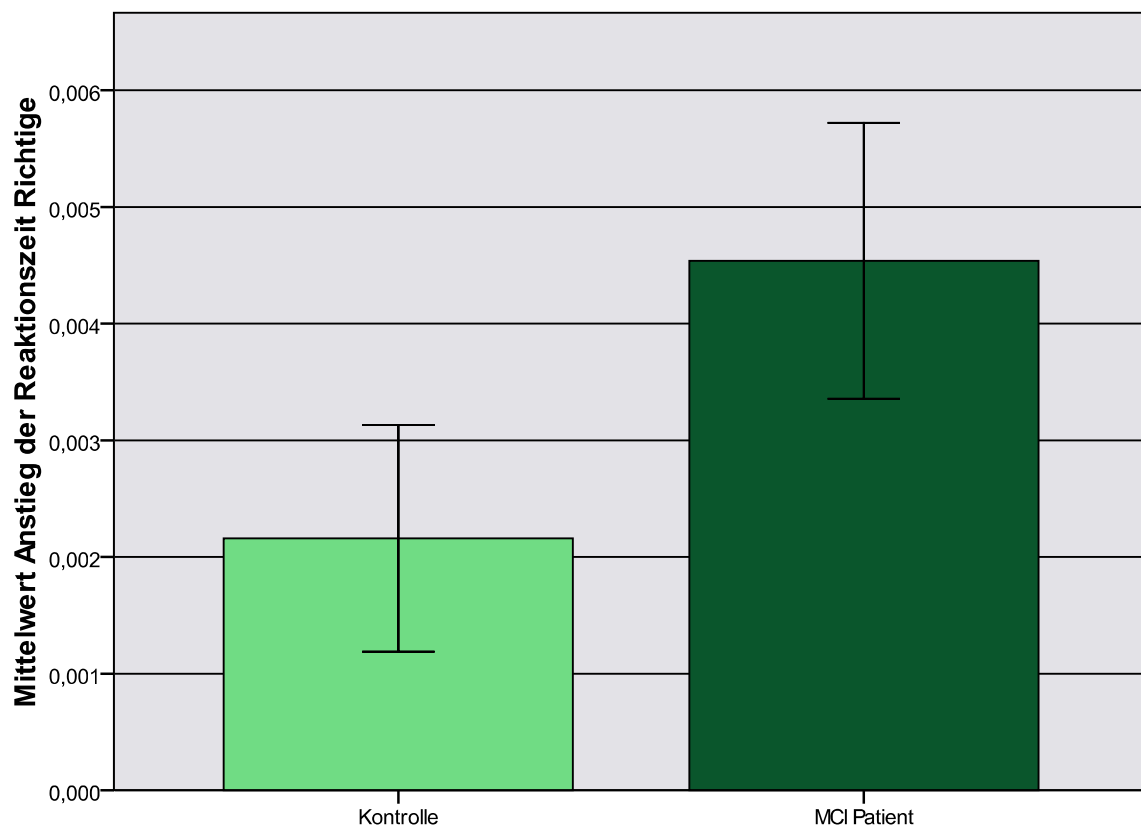


**Abb. V/21:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Mittlere Reaktionszeit Richtige“ des Daueraufmerksamkeitstests nach Quatember&Maly zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

## Ergebnisse

---

Für die Variable „Anstieg Reaktionszeit Richtige“ betrug in der Patientengruppe der Mittelwert 0,00454 (SD = 0,006035; Min = -0,004; Max = 0,027). Für die Kontrollgruppe betrug der Mittelwert 0,00216 (SD = 0,004862; Min = -0,006; Max = 0,004862).



**Abb. V/22:** Vergleich der Mittelwerte der Variablen „Anstieg der Reaktionszeit Richtige“ des Daueraufmerksamkeitstests nach Quatember&Maly zwischen Patientengruppe und Kontrollgruppe

## Ergebnisse

---

Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für die Variable „Anstieg Reaktionszeit Richtige“ ( $p = ,046$ ).

Der „Anstieg der Reaktionszeit“ ist in der Kontrollgruppe geringfügiger ausgeprägt als in der Patientengruppe. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen für diese Variable war signifikant ( $Z = -1,997$ ,  $p = ,046$ ). Für die Variablen „Anzahl Falsche“ und „Mittelwert der Reaktionszeit“ ergab sich ein tendenzieller Unterschied: „Anzahl Falsche“ ( $p = ,050$ ), „Mittelwert Reaktionszeit Richtige“ ( $p = ,088$ )

Für die Variable „Anzahl Richtige“ war kein signifikanter Unterschied vorhanden.

### 4.2. Übersicht über die Ergebnisse des Tests zur Daueraufmerksamkeit nach Quatember&Maly

**Tab. V/9:** Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchung zur monotonen Daueraufmerksamkeit

	Variable	Patienten		Kontrollen		Z	p
		Mittel	SE	Mittel	SE		
Q&M	Anzahl Richtige(R)	96,81	3,60	98,32	1,80	-1,300	,194
	Anzahl Falsche(F)	3,04	3,18	1,56	1,71	-1,958	<u>,050</u>
	Mittelwert Reaktionszeit Richtige(MRZR)	,551	,092	,502	,089	-1,708	,088
	Anstieg Reaktionszeit Richtige(ARZR)	,005	,006	,002	,005	-1,997	<u>,046</u>

**Zusammenfassend** ergibt sich bei der Untersuchung der Daueraufmerksamkeit für zwei Variablen ein signifikanter bzw. fast signifikanter ( $p = ,050$ ) Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe.

### 4.3. Vergleich der Ergebnisse des Tests nach Quatember&Maly zur Daueraufmerksamkeit mit der Normgruppe von Schuhfried

In der folgenden Tabelle werden die Prozentränge der Patientengruppe und der Kontrollgruppe vergleichend der Normstichprobe von Schuhfried gegenübergestellt.

**Tab. V/10: Vergleich mit der Normstichproben von Schuhfried® für den Test Quatember&Maly**

Test-form	Variable	Normgruppe		Kontrollgruppe		MCI	
		MW	SD	MW	PR	MW	PR
Q&M	Anzahl Richtige(R)	97,93	3,34	98,32	30-35	96,81	20-25
	Anzahl Falsche(F)	2,15	3,04	1,56	45-50	3,04	20-25
	Mittelwert Reaktionszeit Richtige(MRZR)	0,495	0,091	0,502	40-45	0,551	25-30

### 5. KSS (Karolinska Sleepiness Scale)

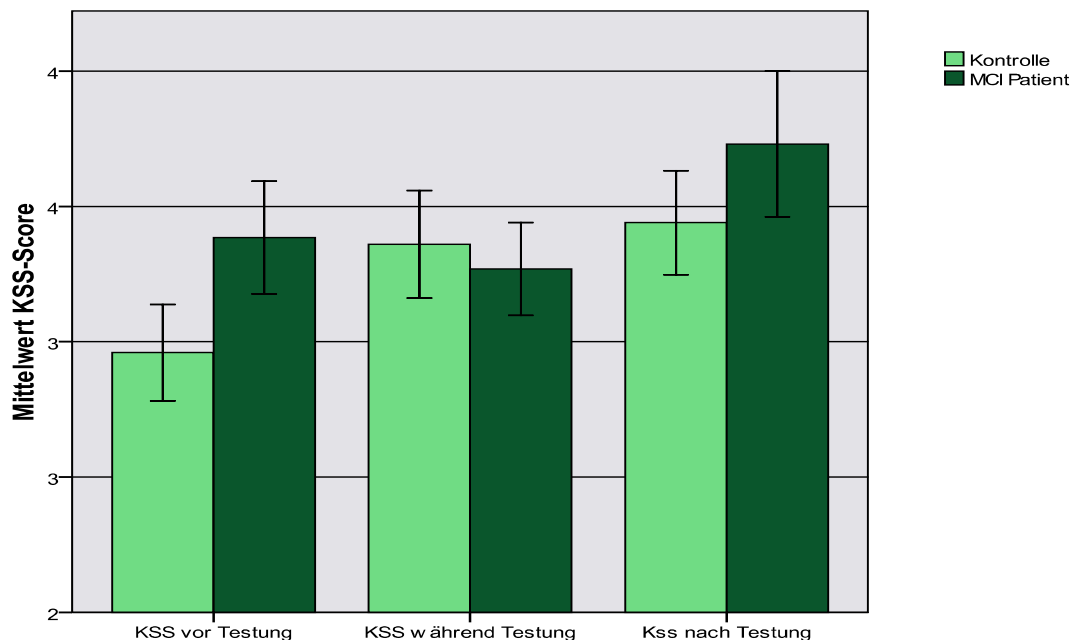
#### Ergebnisse der KSS

Anhand der Karolinska Sleepiness Scale wurde die aktuelle Schläfrigkeit der Probanden **vor**, **während** und **nach** der Testung mit dem Wiener Testsystem untersucht.

Für die Patientengruppe im Untersuchungsabschnitt KSS vor Testung betrug der durchschnittliche Score 3,38 (SD = 1,061; Min = 2; Max = 7). Für die Kontrollgruppe betrug der durchschnittliche Score 2,96 (SD = ,889; Min = 2; Max = 5).

Für die Patientengruppe im Untersuchungsabschnitt KSS während Testung betrug der durchschnittliche Score 3,27 (SD = ,874; Min = 2; Max = 6). Für die Kontrollgruppe betrug der durchschnittliche Score 3,36 (SD = 3,36; Min = 2; Max = 6).

Für die Patientengruppe im Untersuchungsabschnitt KSS nach Testung betrug der durchschnittliche Score 3,73 (SD = 1,373; Min = 2; Max = 8). Für die Kontrollgruppe betrug der durchschnittliche Score 3,44 (SD = ,961; Min = 2; Max = 6).



**Abb. V/23:** Vergleich der Mittelwerte des Karolinska Sleepiness Scale-Score vor/während/nach der Testung zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe Übersicht über die Ergebnisse der KSS

**Tab. V/11: Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchung der aktuellen Schläfrigkeit mittels KSS**

	Variable	Patienten		Kontrollen		Z	p
		Mittel	SE	Mittel	SE		
<b>KSS:</b>	<b>Score vor Testung</b>	<b>3,38</b>	1,06	<b>2,96</b>	,889	-1,596	,111
	<b>Score während Testung</b>	<b>3,27</b>	,874	<b>3,36</b>	,995	-,483	,629
	<b>Score nach Testung</b>	<b>3,73</b>	1,37	<b>3,44</b>	,961	-,412	,680

Zu keinem der drei Untersuchungszeitpunkte ergibt sich im Mann-Whitney-U-Test anhand der KSS ein signifikanter Unterschied bezüglich der aktuellen Schläfrigkeit zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe (KSS vor Testung:  $Z = -1,596$ ,  $p = ,111$ ; KSS während Testung:  $Z = -,483$ ,  $p = ,629$ ; KSS nach Testung:  $Z = -,412$ ,  $p = ,680$ ).

### VI. Diskussion

Die vorliegende Untersuchung beschäftigte sich intensiv mit der Beurteilung der Wertigkeit einzelner Faktoren, welche die Fahrtauglichkeit Älterer und im Besonderen älterer Menschen mit einer leichten kognitiven Einschränkung beeinflussen. Anhand des CERAD-Tests wurden die relevanten kognitiven Domänen entsprechend des heute gängigen Demenz-Screenings untersucht, sodass ein Profil der kognitiven Leistungsfähigkeit der Patienten und der Kontrollgruppe als Grundlage der Untersuchung vorliegend war.

Im Anschluß wurden die beiden Gruppen mit der zertifizierten Testbatterie zur Testung der Fahrtauglichkeit Expertensystem Verkehr von Schuhfried und einem Test zur monotonen Daueraufmerksamkeit untersucht. Darüberhinaus wurde mit etablierten Fragebögen-Tests Bereiche von Depression und Parameter des Schlafes untersucht, welche einen negativen Einfluß auf die kognitive Leistungsfähigkeit nehmen können.

In der kognitiven Testung mit der CERAD-Testbatterie war der cut-off-Wert eine schlechtere Leistung als -1SD in einem Untertest. Diese Personen wurden als Patienten mit einer leichten kognitiven Einschränkung bezeichnet.

