

Aus der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dieter Häussinger

Testverfahren zur Messung der Fahreignung bei Leberzirrhose und Hepatischer Enzephalopathie

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Frank Manhart
2016

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan:

Erstgutachter:

Zweitgutachter:

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Gerald Kircheis, Anja Knoche, Norbert Hilger, Frank Manhart, Alfons Schnitzler, Horst Schulze, Dieter Häussinger. Hepatic Encephalopathy and Fitness to Drive. *Gastroenterology*. 2009 Nov; 137(5): 1706–15.e1-9. doi: 10.1053/j.gastro.2009.08.003. Epub 2009 Aug 15.

I Zusammenfassung

Um die Auswirkungen von Leberzirrhose und Hepatischer Enzephalopathie (HE) auf die Fahreignung zu bewerten, wurden in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen im Rahmen einer prospektiven klinischen Studie 99 Probanden untersucht. Darunter waren 48 gesunde Kontroll-Probanden und 51 Zirrhose-Patienten. Anhand klinischer und psychometrischer Tests erfolgte die Zuordnung der Zirrhose-Patienten in HE-Stadien (HE0, minimale HE und overte HE). Neben computerpsychometrischen Tests zur Bewertung der Fahreignung nach den Richtlinien der Fahreignungsverordnung und der Kritischen Flimmerfrequenz-Analyse wurde ein Realfahrtst durchgeführt. Der Fahrtst wurde von einem Fahrlehrer angeleitet und bewertet und mit einem speziell präparierten Prüffahrzeug auf einem Verkehrsübungsgelände absolviert. Schließlich kam ein Fragebogen zur Bewertung der Selbsteinschätzung der Fahreignung zum Einsatz.

Es zeigte sich eine negative Beeinflussung der Fahrfähigkeit durch die Hepatische Enzephalopathie mit zunehmender Krankheitsschwere unabhängig vom angewandten Testverfahren. Nach computerpsychometrischer Beurteilung waren rund 7% der Kontroll-, 13 % der HE0-, 16 % der mHE- und 77 % der oHE-Gruppe ungeeignet ein Fahrzeug zu führen. Im Realfahrtst durch den Fahrlehrer ergab sich eine fehlende Fahreignung bei 13 % der Kontroll-, 25 % der HE0-, 36 % in der mHE- und 46 % der oHE-Probanden. Die computerpsychometrische Testung zur Fahreignungsbeurteilung zeigte in rund 70% aller Fälle eine Übereinstimmung mit dem Fahrlehrerurteil. Die Computerpsychometrie stellte ein valides Testverfahren zur Bewertung der Fahreignung beim Gesunden dar (80% Konkordanz). Diese Trennschärfe erreichte das Verfahren für Patienten mit fortgeschrittener Hepatischer Enzephalopathie (Konkordanz bei mHE 52 % und bei oHE 54 %) jedoch nicht. Die Fahreignungsprobe durch eine Realfahrt mit Fahrlehrer bleibt der Goldstandard für die Bewertung der Fahrleistung. Die Auswertung des Fragebogens zeigte, dass die Selbsteinschätzung der Fahreignung unzureichend ist. Trotz der Anwendung von Kompensationsmechanismen (z.B. langsames Fahren) konnte das Defizit nicht ausgeglichen werden. Die Schwächen der Erkrankten bezüglich Präzision und Reaktionsgeschwindigkeit traten besonders bei Dual-Tasks hervor. Es ist nicht vertretbar Leberzirrhose-Patienten die Fahreignung generell abzusprechen. Ein Fahrverbot für Patienten mit overtem HE-Stadium erscheint jedoch gerechtfertigt.

II Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
AP	Alkalische Phosphatase
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
C	Kontrollgruppe (in Abbildungen und Tabellen verwendet)
C ₂	C ₂ H ₅ -OH, Äthyltoxische Genese der Leberzirrhose (in Abbildungen und Tabellen verwendet)
CFE	<i>Critical Flicker Frequency</i>
CFS	Computer-Fahrsimulator
COG	Cognitrone-Test
CPM	Computer-Psychometrie
DT	Wiener Determinationstest
FEV	Fahrerlaubnis-Verordnung
GOT	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
γ-GT	Gamma-Glutamyl-Transferase
HBV	Hepatitis B Virus
HCV	Hepatitis C Virus
HE	Hepatische Enzephalopathie
HE0	Hepatische Enzephalopathie Grad 0
HRQOL	Health Related Quality of Life (Gesundheitsbezogene Lebensqualität)
Hz	Hertz
IL-1	Interleukin 1
IL-6	Interleukin 6
i.S.	im Serum
KP	Kreise punktieren
LN	Linien-Nachfahrttest
LQ	Lebensqualität
LVT	Linienverfolgungstest
mHE	minimale Hepatische Enzephalopathie
mcd	Milli-Candela
MLS	Motorische Leistungsserie
N	<i>Number</i> (Anzahl)
NCBI	<i>National Center for Biotechnology Information</i>
oHE	overte Hepatische Enzephalopathie (Grad 1-4)
PBC	Primär Biliäre Zirrhose
PPT	Paper-Pencil-Test (Papier-Bleistift-Test)
PRA	Prozentrang im Altersgruppenvergleich
PRG	Prozentrang im Gesamtgruppenvergleich
PSC	Primär sklerosierende Cholangitis
PHES	Psychometric Hepatho Enzephalopathy Score
r	Reliabilität
RT	Wiener Reaktionstest
Tab	Tabelle
TAVTMB	Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest Mannheim / Bildschirmvorlage
TNF-α	Tumor-Nekrose-Faktor alpha
UBS	unmittelbare Blockspanne
WTS	Wiener Testssystem
Z	Zirrhose-Gruppe (in Abbildungen und Tabellen verwendet)
ZS	Zahlensymboltest
ZNS	Zentrales Nervensystem
ZVA	Zahlenverbindungstest A
ZVB	Zahlenverbindungstest B

III Inhaltsverzeichnis

A Einleitung	12
A.1 Vorwort	12
A.2 Stand des Wissens zur Hepatischen Enzephalopathie	13
A.2.1 Epidemiologie und gesellschaftliche Relevanz	13
A.2.2 Pathogenese und Pathophysiologie	14
A.2.3 Klinisches Bild und Klassifikation der Hepatischen Enzephalopathie	15
A.2.4 Diagnostik der Hepatischen Enzephalopathie	17
A.2.4.1 Plasma-Ammoniak	17
A.2.4.2 Neurophysiologie	18
A.2.4.3 Psychometrie	18
A.2.4.4 Kritische Flimmerfrequenz	19
A.2.4.5 Bildgebende Verfahren	19
A.3 Fahreignungsuntersuchung bei Hepatischer Enzephalopathie	20
A.3.1 Begriffsdefinitionen, Gesetzeslage und Richtlinien	20
A.3.2 Fahreignungsdiagnostik	21
A.3.3 Studienlage zur Fahreignung bei HE	23
A.4 Ziele der Untersuchung	23
B Material	25
B.1 Gewinnung der Probanden	25
B.1.1 Bildung der Probandengruppen	25
B.1.1.1 Einschlusskriterien Zirrhosegruppe	26
B.1.1.2 Ausschlusskriterien Zirrhosegruppe	26
B.1.1.3 Einschlusskriterien Kontrollgruppe	27
B.1.1.4 Ausschlusskriterien Kontrollgruppe	27
B.1.2 Erhebung und Speicherung der Probandendaten	28
B.2 Vergleich der Gruppen bezogenen Merkmale	28
B.2.1 Zusammensetzung des Probandenkollektivs	28
B.2.2 Alters- und Geschlechtsverteilung	29
B.2.3 Ätiologie	29
B.2.4 Zirrhose-Schweregrad	30
B.2.5 Bildung & Berufe	30
C Methodik	33
C.1 Untersuchungsplan	33
C.2 Einfluss- und Kontrollgrößen	33
C.3 Erster Untersuchungstag	34
C.3.1 Medizinische Untersuchungen	34
C.3.2 Computerpsychometrie mit dem Wiener Testsystem	34
C.3.2.1 Linienverfolgungstest	35
C.3.2.2 Cognitrone	36
C.3.2.3 Wiener Determinationstest	36
C.3.2.4 Motorische Leistungsserie	37
C.3.2.5 Corsi-Block-Tapping-Test	38
C.3.2.6 Reaktionstest	38
C.3.2.7 Tachistokopischer Verkehrsauffassungstest Mannheim/Bildschirmvorgabe	39
C.3.3 MHE-Diagnose-Variablen	39
C.3.4 Fahreignungs-Diagnose-Variablen	40
C.3.5 Kritische Flimmerfrequenz	41
C.4 Zweiter Untersuchungstag	44
C.4.1 Fragebogen	44
C.4.2 Realfahrttest	44
C.4.2.1 Fahraufgaben	45
C.4.2.1.1 Cognitrone während der Fahrt	46
C.4.2.1.2 Wiener Determinationstest im Stand und während der Fahrt	46
C.4.2.2 Fahrlehrerbeurteilung	47

D Auswertung der Ergebnisse.....	49
D.1 Statistische Methoden	49
D.1.1 Deskriptive Statistik	49
D.1.2 Induktive Statistik	49
D.1.3 Grafische Darstellung.....	50
D.2 Verteilungsparameter und Lageunterschiede	52
D.2.1 Untersuchungsergebnisse des ersten Untersuchungstages	52
D.2.1.1 Laborwerte	52
D.2.1.2 Auswertung der CPM-Daten.....	53
D.2.1.3 HE-Grad-Einteilung	53
D.2.1.4 Kritische Flimmerfrequenz.....	57
D.2.1.5 CPM-Fahreignung	58
D.2.2 Untersuchungsergebnisse des zweiten Untersuchungstages	62
D.2.2.1 Fragebogen.....	62
D.2.2.2 Auswertung der Realfahrt Daten.....	68
D.2.2.2.1 Gesamtfahrdauer	68
D.2.2.2.2 Realfahrt-Fahreignung.....	68
D.2.2.2.3 Cognitronne während der Fahrt.....	70
D.2.2.2.4 Wiener Determinationstest im Stand und während der Fahrt.....	70
D.3 Zusammenhangsmaß der Untersuchungsparameter	74
D.3.1 Korrelationen der Einfluss- und Kontrollgrößen.....	74
D.3.1.1 Realfahrt-Fahreignung.....	74
D.3.1.2 CPM-Fahreignung	74
D.3.1.3 CFF.....	75
D.3.1.4 Gruppenzugehörigkeit	75
D.3.1.5 Anzahl auffälliger CPM- Subtests.....	76
D.3.1.6 Child-Pugh-Klassifikation.....	76
D.3.1.7 Alter und Geschlecht.....	76
D.3.2 Korrelationen der Fragebogenauswertung	78
D.3.2.1 Fragen zur Fahrpraxis.....	78
D.3.2.2 Fragen zu Unfällen und Fahrschwierigkeiten.....	78
D.3.2.3 Fragen zu mentalen und physischen Empfindungen beim Fahren	79
D.3.2.4 Fragen zur fahrerischen Selbsteinschätzung.....	79
D.3.3 Korrelationen zu Laborparametern.....	80
D.3.4 Korrelationen der CPM-Subtestvariablen mit den Einfluss- und Kontrollgrößen.....	82
D.3.4.1 Gruppenzugehörigkeit und Anzahl auffälliger CPM-Tests.....	82
D.3.4.2 Korrelationen mit Geschlecht und Alter.....	82
D.3.4.3 Korrelationen mit der Child-Pugh-Klassifikation	83
D.3.4.4 Korrelationen zur Kritischen Flimmerfrequenz	83
D.3.4.5 Korrelationen zur CPM-Fahreignung.....	83
D.3.4.6 Korrelationen zur Realfahrt-Fahreignung	84
E Diskussion	86
E.1 Analyse der Studienlage	86
E.1.1 Psychometrie Studien	86
E.1.2 Fahrtteststudien.....	87
E.1.3 Weitere Fahreignungsstudien	88
E.2 Gruppenhomogenität	88
E.3 Diagnostik der minimalen HE	89
E.3.1 Bewertung der HE-Diagnostik mittels CPM	89
E.3.2 Bewertung der HE-Diagnostik und Fahreignungsdiagnostik mittels CFF.....	90
E.4 Bewertung der Fahreignungsdiagnostik	90
E.4.1 Bewertung der Fahreignungsdiagnostik mittels CPM	91
E.4.2 Bewertung des Real-Fahrttestergebnisses.....	91
E.4.3 Bewertung des Vergleichs der Real-Fahreignung mit der CPM-Fahreignung	93
E.5 Bewertung des Fragebogens und der Selbsteinschätzung der Probanden.....	94
F Fazit	97