Die Untersuchungen bezüglich der Stimmungslage, d. h. zum Ausschluß einer Depression, welche im Alter gehäuft vorliegt wurde mit dem Beck depression inventory durchgeführt und ergab keinen Unterschied zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe.

Die Untersuchung bezüglich einzelner Parameter des Schlafes nämlich die Schlafqualität der letzten 4 Wochen, der aktuellen Schläfrigkeit und der Tagesmüdigkeit erbrachten zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe einen signifikanten Unterschied für die Tagesschläfrigkeit. Die Tests zu den anderen schläfrigkeitsrelevanten Parametern zeigten keine signifikanten Unterschiede. Die erhöhte Tagesschläfrigkeit der Patientengruppe spricht für ein Einhergehen einer beginnenden dementiellen Entwicklung mit einer erhöhten Tagesschläfrigkeit.

Die Testung der monotonen Daueraufmerksamkeit erbrachte Unterschiede zwischen der Patienten und der Kontrollgruppe. Für die untersuchten Parameter zeigte die



Patientengruppe insgesamt schlechtere Ergebnisse als die Kontrollgruppe. Daher kann eine herabgesetzte Fähigkeit zur Daueraufmerksamkeit bei Patienten mit einer leichten kognitiven Einschränkung angenommen werden.

Die Untersuchung der Fahrtauglichkeit erbrachte für einzelne Untertests signifikante Unterschiede. Dies betraf jeweils Tests, welche eine Reaktionsschnelligkeit oder eine geteilte Aufmerksamkeit verlangten. Das Gesamtergebnis des Fahrtauglichkeitstests, welches mit einem neuronalen artifiziellen Netz als Gesamtergebnis aus den einzelnen Untertests errechnet wurde, konnte nur bedingt zwischen den beiden Gruppen unterscheiden. Sowohl Patienten als auch Kontrollgruppe schnitten im Vergleich zu einer jüngeren Vergleichspopulation schlechter ab. Es ist also anzunehmen, daß das Alter als vordringlicher Faktor für das Gesamtergebnis der Testung mit dem Expertensystem Verkehr wiegt.

Im Folgenden soll auf die einzelnen Ergebnisse und daraus resultierenden Erkenntnisse ausführlich eingegangen werden.

### **1. Ergebnisse der Untersuchung der subjektiven Parameter Schlafqualität, Chronotyp, Tagesschläfrigkeit und Depression**

Anhand der erhobenen Daten mit den Fragebögen zu einzelnen Komponenten des Schlafes, Schlafqualität, Chronotyp und zur Depression, wurden Störfaktoren, die Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit nehmen können in Form eines Screenings untersucht(94).

Da es in Studien nachgewiesene Zusammenhänge einer erhöhten Tagesschläfrigkeit und Alzheimer-Demenz gibt(85), wurde auch diese Frage in Form eines Screenings, Epworth Sleepiness Scale(ESS), und einer Untersuchung der aktuellen

Schläfrigkeit, Karolinska Sleepiness Scale(KSS); vor, während und nach der Testung aufgegriffen.

### **Pittsburgh Sleepiness Quality Scale (PSQI)**

Die Schlafqualität ist im Allgemeinen bei Älteren schlechter als bei Jüngeren(42,58). Daher wurde ein durchschnittlich leicht erhöhter Score im PSQI, zur Frage Schlafqualität, sowohl in der Patientengruppe als auch in der Kontrollgruppe erwartet (34). Der Mittelwert PSQI-Score lag sowohl für die Patienten als auch für die Kontrollen zwischen 6,0 und 6,5 und war somit leicht erhöht bei einem allgemein gültigen Grenzwert von 5. Aufgrund des Durchschnittsalters der Gruppen von 65 Jahren wurde dieser Wert aber entsprechend des aktuellen Forschungsstandes als unauffällig eingeordnet.

Ein signifikanter Unterschied bestand zwischen den Gruppen nicht und daher ist ein Einfluss der Schlafqualität auf die kognitive Leistungsfähigkeit und die daraus resultierenden Testergebnisse in den kognitiven Leistungstests nicht anzunehmen.

### **Fragebogen zum Chronotyp (D-MEQ)**

Ebenso verhält es sich für den Chronotyp. Durchschnittlich war sowohl in der Patientengruppe wie auch in der Kontrollgruppe der „moderate Morgentyp“ am häufigsten vertreten, was der Verteilung in der Normalbevölkerung insofern entspricht, dass die extremen Typen selten, die moderaten Typen dazwischen häufig sind und sich der Chronotyp mit zunehmendem Alter zum Morgen hin bewegt. Ein signifikanter Unterschied bestand zwischen den Gruppen nicht, wodurch eine Einflussnahme der Chronotypen auf die Ergebnisse der kognitiven Leistungstests in den beiden Gruppen im Wesentlichen vernachlässigt werden kann.

### **Becks Depressions Inventar (BDI)**

Ein weiterer untersuchter Screening-Parameter war das Ausmaß einer depressiven Stimmungslage anhand des BDI. Nach heutigem Forschungsstand wird gängigerweise bei Untersuchungen zur kognitiven Leistungsfähigkeit zumindest ein Screening bezüglich Depressivität durchgeführt(11), da Depressivität die kognitive Leistungsfähigkeit beeinträchtigen kann(14). Da man heute davon ausgeht, dass bei Patienten

mit einer kognitiven Störung oder einer Demenz eine begleitende depressive Stimmungslage weit häufiger als angenommen vorkommt, empfiehlt sich dieses Vorgehen außerdem. In dieser Studie ergab sich für die Patientengruppe ein Mittelwert des BDI-Scores von 8. Für die Kontrollgruppe lag der BDI-Score bei 7,5, also ein Unterschied von weniger als einem Zähler. Geht man davon aus, dass dieses Ergebnis ein repräsentatives und nicht aufgrund von anderen Faktoren entstandenes ist, weist das Ergebnis darauf hin, dass bei einer derart leichten Ausprägung der Störung der kognitiven Leistungsfähigkeit, wie es bei der untersuchten Patientengruppe der Fall war, eine verstärkt depressive Komponente im Vergleich zu Gesunden noch nicht vorhanden, bzw. deutlich ausgeprägt ist.

Ein einflussnehmender Faktor für einen möglicherweise zu gut ausgefallenen BDI-Score im Vergleich zur Grundgesamtheit könnte sein, dass die Patienten freiwillig an der Studie teilnahmen und dies ein gewisses Maß an Antrieb voraussetzte. Personen, die einen höheren BDI-Score gezeigt hätten, haben gegebenenfalls die Studienteilnahme schon im Vorfeld abgelehnt, und somit zu einem Ausschluss der höheren BDI-Scores geführt.

Diesbezüglich sollten weitere Untersuchungen zur Korrelation von Depressivität und MCI erfolgen.

### **Epworth Sleepiness Scale (ESS)**

Ein signifikanter Unterschied zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe ergab sich im Rahmen des Screenings mit den verschiedenen Fragebögen einzig für die Ausprägung der Tagesschläfrigkeit. Verwendet wurde hierfür die Epworth-Sleepiness-Scale. Für die Patientengruppe lag der Mittelwert des ESS-Scores bei 7,3, für die Kontrollgruppe bei 4,7. Anhand dieser Studie muss man also von einer erhöhten Tagesschläfrigkeit bei der MCI-Gruppe im Vergleich zu Gesunden ausgehen, was klinische Annahmen bestätigen würde und mit den Studien zur erhöhten Schläfrigkeit bei Alzheimer-Demenzpatienten übereinstimmt(85). Es kann sich dabei um einen primären Krankheitseffekt handeln oder darauf zurückzuführen sein, dass die Patienten eine permanent höhere Anstrengung an den Tag legen müssen, um ihre kognitiven Defizite ausreichend zu kompensieren und dadurch im Tagesverlauf schneller ermüden.

## 2. Diskussion der Ergebnisse zu schläfrigkeitsrelevanten Parametern

### Daueraufmerksamkeit nach Quatember&Maly

Mit der 25-minütigen Untersuchung der Aufmerksamkeit bei niedriger Reizrate, waren die Bedingungen eines Tests der Daueraufmerksamkeit erfüllt.

Die Anzahl der richtigen Reaktionen lag bei 100 kritischen Reizen bei der Patientengruppe durchschnittlich bei 96,8 Reaktionen, bei der Kontrollgruppe bei 98,3 Reaktionen. Ein signifikanter Unterschied ergab sich nicht.

Von der Patientengruppe wurde der Test zum Teil als sehr anstrengend beschrieben. Bezüglich der Mittleren Reaktionszeit ließ sich ein tendenzieller ( $p = 0,88$ ) Unterschied zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe darstellen. In der Studie von GIAMBRA&QUILTER wurde eine signifikante Reduktion der richtigen Reaktionen und der Reaktionsgeschwindigkeit ab einem Alter von 60 im Vergleich zu Jüngeren angegeben(51). Man kann also annehmen, dass der Faktor Alter hier eine größere Rolle spielt als der Unterschied „Kognitiv gesund“ und MCI.

Dies entspricht auch der Untersuchung von WYNS&BRUYER, 1988, die besagt, dass besonders die Komplexität einer Aufgabe die Reaktionsgeschwindigkeit beeinflusst und die Geschwindigkeit zudem altersabhängig ist(126).

Die Anzahl der „falschen Reaktionen“ ist bei Daueraufmerksamkeitsverfahren der Art wie die Untersuchung nach Quatember&Maly gering, oft sogar gleich Null. In dieser Studie machte die Patientengruppe durchschnittlich 3 Fehler, die Kontrollgruppe 1,6.

Die Signifikanz für den Unterschied war mit  $p = 0,05$  grenzwertig. In der Untersuchung von KRAMM(81) machten jüngere Personengruppen weniger Fehler als ältere, sodass man sowohl von einem Alterseffekt als auch von einer Zunahme der Fehlerhäufigkeit aufgrund des Faktors MCI ausgehen kann.

Nur für den Anstieg der Reaktionszeit Richtige war der Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe mit  $p = 0,046$  signifikant. Dieses Ergebnis legt nahe, dass die Belastung im Rahmen der Testung für die Patientengruppe höher war als für die Kontrollgruppe und dass diese mit zunehmender Dauer der Untersuchung noch zunahm.

### **Untersuchung der aktuellen Schläfrigkeit**

Die aktuelle Schläfrigkeit der beiden Gruppen wurde jeweils vor der Testung während der Testung und nach der Testung mit der Karolinska Sleepiness Scale untersucht. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe. Die Testergebnisse sind somit nicht durch eine unterschiedliche Schläfrigkeit in den beiden untersuchten Gruppen zum Zeitpunkt der Testung mit dem Expertensystem Verkehr und dem Test nach Quatember&Maly beeinflusst.

Außerdem hat die Untersuchung bei beiden Gruppen nicht zu einer unterschiedlichen Ermüdung geführt, welche sich in einer verstärkten aktuellen Schläfrigkeit zum Zeitpunkt der 2. oder 3. Testung mit der KSS niedergeschlagen hätte.

### **3. Verkehrspsychologische Testung Testung mit dem Schuhfried Expertensystem Verkehr**

Für diese Studie wurde zunächst die zur Untersuchung der kraftfahrerspezifischen Leistungsfähigkeit zugelassene Kerntestbatterie ausgewählt. Diese setzte sich aus dem AMT, RT, DT, COG, TAVTMB und PP zusammen. Ergänzt wurde die Kerntestbatterie durch den fakultativen LVT.

#### **Adaptiver Matrizentest (AMT)**

Der AMT wurde durchgeführt um eine Schätzung der Allgemeinen Intelligenz im Rahmen der Testbatterie mit vorzunehmen. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe. Daher kann der Faktor einer unterschiedlich ausgeprägten Intelligenz als Ursachen unterschiedlicher Testergebnisse zwischen den untersuchten Gruppen ausgeschlossen werden. Dies

deckt sich mit der deskriptiven Untersuchung der Bildungsgrade, die sich ebenfalls nicht signifikant unterscheiden.