G Appendix.....	99
G.1 Abbildungsverzeichnis.....	99
G.2 Fragebogen.....	101
G.3 Ergebnisanhang.....	104
G.3.1 Symbollegende.....	104
G.3.2 Ergebnisse des ersten Untersuchungstages.....	104
G.3.2.1 Stammdaten.....	104
G.3.2.2 Ätiologie der Leberzirrhose.....	104
G.3.2.3 Schweregrad der Leberzirrhose (Child-Pugh-Klassifikation).....	105
G.3.2.4 Ergebnisübersicht der Laborparameter.....	105
G.3.2.5 Ergebnisse der CPM-Rohdaten.....	105
G.3.2.6 Ergebnisse der HE-Graduierung.....	107
G.3.2.7 Ergebnisse der Fahreignungsgraduierung mit CPM.....	109
G.3.2.8 Ergebnis der CFF-Auswertung.....	109
G.3.3 Ergebnisse des zweiten UT.....	109
G.3.3.1 Auswertung des Studienfragebogens.....	109
G.3.3.2 Auswertung der Realfahrt.....	115
G.3.3.2.1 Gesamtfahrdauer.....	115
G.3.3.2.2 Fahrlehrerbemerkungen.....	115
G.3.3.2.3 Fahraufgaben.....	117
G.3.3.4 Vergleich der Realfahrt-Fahreignung mit der CPM-Fahreignung.....	118
G.4 Korrelationen.....	119
G.4.1 Korrelationen der Einfluss- mit den Kontrollgrößen.....	119
G.4.2 Korrelationen der Fragebogenauswertung.....	120
G.4.3 Korrelationen zu Laborparametern.....	123
G.4.4 Korrelationen zu CPM-Variablen.....	124

IV Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Haupteinflusskriterien auf die Fahreignung	21
Abb.2: Flussdiagramm: Gruppenzuordnung der Probanden	28
Abb.3: Altersverteilung	32
Abb.4: Geschlechtsverteilung	32
Abb.5: Ätiologie der Leberzirrhose	32
Abb.6: Child-Pugh-Schweregrad	32
Abb.7: Übersicht aller CPM-HE-Graduierungs-Prozentränge nach Gruppen	55
Abb.8: Albuminspiegel	56
Abb.9: Quick-Wert	56
Abb.10: LVT, Zeit/Richtige Antwort	56
Abb.11: Cognitrone-Test, Zeit/ Korrekte Zurückweisung	56
Abb.12: DT, Anzahl Richtige	56
Abb.13: MLS, Linien-Nachfahren, Fehlerdauer	56
Abb.14: Anzahl auffälliger Subtestvariablen	57
Abb.15: Anzahl auffälliger Subtests	57
Abb.16: CFF	60
Abb.17: Linienverfolgungstest-Score	60
Abb.18: Cognitrone-Test, Zeit/Korrekte Zurückweisung	60
Abb.19: Determinationstest, Richtige	60
Abb.20: Tachystoskopietest, Überblicksgewinnung	60
Abb.21: Anzahl der Auffälligen Subtestvariablen	60
Abb.22: Übersicht aller CPM-FE-Graduierungs-Mittelwerte	61
Abb.23: CPM-Fahreignung	61
Abb.24: Regelmäßige Fahrpraxis	67
Abb.25: Anzahl der noch aktiv Fahrenden	67
Abb.26: Gefahrene Kilometer in den letzten 12 Monaten	67
Abb.27: Häufigkeit der Unfallbeteiligung	67
Abb.28: Fehlverhalten bei Fahrsituationen	67
Abb.29: Anzahl der Fahrlehrerbemerkungen pro Teilnehmer	71
Abb.30: Realfahrttest-Fahreignungssurteil	72
Abb.31: Gesamtversuchsdauer des Realfahrttests	72
Abb.32: Realfahrt-Fahreignungs-Score	72
Abb.33: Anzahl Richtiger Antworten, Cognitrone während der Fahrt	73
Abb.34: Mediane Reaktionszeiten beim Wiener Determinationstest im Stand	73
Abb.35: Mediane Reaktionszeiten beim Wiener Determinationstest während der Fahrt	73
Abb.36: Differenz der Stand/Fahrt-Reaktionszeiten	73
Abb.37: Gruppe vs. Real-Fahreignung	77
Abb.38: Gruppe vs. CPM-Fahreignung	77
Abb.39: CPM-Fahreignung vs. Real-Fahreignung	77
Abb.40: CPM-Fahreignung vs. Child-Pugh-Stadium	77
Abb.41: CFF vs. Child-Pugh-Stadium	77
Abb.42: Anzahl auffälliger CPM-Tests vs. Child-Pugh-Stadium	77
Abb.43: Fahrleistung innerhalb der vergangenen 12 Monate vs. Real-Fahreignung	85
Abb.44: Albumin vs. Real-Fahreignung	85
Abb.45: DT, Richtige vs. Gruppe	85
Abb.46: DT, Reaktionszeit vs. Alter	85
Abb.47: COG, Zeit/Treffer vs. Realfahrt-Fahreignung	85
Abb.48: DT, Richtige vs. CPM-Fahreignung	85
Abb. G.1.1: WTS - Probandentastatur	99
Abb. G.1.2: WTS - Lichtgriffel (für CORSI)	99
Abb. G.1.3: WTS – LVT, Beispielaufgabe	99
Abb. G.1.4.: WTS – COG, Einführung	99
Abb. G.1.5: WTS- DT, Beispielaufgabe	99
Abb.G.1.6: MLS - Arbeitsplatte	99

Abb.G.1.7: WTS – CORSI, Beispielaufgabe	100
Abb.G.1.8: WTS – TAVTMB, Einführung	100
Abb.G.1.9: Flimmertubus zur Bestimmung der CFF	100
Abb.G.1.10: ADAC-Verkehrsübungsgelände, Luftaufnahme	100
Abb.G.1.11: Innenraum des Versuchsfahrzeugs– Armatur mit Determinations-Test-Panel	100
Abb.G.1.12: Versuchsfahrzeug, VW-Passat-Kombi	100

V Tabellenverzeichnis

Tab.1: Semiquantitative Stadieneinteilung der Hepatischen Enzephalopathie (West-Haven-Kriterien)	17
Tab.2: Untersuchungsplan	33
Tab.3: Einfluss- und Kontrollgrößen	34
Tab.4: Wiener Testsystem, 7 Subtests mit insgesamt 62 Testvariablen.....	42
Tab.5: mHE-Diagnose-Variablen, Grenzwert und Kriterium	43
Tab.6: Fahreignungs-Diagnose-Variablen, Grenzwert und Kriterium.....	43
Tab.7: Fahrlehrerbemerkungen und Bewertung.....	48
Tab.8: Auswahl des statistischen Testverfahrens.....	51
Tab.9: Signifikanzniveaus und Symbollegende	51
Tab.10: Bewertung des Zusammenhangsmaßes	51
Tab.11: Bewertung der mHE-Diagnose-Subtestvariablen	57
Tab.12: Überblick der CPM-Subtestvariablen mit den höchsten Korrelationen	76
Tab.13: Vergleich von Realfahrttest mit CPM-Test nach FEV 5.....	94

A Einleitung

A.1 Vorwort

Die Hepatische Enzephalopathie (HE) ist eine Folgeerkrankung des akuten Leberversagens und der Leberzirrhose und beschreibt potentiell reversible Auswirkungen der Leberfunktionsstörung auf das ZNS.¹ Die neuropsychologisch geprägte Symptomatik erstreckt sich von leichten Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen bis hin zum Coma hepaticum. Je fortgeschrittener die Erkrankung ist, desto ausgeprägter ist die Beeinträchtigung der Patienten bei Tätigkeiten des alltäglichen Lebens.² Dies betrifft auch die Eignung ein Fahrzeug zu führen. Die Ergebnisse der Studien, die sich bislang mit dieser Thematik befasst haben, sind nicht eindeutig. Ein generelles Fahrverbot bei Leberzirrhose-Patienten erscheint nicht gerechtfertigt. Wie im Einzelfall zu entscheiden ist bleibt jedoch ungeklärt. Insbesondere im Minimalen Stadium der Hepatischen Enzephalopathie ist eine Diskrepanz zwischen subjektiver Einschätzung und objektiver Fahrleistung zu erwarten. Daher sollte die Fahreignung objektiv erfasst und beurteilt werden, um etwaige Gefahren für die Betroffenen und andere Verkehrsteilnehmer zu vermeiden.

Es ist des Weiteren unklar, welche Testverfahren neben einem Fahrtstest mit einem Fahrlehrer eine Aussage über die Fahreignung eines Leberzirrhose-Erkrankten zulassen. Mit der Zielsetzung Patienten mit Leberzirrhose und Hepatischer Enzephalopathie bezüglich ihrer Fahreignung zu untersuchen, wurde von der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie der Uniklinik-Düsseldorf in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) eine prospektive klinische Studie durchgeführt. Insgesamt 99 Probanden wurden in die Studie eingeschlossen. Davon wurden nach klinischen Untersuchungen 48 Teilnehmer der Kontroll-Gruppe (C) und 51 Teilnehmer der Zirrhose-Gruppe (Z) zugeordnet. Anhand der Bestimmung der HE-Stadien wurde die Zirrhose-Gruppe in weitere Subgruppen unterteilt. Neben Computerpsychometrischen Verfahren (CPM) zur Bewertung der Fahreignung nach der Fahreignungsverordnung (FEV5) und der Kritischen Flimmerfrequenz-Analyse (CFF) wurde ein Realfahrtstest durchgeführt, welcher von einem Fahrlehrer angeleitet und überwacht wurde. Es kam ein speziell präpariertes Prüffahrzeug zum Einsatz. Gefahren wurde auf einem Verkehrsübungsgelände in der Stadt Kaarst bei Düsseldorf. Schließlich kam ein Fragebogen zum Einsatz, der einer Bewertung der Selbsteinschätzung der Fahreignung diente.

Anhand der erhobenen Daten wurde untersucht, wie sich die Hepatische Enzephalopathie auf die Fahreignung auswirkt, und sich in den Schweregraden unterscheidet. Des Weiteren wurde die Validität der durchgeführten Tests zur objektiven Beurteilung der Fahreignung bei Patienten mit einer Leberzirrhose überprüft. Schließlich wurde untersucht, ob die Selbsteinschätzung ein adäquates Maß für die Fahreignung ist.

A.2 Stand des Wissens zur Hepatischen Enzephalopathie

Um einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zu geben, fasse ich im Folgenden die wesentlichen und allgemein anerkannten Kenntnisse zusammen.

A.2.1 Epidemiologie und gesellschaftliche Relevanz

Die Prävalenz der Leberzirrhose unterliegt deutlichen regionalen Schwankungen. Demnach lag die Prävalenz in einer Autopsiestudie in zwei deutschen Großstädten zwischen 1946 und 1975 zwischen 8,2% und 11,8% aller Verstorbenen.³ Diese Zahlen erscheinen vergleichsweise hoch. In Italien wurde eine Kohortenstudie durchgeführt, bei der die Bevölkerung zweier Kleinstädte zwischen 15 und 65 Jahren untersucht wurde. Bei 17,5% der Untersuchten wurde eine chronische Lebererkrankung nachgewiesen, bei 1,1 % lag eine Leberzirrhose vor.⁴ Nimmt man an, dass die Prävalenz in Deutschland sich nicht relevant von der Italiens unterscheidet, kann man bezogen auf die Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland (82,3 Mio.) von ca. 900.000 Leberzirrhose-Erkrankten ausgehen.

In mehreren Studien zur HE wurden in Abhängigkeit von Definition und Testverfahren differierende Prävalenzen der minimalen, subklinischen oder auch latenten HE unter den Zirrhose-Erkrankten erhoben. Sie lagen zwischen 30 % und 70 % aller Erkrankten. Diese erhebliche Schwankung lässt sich möglicherweise durch regionale und ätiologische Unterschiede, aber auch durch die nicht einheitliche Definition der Diagnose und die angewandten diagnostischen Methoden erklären.^{5, 6, 7}

Das Krankheitsbild wirkt sich negativ auf die Erwerbsfähigkeit aus. Die minimale HE ist eine der Hauptursachen für eine frühzeitige Berentung bei Patienten mit Leberzirrhose. Vor allem manuell tätige Arbeiter sind, aufgrund ihrer verringerten motorischen bei erhaltenen verbalen Fähigkeiten, von dieser Beeinträchtigung betroffen.⁸

Die Leberzirrhose geht mit einer verminderten gesundheitsbezogenen Lebensqualität („Health

Related Quality of Life“ = HRQOL) einher.⁹ Dies trifft vor allem für Patienten mit höheren Child-Pugh-Stadien, also mit fortgeschrittener Leberzirrhose zu. Während bei der manifesten/overnten Hepatischen Enzephalopathie (oHE) sowohl physische, als auch mentale Aspekte betroffen sind, sind es bei der minimalen Hepatischen Enzephalopathie (mHE) vorrangig die mentalen, unabhängig vom Schweregrad der Lebererkrankung.¹⁰ Es scheint keinen Unterschied in der HRQOL in Bezug auf die ätiologische Ursache der Erkrankung zu geben.^{11,12}

Die aufgeführten Schätzungen zur Prävalenz verdeutlichen die gesellschaftliche Bedeutung, die sich aus der großen Anzahl potentieller Verkehrsteilnehmer mit Hepatischer Enzephalopathie ergibt.

A.2.2 Pathogenese und Pathophysiologie

Die Pathogenese der HE wird als ein multifaktorielles Zusammenspiel verschiedener metabolischer und inflammatorischer Mechanismen begriffen. In Folge einer bestehenden chronischen Lebererkrankung kann eine episodische oder persistierende HE auftreten. Im Gegensatz zur HE in Folge eines akuten Leberversagens, bleibt bei der chronischen Form der HE der intrakranielle Druck weitgehend unverändert.¹³ Durch erhöhten portosystemischen Shuntfluss oder durch eine verminderte Stoffwechselfunktion der Leber kommt es zur humoralen Anhäufung zerebral toxischer Metabolite.^{14, 15}

Ammoniak entsteht sowohl durch Harnstoff-spaltende Darmbakterien, als auch bei der Glutaminsynthese durch intestinale Mukosazellen. In der Folge tritt Ammoniak vermehrt im Pfortaderblut auf. Beim Gesunden metabolisieren periportale Leberzellen Ammoniak auf zweierlei Weise. Zum einen wird Harnstoff synthetisiert, der mit dem Urin ausgeschieden werden kann. Zum anderen verarbeiten sogenannte Scavenger-Zellen der Leber Ammoniak im Rahmen der perivenösen Glutaminsynthese, bevor es in den systemischen Kreislauf kommen kann. Diese Entgiftungsfunktion ist bei Lebererkrankten herabgesetzt.

Bei erhöhtem cerebralem Blutfluss und veränderter kapillärer Permeabilität kann Ammoniak zusammen mit anderen neurotoxischen Substanzen (Mercaptane, Indole, kurz- und mittelkettige Fettsäuren) die Blut-Hirn-Schranke passieren und die Gehirnfunktion durch verschiedene Mechanismen schädigend beeinflussen.^{16,17,18} Einflüsse auf den neuronalen Energie- und Glucosestoffwechsel wurden beschrieben.^{19,20} Des Weiteren bestehen

nachgewiesene Einflüsse auf Gliazellen. So konnte sowohl tierexperimentell in-vitro und in-vivo durch Ammoniakexposition, als auch anhand von Gewebsuntersuchung bei an Leberzirrhose verstorbenen Patienten, eine Aktivierung der Mikro-Glia und vermehrter oxidativer Stress nachgewiesen werden.²¹ Durch astrozytäre Glutaminsynthetase wird Ammoniak an Glutamat gebunden. Das entstehende Glutamin akkumuliert intrazellulär. Es kommt zu einem Anschwellen der Astrozyten. In der Folge entsteht ein leichtgradiges chronisches Gliaödem.^{22, 23} Somit wird die Astrozytenfunktion beeinträchtigt und sekundär die glioneuronale Kommunikation gestört.²⁴ Histopathologisch zeigt sich die so genannte Alzheimer Typ II-Degeneration der Astrozyten.²⁵ Ein kompensatorischer Mechanismus zur Reduktion des astrozytären Ödems scheint durch eine verminderte intrazelluläre Aufnahme des osmoregulatorisch wirksamen Myoinositols gegeben. Die Produktion organischer Osmolyte ist jedoch zeitabhängig, so dass ein Hirnödem bei akutem Leberversagen, im Gegensatz zur chronischen Verlaufsform, häufiger mit erhöhtem Hirndruck einhergeht.

Als präzipitierende Faktoren der HE sind Benzodiazepine, inflammatorische Zytokine (z.B. TNF- α , IL-1, IL-6) sowie hyponatriämie Zustände zu nennen.²⁶

Das Zusammenspiel komplexer pathogenetischer Mechanismen, welche die astrozytäre und glioneuronale Funktion stören ist Gegenstand aktueller und zukünftiger Untersuchungen. Hierzu zählen die Aktivierung osmolarer Signalkaskaden, Protein-Veränderungen wie der Nitrierung von Tyrosin (oxidativ/nitrosativer Stress), eine Beeinflussung der Genexpression und der Neurotransmission (NMDA-Rezeptor-Aktivierung).^{16, 27} So konnte eine Autopsiestudie zeigen, dass Gehirne von verstorbenen Patienten, die an einer Leberzirrhose litten und Zeichen einer HE aufwiesen, erhöhte Konzentrationen Tyrosin-nitrierter Proteine bzw. oxidiertes RNA enthielten.²⁸

A.2.3 Klinisches Bild und Klassifikation der Hepatischen Enzephalopathie

Das klinische Bild der HE, welches sich als Konsequenz der pathophysiologischen Veränderungen darstellt, ist variabel. So kann es zu einer Reihe von neuropsychologischen und neurologischen Symptomen mit unterschiedlichem Ausprägungsgrad kommen. Früh treten leichte Veränderungen des Verhaltens auf, die oft dem Umfeld der betroffenen Person zuerst auffallen. Ein weiteres Frühsymptom ist die Beeinträchtigung des Schlafes, so dass es zu Einschlaf- und Durchschlafstörungen, erhöhtem Schlafbedürfnis und Beeinflussung des

zirkadianen Rhythmus kommen kann. Verschiedene kognitive Fähigkeiten können gemindert sein, so dass es zu Aufmerksamkeitsmangel oder verkürzter Aufmerksamkeitsspanne kommt. Auch die Merkfähigkeit lässt mit zunehmender Schwere nach. Zu den neurologischen Manifestationen zählen eine verlangsamte motorische Reaktion, eingeschränkte Koordination, sowie ein feiner (Mini-Asterixis) bis hin zu einem grobschlägigen „flapping Tremor“ auch Asterixis genannt. Am Ende der Symptomenpalette steht das hepatische Koma.^{29, 30, 31}

Nach pathophysiologischen Gesichtspunkten wird unterschieden, ob eine HE in Folge eines akuten Leberversagens (Typ A), durch einen portosystemischen Bypass ohne intrinsische Lebererkrankung (Typ B) oder im Rahmen chronischer Lebererkrankungen mit portosystemischen Kurzschlüssen oder portaler Hypertension auftritt (Typ C). Der Typ C wird anhand des Verlaufes weiter in eine episodische (präzipitiert, spontan oder rekurrent), chronisch-persistente und die Sonderform Minimale HE (auch subklinische oder latente HE genannt) unterschieden.³²

HE0 und oHE:

Die Graduierung anhand der West-Haven-Kriterien (s.Tab.1) erlaubt eine Einteilung in die sowohl klinisch, als auch psychometrisch asymptomatische HE0 und in die Grade HE1-4, welche als manifeste HE oder wie im Folgenden als overte HE (oHE) zusammengefasst werden.^{27, 33}

Minimale HE (mHE):

Zur Unterscheidung zwischen der minimalen und der symptomatischen Form der HE gilt Folgendes: Bestehen keinerlei offen erkennbare klinischen Symptome, die auf eine Störung der Gehirnfunktion hinweisen, werden anhand von psychometrischer Tests mögliche Defizite objektiv erfasst. Bleibt die Psychometrie unauffällig besteht eine HE0, andernfalls liegt die minimale Form der HE (mHE) vor.

	HE0	mHE	HE1	HE2	oHE	HE3	HE4
Bewusstsein	normal	normal	Aufmerksamkeitsminderung Persönlichkeitsveränderung (Euphorie/Angst) Schlafstörungen	Lethargie unangemessenes Verhalten		Somnolenz	Koma
Intellektuelle Funktion	normal	normal	verkürzte Aufmerksamkeitsspanne Vergesslichkeit	Desorientierung		Desorientierung Verlust interpersoneller Kommunikation	keine
Neurologische Funktion	normal	normal	gestörte Koordination leichter Tremor Asterixis	Asterixis abnorme Reflexe		abnorme Reflexe	Babinski Klonus Dezerebrierung
Psychometrie	normal	auffällig	auffällig	Auffällig		auffällig	auffällig

Tab.1: Semiquantitative Stadieneinteilung der Hepatischen Enzephalopathie (West-Haven-Kriterien)

A.2.4 Diagnostik der Hepatischen Enzephalopathie

Neben der oben genannten gezielten Anamnese und körperlichen Untersuchung werden verschiedene Diagnoseverfahren eingesetzt, wobei jedoch keine der Untersuchungsmethoden alleine zur Einteilung in die Untergruppen der HE ausreicht. Ein definierter Goldstandard für die Diagnostik der HE konnte noch nicht vereinbart werden.

A.2.4.1 Plasma-Ammoniak

Bei dem Versuch einen qualitativen oder gar quantitativ sensitiven Laborparameter zu finden, ist vor allem der Plasma-Ammoniak-Spiegel untersucht worden. Bei unterschiedlicher Studienlage gilt, dass eine Bestimmung differential-diagnostisch hilfreich sein und gegebenenfalls zur Verlaufsbeurteilung herangezogen werden kann. Eine Korrelation zur Schwere der HE ist jedoch nur mäßig vorhanden. Zur Bestimmung des Plasma-Ammoniaks stehen unter anderem Schnelltests zur Verfügung, mit deren Hilfe die zu verarbeitende Blutprobe zügig untersucht werden kann. Dabei scheint kein Unterschied in der Aussagekraft zwischen arterieller, venöser Messung oder pNH_3 -Berechnung zu bestehen.³⁴

Ein Zusammenwirken von Ammoniak und Entzündungsfaktoren wie den Zytokinen IL6 und

IL18 auf das Auftreten einer minimalen Hepatischen Enzephalopathie scheint zu bestehen.³⁵

A.2.4.2 Neurophysiologie

Auch die neurophysiologische Messung mittels EEG kann zur Diagnose einer HE genutzt werden. Eine Verlangsamung der normalen Ruheaktivität, triphasische oder δ -Wellen sind zu verzeichnen, jedoch nicht HE spezifisch. Insgesamt hat das EEG eine geringe Krankheits-sensitivität und ist gegenüber anderen Methoden der HE-Diagnostik unterlegen.^{36, 37, 38}

Weitere neurophysiologische Methoden, wie akustische, optische oder somatosensorische evozierte Potentiale sind seit längerem Gegenstand kontroverser Diskussion.^{39, 40, 41, 42}

Eine Methode zeigte anhand magnetenzephalographischer Messungen eine verminderte Modulationsfähigkeit der Gammabandaktivität, als Maß der verminderten Aufmerksamkeit bei Patienten mit Hepatischer Enzephalopathie.⁴³

A.2.4.3 Psychometrie

Ursprünglich kamen Tests, wie das Nachzeichnen von fünfzackigen Sternen („star error score“) oder einfache Rechenaufgaben, wie serielle Addition und Subtraktion, zum Einsatz. Signifikantere Ergebnisse erbrachten die Zahlen- und Buchstaben-Verbindungstests Reitan A und B.^{44, 45}

Psychometric-Hepatic-Encephalopathy-Test-Score (PHES)

Aus einer Kombination von fünf verschiedenen „Papier-und-Bleistift“-Aufgaben wurde von Schomerus, Weissenborn et al. der PHES-Test entwickelt.^{46, 47} Die Durchführungsdauer des Tests am Patientenbett beträgt zwischen 10-20 Minuten, die Auswertung nimmt zwischen 3 und 10 Minuten in Anspruch. Dabei ist ein Mitarbeiter gebunden. Höhere Objektivität kann durch standardisierte Instruktionen und durch die Verwendung von Auswerteschablonen erzielt werden. Die Test-Retest-Reliabilität schwankt allerdings erheblich zwischen $r=0,56$ und $r=0,95$. Es wurden Lerneffekte beschrieben und die Ergebnisse sind alters- und bildungsabhängig.^{48, 49}

Computerpsychometrie (CPM)

Verschiedene computerbasierte psychometrische Tests sind zur Untersuchung der HE erprobt worden. Von Vorteil ist die Unabhängigkeit vom Untersucher durch hochgradige Standardisierung der Testanweisung, der Testdurchführung und der Testauswertung. Die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse ist durch das computergestützte Verfahren automatisiert. Es besteht eine hohe Reliabilität und Validität für die Messkriterien.