Zu dem Test an sich ist zu bemerken, dass er ein hohes Anforderungsniveau hat und stark motivationsabhängig ist. Aufgrund einer fehlenden Zeitvorgabe wurde von den Probanden eine stark unterschiedliche Bearbeitungszeit gewählt, was mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Einfluss auf das Testergebnis hatte. In einer Begutachtungssituation dürfte dieser Unterschied vermutlich geringer ausfallen, weil dann die Motivation der Probanden entsprechend der Fragestellung jeweils ähnlich ist. Der AMT untersucht nur eine Facette der Allgemeinen Intelligenz und kann deshalb einen klassischen Intelligenztest nicht ersetzen. Um sonst unerkannte Fälle herauszufiltern, bei denen schlechte Testergebnisse auf eine unterdurchschnittliche Intelligenz zurückzuführen sind, dürfte der Test geeignet sein. Er ist jedoch mit einem relativ hohen Zeitaufwand verbunden.

### **Linienverfolgungstest (LVT)**

Ebenfalls als Ergänzung zur Kerntestbatterie wurde mit dem LVT die räumliche Orientierung untersucht, die bei dementieller Entwicklung häufig betroffen ist(33). Auch die Güte der Aufmerksamkeit spielte bei diesem Test eine Rolle.

Zusammenfassend ergab sich für die untersuchten Variablen im LVT kein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe. Auch führte die Unterscheidung zwischen Betrachtungszeit und Bearbeitungszeit diesbezüglich zu keinen unterschiedlichen Ergebnissen. Im Vergleich zur jüngeren Normgruppe von Schuhfried lagen die Ergebnisse sowohl für die Patienten- als auch die Kontrollgruppe bei einem Prozentrang von 25 - 30. Die jüngere Normgruppe von Schuhfried führte den Test LVT also durchschnittlich schneller aus als die Patienten und die Kontrollgruppe dieser Studie. Der LVT verlangt in erster Linie eine schnelle Bearbeitung um einen hohen Score zu erreichen, weil die Anzahl der richtigen Reaktionen in einer bestimmten Zeiteinheit gemessen wird. Da Ältere häufig zu der Kompensationsstrategie „sich Zeit für eine Aufgabe nehmen“ greifen(118), fällt dieser Faktor hier besonders ins Gewicht. Allerdings ist zum Setting dieser Studie zu bemerken, dass der LVT als letzter Test der Testbatterie durchgeführt wurde und nicht ausgeschlossen werden kann, dass besonders die Patientengruppe zu diesem

Zeitpunkt von Ermüdungserscheinungen betroffen war, obwohl diese anhand der KSS nicht verifiziert werden konnten.

### **Reaktionstest (RT)**

Die Untertests der Kerntestbatterie wurden in der Reihenfolge RT, DT, COG, TAVTMB und PP durchgeführt. Beeinträchtigungen können daher gegebenenfalls auch noch für den RT angenommen werden, der als erster Untertest durchgeführt wurde. In der Patientengruppe herrschte vermehrt Verunsicherung bezüglich des Computerarbeitsplatzes, obwohl die Testanleitung auch bei Bedarf mehrfach durchlaufen werden konnte und die Testleiterin immer anwesend war. Im Verlauf der Testung stabilisierte sich diese Verunsicherung rasch. Die Beobachtung deckt sich aber mit den Erkenntnissen aus anderen Studien, dass Patienten mit einer kognitiven Beeinträchtigung über eine mangelnde kognitive Flexibilität verfügen, TRAYKOV, 2007(117). Dies kann sich bei der Bearbeitung von unbekannten Aufgaben negativ auswirken.

Für die untersuchten Variablen zur Reaktionsgeschwindigkeit und zur Güte der Reaktion ergab sich zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied. Die „Reaktionsgeschwindigkeit“ war in der Patientengruppe langsamer als in der Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe war wiederum langsamer als die durchschnittlich 43,5-jährige Normgruppe von Schuhfried, wenn hier auch die Differenz kleiner war. Dies deckt sich mit den Untersuchungen von BURGARD und Mitarbeitern, 2005(22), dass Ältere im Vergleich zu Jüngeren generell eine langsamere Reaktionszeit aufweisen. Dort war bei den älteren Probanden eine Verlangsamung der Reaktionsgeschwindigkeit aufgefallen, jedoch nicht bei der Gruppe der dort ebenfalls untersuchten neurologischen Patienten. In dieser Gruppe lag der Schwerpunkt auf Aufmerksamkeitsdefiziten.

Das Ergebnis zur „Mittleren motorischen Zeit“ kann nur eingeschränkt gewertet werden, da sie entgegen den Erwartungen in der Kontrollgruppe langsamer als in der Patientengruppe ausfiel, das Ergebnis für die gekoppelte Reaktionszeit aber, wie erwartet, für die Patientengruppe deutlich langsamer war. Nicht geklärt werden konnte der Grund, warum die Mittlere motorische Zeit als einziger Parameter, konträr zum erwarteten Ergebnis ausfiel.

### Determinationstest (DT)

Der DT, der die geteilte Aufmerksamkeit und die Reaktionsgeschwindigkeit untersuchte, war sowohl für die Patientengruppe als auch für die Kontrollgruppe häufig schwierig zu bewältigen. Dabei wurden die Schnelligkeit, mit der die unterschiedlichen Reize aufeinander folgten und die Dauer des Tests, 4 Minuten, als Überforderung erlebt. Hier fallen sicherlich auch die motorischen Einschränkungen der Älteren, langsamere Bewegungen, Arthrose, etc. gegenüber einer jüngeren Normgruppe ins Gewicht. Die Versuchsanordnung dagegen wurde trotz Reizvielfalt von allen Probanden problemlos verstanden.

Ein signifikanter Unterschied bestand zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für die „Anzahl der richtigen Reaktionen“ und für die „Anzahl der Ausgelassenen“ (Reize). Die „Falschen Reaktionen“ stimmten mit 14,69 in der Patientengruppe und 14,68 in der Kontrollgruppe nahezu überein. Für die Normgruppe von Schuhfried – durchschnittlich 48 Jahre - lag der Wert bei 12,93. Von BARACAT&MARQUIE, 1992, wurde festgestellt, dass Ältere falsche Reaktionen Ausgelassenen vorziehen und dies als gesteigerte Risikofreudigkeit interpretiert wird(10). Dieser Befund ließ sich in dieser Studie bestätigen, da die „Falschen Reaktionen“ im Vergleich zur jüngeren Normgruppe zunahmen, die „Ausgelassenen“ nur in der Patientengruppe zunahmen und in der Kontrollgruppe sogar um 2 Zähler niedriger als in der Normgruppe lagen. Die „Richtigen Reaktionen“ waren in der Patientengruppe signifikant weniger als in der Kontrollgruppe und in beiden Gruppen deutlich weniger als in der Normgruppe. Dieses Ergebnis deckt sich mit verschiedenen Untersuchungen, die angeben, dass sich die Reaktionsgeschwindigkeit im Alter mit zunehmender Komplexität der Aufgabe überproportional verlangsamt(114) (83).

Der „Median der Reaktionszeit“ war nicht signifikant unterschiedlich, aber mit  $p = 0,062$  bestand ein tendenzieller Unterschied. Die Anzahl der Reize und die Anzahl der gesamten Reaktionen unterschieden sich ebenfalls tendenziell. Diese Messungen waren möglich, weil es sich um ein adaptives Messverfahren handelte. Auch dies bestätigt die oben beschriebene Verlangsamung bei Älteren bei zunehmender Komplexität der Aufgabe und deckt sich mit Studien, die eine Abnahme der geteilten Aufmerksamkeit im Alter beschreiben, BROUWER 1991(19).



Für die Gruppe der MCI-Patienten waren die Ergebnisse gegenüber der Kontrollgruppe noch einmal schlechter. Man kann aufgrund dieser Ergebnisse davon ausgehen, dass die geteilte Aufmerksamkeit bei den MCI-Patienten einen größeren Abstrich erlitten hat als bei den „nur“ Älteren.

### **Cognitrone (COG)**

Im COG war einzig für die Hauptvariable „Korrekte Zurückweisung“ ein signifikanter Unterschied zu vermerken. Bezüglich der Reaktionszeit waren die Unterschiede unerheblich. Es ergab sich in dieser Studie also ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe für die Aufmerksamkeitsleistung, die besonders an visuelle Wahrnehmung gekoppelt ist. Im Vergleich zur jüngeren Normgruppe war der Leistungsabfall geringer ausgeprägt als bei den Tests zur geteilten Aufmerksamkeit.

### **Tachioskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVT)**

Der TAVT wurde von einzelnen Probanden, besonders aus der Patientengruppe, als sehr schwierig empfunden, was häufig zu einem anfänglichen Motivationstief führte und besonders die Patienten dazu neigten, dann die Fragen per Raten zu beantworten. Hier war dann ein Eingreifen der Testleiterin notwendig um kein verfälschtes Ergebnis zu erhalten. Ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe wurde nicht festgestellt. Eine Verlangsamung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Schwierigkeiten bei der visuellen Suche wurden bereits von BALL, 1991(9) als zentraler Alterseffekt beschrieben. In der vorliegenden Studie ergab sich kein Unterschied für die untersuchten Gruppen, so dass die Überblicksgewinnung bei den Älteren als auch bei den MCI-Patienten in ähnlicher Weise beeinträchtigt scheint.

### **Periphere Wahrnehmung (PP)**

Der Test PP fordert wiederum eine geteilte Aufmerksamkeit, und zwar eine zentrale und eine periphere visuelle. Ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe wurde für die Variable „Median

Reaktionszeit“, nicht für die Variablen „Gesichtsfeld“ und „Trackingabweichung“, festgestellt. Dies spricht für eine langsamere Reaktionsfähigkeit der MCI-Patienten. In der Untersuchung von BURGARD, 2005(22) zeigte sich eine verlangsamte Verarbeitungsgeschwindigkeit im PP bei den Senioren gegenüber den Jüngeren. Die MCI-Patienten zeigen also noch einmal eine Verschlechterung, die über einen alleinigen Alterseffekt hinausgeht.

### **Gesamturteil über die kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit**

Das Gesamturteil des Expertensystems Verkehr fällt für die Patientengruppe und die Kontrollgruppe in den Kategorien(4+5), welche eine ausreichende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit bestätigen gleich aus. In der Kategorie(3), welche aufgrund eines unklaren Ergebnisses eine weitere Testung – gängigerweise eine Fahrprobe- nötig macht überwiegt die Kontrollgruppe. In den Kategorien(1+2), welche ein negatives Urteil über die kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit erheben, überwiegt die Patientengruppe um das Doppelte.

Zusammenfassend fällt auf, dass sowohl die Patientengruppe als auch die Kontrollgruppe durchschnittlich schlechter abschneiden als die jüngeren Normgruppen von Schuhfried, welche im Mittel um 20 Jahre jünger ist. In beiden in dieser Studie untersuchten Gruppen erreichten an die 50% der Probanden keine ausreichende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit.

Das Alter, schon alleine für sich genommen, scheint also ein wesentlicher Faktor für eine schlechte kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit zu sein.

Die kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit beruht unter anderem auf der Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit und Bewältigung von mehreren Aufgaben zugleich. In einer Studie von GOTHE, 2007(53), wurde explizit die Fähigkeit von älteren Erwachsenen untersucht, zwei Aufgaben, Zahlengedächtnis und visuospatiales Gedächtnis, gleichzeitig zu erledigen. Nach einer Übungsphase, waren alle jungen Erwachsenen in der Lage zwei Aufgaben gleichzeitig ohne zusätzlichen Zeitaufwand zu erledigen. Von den Älteren konnte kein einziger dieses Übungsziel erreichen. Auch aus dieser Untersuchung geht wieder hervor, dass es altersabhängig zu einem

Nachlassen der Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit und parallelem Verrichten von Aufgaben kommt.