Verschiedene Testbatterien sind einsetzbar. Von Nachteil sind der technische Aufwand und die damit verbundenen Kosten. Der Zeitaufwand variiert je nach Testbatterie. Im Rahmen dieser Studie wurden ca. 45 Minuten pro Untersuchung benötigt. Mit der computerpsychometrischen Untersuchung lässt sich eine präzise Abbildung neuropsychologischer Defizite darstellen. Verschiedene Parameter wie Konzentration, Aufmerksamkeit, Visuopraxis, psychomotorische Geschwindigkeit, reaktive Belastbarkeit und Gedächtnisspanne können gemessen werden.^{50, 51, 52, 53, 54}

Eine detaillierte Beschreibung der im Einzelnen angewandten Testsverfahren folgt im Methodikteil (siehe C.3.2).

A.2.4.4 Kritische Flimmerfrequenz

Ein geeignetes Verfahren zur quantitativen Diagnostik der HE ist die Bestimmung der Kritischen Flimmerfrequenz (CFF). Bei diesem visuellen Test, der die kortikale Vigilanz widerspiegelt, wird ein Flimmerfrequenzanalysator benötigt. Das bei der HE auftretende Gliaödem kann auch in den fovealen Müller-Zellen (retinale Glia) beobachtet werden, so dass ein kausaler pathogenetischer Zusammenhang angenommen wird.^{55, 56, 57, 58}

In einer Studie von Kircheis et al. konnten signifikante Unterschiede zwischen den Subklassen der HE, einschließlich der mHE gefunden werden. Bei dieser Methode wird die HE-Schwere durch einen einzelnen verhältnisskalierten Wert abgebildet. Die eindeutige Bewertung des Messwertes stellt einen erheblichen Vorteil gegenüber anderen Verfahren dar. Die Messung kann beliebig oft wiederholt werden, da keine Trainingseffekte bestehen. Auch eine Bildungsabhängigkeit besteht nicht. Die CFF ist als Verlaufsparemeter zur Beurteilung der Krankheitsentwicklung geeignet. Die Durchführung des Tests ist einfach und der Zeitaufwand gering. Eine Altersabhängigkeit war jedoch geringfügig ausgeprägt.^{59, 60} Eine, wenn auch durch Linsenkorrektur herbeigeführte, uneingeschränkte Sehfähigkeit, muss vorhanden sein. Auch eine Rot-Grün-Sehchwäche darf nicht vorliegen.

A.2.4.5 Bildgebende Verfahren

Bildgebende Verfahren wie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) bzw. die MR-Spektroskopie (MRS/MRI) bringen zwar aussagekräftige Ergebnisse hervor, werden jedoch in der alltäglichen klinischen Diagnostik bislang nicht eingesetzt.^{51, 61}

A.3 Fahreignungsuntersuchung bei Hepatischer Enzephalopathie

A.3.1 Begriffsdefinitionen, Gesetzeslage und Richtlinien

Die Fahreignung ist als eine zeitlich stabile, von aktuellen Situationsparametern unabhängige Fähigkeit zum Führen eines KFZ definiert. Die Fahrtauglichkeit, die als Bewertungsgrundlage psychophysische Leistungsfähigkeit bzw. -mängel heranzieht, fällt somit unter den Oberbegriff der Fahreignung.⁶² In der Fachliteratur werden die Begriffe Fahreignung und Fahrtauglichkeit häufig synonym verwendet. Begrifflich unterschieden wird die Fahrtüchtigkeit, die als zeitlich und situativ begrenzte, körperliche und mentale Sicherheit festgelegt ist. Der Begriff Fahrtüchtigkeit wird daher häufig in Zusammenhang mit temporären Einflüssen angewandt, z.B. durch Drogenkonsum oder eine Pharmakotherapie ausgelöst.

Ärzte sind gesetzlich verpflichtet ihre Patienten hinsichtlich der Fahreignung aufzuklären. Somit sind sie gehalten auf eine, durch körperlich-geistige Einschränkungen begründete, zu erwartende Verkehrsgefährdung hinzuweisen, und dies zu dokumentieren. Eine Meldepflicht besteht nicht. Es gilt in diesem Fall die ärztliche Schweigepflicht. Gegebenenfalls können Gutachten von behördlicher oder gerichtlicher Seite gefordert werden. Hierzu wird in der Regel eine fachärztliche Begutachtung benötigt, welche durch Ärzte mit folgenden Qualifikationen durchgeführt werden kann: Fachärzte mit verkehrsmedizinischer Qualifikation, Ärzte des Gesundheitsamtes, Ärzte der öffentlichen Verwaltung, Ärzte mit Gebietsbezeichnung Arbeitsmedizin oder der Zusatzbezeichnung Betriebsmedizin.^{63, 64}

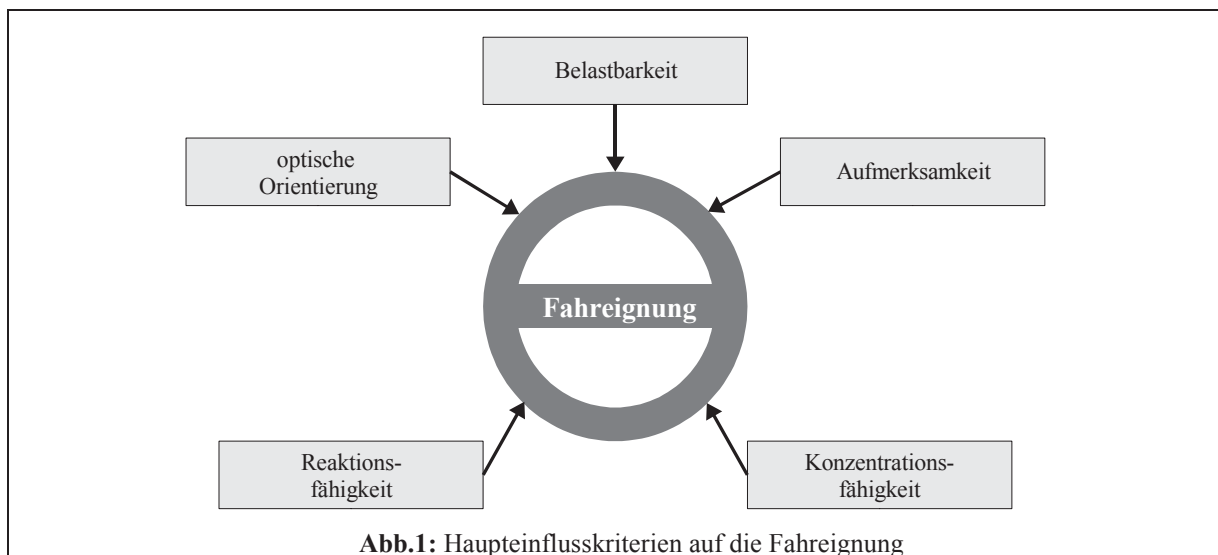
Im Allgemeinen liegt die Verantwortung aber zunächst bei den Betroffenen selbst, da sie als Inhaber einer Fahrerlaubnis entsprechend der Fahrerlaubnisverordnung (FEV) verpflichtet sind, eigenverantwortlich Vorsorge zu treffen, um sich und andere nicht zu gefährden.⁶⁵

Das Gutachten "Krankheit und Kraftverkehr" des gemeinsamen Beirats für Verkehrsmedizin beim Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und beim Bundesministerium für Gesundheit wurde zuletzt im Frühjahr 2000 unter dem geänderten Titel „Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung“ vorgelegt.⁶⁶ Hierin wurden allgemeine Bestimmungen zu eignungs ausschließenden oder eignungseinschränkenden physischen, psychischen und charakterlichen Mängeln beim Fahrerlaubnisbewerber und Fahrerlaubnisinhaber festgelegt. Es flossen verkehrsmedizinische und verkehrspsychologische Erkenntnisse und Erfahrungen ein. Schlussfolgernd sind Leitlinien

zur Erleichterung der Begutachtungspraxis festgelegt worden, die allerdings nicht die Begründung des Gutachtens im Einzelfall ersetzen sollen. Neben der allgemeinen Bestimmung existieren im speziellen Teil Regelungen für verschiedene chronische Erkrankungen (wie z.B. Diabetes mellitus oder Epilepsien). Dabei finden sich jedoch bislang keine Erläuterungen zur Hepatischen Enzephalopathie und ihren Auswirkungen auf das Fahrverhalten. Lediglich in Kapitel 3.11.2 „Alkoholabhängigkeit“ wird auf alkoholtoxisch bedingte chronische Leberschäden hingewiesen, wobei die laborchemische Leberdiagnostik (γ -GT, GOT, GPT, MCV, CDT und Triglyzeride) zur Überprüfung eines Abstinenznachweises im Vordergrund steht.

A.3.2 Fahreignungsdiagnostik

In der Anlage 5 der Fahrerlaubnis-Verordnung werden fünf allgemeine Anforderungen an die psychische Leistungsfähigkeit gestellt. Hierzu zählt die optische Orientierung, die Konzentrationsfähigkeit, die Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und die Belastbarkeit (s.Abb.1). Diese Anforderungen an die psychische Leistungsfähigkeit sollen mit geeigneten, standardisierten und validierten psychologischen Testverfahren untersucht werden.⁶⁷



Psychometrie

Die Bundesländer geben unterschiedliche Empfehlungen zur Auswahl von Testbatterien ab. Zu den bundesweit anerkannten und standardisierten psychometrischen Testverfahren gehören unter anderem mehrere Tests des „Wiener Testsystems“ der Firma Schuhfried GmbH. Die im Rahmen dieser Studie verwendeten 5 Tests LVT, COG, DT, RT und

TAVTMB werden detailliert im Methodenteil besprochen (siehe C.3.2). Des Weiteren werden verschiedene Leistungstests aus dem „Act- und React-Testsystem“ empfohlen, die hier aber nicht weiter erörtert werden.

Psychometrische Test untersuchen primär Einzelkriterien, die dann in einer Gesamtbewertung aufsummiert werden. Dies birgt die Schwierigkeit eine ausgewogene Wertung zu finden, die möglichst den beim Fahren geforderten Fähigkeiten entsprechen soll. Im Unterschied zum Fahren kann der Proband bei den psychometrischen Tests keine Kompensationsmechanismen, wie angepasstes Verhalten oder Routine (Automatisierung) einsetzen.

Bei der Bewertung der Testleistung gilt als Mindestanforderungen, dass auf einer Prozentrang-Skala der Prozentrang 16 (dies entspricht der ersten Standardabweichung), bezüglich alters-unabhängiger Normwerte, in allen eingesetzten Leistungstests erreicht oder überschritten werden muß. Grenzwertunterschreitungen dürfen nur situationsbedingt sein oder werden durch stabile Leistungen in den anderen Verfahren ausgeglichen, so dass eine Mängelkumulation ausgeschlossen ist. Bei Grenzwertunterschreitungen kann durch Ergebnisse weiterer Verfahren (Ergänzungsverfahren, Verhaltensbeobachtung, Wiederholungsuntersuchung) nachgewiesen werden, dass das aus den Leistungsergebnissen zu erschießende Risiko durch das Kompensationspotential (z.B. vorausschauendes Denken, ausgeprägtes Risikobewusstsein, sicherheitsbetonte Grundhaltung) angemessen gemindert werden kann. Die Ursache einer Leistungseinschränkung ist nachrangig. Die ärztliche Diagnose dient somit ausschließlich der Einschätzung der therapeutischen Verbesserung der Fahreignung, sowie der Prognose von Erkrankung und Fahreignung. Die Feststellung der aktuellen psychischen Leistungsfähigkeit oder von Leistungsmängeln ist also diagnoseübergreifend und -unabhängig.

Fahrverhaltensprobe

Neben den psychometrischen Testverfahren dient die Fahrverhaltensprobe zur Beurteilung der Fahreignung. Im Gegensatz zur Psychometrie stellt sie keine Simulation dar, bei der nur Einzelkriterien untersucht werden, sondern es wird die Summe aller erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Fahren abverlangt. Bei der Beurteilung durch einen Fahrlehrer können verschiedene Kompensationsmechanismen, wie Routine oder langsames sicherheitsbetontes Fahren einfließen. Allerdings ist eine Standardisierung der Testbedingungen erschwert, eine Untersucher-Abhängigkeit ist möglicherweise gegeben und

die Durchführung insgesamt wesentlich aufwendiger. Dennoch ist die reale Fahrsituation der psychometrischen Eignungsprüfung als überlegen anzusehen. Sie ist somit als Untersuchungsmethode der Gold-Standard.⁵⁸ Bei Nachweis durch eine Fahreignungsprobe, dürfen keine Hinweise auf verkehrsmedizinisch relevante eignungseinschränkende oder -ausschließende Mängel vorliegen.

A.3.3 Studienlage zur Fahreignung bei HE

Es wurden bereits verschiedene Studien zur Fahreignung bei Hepatischer Enzephalopathie durchgeführt deren Ergebnisse jedoch nicht eindeutig sind. Eine detaillierte Vorstellung und kritische Beleuchtung der vorliegenden Studien wird im Diskussionsabschnitt vorgenommen. (siehe E.1)

A.4 Ziele der Untersuchung

Die Zielsetzung der durchgeführten Studie ist ein Vergleich der Fahreignung von Verkehrsteilnehmern, die in Folge einer Leberzirrhose an dem Symptomenkomplex der Hepatischen Enzephalopathie leiden mit einer repräsentativen Stichprobe gesunder Normprobanden. Es soll eine Bewertung der zur Fahreignungsdiagnostik eingesetzten Methoden erfolgen. Zur Bewertung der Kontrollgröße Fahreignung werden zwei von einander unabhängige Urteile gefällt, die wie folgt bezeichnet werden. Einerseits wird die „Realfahrt-Fahreignung“ nach Durchführung einer Fahrverhaltensprobe mit einem Fahrlehrer getestet. Zum anderen wird die „CPM-Fahreignung“ anhand einer computerpsychometrischen Testbatterie ermittelt, wie sie in der Empfehlung zur Fahreignungsbewertung nach FEV Anlage 5 empfohlen wird. Die begriffliche Unterscheidung dieser beiden Urteile dient der besseren Trennung und Darstellbarkeit der Ergebnisse.

Des Weiteren erfolgen eine Evaluation der einzelnen psychometrischen Subtests, sowie eine Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Einfluss- und Kontrollgrößen. Schließlich wird anhand eines Fragebogens die Selbsteinschätzung der Fahrleistung überprüft.

Zusammengefasst ergeben sich folgende Fragestellungen:

Unterscheidet sich die Fahreignung in den Untersuchungsgruppen?

Stimmen die Realfahrt-Fahreignungsurteile mit den CPM-Fahreignungsurteilen überein? Gibt die CPM-Untersuchung nach FEV-Leitlinien die Fahreignung auch bei der HE realistisch

wieder? Welche Tests oder Subtests zeigen die beste Trennschärfe?

Bestehen statistische signifikante Korrelationen zwischen Einflussgrößen wie Alter, Geschlecht, Gruppenzuordnung (HE-Schwere), Zirrhose-Schweregrad (Child-Pugh-Stadium) und der Kontrollgröße Realfahrt-/ CPM-Fahreignung?

Wie gut war die Selbsteinschätzung der Studienteilnehmer in Bezug auf ihre Fahrleistung?

B Material

B.1 Gewinnung der Probanden

Insgesamt 99 Studienteilnehmer wurden im Zeitraum von Mai 2003 bis Juni 2005 unter der Leitung von Herrn Dr. med. Kircheis untersucht.

Aus der ambulanten und stationären Versorgung der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie der Uniklinik Düsseldorf konnten 51 Patienten mit einer Leberzirrhose als Teilnehmer akquiriert werden (Zirrhosegruppe). Die 48 gesunden Probanden (Kontrollgruppe) wurden durch Ausschreibung auf der Universitäts-Internetseite, durch Aushänge in den Einrichtungen der Universität und Uniklinik, sowie durch Zeitungsberichte und -inserate geworben. Das Altersspektrum der Kontrollgruppe wurde der Zirrhosegruppe angepasst um relevante Altersunterschiede zu vermeiden.

Vor Beginn der klinischen Untersuchung wurden die Patienten über Wesen, Bedeutung und Tragweite der klinischen Studie und über die anonymisierte Weitergabe der erhobenen Daten unter Beachtung des Datenschutzes zu Studienzwecken aufgeklärt. Während der Untersuchungen bestand für die Probanden ein Versicherungsschutz im Sinne einer Patientenversicherung.

Ein Antrag auf Zulassung bei der Ethikkommission wurde gestellt und die Studie unter der Studiennummer 4609 erfasst.

B.1.1 Bildung der Probandengruppen

Die Probanden mussten sich zu Beginn der Studie einer ärztlichen Untersuchung unterziehen. Hierbei wurden klinische, neurologische, psychometrische und laborchemische Parameter erhoben. Die Sicherung der Leberzirrhose erfolgte anhand laborchemischer, sonographischer und histologischer Untersuchungen. In den meisten Fällen war die Diagnose schon seit längerem bekannt. Viele der Patienten wurden seit Monaten bis Jahren in der hepatologischen Ambulanz der UKD betreut. Die Versuchspersonen wurden auf der Basis der erhobenen Parameter und nach einem Abgleich mit den vordefinierten Ein- und Ausschlusskriterien der Kontroll- und der Zirrhosegruppe zugewiesen. War beides nicht zulässig wurden die Probanden von der Studie ausgeschlossen. Im Anschluss wurde die Zirrhosegruppe anhand der West-Haven-Kriterien und der computerpsychometrischen Untersuchung weiter in die Schweregrade HE0, mHE und oHE untergliedert (s.Abb.2).

B.1.1.1 Einschlusskriterien Zirrhosegruppe

Die Hauptvoraussetzung für die Aufnahme in die Zirrhosegruppe war das Vorliegen einer laborchemisch, sonographisch und/oder histologisch gesicherten Leberzirrhose. Die Patienten befanden sich alle in ambulanter oder stationärer Betreuung in der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie (Direktor: Prof. Dr. med. D. Häussinger) des Universitätsklinikum Düsseldorf. Eine weitere Teilnahmevoraussetzung war der Besitz einer gültigen Fahrerlaubnis der Klasse B (PKW bis 3,5 t) bzw. der Klasse 3 (PKW bis 7,5t). Die Probanden sollten zwischen 18 und 85 Jahre alt sein. Es erfolgte eine Aufklärung über Inhalt und Fragestellung der Untersuchung. Die Aufnahme in die Studie erfolgte durch eine freiwillige Einverständniserklärung der Versuchsteilnehmer.

B.1.1.2 Ausschlusskriterien Zirrhosegruppe

Als allgemeine Ausschlusskriterien galten Minderjährigkeit und das Fehlen einer gültigen Fahrerlaubnis wie unter B.1.1.1 beschrieben. Keine der folgenden medizinischen Konditionen oder Erkrankungen, welche die Ergebnisse hätten verfälschen können, durfte vorliegen: Nicht geschäftsfähige bzw. präkomatöse/komatöse Patienten (HE-Grad > 2); Aktuelles Vorliegen eines bekannten Alkohol- oder Medikamentenmissbrauchs oder einer anderen Suchterkrankung; Bestehen einer neurologischen oder psychischen Erkrankungen, welche die Ergebnisse beeinflussen könnte (besonderes Augenmerk auf: Alkoholentzugsdelir, Wernicke-Enzephalopathie, M.Wilson, u.a. mit einer Leberzirrhose assoziierte Erkrankungen); Ophthalmologische Erkrankungen mit nicht korrigierbarer Visuseinschränkung, Rot-Grün-Farbsehschwäche; Frauen in Schwangerschaft, Stillzeit sowie Patientinnen im gebärfähigen Alter ohne sichere Kontrazeption; andere internistische Erkrankungen, wie dekompensierter Hypertonus, dekompensierte Herzinsuffizienz, höhergradige Niereninsuffizienz (Kreatinin > 3 mg/dl) bzw. dekompensierter Diabetes mellitus; Insulintherapie; Hinweise auf neurologische Störungen wie eine Alzheimer-Erkrankung oder Morbus Parkinson, sowie andere Enzephalopathieformen. Des Weiteren mussten folgende zirrhosespezifische und HE-präzipitierende Ereignisse ausgeschlossen sein: Weniger als 1 Woche zurückliegende Ösophagusvarizenblutung bzw. Blutung im oberen Gastrointestinaltrakt; Vorliegen schwerwiegender nicht korrigierbarer Elektrolytstörungen unter Diuretikagabe (insbesondere

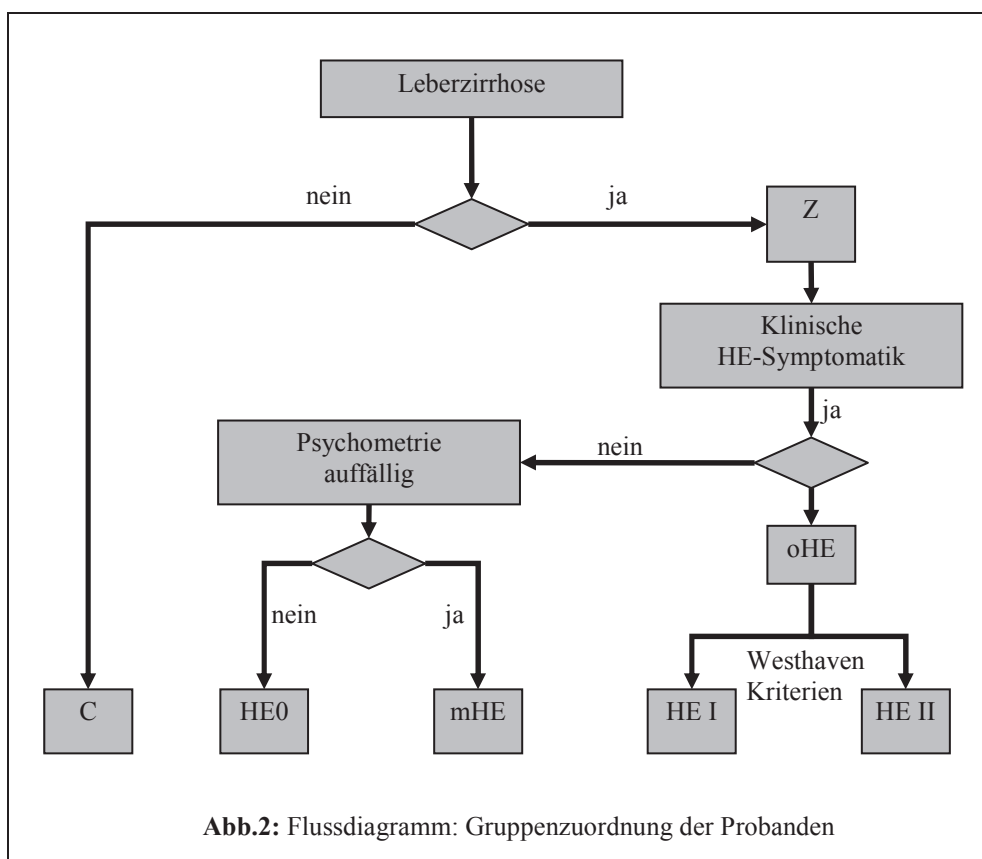
Na⁺ und K⁺-Verschiebungen) oder eines hepatorenenalen Syndroms; Zeichen einer Spontan bakteriellen Peritonitis; Weniger als 10 Tage zurückliegende Einnahme folgender Präparate: Verzweigt-kettige Aminosäuren (BCAA), schwer resorbierbare Antibiotika, Benzodiazepine, Benzodiazepin-Antagonisten, Kortikosteroide, Interferone, Zink, Wismutpräparate, Psychopharmaka, Sedativa, Neuroleptika, Psychostimulantien, Antidepressiva oder andere ZNS-wirksame Medikamente. Die Teilnahme an einer anderen Arzneimittelstudie innerhalb der letzten 30 Tage musste ausgeschlossen werden.