Bezüglich der Vorhersagekraft des Testverfahrens muss gewertet werden, dass Ältere in testpsychologischen Untersuchungen im Mittel schlechter abschneiden als Jüngere(77). Von einem nicht bestandenem Test darf also bei der höheren Altersgruppe, das gilt natürlich auch für die heterogenere Gruppe der MCI-Patienten, nicht zwingend auf eine Fahruntauglichkeit geschlossen werden. Es müssen dann weitere Untersuchungen, besonders bezüglich vorhandener Kompensationsmechanismen erfolgen.

Die Unfallhäufigkeit, die in dieser Untersuchung sowohl in der Patientengruppe als auch in der Kontrollgruppe praktisch zu vernachlässigen war(Patientengruppe: kein Unfall; Kontrollgruppe: 1 Unfall), darf als Kriterium bezüglich der kraftfahrer-spezifischen Leistungsfähigkeit ebenfalls nur bedingt gewertet werden. Bei einem Unfall handelt es sich um ein statistisch so seltenes Ereignis, dass auch eine nicht ausreichende kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit vorliegen kann, wenn der Fahrer bisher an noch keinem Unfall beteiligt war. Korrelierend dazu, das Ergebnis dieser Studie mit einem hohen Anteil einer nicht ausreichenden kraftfahrer-spezifischen Leistungsfähigkeit in Gegenüberstellung zu einem fast völligen Fehlen von Unfallbeteiligung in den letzten 5 Jahren. Ebenfalls für diese Studie zutreffend scheint der Zusammenhang, dass ältere Kraftfahrer oder MCI-Patienten über Kompensationsmechanismen verfügen, die trotz schlechter testpsychologischer Ergebnisse ein noch adäquates Führen eines PKWs erlauben. Außerdem wird durch ein Vermeidungsverhalten dem Auftreten eines Unfallereignisses vorgebeugt.

#### **4. Einordnung des Schweregrades der kognitiven Leistungsbeeinträchtigung mit der CERAD-Testbatterie**

Als Routinediagnostikum für die kognitive Leistungsfähigkeit hat sich in der Praxis in den letzten Jahren die 1989 entwickelte CERAD-Testbatterie durchgesetzt(107). Die Überprüfung des Leistungsniveaus der Patienten mit MCI und der Kontrollpersonen erfolgte in dieser Studie ebenfalls mit der CERAD-Testbatterie.

Die Patienten mussten im MMSE mindestens 24 Punkte erreichen und in mindestens einem anderen Untertest der CERAD-Testbatterie schlechter als -1 SD sein. Die Kontrollpersonen mussten im MMSE mindestens 27 Punkte erreichen und durften in keinem Untertest der CERAD-Testbatterie schlechter als -1 SD sein. Mit der Wahl von -1 SD als Grenzwert wurde anlehnend an verschiedenen Studien, der strengste Grenzwert gewählt(11, 44, 109). Anhand von Voruntersuchungen hatte sich gezeigt, dass es bei Patienten mit schlechteren Ergebnissen in der CERAD-Testbatterie, z.B. < -1,5 SD in mind. einem Untertest, die geplante Testung mit dem Expertensystem Verkehr und der Daueraufmerksamkeit nach Quatember&Maly schnell zu Bodeneffekten kam.

Die Mittelwerte der z-Werte für die einzelnen Untertests lagen für die Patientengruppe alle unter 0. Der höchste Mittelwert, dass heißt in diesem Untertest hatte die Patientengruppe durchschnittlich am besten abgeschnitten, ergab sich für die „Konstruktive Praxis“ mit  $z = -0,163$ , der niedrigste für „MMSE(Standardabweichung)“ mit  $-1,074$ . Die anderen Mittelwerte von z lagen für 4 Untertests zwischen 0 und  $-0,5$  und für 6 Untertests zwischen  $-0,5$  und  $-1$ . Dieser Befund deckt sich mit den Erkenntnissen zur CERAD-Testbatterie, dass die „Konstruktive Praxis“ für eine Früherkennung einer kognitiven Störung nicht sensitiv ist(11). Zur Früherkennung sind besonders die semantische Wortflüssigkeit und die unmittelbare Wortwiedergabe sensitiv(11).

Für die Kontrollgruppe lagen die Mittelwerte der z-Werte der einzelnen gemessenen Parameter in der CERAD-Testbatterie alle über 0. Der höchste Mittelwert ergab sich bei der Kontrollgruppe für die „Verbale Flüssigkeit“ mit  $z = 1,416$ , der niedrigste für „MMSE(Standardabweichung)“ mit  $z = 0,274$ . Drei weitere Mittelwerte für einzelne gemessene Parameter lagen zwischen 0 und 0,5, 5 zwischen 0,5 und 1 und 1 bei 1,004. Die semantische Wortflüssigkeit, die im Untertest „Verbale Flüssigkeit“ untersucht wird, ist besonders sensitiv für die Früherkennung einer kognitiven Störung(11). Der hohe z-Wert für die Verbale Flüssigkeit in der Kontrollgruppe spricht dafür, dass sich die Kontrollgruppe wirklich aus kognitiv Gesunden zusammensetzt(50).

Bezüglich des Ergebnisses, dass der MMSE bei der Patientengruppe und der Kontrollgruppe am schlechtesten ausfällt, bestätigt, dass der MMSE ein gutes

Screening-Instrument nicht nur für die Demenz, sondern auch für eine leichte kognitive Störung ist und auch leichte kognitive Defizite im Rahmen der CERAD-Testbatterie sensitiv aufzeigt. Dieses Ergebnis steht in Widerspruch zu Tests, welche ergeben haben, daß Patienten mit MCI Normalergebnisse im CERAD erreichen(49). Hier sollte vielleicht eine größere Wertung auf eine Abstufung des Ergebnisses im oberen Punktbereich (27-30 Punkte) des MMSE gelegt werden, um diese schnelle Screening-Methode optimiert zu nutzen.

Für sämtliche Untertests konnte mit dem Mann-Whitney-U-Test ein signifikanter Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe dargestellt werden.

## 5. Schwierigkeit der Definition MCI

Die Schwierigkeit, die sich zunächst für diese Studie stellte, bestand darin eine praktikable Operationalisierung für die Diagnose MCI zu finden.

Aufgrund der regen Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der dementiellen Erkrankungen und deren Vorformen im letzten Jahrzehnt wurden von verschiedenen Forschungsgruppen die unterschiedlichsten Definitionen postuliert und weiterentwickelt. Die entscheidenden Unterschiede bezogen sich hier jeweils auf die Ätiologie der Erkrankung, den Ein- oder Ausschluss bestimmter kognitiver Domänen in die Definition, hierbei mit besonderem Schwerpunkt auf dem Gedächtnis, und die entsprechenden cut-off-Werte in der neuropsychologischen Testung.

Ab dem Jahr 2004 entstand zunehmend ein Konsens hin zu der Definition von Petersen unter Verlassen der rigiden Einschränkung auf eine ausschließliche Beeinträchtigung des Gedächtnisses als einzige beeinträchtigte kognitive Domäne für die Diagnose MCI. Die Einschränkung auf das Gedächtnis als einzige beeinträchtigte kognitive Domäne ist nun der Unterform amnestic MCI vorbehalten, welche mit einem erhöhten Risiko einer Konversion zur Alzheimer-Demenz einhergeht(109).

Einheitlich festgelegte cut-off-Werte zur Diagnosestellung, sei es nun MCI allgemein oder amnestic MCI finden sich in der Literatur noch nicht. Allgemein praktisch angewendet werden folgende Werte: Ein Score  $< 24$  Punkten im MMSE entspricht nicht mehr einer leichten kognitiven Störung, sondern einer Demenz. Z-Werte im CERAD von größer -1SD sind als unauffällig einzuordnen(11,109)

Entsprechend wurde auch in dieser Studie und auf der Grundlage der revidierten Kriterien nach Petersen die Operationalisierung für die MCI-Patientengruppe vorgenommen und die cut-off-Werte wie oben beschrieben festgelegt.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass der neuropsychologischen Testung bezüglich der Diagnosestellung einer kognitiven Störung eine übermäßig große Bedeutung zukommt, weil die Grenzen zwischen den gesunden Älteren und den Patienten mit MCI, bzw den MCI-Patienten und den Patienten mit einer leichten Demenz fließend sind und zum jetzigen Zeitpunkt weder bildgebende Verfahren noch Laborparameter bis auf eine tendenzielle Einschätzung zur Diagnosestellung beitragen können. In Zukunft ist daher noch Forschungsarbeit nötig um genaue und einheitliche cut-off-Werte für MCI festzulegen.

## 6. Ausblick

Es fiel in dieser Untersuchung auch eine Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der CERAD-Testbatterie und den Ergebnissen der verkehrspsychologischen Testung auf. Gesunde ältere Probanden, die in der CERAD-Testbatterie ein gutes Ergebnis zeigten erbrachten in einzelnen Untertests des Expertensystems Verkehr unterdurchschnittliche Ergebnisse. Diese Tests beinhalteten wie oben beschrieben zumeist Aufgaben, welche eine Reaktionsschnelligkeit verlangten oder geteilte Aufmerksamkeit erforderten. Eine kognitive Testung, wie sie gängiger Weise in einer Gedächtnisambulanz erfolgt, ist daher zur Beurteilung der Fahrtauglichkeit nicht ausreichend. Diese Fragestellung bedarf einer speziellen Untersuchung.

Für einzelne Untertests, bzw. für einzelne untersuchte Parameter der Untertests der verkehrspsychologischen Testung wurden für die Patientengruppe signifikant schlechtere Ergebnisse erhoben als für die Kontrollgruppe. Das Gesamtergebnis des Expertensystem Verkehr fiel jedoch für die Patientengruppe und die Kontrollgruppe

nahezu gleich aus. Das heißt mit der Vernetzung der Ergebnisse der einzelnen Untertests des Expertensystems Verkehr durch die Verwendung eines artifiziellen neuronalen Netzes konnte der Unterschied zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe nicht erhoben werden. Diesbezüglich ist weitere Forschungsarbeit nötig.

Nicht außer Acht zu lassen ist dabei, daß das Alter allein ein wesentlicher Faktor für das schlechte Abschneiden in verkehrspsychologischen Tests zu sein scheint. Und im Alter Kompensationsmechanismen wie jahrelange Erfahrung, gesteigerte Vorsicht und selbstständige Einschränkung der Fahrtätigkeit bzw. Vermeidung von Gefahrenmomenten sehr gut greifen. Eine Fahrprobe ist daher in Grenzfällen für eine Entscheidungsfindung über die Fahrtauglichkeit unumgänglich.