B.1.1.3 Einschlusskriterien Kontrollgruppe

Die Probanden in der Kontrollgruppe mussten folgende Kriterien erfüllen: Aufklärung über Inhalt und Fragestellung der Untersuchungen und Abgabe des freiwilligen Einverständnisses zur Teilnahme; Besitz einer gültigen Fahrerlaubnis der Klasse B bzw. 3 und ein Alter zwischen 18 und 85 Jahre.

B.1.1.4 Ausschlusskriterien Kontrollgruppe

Ausgeschlossen wurden Probanden, welche die unter B.1.1.2 genannten Kriterien zu Erkrankungen und medizinischen Konditionen, sowie Einnahme von Medikamenten nicht erfüllten. Akute oder chronische Lebererkrankung, wie Zeichen einer Hepatitis oder einer Steatosis hepatis und eine Leberzirrhose mussten klinisch, sonographisch und laborchemisch ausgeschlossen werden.



B.1.2 Erhebung und Speicherung der Probandendaten

Die Anamnese und klinische Untersuchung wurde zur Feststellung von Ein- und Ausschlusskriterien durch Ärzte des ambulanten und stationären Klinikbetriebs der Abteilung für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie des Uniklinikums Düsseldorf durchgeführt. Die klinischen Daten wurden auf Dokumentationsbögen erfasst, sowie in der Labordatenbank archiviert. Die computerpsychometrischen Daten wurden auf dem Testcomputer gespeichert. Die Datenverarbeitung erfolgte mit den Programmen Microsoft® Word, Microsoft® Excel und SPSS® für Windows.

B.2 Vergleich der Gruppen bezogenen Merkmale

B.2.1 Zusammensetzung des Probandenkollektivs

Von insgesamt 139 akquirierten Probanden verblieben nach Einhaltung der Ein- und Ausschlusskriterien insgesamt 99 Probanden übrig. Eine Steatosis hepatis war bei 10 Probanden der Grund für den Ausschluss. Einige Teilnehmer brachen die Studie aus Gründen

der Erschöpfung oder Unlust ab und mussten daraufhin ausgeschlossen werden.

In der Kontrollgruppe befanden sich schließlich 48 Probanden. In die Zirrhosegruppe wurden 51 Teilnehmer eingeschlossen, unter denen sich 10 Probanden mit einer HE0, 27 mit einer mHE und 14 mit einer oHE befanden.

B.2.2 Alters- und Geschlechtsverteilung

Altersverteilung (s. Abb.3):

Das Alter der Probanden lag im Durchschnitt bei 54,7 Jahren ($\pm 11,5$ J.) und die Altersspanne betrug 50 Jahre (31 bis 81 J.). Die Patienten der HE0-Gruppe ($51,5 \pm 9,6$ J.) waren im Durchschnitt jünger, als die der mHE- ($53,1 \pm 11,6$ J.) und der oHE-Gruppe ($60,4 \pm 9,8$ J.). Der Altersdurchschnitt der Kontrollgruppe ($54,6 \pm 12,0$ J.) befand sich nah am Gesamtdurchschnitt. Statistisch betrachtet zeigt der Altersvergleich keine signifikanten Lageunterschiede (*t*-Test). Die Altersunabhängigkeit der Ergebnisse ist daher anzunehmen.

Geschlechtsverteilung (s. Abb.4):

Insgesamt dominierte die Zahl der männlichen Probanden deutlich. Unter den 99 Probanden waren 78 männliche und nur 21 weibliche Teilnehmer. In den Subgruppen der HE ist der Anteil weiblicher Probanden mit zunehmender Krankheitsschwere geringer. Dies ist entscheidend auf das zur Verfügung stehende hepatologische Patientenkollektiv zurückzuführen. Die Zahl der weiblichen Zirrhose-Patientinnen im Untersuchungszeitraum war der Prävalenz entsprechend niedriger.

B.2.3 Ätiologie

Bei 68,6% der Patienten lag eine äthyltoxische Leberzirrhose (C2) vor. An zweiter Stelle mit 19,6% folgte die Chronisch Virale Hepatitis C (HCV) als Krankheitsursache. Deutlich seltener waren die Diagnosen Primär sklerosierende Cholangitis (zweimal), Primär biliäre Zirrhose (einmal) und die Chronisch virale Hepatitis B (einmal) vertreten. In zwei Fällen ergab sich nach Genesediagnostik eine kryptogene Zirrhose. Insgesamt zeigt die ätiologische Verteilung auf die HE-Gruppen ausreichende Homogenität, so dass eine Ergebnisverfälschung aufgrund der Krankheitsursache nicht zu erwarten ist. (S. Abb.5)

B.2.4 Zirrhose-Schweregrad

Der Zirrhoseschweregrad wurde entsprechend der Child-Pugh-Klassifikation ermittelt.^{68, 69} Der Großteil der Patienten hatte eine leichtgradige Leberzirrhose vom Typ Child A (66,7%). Während in der HE0-Gruppe ausschließlich Child A Stadien vorlagen, hatten in der mHE-Gruppe 20 Patienten (74,1%) eine Child A-Zirrhose. Die restlichen 7 Probanden (25,9%) befanden sich im Stadium Child B. In der oHE-Gruppe lag bei nur zwei (18,2%) der elf klassifizierten Probanden das Stadium Child A vor. Am häufigsten war hier die Child B-Zirrhose, die 8 Patienten (72,7%) aufwiesen. Einem Probanden wurde das Child C-Stadium zugeordnet. (S. Abb.6)

B.2.5 Bildung & Berufe

Die Teilnehmer wurden gebeten einen Fragebogen zu Ausbildung und Beruf zu beantworten.

Ausbildungsstatus:

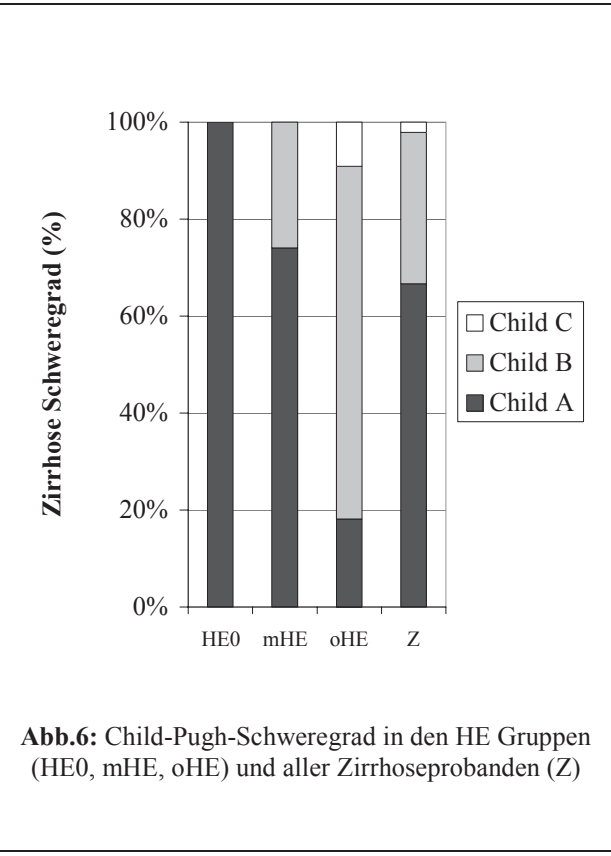
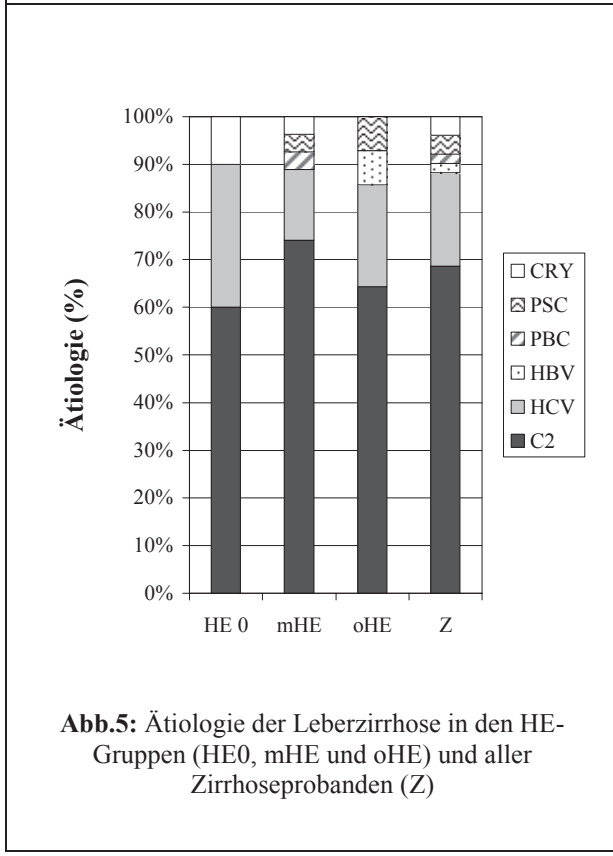
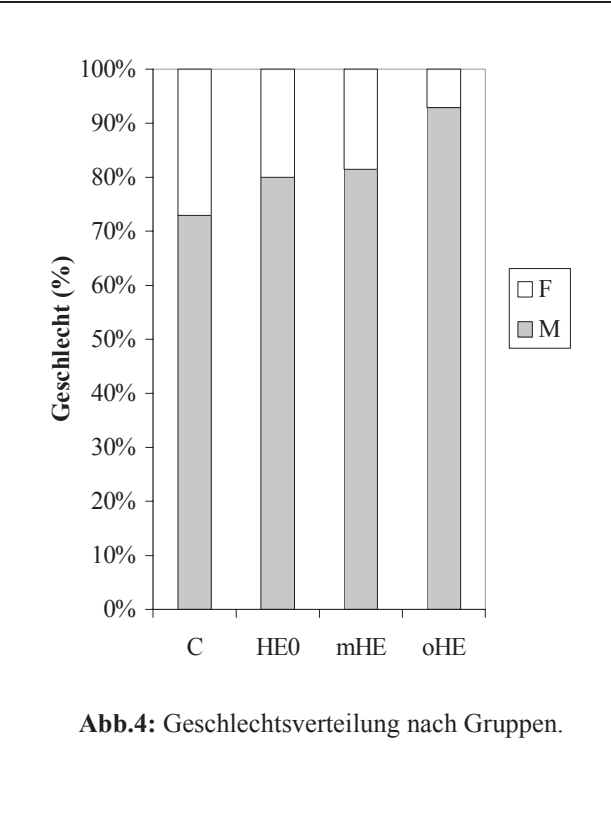
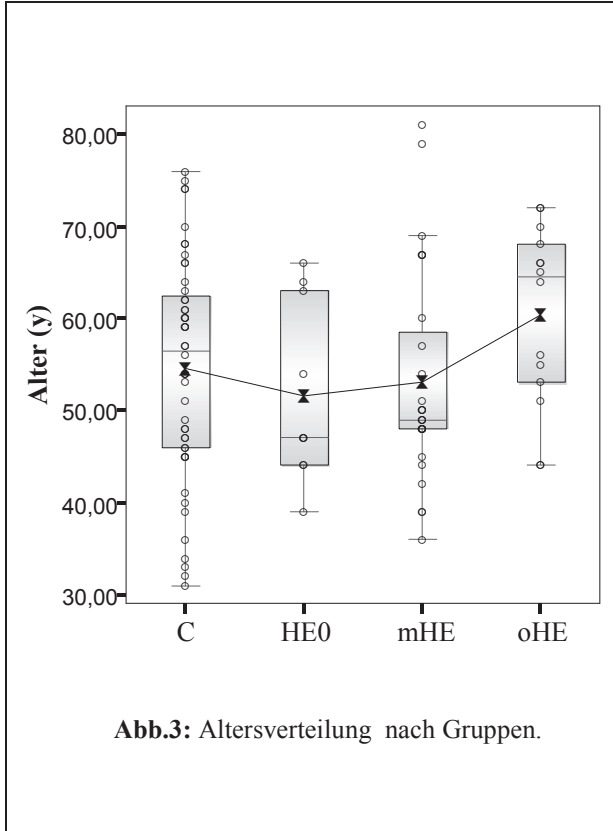
Um einen Überblick über den Bildungsstand des Probandenkollektivs zu gewinnen sollte der höchste erreichte Bildungsabschluss angegeben werden. Zur Auswahl standen folgende Möglichkeiten: Hauptschule ohne Lehre; Hauptschule mit Lehre; Realschule/Gymnasium ohne Abitur; Fach-, Wirtschafts-, Handelsschule; Gymnasium mit Abitur/Fachoberschule; Berufsakademie mit Abschluss; (Fach-)Hochschule mit Abschluss; keine Angabe. Nach Auswertung der vorliegenden Daten sind die Probandengruppen diesbezüglich gut durchmischt. Eine höhere Anzahl an Hauptschul-Absolventen mit und ohne Lehre findet sich in der Gruppe mHE und oHE. Dieses Defizit in der Kontrollgruppe und HE0 verteilt sich jedoch relativ gleichmäßig auf alle anderen Abschlüsse.

Berufsstatus:

Die Probanden wurden nach ihrem aktuellen oder vergangenen Berufsstatus befragt. Fünf Möglichkeiten standen zur Auswahl: Selbständige/r, Beamter/in, Angestellte/r, Arbeiter/in und keine Stellung. Sowohl in der Gesamtheit (54%) als auch in den einzelnen Studiengruppen (43-80%) machte der Anteil der Angestellten den größten Teil aus. Darauf folgte die Gruppe der Selbstständigen (19%) und der Arbeiter (12%). Die Anzahl der Probanden ohne Stellung (2%) oder ohne Angabe (5%) war gering. Die Verteilung in den Gruppen zeigte keine größeren Unterschiede.

Sicherung des Lebensunterhalts:

Eine weitere Frage zielte auf die Sicherung des Lebensunterhaltes/Einkommensquelle der Probanden ab. Die sechs möglichen Antworten waren: Erwerbs-/Berufstätigkeit, Rente/Krankengeld (Erwerbsunfähigkeit), Arbeitslosenhilfe, Unterhalt des (Ehe-)Partners, Eigenes Vermögen/Sparguthaben und Sozialhilfe. 47% aller Probanden gaben an erwerbs-/berufstätig zu sein, während 38% Rente oder Krankengeld bezogen. Die anderen Einkommensquellen waren mit 15 % also nur relativ selten repräsentiert. In der Kontrollgruppe fanden sich deutlich mehr Erwerbstätige als Rentner oder Bezieher von Krankengeld. Diese Häufigkeitsverteilung kehrt sich in den HE-Gruppen mit zunehmendem Krankheitsstadium um, so dass hier mehr Berentete oder Bezieher von Krankengeld zu finden sind. In der oHE-Gruppe waren sogar 78% der Teilnehmer nicht erwerbstätig. Es wird ersichtlich, dass die Krankheit die Betroffenen häufiger zu Erwerbsunfähigkeit oder Frühberentung zwingt. Das Durchschnittsalter in der oHE-Gruppe war mit 60,4 Jahren etwas höher als in den anderen Untersuchungsgruppen. Dennoch deutet sich ein Zusammenhang zwischen Erkrankungsschwere und Erwerbsbiografie an.



C Methodik

C.1 Untersuchungsplan

Um eine Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, wurde ein Untersuchungsplan erstellt. Eine standardisierte Reihenfolge der einzelnen Untersuchungen wurde festgelegt, um mögliche Ermüdungserscheinungen bei allen Teilnehmern gleichgroß zu halten. Der erste Untersuchungsabschnitt, der im UKD durchgeführt wurde, umfasste die medizinische und die psychometrische Untersuchung und CFF-Messung. Am zweiten Untersuchungstag wurde die Realfahrt auf einem Verkehrsübungsplatz in Kaarst (NRW) durchgeführt. Vor Beginn der Realfahrt wurden die Versuchspersonen gebeten den Fragebogen auszufüllen (s. G.2).

Untersuchungsplan	
Tag 1	Anamnese und körperliche Untersuchung Blutentnahme zur Erhebung der Routinelabordaten Sonografie ⇓ Pause ⇓ CPM und CFF (45-60 min)
Tag 2	Fragebogen ⇓ Pause ⇓ Realfahrttest (60min)

Tab.2: Untersuchungsplan

C.2 Einfluss- und Kontrollgrößen

Um Zusammenhänge zwischen Probandendaten und Messdaten zu finden, erfolgte eine Festlegung von Kontrollgrößen und Einflussgrößen. Unterschieden wurden die beiden Kontrollgrößen, die Realfahrt-Fahreignung und die CPM-Fahreignung.

Als Hauptgruppenmerkmal wurde das HE-Stadium ermittelt. Die Eingruppierung erfolgte anhand der medizinischen und computerpsychometrischen Untersuchung. Der Einfluss des HE-Stadiums auf die Kontrollgrößen wurde daraufhin untersucht. Als weitere mögliche Einflussgrößen wurden Alter und Geschlecht der Probanden untersucht. Schließlich wurde überprüft, ob eine Einflussnahme auf die Kontrollgrößen durch das Child-Pugh-Stadium besteht.

Einflussgrößen	Kontrollgröße
Hauptgruppenmerkmal: ➤ HE-Stadium Weitere: ➤ Alter / Geschlecht ➤ Child-Stadium der Leberzirrhose	➤ Fahrlehrerurteil = Realfahrt-Fahreignung ➤ CPM-Urteil = CPM-Fahreignung

Tab.3: Einfluss- und Kontrollgrößen

C.3 Erster Untersuchungstag

C.3.1 Medizinische Untersuchungen

Bei der Anamneseerhebung und körperlichen Befunderhebung wurde ein standardisierter Dokumentationsbogen verwandt. Neben einer allgemeinen Anamnese wurden die erwähnten Ausschlusskriterien abgefragt. Bei den Zirrhosepatienten wurden Symptome einer oHE entsprechend den West-Haven-Kriterien erfasst (s.Tab.1). Daraufhin erfolgten die Blutuntersuchung und eine Sonographie des Abdomens. Bestimmt wurden Elektrolyte, Nierenretentionswerte und ein Leberprofil. Zum Ausschluss einer chronischen Lebererkrankung wurde abdominal-sonographisch gezielt nach erhöhter Echogenität, wie bei einer Steatosis hepatis oder Fibrose, sowie auf Zirrhosezeichen wie Größenveränderung, Inhomogenität, auffällige Oberflächenstruktur, Gefäßrarefizierung, Konturverplumpung, und Aszites geachtet. Des Weiteren wurde nach zystischen, raumfordernden oder malignomverdächtigen Veränderungen gesucht.

C.3.2 Computerpsychometrie mit dem Wiener Testsystem

Mit dem computerbasierten Wiener Testsystem der Firma Schuhfried können verschiedenste Bereiche kognitiver Leistungsfähigkeit qualitativ und quantitativ gemessen werden. Das für die Diagnose der mHE validierte Testsystem wird am Institut für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie der Uniklinik Düsseldorf routinemäßig zur Diagnostik der minimalen HE genutzt. ^{41, 70, 71, 72}

Das Wiener Testsystem wird neben der medizinischen und hierbei vor allem der neurologisch-psychologischen und verkehrspsychologischen Anwendung auch in der

Flugpsychologie, der Arbeits-, Betriebs- und Organisationspsychologie genutzt.

Durch unterschiedliche Gewichtung, Bewertung und Verwendung der Variablen können unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden.

Für die Diagnose der mHE ist eine andere Variablen- und Testauswahl getroffen worden, als bei der nach FEV Anlage 5 weitgehend festgelegten Fahreignungsbewertung. Alle Probanden absolvierten den Gesamttest, bestehend aus 7 Subtests mit insgesamt 62 Testvariablen, welche zum Teil als Rohdaten und zum Teil als Prozentränge ausgegeben wurden. Die Rohdaten wurden mit der Normstichprobe einer Altersgruppe oder mit einer Gesamtstichprobe verglichen und dementsprechend in Prozenträngen angegeben.

Es werden kognitive Parameter wie Konzentration, Aufmerksamkeit, Visuopraxis, psychomotorische Geschwindigkeit, reaktive Belastbarkeit und Gedächtnisspanne gemessen.

Vorteilhaft an der Computerpsychometrie ist die vollständige Standardisierung der Testanweisung, -durchführung und -auswertung. Von Nachteil ist der hohe Zeitaufwand im Vergleich zu anderen Verfahren. (s.Tab.4).

C.3.2.1 Linienverfolgungstest (LVT)

Der LVT stellt ein Verfahren zur Erfassung der selektiven Aufmerksamkeit dar, wobei der Schwerpunkt auf der visuellen Orientierungsleistung bzw. Überblicksgewinnung liegt. Die Durchführung der Kurzform S2 mit 40 Einzelaufgaben dauert ca. 5-10 min., in denen der Proband eine einfache optische Struktur (markierte Linie) in einem komplexen Umfeld (Liniengewirr) verfolgen und das Ergebnis in Form einer Ziffer von 1 bis 9 eingeben soll (s.Abb.G.1.3). Nach einer Instruktions- und Übungsphase beginnt der Test unter der Vorgabe so korrekt und zügig wie möglich zu arbeiten. Neben der Abbildung der Kriterien Arbeitsgeschwindigkeit und -genauigkeit, wird eine „Score“ aus beiden Werten errechnet.

Testgütekriterien:

Der Test weist eine hohe Reliabilität auf mit einer inneren Konsistenz von $r=0.92$. Es existieren zahlreiche kriteriumsbezogene Validitätsnachweise. Es konnten Korrelationen zwischen Testergebnis und anderen verkehrspsychologischen Testbatterien mit ähnlicher Fragestellung ebenso gefunden werden,⁷³ wie zu Fahrverhaltensproben⁷⁴ und zum Unfallrisiko.⁷⁵ Signifikante Gruppenunterschiede bestanden zwischen einer Gruppe alkoholauffälliger Kraftfahrer⁷⁶ mit einer Normgruppe.

Normierung:

Eine repräsentative Normstichprobe von N=448 wird zur Prozentrangvergabe genutzt.

C.3.2.2 Cognitron (COG)

Hierbei handelt es sich um einen Leistungstest zur Erfassung von Aufmerksamkeit und Konzentration, indem abstrakte Figuren hinsichtlich Form und Kongruenz verglichen werden müssen (s. Abb.G.1.4). Nach einer animierten Instruktions- und fehlersensitiven Übungsphase beginnt der eigentliche Test. Die Testform S1(Figuresatz 1) besteht aus 200 Einzelaufgaben mit freier Bearbeitungszeit. Nach der Antworteingabe wird automatisch zur nächsten Aufgabe weitergeschaltet. Insgesamt sollen 80 Symbole als identisch bestätigt werden und 120 als nicht identisch zurückgewiesen werden. Die Testdauer beträgt in etwa 10 Minuten. Die investierte Aufmerksamkeit kann anhand der Arbeitsgenauigkeit und -geschwindigkeit ermittelt werden.

Testgütekriterien:

Die Reliabilität ist mit durchschnittlich $r=0,95$ sehr hoch. Zu inhaltlicher Gültigkeit, konvergenter bzw. diskriminanter Validität, Konstruktvalidität und Kriteriumsvalidität liegen verschiedene Untersuchungen vor.⁷⁷

Normierung:

Neben den Rohdaten werden Prozentränge im Vergleich mit der entsprechenden Altersgruppe nach Dekaden (PRA) oder der Gesamtheit (PRG) der repräsentativen Eichstichprobe (N =580, Alter von 11-76 Jahre) angegeben.

C.3.2.3 Wiener Determinationstest (DT)

Dieser Test ist ein Verfahren zur Erfassung reaktiver Belastbarkeit, Reaktionsfähigkeit und von Aufmerksamkeitsstörungen. Es werden in schneller Folge unterschiedliche Reaktionen auf rasch wechselnde optische und akustische Reize gefordert, wobei das belastende Moment im fortlaufenden, möglichst anhaltend schnellen und unterschiedlichen Reagieren auf schnell wechselnde Reize liegt. In einer Einführung werden dem Probanden akustische und farbige Signale vorgegeben. Die korrekte Reaktion erfolgt durch Betätigung der korrespondierenden Taste am Probandenpanel (s. Abb.G.1.1 und G.1.5) oder der Fußpedale. Im gewählten Modus S1 (Adaptiv kurz), passt sich die Geschwindigkeit der Reizdarbietung an das Leistungsniveau des Probanden an. In der 5-10 minütigen Testphase werden Rohwerte, sowie

altersvergleichsabhängige (PRA) und -unabhängige Prozenträge (PRG) ermittelt.