### VIII. Literaturverzeichnis:

1. Adler G, Rottunda S, Dysken M. The older driver with dementia: an updated literature review. *J Safety Res.* 2005;36(4):399-407
2. Aebi C. Validierung der neuropsychologischen Testbatterie CERAD-NP, eine Multi-Center Studie. Basel: Dissertation, Universität Basel, 2002
3. Akerstedt T, Gillberg M. Subjektive and objektive sleepiness in the active individual. *Int. J. neuroscience.* 1990; 52:29-37
4. Albert MS, Heller HS, Milberg W. Changes in naming ability with age. *Psychol.Aging*, 1988, Jun;3(2):173-8
5. American Psychiatric Association (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition. DSM-IV Am Psychiatr Assoc Washington International classification of disease, german modification(ICD-10-GM), Version 2009
6. Artero S, Tierney MC, Touchon J et al. Prediction of transition from cognitive Impairment to senile dementia: a prospective longitudinal study. *Acta Psychiatr Scand* 2003; 107: 390-93
7. Backhaus J, Niemann T, Hohagen F et al. Test-Retest reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index in patients with primary insomnia. *World J Biol Psychiatr* 2001; 2: 374
8. Baddeley AD, Hitch GJ. Development of working memory: should the Pascual-Leone and the Baddeley&Hitch models be merged? *J Exp Child Psychol* 2000; Oct; 77(2):89-109
9. Ball K, Roenker D, Owsley C et al. Driving and visual search – expanding The useful field of visual view. *Investigative Ophthalmology and visual Science* 1991;31:1748
10. Baracat B, Marquie JC. Age differences in sensitivity, response bias and reaction time on a visual discrimination task. *Experimental Aging Research* 1992; 18(1-2):59-66
11. Barth S, Schönknecht P, Pantel J et al. Neuropsychologische Profile in der Demenzdiagnostik: Eine Untersuchung mit der CERAD-NP-Testbatterie. *Fortschr Neurol Psychiat* 2005; 73: 1-9
12. Bartolini M, Coccia M, Luzzi S et al. Motivational symptoms of depression mask preclinical Alzheimer's disease in elderly subjects. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2005; 19(1): 31- 6



13. Berres M, Monsch AU, Bernasconi F et al. Normal ranges of neuropsychological tests for the diagnosis of Alzheimer's disease. *Stud. Health Technol Inform* 2000; 77: 195-199
14. Biringer E, Mykletun A, Dahl AA. The association between depression, anxiety, and cognitive function in the elderly general population--the Hordaland Health Study. *Int.J.Geriatr.Psychiatry* 2005; 20(10): 989-997
15. Blennow K. CSF biomarkers for mild cognitive impairment. *J Intern Med* 2004; 256: 224-34
16. Bleuler E, Lehrbuch der Psychiatrie, Springer Verlag, Berlin 15.Auflage, 1983, bearbeitet von Manfred Bleuler et al. Seite 77
17. Bloch KE, Schoch OD, Zhang JN. German Version of the Epworth sleepiness scale. 1999
18. Broadbent DE, Perception and Communication. Pergamon Press, Oxford 1958
19. Brouwer WH, Waternik W, van Wolffelaar PC et al. Divided attention in experienced young and older driver. Lane tracking and visual analysis in a dynamic driving simulator *Human Factors* 1991; 33(5):573-582
20. Brown LB, Ott BR. Driving and dementia: a review of the literature. *J Geriatr Psychiatry Neurol* 2004; Dec; 17(4):233 - 40
21. Bundesministerium für Gesundheit, 2008, <http://www.bmg.bund.de>
22. Burgard E. Fahrkompetenz im Alter. Die Aussagekraft diagnostischer Instrumente bei Senioren und neurologischen Patienten. Dissertation ,2005, Ludwig-Maximilian-Universität München
23. Busse A, Bischof J, Riedel-Heller SG et al. Mild cognitive impairment: Subclassifications for mild cognitive impairment: prevalence and predictive validity. *Psychological Med* 2003; 33: 30-39
24. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH et al. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989;28:193- 213
25. Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH et al. Quantification of subjective sleep in healthy elderly men and women using Pittsburgh Sleep Quality Index(PSQI) *Sleep* 1992; Feb: 15(1):83

26. Buysse DJ, Hall ML, Strollo PJ. Relationships between the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), Epworth Sleepiness Scale (ESS), clinical/polysomnographic measures in a community sample. *J.Clin.Sleep Med.* 2008;4: 563-571
27. Carr DB, Ducheck J, Morris JC. Characteristics of motor vehicle crashes of drivers with dementia of the Alzheimer typ. *J Am Geriatr Soc.* 2000 Jan; 48(1):18-22
28. Cattell RB. Fluid and Crystallized Intelligences. *Proc Natl Acad Sci USA* Vol 105, no. 19: 6022-29
29. Collie A, Maruff P, Shafiq-Antonacci R et al. Memory decline in healthy older people, implications for identifying mild cognitive impairment. *Neurology* 2001;56:1533-1538
30. Copeland MP, Daly E, Hines V et al. Psychiatric symptomatology and prodromal Alzheimer's disease. *Alz Dis Assoc Disord* 2003: 17:1-8
31. Craik FI, Hay JF. Aging and judgement of duration: effects of task complexity and method of estimation. *Percept Psychophys*, 1999: 61(3): 549-560
32. Crook T, Bartus RT, Ferris SH, Whitehouse P, Cohen GD, Gershon S. age-associated memory impairment: proposed diagnostic criteria and measures of clinical change – Report of a National Institute of Mental Health Work Group. *Dev Neuropsychol* 1986: 2: 261-76
33. Cushman LA, Stein K, Duffy CJ. Detecting navigational deficits in cognitive aging and Alzheimer disease using virtual reality. *Neurology* 2008: 71(12) 888-895
34. Danker-Hopfe H, Hornung O, Regen F. Subjective sleep quality in noncomplaining elderly subjects: results of a follow-up study. *Anthropol.Anz.* 2006;64(4): 369-376
35. Darwin CJ, Turvey MT, Crowder RG. An auditory analogue of Sperling partial-report procedure- evidence for brief auditory storage. *Cognitive Psychology*, 1972;3(2)255-267
36. DeCarli C, Miller BL, Swan GE, et al. Cerebrovascular and brain morphologic correlates of mild cognitive impairment in the National Heart, Lung and Blood Institute Twin Study. *Arch Neurol* 2001: 58: 643-7
37. [www.dgsm](http://www.dgsm)
38. Dentone MJ, Insúa AM. Memory complaints and memory deficits in healthy and depressed elderly individuals. *Medicina (B Aires)* 1997: 57(5): 535-40

39. Diener HC, Putzki N, Berlit P et al. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie, Thieme, Verlag, Stuttgart, 2005, S.130
40. Dorsch F, Häcker H, Stapf K. Psychologische Wörterbuch, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle 1994, Verlag: Hans Huber
41. Ebly EM, Hogan DB, Parhad IM. Cognitive impairment in the nondemented elderly. Results from the Canadian Study of Health and Aging. Arch Neurol 52: 612-619
42. Espiritu JR. Aging-related sleep changes. Clin.Geriatr.Med. 2008: 24(1) 1-14
43. Fahrerlaubnis-Verordnung(FeV) Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr, Bundesministerium für Justiz, 1998
44. Fisseni HJ. Lehrbuch der psychologischen Diagnostik. Göttingen: Verlag für Psychologie. 1990
45. Folstein,M.F.; Folstein,S.E.; McHugh,P.R. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state for the clinican. J Psychiatr Res 1975, Nov 12(3): 189-98
46. Füsgen I, Vogel HR, Demenz- Prävention vor Pflege, Zukunftsforum Demenz, 2004, Dokumentationsreihe, Band 11
47. Füsgen I. Integrierte Versorgung-der Hausarzt in der Schnittstelle Geriatrie/Demenz/Pflege, Zukunftsforum Demenz, 2005, Dokumentationsreihe, Band 13
48. Gauthier S, Touchon J. Subclassifications of mild cognitive impairment in Research and clinical practice. In: Gauthier S, Scheltens P, Cummings J, Alzheimer's disease and related disorders. London, UK: Martin Dunitz. 2004: 61-9
49. Gauthier S, Reisberg B, Zaudig M et al. Mild cognitive impairment. Lancet 2006: 367: 1262-70
50. Gladsjo JA, Schuman CC, Evans JD. Norms for letter and category fluency: demographic corrections for age, education, and ethnicity. Assessment 1999 Jun;6(2):147-78
51. Giambra LM, Quilter RE. Sustained attention in adulthood: a unique large-sample, longitudinal and multicohort analysis using the Mackworth Clock-Test. Psychology and Aging. 1988;3(1): 75-83
52. Gilbert DK, Rogers WA. Age-related differences in the acquisition, utilization, and extension of a spatial mental model. J.Gerontol.B Psychol.Sci.Soc.Sci. 1999: 54(4)246-255

53. Göthe K, Oberauer K. Age-differences in dual-task performance after practice. *Psychol Aging* 2007; 22(3):596-606.
54. Graham JE, Rockwood K, Beattie BL et al. Prevalence and severity of cognitive Impairment with and without dementia in an elderly population. *Lancet* 1997; 349:179 3-6
55. Griefahn B. Einsatz eines Fragebogens(D-MEQ) zur Bestimmung des Chronotyps bei der Bestimmung eines Arbeitsplatzes. *Somnologie* 5(2): 71-80, 2001
56. Grigsby J, Kaye,K, Robbins, LJ. Behavioral disturbance and impairment of executive functions among the elderly. *Arch Gerontolog Geriatric*, 1995 Sep-Oct, 21(2): 167-77
57. Groeger JA. Understanding driving. Applying cognitive psychology to a complex everyday task. Psychology Press. East Sussex 2000
58. Harrington JJ, Lee-Chiong TJr. Et al. Sleep and older patients. *Clin.Chest Med.* 2007;28(4):673-684
59. Hartwich P. Schizophrenia und attention disorders. Psychopathology of cognitive processing of attentional tasks. *Monogr Gesamtgeb Psychiatr Ser* 1980, 24: 1-124
60. Hautzinger M. Bailer M, Worall H et al. Beck-Depressions-Inventar(BDI) Testhandbuch (2.Auflage), Bern 1995
61. Heckers S.; Curran,T.; Goff,D. Abnormalities in the thalamus and prefrontal cortex during episodic object recognition in schizophrenia. *Biol Psychiatry* 2000 Oct 1; 48(7):651-7
62. Hein H. Messung der Tagesschläfrigkeit. [www.dr-holger-hein.de/Messung-%20von%20Tagesschlaefrigkeit.pdf](http://www.dr-holger-hein.de/Messung-%20von%20Tagesschlaefrigkeit.pdf), Krankenhaus Großhansdorf, Zentrum für Pneumologie und Thoraxchirurgie
63. Hoch CC, Buysse DJ, Reynolds CF III et al. Sleep and depression in late life. *Clin Geriatr Med.* 1989; 5: 259- 274
64. Horn JL, Catell RB. Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychol(Amst)* 1967;26(2):107-129
65. Horne JA, Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythm. *Int J Chronobiolog*, 1976: 4(2):97 – 110

66. Hort J, Laczo J, Vyhnalek H. Spatial navigation deficit in amnesic mild cognitive impairment. *Proc Natl Acad Sci USA* 2007;104(10):4042-47
67. Huang T, Cummings JL. Neuropsychiatric symptoms of mild cognitive Impairment. In: Gauthier S, Scheltens P, Cummings JL eds. *Alzheimer's disease and related disorders*. London: Martin Dunitz 2004: 71-79
68. Huber G (1972), *Klinik und Psychopathologie der organischen Psychosen*. In: Kisker KP, JE Meyer, M Müller, E Strömberg (Hrsg) *Psychiatrie der Gegenwart*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 71-146
69. Immer älter und älter, *Süddeutsche Zeitung*, 28. August 2007
70. Ingre M, Akerstedt T, Peters B et al. Subjective sleepiness and accident risk avoiding the ecological fallacy. *J Sleep Res*. 2006; 15: 142-148
71. International classification of disease, german modification (ICD-10-GM), Version 2009
72. Jelic V, Kivipelto M, Winblad B, Clinical trials in mild cognitive impairment: lessons for the future. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006; 77: 429-438
73. Jo SA, Park MH, Jo I et al. Usefulness of Beck Depression Inventory (BDI) in the Korean elderly population. *Int J Geriatr Psychiatry* 2007 Mar 22(3): 218-23
74. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: The Epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991;14: 540-554
75. Kaida K, Takahashi M, Akerstedt T. Validation of the Karolinska Sleepiness Scale against performance and EEG variables. *Neurophysiology*: 2006;117(7):1574-81
76. Kaida K, Akerstedt T, Kecklund G et al. Use of subjective and physiological indicators of sleepiness to predict performance during a vigilance task. *Ind. Health* 2007; 45: 520-526
77. Kaiser HJ, Oswald WD. Autofahren im Alter- Eine Literaturanalyse. *Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiatrie* 2000; 13(3/4): 131-170
78. Karrasch M, Sinerva P, Grönholm J et al. CERAD test performance in amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Acta neurol Scand* 2005; 111: 172-179
79. Klafki HW, Staufenbiel M, Kornhuber J et al. Therapeutic approaches to Alzheimer's disease. *Brain* 2006; 129:2840-2855

80. Kral V (1962) Senescent forgetfulness: Benign and malignant. Can Med Ass J 86:257-260
81. Kramm T. Normierungsstudie einer Aufmerksamkeits-Testbatterie. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum, 2001
82. Kordower JH, Chu Y, Stebbins GT et al. Loss and atrophy of layer II entorhinal cortex neurons in elderly people with mild cognitive impairment. Ann Neurol 2001; 49:203-13
83. Korteling JE. Perception-response speed and driving capabilities of brain-damaged and older drivers. Human Factors 1990;32(1): 95-108
84. Kurz A, Diehl J, Riemenschneider M, Perneczky R, Lautenschläger N (2004) Leichte kognitive Störung: Fragen zur Definition, Diagnose, Prognose und Therapie, Nervenarzt 75:6-15
85. Lee JH, Bliwise DL, Ansari FP. Daytime sleepiness and functional impairment in Alzheimer disease. Am J Geriatr Psychiatry 2007 Jul;15(7):620-6
86. Levy R, Aging-associated cognitive decline, Int Psychogeriatr 1994; 6:63-8
87. Linsley DB. Neurophysiological basis of attention. Dev Med Child Neurol 1968; 10(2):250
88. Mackworth NH. Researches on the measurement of human performance. Medical Research Council Special Report, London, 1950, No. 268
89. McDowd JM, An overview of attention: behavior and brain, J Neurol Phys Ther 2007, Sep;31(3):98-103
90. Mitchell TW, Mufson EJ, Schneider JA et al. Parahippocampal tau pathology in healthy aging, mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease. Ann Neurol 2002; 51:182-9
91. Mitzel MB. Neuropsychologische Funktionsleistungen und Persönlichkeitsmerkmale bei opioid-substituierten drogenabhängigen Patienten, unveröffentlichte Dissertation, 2006, Eberhard-Karls-Universität Tübingen
92. Morris JA, Heyman RC, Mohs JP et al. The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD). Part 1. Clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease. Neurology 1989; 39(9): 1159-1165
93. Mummenthaler M, Mattle H. Neurologie, 11. überarbeitete Auflage. Thieme 2002

94. Nebes RD, Buysse DJ, Halligan EM et al. Self-reported sleep quality predicts poor cognitive performance in healthy older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2009; 64(2): 180-187
95. Palmer K, Fratiglioni L, Winblad B. What is mild cognitive impairment? Variations in definition and evolution of non demented persons with cognitive impairment. *Acta Neurolog Scand* 2003; 107(Suppl 179): 14-20
96. Parasuraman R, Davies DR. Varieties of attention. Academic Press, New York, 1984
97. Peitz J, Hoffmann-Born H. *Arzthaftung bei problematischer Fahreignung.* Kirschbaum Verlag, Fachverlag für Verkehr und Technik, Bonn, 2005, S. 29
98. Petersen RC, Smith GE, Waring SC, Ivnik RJ, Tangalos EG, Kokmen E. Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Arch Neurol* 1999; 56:303-8
99. Petersen RC, Stevens JC, Ganguli M et al. Practice parameter: early detection of dementia: mild cognitive impairment (an evidence-based review) Report of Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2001; 56:1133-42
100. Petersen RC. Mild cognitive Impairment as a diagnostic entity. *J Intern Med* 2004; 256: 183-94
101. Petersen RC, Morris JC. Mild cognitive impairment as a clinical entity and treatment target. *Arch Neurol* 2005; 62: 1160-63
102. Pschyrembel, Medizinisches Wörterbuch, 261. neu bearb. Aufl. Walter de Gruyter 2007
103. Reisberg B, Ferris S, de Leon MJ, et al. Subjective cognitive impairment: the pre-mild cognitive impairment stage of brain degeneration- longitudinal outcome after a mean of 7 years follow-up. *Neuropsychopharmacology* 2005; 30(suppl 1): 81
104. Reulecke U. Konzentration als trivalente Performanzvariable – theoretische Prämissen, Rastermodell und empirisches Umsetzungsbeispiel. In: Jansen J, Hahn E & Sran (Hrsg.) *Konzentration und Leistung* 1991: 63-73, Göttingen
105. Richarz HR, Lizenz mit Verfallsdatum, *Stern* 6/2009, S.114
106. Rizzo M, McGehee DV, Dawson JD et al. Simulated car crashes at intersections in drivers with Alzheimer disease. *Alzheimer dis Assoc Disord.* 2001; Jan-Mar:15(1):10-20

107. Satzger W, Hampel H, Padberg F et al. Practical application of the CERAD test battery as a neuropsychological dementia screening test. *Nervenarzt* 2001; 72(3): 196-203
108. Schmidt F, Schaible HG. Kognitive Funktionen, Neuro- und Sinnesphysiologie 2006, 5. Auflage, S. 449, Springer Berlin Heidelberg
109. Schmidtke K, Hermenheit S. High rate of conversion to Alzheimer's disease in a cohort of amnesic MCI patients. *Int Psychogeriatr*. 2008; 20(1): 96-10
110. Schuhfied. Manual Expertensystem Verkehr, April 2007
111. Sollberger M, Monsch A. Diagnostic manual for Demenz. Memory clinic-Neuropsychology center, Universität Basel 2007
112. Sommer M, Arendasy M, Schuhfried G, et al. Diagnostische Unterscheidbarkeit unfallfreier und mehrfach unfallbelasteter Kraftfahrer mit Hilfe nicht-linearer Auswertmethoden. *Z f Verkehrssicherheit* 2005; 51(2): 82
113. Statistisches Bundesamt Deutschland, Bevölkerung, 2008
114. Stelmach G, Nahom A. Cognitive-motor abilities of the elderly driver. *Human Factor* 1992; 34(1):53-65
115. Straßenverkehrsgesetz(StVG) Neugefasst durch Bekanntgabe v. 05.03.2003, Bundesministerium für Justiz, 2003
116. Tamminga CA, Executive Function, *A J Psychiatry* 2000, Jan 157:1
117. Traykov L, Rigaud AS, Cesaro P. Neuropsychological impairment in the early Alzheimer's disease. *Encephale* 2007;33(3Pt1): 310-316
118. Walker N, Fain W, et al. Aging and decision making. Driving related problem solving. *Human Factors* 1997;39(3): 438-444
119. Welsh KA, Butters N, Mohs NC et al. The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's disease(CERAD). Part V. A normative study of the neuropsychological testbattery. *Neurology* 1994; 44: 609-614
120. Welsh KA, Butters N, Hughes JP et al. Detection and Staging of dementia in Alzheimer's disease. Use of the neuropsychological measures developed for the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's disease. *Arch Neurol* 1992; 49(5):48-52
121. Weeß HG. Schläfrigkeitsbezogene Leistungstests, In Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin&H.Schulz(Hrsg.) Kompendium Schlafmedizin für Ausbildung, Klinik und Praxis. Landsberg 2002. eco-med.



122. Wieck HH Zur klinischen Stellung des Durchgangs-Syndroms. Schweiz Arch Neurol Psychiat 1961: 88:409-419
123. Winblad B, Palmer K, Kivipelto M et al. Mild cognitive impairment: Beyond: Controversies, towards a consensus: report of the International Working Group on mild cognitive impairment. J Intern Med: 2004: 256: 240-6
124. Wolf H, Jelic V, Gertz H-J et al. A critical discussion of the role of neuroimaging in mild cognitive impairment. Acta Neurol Scand 2003: 107(Suppl 179):34-41
125. Wurzer W, Hofer E, Scherzer E. Das Auffassungstraining am Cognitrone bei der Behandlung von Konzentrationsstörungen in der Neurotraumatologie. Vortrag 4.5. 1984. 18. Wissenschaftliche Tagung der Gesellschaft österreichischer Nervenärzte und Psychiater. Schloß Pichlarn/Irdning
126. Wyss C, Bruyer R. Level of uncertainty and brain damage: a reaction time test of attention for clinical use. Int J Neurosci 1988;40(34):153-165

# IX. Anhang:

## 1. Abkürzungsverzeichnis

AD	Alzheimer Demenz
AACD	Aging-associated cognitive decline
AAMI	Age-associated memory impairment
aMCI	Amnestic mild cognitive impairment
BG	Bildungsgrad
CERAD	Consortium to registry Alzheimer´s disease
CIND	Cognitive impairment no dementia
COG	Cognitrone(Untertest des WTS)
BDI	Beck´s Depressions Inventar
DT	Determinationstest(Untertest des WTS)
D-MEQ	Morning-Evening-Questionnaire
ESS	Epworth sleepiness scale
FeV	Fahrerlaubnisverordnung
KSS	Karolinska sleepiness scale
LKS	Leichte kognitive Störung
LVT	Linienverfolgungstest(Untertest des WTS)
MCI	Mild cognitive impairment
MMSE	Mini mental state examination
MPU	Medizinisch-psychologische Untersuchung zur Fahrtauglichkeit
PP	Periphere Wahrnehmung(Untertest des WTS)
PSQI	Pittsburgh sleep quality index
RT	Reaktionstest(Untertest des WTS)
StVG	Straßenverkehrsgesetz
VIGIL	Vigilanztest nach Quatember&Maly
WTS	Wiener Testsystem

### 3. Normgruppen Schuhfried®:

#### RT:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren(Normgruppe)	855	16	89	43,54	16,843
Alter (MCI)	26	47	75	65,04	8,628
Alter (Kontrollen)	25	48	81	65,80	8,236

	BG 1	BG 2	BG 3	BG4	BG 5
Bildungsgrad in % (Normgr.)	1,1	13,7	46,9	30,1	8,3
Bildungsgrad(MCI)	0	3,8	61,5	3,8	30,8
Bildungsgrad (Kontrollen)	0	16	64	8	12

#### DT:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren(Normgruppe)	849	8	80	48,48	16,89
Alter (MCI)	26	47	75	65,04	8,628
Alter (Kontrollen)	25	48	81	65,80	8,236

**!Keine Bildungsgrade angegeben!**

#### AMT:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren(Normgruppe)	461	18	81	37,02	14,492
Alter (MCI)	26	47	75	65,04	8,628
Alter (Kontrollen)	25	48	81	65,80	8,236

## Anhang

	BG 1	BG 2	BG 3	BG4	BG 5
Bildungsgrad in % (Normgr.)	0,7	15,0	39,9	36,4	8,0
Bildungsgrad(MCI)	0	3,8	61,5	3,8	30,8
Bildungsgrad (Kontrollen)	0	16	64	8	12

### LVT:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren(Normgruppe)	722	15	94	45,76	17,533
Alter (MCI)	26	47	75	65,04	8,628
Alter (Kontrollen)	25	48	81	65,80	8,236

	BG 1	BG 2	BG 3	BG4	BG 5
Bildungsgrad in % (Normgr.)	1,2	9,3	45,8	34,5	9,1
Bildungsgrad(MCI)	0	3,8	61,5	3,8	30,8
Bildungsgrad (Kontrollen)	0	16	64	8	12

### TAVT:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren(Normgruppe)	258	8	94	42,31	16,149
Alter (MCI)	26	47	75	65,04	8,628
Alter (Kontrollen)	25	48	81	65,80	8,236

	BG 1	BG 2	BG 3	BG4	BG 5
Bildungsgrad in % (Normgr.)	0	9,7	38,4	42,2	9,7
Bildungsgrad(MCI)	0	3,8	61,5	3,8	30,8
Bildungsgrad (Kontrollen)	0	16	64	8	12

## Anhang

---

### PP:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren(Normgruppe)	351	14	91	44,95	17,520
Alter (MCI)	26	47	75	65,04	8,628
Alter (Kontrollen)	25	48	81	65,80	8,236

	BG 1	BG 2	BG 3	BG4	BG 5
Bildungsgrad in % (Normgr.)	1,4	21,9	44,2	20,5	11,7
Bildungsgrad(MCI)	0	3,8	61,5	3,8	30,8
Bildungsgrad (Kontrollen)	0	16	64	8	12

### VIGIL:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren(Normgruppe)	292	18	73	28,86	7,981
Alter (MCI)	26	47	75	65,04	8,628
Alter (Kontrollen)	25	48	81	65,80	8,236

	BG 1	BG 2	BG 3	BG4	BG 5
Bildungsgrad in % (Normgr.)	0	1,5	14,7	17,6	66,2
Bildungsgrad(MCI)	0	3,8	61,5	3,8	30,8
Bildungsgrad (Kontrollen)	0	16	64	8	12

**!Fehlend 76% Bildungsgrad!**

## Normgruppen Schuhfried:

### RT S03:

Durchschnittsalter: 43,5 Jahre alt (SD = 16,8; Min = 16; Max = 89).

Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 1,1%, BG 2: 13,7%, BG 3: 46,9%, BG 4: 30,1% und BG %: 8,3%

### COG:

Durchschnittsalter: 42,5 Jahre alt (SD = 16,9; Min = 15; Max = 91).

Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 2,2 %, BG 2: 20,8 %, BG 3: 44,6%, BG 4: 23,3% und BG %: 9,2%

### AMT:

Durchschnittsalter: 37,0 Jahre alt (SD = 14,5; Min = 18; Max = 81).

Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 0,7 %, BG 2: 15,0 %, BG 3: 39,9%, BG 4: 36,4% und BG %: 8,0%

### LVT:

Durchschnittsalter: 45,8 Jahre (SD = 17,5; Min = 15; Max = 94).

Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 1,2 %, BG 2: 9,3 %, BG 3: 45,8 %, BG 4: 34,5 % und BG %: 9,1%

### TAVT:

Durchschnittsalter: 42,3 Jahre (SD = 16,15; Min = 8; Max = 94).

Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 0,6 %, BG 2: 10,5 %, BG 3: 42,0 %, BG 4: 36,8 % und BG: 10,1%

### DT:

Durchschnittsalter: 48,48 Jahre (SD = 16,89; Min = 8; Max = 80).

Die Verteilung der Bildungsgrade war für den Untertest DT nicht angegeben.

### **PP:**

Durchschnittsalter: 44,95 Jahre (SD = 17,52; Min = 14; Max = 91).

Die Verteilung der Bildungsgrade war wie folgt: BG 1: 1,4 %, BG 2: 21,9 %, BG 3: 44,2 %, BG 4: 20,5 % und BG: 11,7%.

### **Q&M:**

Durchschnittsalter: 28,9 Jahre alt (SD = 7,98; Min = 18; Max = 73).

Die Verteilung der Bildungsgrade fehlt für den überwiegenden Teil, 76%, der Normgruppe.

## **Bildungsgrade (Definition entsprechend Wiener Testsystem Schuhfried®)**

- 1 = Kein Schulabschluss (weniger als 9 Schuljahre) oder Sonderschule
- 2 = Pflichtschule oder Realschule abgeschlossen (9-10 Schuljahre)
- 3 = Fachschule bzw. Berufsausbildung abgeschlossen (10-12 Jahre Ausbildung)
- 4 = Höhere Schule mit Abitur/Matura abgeschlossen (12-13 Jahre Ausbildung)
- 5 = Universitäts-, Hochschulabschluss
- ? = Bildungsgrad nicht bekannt

## 4. Studienunterlagen

### Allgemeine Fragen zur Person

Sehr geehrter Versuchsteilnehmer,

vielen Dank für die Teilnahme an unserer Untersuchung. Im Folgenden möchten wir sie um die Angabe einiger personenbezogener Daten bitten.

1. Geschlecht: ☐ männlich ☐ weiblich

2. Alter in Jahren: \_\_\_\_\_

3. Körpergröße in cm: \_\_\_\_\_

4. Gewicht in kg: \_\_\_\_\_

5. Händigkeit: ☐ rechts ☐ links

6. Schulabschluss: ☐ ohne Abschluss  
☐ Hauptschulabschluss  
☐ Mittlere Reife  
☐ (Fach-) Abitur

### 7. Berufabschluss/ Berufsausbildung

☐ Keine bzw. ungelernt  
☐ noch Student(in)  
☐ Lehre abgeschlossen  
☐ noch Auszubildender  
☐ (Fach-) Hochschule  
☐ noch Schüler (in)  
☐ Fach-/ Meisterschule

8.. Dauer der Ausbildung insgesamt: \_\_\_\_\_ Jahre

(Schulzeit und Berufsausbildung zusammen)



## Anhang

---

**9. Familienstand:**

- ☐ ledig
- ☐ verheiratet
- ☐ in Partnerschaft lebend
- ☐ geschieden/verwitwet

**10. Beruf:** \_\_\_\_\_

**11. Berufsstand**

- ☐ fest angestellt
- ☐ selbstständig
- ☐ im Ruhestand
- ☐ arbeitssuchend

**12. Wie viele Personen leben in ihrem Haushalt?** \_\_\_\_\_

**13. Wie viele davon sind unter 18?** \_\_\_\_\_

**14. Haben Sie einen Führerschein?** ☐ ja ☐ nein

Falls „ja“, seit wann? \_\_\_\_\_

**15. Waren Sie in den letzten 5 Jahren an einem Unfall beteiligt?** ☐ ja ☐ nein

Falls „ja“, beschreiben Sie diesen kurz? \_\_\_\_\_

---

---

**16. Fahren Sie aktuell regelmäßig mit dem Auto?** ☐ ja ☐ nein

**17. wie viele Kilometer fahren Sie durchschnittlich pro Jahr?**

☐ < 5000 km    ☐ > 5000 km    ☐ > 10000 km    ☐ > 15000 km    ☐ > 20000 km

**18. Wie viele Stunden fahren Sie pro Woche durchschnittlich Auto?** \_\_\_\_\_ Std.

**19. wie häufig fahren Sie nachts Auto (zwischen 22 und 6 Uhr)?**

☐ nie    ☐ selten    ☐ 1-2 pro Woche    ☐ öfter

**Fragen zu physiologischen Faktoren:**

**20. Haben sie Probleme mit dem Herz- und Kreislaufsystem (zB. Herzschrittmacher)?**

☐ nein    ☐ ja

**Falls „ja“, welche?** \_\_\_\_\_

**21. Haben sie andere gesundheitliche Probleme?**

☐ nein    ☐ ja

**Falls „ja“, welche?** \_\_\_\_\_

**22. Müssen sie täglich Medikamente nehmen?**

☐ nein    ☐ ja

**Falls „ja“, welche?** \_\_\_\_\_

**23. Beeinflussen diese Medikamente ihren Schlaf?**

☐ nein    ☐ ja

**24. Ihre Fahrtauglichkeit?**

☐ nein    ☐ ja

**21. Trinken sie regelmäßig koffeinhaltige Getränke?**

☐ nein    ☐ ja

**Falls „ja“, wie viele Tassen pro Tag? \_\_\_\_\_**

**22. Trinken sie regelmäßig Alkohol?**

☐ nein      ☐ ja

**Falls „ja“, wie viel Ø pro Tag? \_\_\_\_\_**

**23. Rauchen sie regelmäßig?**

☐ nein      ☐ ja

**Falls „ja“, wie viele Zigaretten Ø pro Tag? \_\_\_\_\_**

## Anhang

### Fragebogen zur Tagesschläfrigkeit (Epworth Sleepiness Scale)

Die folgende Frage bezieht sich auf Ihr normales Alltagsleben in der letzten Zeit:

**Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass Sie in einer der folgenden Situationen einnicken oder einschlafen würden,  
- sich also nicht nur müde fühlen?**

Auch wenn Sie in der letzten Zeit einige dieser Situationen nicht erlebt haben, versuchen Sie sich trotzdem vorzustellen, wie sich diese Situationen auf Sie ausgewirkt hätten.

Benutzen Sie bitte die folgende Skala, um für jede Situation eine möglichst genaue Einschätzung vorzunehmen und kreuzen Sie die entsprechende Zahl an:

**0 = würde *niemals* einnicken, 1 = *geringe* Wahrscheinlichkeit einzunicken, 2 = *mittlere* Wahrscheinlichkeit einzunicken, 3 = *hohe* Wahrscheinlichkeit einzunicken**

Situation	Wahrscheinlichkeit einzunicken
Im Sitzen lesend	
Beim Fernsehen	
Wenn Sie passiv (als Zuhörer) in der Öffentlichkeit sitzen (z.B. im Theater oder bei einem Vortrag)	
Als Beifahrer im Auto während einer einstündigen Fahrt ohne Pause	
Wenn Sie sich am Nachmittag hingelegt haben, um auszuruhen	
Wenn Sie sitzen und sich mit jemand unterhalten	
Wenn Sie nach dem Mittagessen (ohne Alkohol) ruhig dasitzen	
Wenn Sie als Fahrer eines Autos verkehrsbedingt einige Minuten halten müssen	
Bitte nicht ausfüllen	
Summe	

## Schlafqualitäts-Fragebogen (PSQI)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre üblichen Schlafgewohnheiten und zwar *nur während der letzten vier Wochen*. Ihre Antworten sollten möglichst genau sein und sich auf die Mehrzahl der Tage und Nächte während der letzten vier Wochen beziehen. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

1. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich abends zu Bett gegangen?

übliche Uhrzeit:

2. Wie lange hat es während der letzten vier Wochen gewöhnlich gedauert, bis Sie nachts eingeschlafen sind?

in Minuten:

3. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich morgens aufgestanden?

übliche Uhrzeit:

4. Wie viele Stunden haben Sie während der letzten vier Wochen pro Nacht tatsächlich geschlafen?

(Das muss nicht mit der Anzahl der Stunden, die Sie im Bett verbracht haben, übereinstimmen.)

Effektive Schlafzeit (Stunden) pro Nacht:

Kreuzen Sie bitte für jede der folgenden Fragen die für Sie zutreffende Antwort an.  
Beantworten Sie bitte alle Fragen.

**5. Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen schlecht geschlafen, ...**

a) ... weil Sie nicht innerhalb von 30 Minuten einschlafen konnten?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

b) ... weil Sie mitten in der Nacht oder früh morgens aufgewacht sind?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

c... weil Sie aufstehen mussten, um zur Toilette zu gehen?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

d) ... weil Sie Beschwerden beim Atmen hatten?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

e) ... weil Sie husten mussten oder laut geschnarcht haben?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

## Anhang

---

f) ... weil Ihnen zu kalt war?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

g) ... weil Ihnen zu warm war?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

h) ... weil Sie schlecht geträumt hatten?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

i) ... weil Sie Schmerzen hatten?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

j) ... aus anderen Gründen?

Bitte beschreiben:

Und wie oft während des letzten Monats konnten Sie aus diesem Grund schlecht schlafen?

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

**6. Wie würden Sie insgesamt die Qualität Ihres Schlafes während der letzten vier Wochen beurteilen**

- ☐ Sehr gut
- ☐ Ziemlich gut
- ☐ Ziemlich schlecht
- ☐ Sehr schlecht

## Anhang

---

**7. Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen Schlafmittel eingenommen (vom Arzt verschriebene oder frei verkäufliche)?**

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

**8. Wie oft hatten Sie während der letzten vier Wochen Schwierigkeiten wachzubleiben, etwa beim Autofahren, beim Essen oder bei gesellschaftlichen Anlässen?**

- ☐ Während der letzten vier Wochen gar nicht
- ☐ Weniger als einmal pro Woche
- ☐ Einmal oder zweimal pro Woche
- ☐ Dreimal oder häufiger pro Woche

**9. Hatten Sie während der letzten vier Wochen Probleme, mit genügend Schwung die üblichen Alltagsaufgaben zu erledigen?**

- ☐ Keine Probleme
- ☐ Kaum Probleme
- ☐ Etwas Probleme
- ☐ Große Probleme

**10. Schlafen Sie allein in Ihrem Zimmer?**

- ☐ Ja
- ☐ Ja, aber ein Partner/Mitbewohner schläft in einem anderen Zimmer
- ☐ Nein, der Partner schläft im selben Zimmer, aber nicht im selben Bett
- ☐ Nein, der Partner schläft im selben Bett

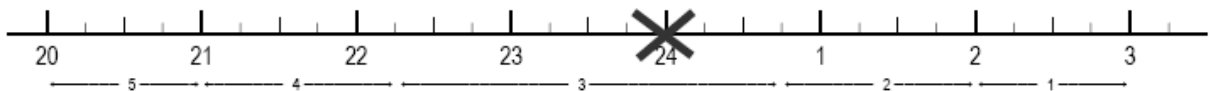


### Fragebogen zum Chronotyp(D-MEQ)

1. Bitte lesen Sie die Fragen sorgfältig durch, bevor Sie antworten.
2. Beantworten Sie bitte alle Fragen, auch dann wenn Sie sich bei einer Frage unsicher sind.
3. Beantworten Sie die Fragen in der vorgegebenen Reihenfolge.
4. Beantworten Sie die Fragen so schnell wie möglich. Es sind die ersten Reaktionen auf die Fragen, die uns mehr interessieren als eine lang überlegte Antwort.
5. Beantworten Sie die Fragen ehrlich. Es gibt keine richtige oder falsche Antwort.

#### Beantwortungsbeispiele

- a) Um wieviel Uhr werden Sie abends müde und haben das Bedürfnis, schlafen zu gehen?



- b) Wenn Sie um 23 Uhr ins Bett gehen sollten, wie müde wären Sie dann?

Kreuzen Sie bitte jeweils nur eine Antwortmöglichkeit an.

Überhaupt nicht müde O 0

Etwas müde O 2

Ziemlich müde X 3

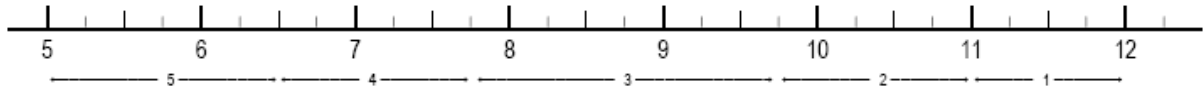
Sehr müde O 5

## Anhang

---

1. Wenn es nur nach Ihrem eigenen Wohlbefinden ginge und Sie Ihren Tag völlig frei einteilen

könnten, wann würden Sie dann aufstehen?



2. Wenn es nur nach Ihrem eigenen Wohlbefinden ginge und Sie Ihren Abend völlig frei einteilen könnten, wann würden Sie dann zu Bett gehen?



3. Wie sehr sind Sie von Ihrem Wecker abhängig, wenn Sie morgens zu einer bestimmten Zeit aufstehen müssen?

Überhaupt nicht abhängig      O 4

Etwas abhängig      O 3

Ziemlich abhängig      O 2

Sehr abhängig      O 1

4. Wie leicht fällt es Ihnen üblicherweise morgens aufzustehen?

Überhaupt nicht leicht      O 1

Nicht sehr leicht      O 2

Ziemlich leicht      O 3

Sehr leicht      O 4

## Anhang

---

5. Wie wach fühlen Sie sich morgens in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen?

- Überhaupt nicht wach    O 1
- Ein bisschen wach        O 2
- Ziemlich wach            O 3
- Sehr wach                O 4

6. Wie ist Ihr Appetit in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen?

- Sehr gering    O 1
- Ziemlich gering        O 2
- Ziemlich gut            O 3
- Sehr gut                O 4

7. Wie müde fühlen Sie sich morgens in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen?

- Sehr müde                O 1
- Ziemlich müde        O 2
- Ziemlich frisch        O 3
- Sehr frisch              O 4

8. Wenn Sie am folgenden Tag keinerlei Verpflichtungen haben, wann gehen Sie dann – verglichen mit Ihrer üblichen Schlafenszeit – zu Bett?

- Selten oder nie später    O 4
- Weniger als eine Stunde später    O 3
- 1 - 2 Stunden später    O 2
- Mehr als 2 Stunden später        O 1

9. Sie haben beschlossen, sich körperlich zu betätigen. Ein Freund rät Ihnen, zweimal wöchentlich eine Stunde zu trainieren; für ihn sei die beste Zeit zwischen 7 und 8 Uhr. Ausgehend von Ihrem eigenen Wohlbefinden, wie schätzen Sie Ihre Leistungsfähigkeit zu dieser Zeit ein?

## Anhang

---

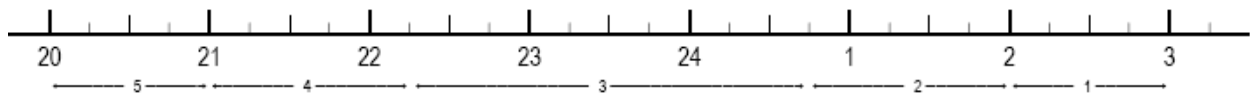
Ich wäre gut in Form O 4

Ich wäre ziemlich in Form O 3

Es wäre ziemlich schwierig für mich O 2

Es wäre sehr schwierig für mich O 1

10. Um wieviel Uhr werden Sie abends müde und haben das Bedürfnis, schlafen zu gehen?



11. Sie möchten für einen zweistündigen Test, von dem Sie wissen, dass er mental sehr beansprucht, in Bestform sein. Wenn es nur nach Ihrem Wohlbefinden ginge und wenn Sie

Ihren Tag völlig frei einteilen könnten, welchen der vier Test – Zeiträume würden Sie wählen?

8 – 10 Uhr O 6

11 – 13 Uhr O 4

15 – 17 Uhr O 2

19 – 21 Uhr O 0

12. Wenn Sie um 23 Uhr zu Bett gehen sollten, wie müde wären Sie dann?

Überhaupt nicht müde O 0

Etwas müde O 2

Ziemlich müde O 3

Sehr müde O 5

## Anhang

---

13. Aus irgendeinem Grund sind Sie einige Stunden später als gewöhnlich zu Bett gegangen. Es besteht jedoch keine Notwendigkeit, am nächsten Morgen zu einer bestimmten Zeit aufzustehen. Welcher der folgenden Fälle wird bei Ihnen am ehesten eintreten?

- |  |     |
|--|-----|
| Ich werde zur üblichen Zeit wach und schlafe nicht wieder ein.     | O 4 |
| Ich werde zur üblichen Zeit wach und döse danach noch ein wenig.   | O 3 |
| Ich werde zur üblichen Zeit wach und schlafe dann aber wieder ein. | O 2 |
| Ich wache erst später als üblich auf.                              | O 1 |

14. In einer Nacht müssen Sie für eine Nachtwache zwischen 4 und 6 Uhr wach sein. Am darauffolgenden Tag haben Sie keine weiteren Verpflichtungen. Welche der nachfolgenden Alternativen sagt Ihnen am ehesten zu?

- |  |     |
|--|-----|
| Ich werde erst nach der Nachtwache zu Bett gehen.                        | O 1 |
| Ich werde vorher ein Nickerchen machen und nach der Nachtwache schlafen. | O 2 |
| Ich werde vorher richtig schlafen und hinterher ein Nickerchen machen.   | O 3 |
| Ich werde nur vorher schlafen.   | O 4 |

15. Sie müssen zwei Stunden körperlich schwer arbeiten und können sich Ihren Tag völlig frei einteilen. Wenn es nur nach Ihrem eigenen Wohlbefinden ginge, welche der folgenden Zeiten würden Sie wählen?

- |             |     |
|-------------|-----|
| 8 – 10 Uhr  | O 4 |
| 11 – 13 Uhr | O 3 |
| 15 – 17 Uhr | O 2 |
| 19 – 21 Uhr | O 1 |

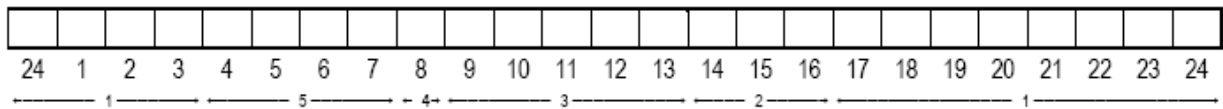
16. Sie haben sich zu einem anstrengenden körperlichen Training entschlossen. Ein Freund rät Ihnen zweimal wöchentlich eine Stunde zu trainieren; für ihn sei die beste Zeit zwischen 22 und 23 Uhr. Ausgehend von Ihrem eigenen Wohlbefinden, wie schätzen Sie Ihre

## Anhang

Leistungsfähigkeit zu dieser Zeit ein?

- Ich wäre gut in Form. O 1  
Ich wäre ziemlich in Form. O 2  
Es wäre ziemlich schwierig für mich. O 3  
Es wäre sehr schwierig für mich. O 4

17. Angenommen, Sie können Ihre Arbeitszeit frei wählen und Ihre Arbeitszeit beträgt 5 Stunden pro Tag (einschließlich der Pausen) , die Tätigkeit ist interessant und wird nach Erfolg bezahlt. Welche 5 aufeinanderfolgenden Stunden würden Sie wählen?



18. Zu welcher Tageszeit fühlen Sie sich Ihrer Meinung nach am besten? (bitte nur eine Zahl ankreuzen)



19. Man spricht bei Menschen von „Morgen“ - und „Abendtypen“. Zu welchen der folgenden Typen zählen Sie sich?

- Eindeutig „Morgentyp“ O 6  
Eher „Morgen“ als „Abendtyp“ O 4  
Eher „Abend“ als „Morgentyp“ O 2  
Eindeutig „Abendtyp“ O 0

## Karolinska Sleepiness Scale

### KSS

Name: .....

Datum: ..... Uhrzeit: .....

Wählen Sie bitte diejenige Aussage, die am besten den Grad ihrer Schläfrigkeit(bzw. Wachheit) beschreibt. Zutreffendes bitte ankreuzen.

Bitte nur ein Kästchen ankreuzen

Extrem .....

Sehr wach.....

Wach .....

Ziemlich wach .....

Weder wach noch schläfrig .....

Einige Anzeichen von Schläfrigkeit .....

Schläfrig, aber kann noch ohne Mühe wach bleiben .....

Schläfrig, habe Mühe wach zu bleiben.....

Sehr schläfrig, kann nur mit großer Mühe wach bleiben;  
kämpfe gegen den Schlaf .....

An dieser Stelle möchte ich all jenen, die mich während der Entstehung meiner Dissertation begleitet und unterstützt haben, meinen Dank aussprechen.

Herrn Prof. G. Hajak danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Dr. R. Popp, der mich bei der Umsetzung der vorliegenden Arbeit stets konstruktiv und sehr engagiert unterstützt hat, gilt mein besonderer Dank.

Ich danke Herrn PD Dr. H.-H. Klünemann und dem Team der Gedächtnisambulanz für die Hilfe bei der Rekrutierung der Patienten und der Kontrollpersonen.

In diesem Sinnen bedanke ich mich auch bei allen Personen, die sich freundlich dazu bereit erklärt haben an der Studie teilzunehmen, obwohl die Versuchsanordnung teilweise so ausführlich und kräftezehrend war.

Von Herzen danke ich meinen Eltern, ohne deren kontinuierliche Unterstützung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.  
Vielen Dank!



**Persönliche Daten:**

Astrid Elvira Shami

geb. am 07.10.1976 in Zwiesel/Bayer. Wald

**Ausbildung:**

1983 – 1987

Grundschule Zwiesel

1987 – 1996

Gymnasium Zwiesel

1996 – 2003

Studium der Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

**Praktisches Jahr:**

Oktober 2002 – Februar 2003

Psychiatrie und Kinder- und Jugendpsychiatrie  
Ruppiner Kliniken, Neuruppin, Akademisches Lehrkrankenhaus der Charité Berlin

Februar – Juni 2003

Innere Medizin, DRK Kliniken Berlin, Akademisches Lehrkrankenhaus der Charité

Juni - August 2003

Neurochirurgie, Charité Campus Virchow-Klinikum Berlin

September 2003

Allgemeinchirurgie, Charité Campus Virchow-Klinikum Berlin

**Ärztliche Tätigkeit:**

Februar 2004 – Sept. 2004

AIP, Neurologie, Neurologische Klinik,  
St.Josefs-Krankenhaus Potsdam, Akademisches Lehrkrankenhaus der Freien Universität Berlin

Oktober 2004 – Dez. 2007

Assistenzärztin in Weiterbildung zum Facharzt  
Neurologie, Neurologische Klinik, St.Josefs-Krankenhaus Potsdam, Akademisches Lehrkrankenhaus der Freien Universität Berlin

Februar 2007

EEG-Zertifikat DGKN

Dez. 2007 – April 2009

Elternzeit

seit Mai 2009

Assistenzärztin in Weiterbildung zum Facharzt  
Neurologie, Bezirksklinikum Mainkofen