Testgütekriterien:

Die innere Konsistenz für die Hauptvariablen liegt mit $r=0.99$ sehr hoch. Neben diversen Validitätsstudien des Testvorgängers „Determinationsgerät“ liegen auch zum DT verschiedene Untersuchungen vor.

Normierung:

Der Bewertung liegt eine repräsentative Normstichprobe mit $N=849$ Probanden zu Grunde.

C.3.2.4 Motorische Leistungsserie (MLS)

Dieses Verfahren dient der Messung der motorischen Eigenschaften des Probanden. Für die Testkurzform S2 nach Sturm & Büssing werden ca. 8 min. benötigt. Sie beinhaltet die vier Subtests Steadiness, Liniennachfahren, Aiming und Tapping. Bei der Testdurchführung wird die MLS-Arbeitsplatte (s.Abb.G.1.6) benötigt. Diese $300 \times 300 \times 15$ mm große Arbeitsplatte weist Bohrungen, Fräsungen und Kontaktflächen auf. Nur die Durchführung mit der dominanten Hand wird gemessen. Auf der Arbeitsplatte sind folgende Aufgaben durchzuführen:

Beim Subtest Steadiness muss der Griffel freihändig in ein Bohrloch gehalten werden, ohne dabei die Wand zu berühren. Kontaktzahl und -dauer werden elektronisch gemessen. Beim Liniennachfahren (LNF), muss der Griffel von Start- bis Zielpunkt möglichst rasch und mit minimaler Wandberührung entlang einer gefrästen Linie geführt werden. Die Gesamtzeit, Kontaktzeit und -anzahl werden gemessen. Beim Aiming muss der Proband mit dem Griffel eine Reihe von Kontakten möglichst schnell und fehlerfrei nacheinander berühren. Beim Tapping schließlich soll eine Kontaktfläche mit dem Griffel innerhalb von 90 sec. so oft wie möglich berührt werden.

Folgende sechs Faktoren der Feinmotorik können so erfasst werden: Zielgerichtetheit der Bewegung (Aiming), Handunruhe (Tremor), Präzision von Arm-Hand-Bewegungen, Handgeschicklichkeit, Arm- und Handgeschwindigkeit, Handgelenk-Finger-Geschwindigkeit.

Testgütekriterien:

Die Subtestparameter Aiming, Liniennachfahren und Tapping weisen Retest-Koeffizienten von $r=0.52$ bis $r=0.92$ für die rechte Hand auf. Der Konsistenz-Koeffizient beim Tapping liegt bei $r=0.94$. Verschiedene faktorenanalytische Studien haben gezeigt, dass bei klinischen

Gruppen und Normprobanden mit den sechs Faktoren über 85% der Gesamtvarianz aufgeklärt werden können.

Normierung:

Neben den Rohdaten liegen in vier Altersgruppen eingeteilte Prozentrangwerte aus einer Eichstichprobe mit N=200 Normprobanden vor.

C.3.2.5 Corsi-Block-Tapping-Test (CORSI)

Dieser Test dient der Erfassung der visuell-räumlichen Gedächtnisspanne. Die Kapazitätsgrenze des visuellen Kurzzeitgedächtnisses wird durch die Bestimmung der „unmittelbaren Blockspanne“ (UBS) überprüft. Auf dem Bildschirm erscheinen neun unregelmäßig angeordnete Würfel. Ein Zeiger tippt nacheinander eine bestimmte Anzahl von Würfeln an. Der Proband soll dieselben Würfel in gleicher Reihenfolge mit einem Griffel auf dem Touchscreen antippen. Die Zahl der zu wiederholenden Würfel nimmt konstant zu. Der Test ist beendet, wenn der Proband dreimal in Folge fehlerhaft beantwortet hat. Für den Test werden in der Regel ca. 5 Min. benötigt (s.Abb.G.1.7).

Testgütekriterien:

In neuropsychologischen Untersuchungen wird der Corsi-Test häufig zur Überprüfung der räumlich-visuellen Merkspanne benutzt. Der Cut-Off-Wert für die UBS wurde bei einer Anzahl von 4 Würfeln bestimmt.

Normierung:

Eine Normstichprobe lag zum Zeitpunkt der Auswertung für diesen Test nicht vor.

C.3.2.6 Reaktionstest (RT)

Bei diesem Test zur Messung der Reaktionsgeschwindigkeit und der gerichteten Aufmerksamkeit, muss der Proband auf eine Kombination optischer und akustischer Reize (Testform S3: Gelb/Ton) reagieren, indem er so schnell wie möglich mit dem Zeigefinger der dominanten Hand eine Taste betätigt und wieder zum Ausgangspunkt zurückkehrt. Nach einer kurzen Instrukionsphase folgt die Testphase mit 16 positiven Signalen, welche von 32 Störsignalen abgewechselt werden. Die Untersuchungsdauer beträgt ca. 4 Minuten. Neben der Reaktionszeit wird die motorische Zeit im Mittel angegeben, sowie die Anzahl falscher und richtiger Reaktionen.

Testgütekriterien:

In der Normstichprobe liegt die Reliabilität (Cronbach's Alpha) der Reaktionszeit zwischen $r=0.83$ und $r=0.98$ und der Motorischen Zeit zwischen $r=0.84$ und $r=0.95$.

Normierung:

Die Ergebnisse der Zeitvariablen werden als Prozentränge der entsprechenden Altersgruppe und Gesamtgruppe einer Eichstichprobe von $n=377$ ausgegeben.

C.3.2.7 Tachistokopischer Verkehrsauffassungstest Mannheim/Bildschirmvorgabe (TAVTMB)

Mit dem TAVTMB (Testform S1) kann optische Wahrnehmungsleistung, Auffassungsgeschwindigkeit und „Überblicksgewinnung“ getestet werden. Dem Probanden werden Fotografien von Straßenverkehrssituationen, jeweils eine Sekunde gezeigt. Die Probanden sollen möglichst alle Verkehrsteilnehmer und -zeichen auf dem Bild registrieren. Fünf verschiedene Antwortmöglichkeiten stehen ihm im „multiple-select“-Schema zur Verfügung. Nach zwei Probed Bildern folgt die Testphase mit 20 Bildern. Die Bearbeitung dauert 5-10 Minuten.

Testgütekriterien:

Die Reliabilität für die Variable "Richtige Antworteingaben" beträgt $r=0.87$ und für die Variable "Falsche Antworteingaben" $r=0.73$. Karner und Neuwirth fanden eine signifikante Korrelation zwischen dem Globalurteil des Fahrverhaltens in einer standardisierten Fahrprobe und dem Testergebnis im TAVTMB.

Normierung:

Es liegt eine repräsentativen Stichprobe der Normalbevölkerung mit $N=661$ vor.⁷⁰ Diese Stichprobe ist zusätzlich nach Alter und Geschlecht geschichtet

C.3.3 MHE-Diagnose-Variablen

Die Diagnostik zielt auf die bei der mHE eingeschränkten Funktionen ab. Daher wurde die kognitive Funktion anhand folgender Kriterien getestet: Konzentrationsfähigkeit, Daueraufmerksamkeit, visuelle und audiologische Wahrnehmung, Feinmotorik, Reaktionsgeschwindigkeit, motorischer Geschwindigkeit und Auffassungsgeschwindigkeit. Insgesamt flossen 22 Subtestvariablen aus sechs Subtests in die mHE-Diagnostik ein. Die

Gewichtung der einzelnen Subtests und somit auch der Leistungskriterien war äquivalent. Waren mehr als zwei der Subtests auffällig wurde bei Zirrhose-Patienten ohne klinische Symptomatik, die Diagnose mHE gestellt.

Bei der Auswertung galt der 16. Prozentrang als untere Normgrenze. Sobald das Ergebnis einer Subtest-Variabel unter dieser Normgrenze lag, galt der Subtest als auffällig. Zwei Variablen, bei denen keine Prozentrangskala vorlag, wurden ab einem zuvor festgelegten Nominal-Ergebnis als auffällig gewertet.

Die Mehrzahl der gewählten Variablen wurde bei der Prozentrang-Auswertung im Altersgruppenvergleich beurteilt - im Folgenden mit dem Kürzel PRA (Prozentrang im Altersgruppenvergleich) versehen. Der Alterseffekt kann auf diese Weise eliminiert werden. Da sich die Leistungen in nahezu allen Subtests mit zunehmendem Lebensalter verschlechtern, wäre sonst beim Prozentrangvergleich mit der gesamten Normstichprobe eine verfälscht hohe Anzahl von älteren Patienten mit mHE ermittelt worden. (s.Tab.5).

C.3.4 Fahreignungs-Diagnose-Variablen

Wie bereits im Abschnitt zur Fahreignungsdiagnostik beschrieben, wird die Fahreignung in den Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung und in der FEV Anlage 5 reglementiert, wobei folgende fünf allgemeine Anforderungen an die psychische Leistungsfähigkeit gestellt werden: Optische Orientierung, Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und Belastbarkeit. Zur Erfassung dieser Kriterien kann das Wiener Test-System unter Verwendung vorgegebener Subtestvariablen verwendet werden. Im Gegensatz zu der mHE-Diagnostik wird bei der Fahreignung die Bewertung anhand altersunabhängiger Vergleichswerte getroffen. Der Prozentrangwert ergibt sich also aus dem Vergleich mit der gesamten Eichstichprobe, die alle Altersgruppen umfasst und wird im Folgenden mit PRG (Prozentrang im Gesamtgruppenvergleich) bezeichnet. Die Anforderungen an die Fahreignung lassen schließlich nicht mit zunehmendem Alter nach, sondern müssen sich an den realen Erfordernissen messen lassen. Entsprechend den Mindestanforderungen (siehe auch A.3.1.1) wurde die Bewertung „geeignet“ getroffen, wenn in höchstens einer der 5 Subtestvariablen ein Prozentrang unter 16 erreicht wurde. Um der Forderung nach Kompensationsmöglichkeiten gerecht zu werden, wurde Folgendes festgelegt: Wenn in zwei Tests ein PR unter 16 erzielt wurde, konnte dies durch normale Ergebnisse in zwei weiteren

von insgesamt 8 festgelegten erhobenen sekundären Parametern kompensiert werden. War nach Ausschöpfung dieser Kompensationsmöglichkeiten immer noch mehr als ein Test auffällig, wurde der Proband als „ungeeignet“ bewertet.

Bei einer Zuordnungsgenauigkeit von 74,7% konnte durch Sommer et al. durch diese Testbatterie die Fahreignung, im Vergleich mit einer bewerteten Fahrprobe, korrekt zugeordnet werden.⁷⁸ Die fünf Testvariablen mit jeweiligem Kriterium sind im Folgenden tabellarisch zusammengefasst (s.Tab.6).

C.3.5 Kritische Flimmerfrequenz (CFF)

Die CFF wurde mit dem Flimmerfrequenz-Analysator des Wiener Testsystem bestimmt⁷⁹ und vermag es die Schweregrade der HE als ein kontinuierliches Maß abzubilden (s.A.2.4.4). Sie gilt als ein Äquivalent der zentralen Aktivierung und stellt ein einfaches und bei einer Anwendungsdauer von ca. 10 Minuten, schnelles Testverfahren dar. Der Flimmerfrequenz-Tubus (s.Abb.G.1.9) besteht aus einem konvex-konkaven Linsensystem innerhalb eines Messtubus, in welchem sich eine Leuchtdiode befindet. Diese Diode stimuliert die Netzhautganglien intrafoveal mit einer Wellenlänge von 650 Nanometern bei einer Leuchtstärke von 5,3 milli-Candela. Die Lichtquelle wird mit einer stetig abnehmenden Frequenz (0,05 Hz/s bis 0,1 Hz/s) beginnend bei 60 Hertz ein- und ausgeschaltet.

Der Proband betätigt, jeweils zum Zeitpunkt des von ihm wahrgenommenen Übergangs eines gleichmäßigen Lichts in ein Flackerlicht, einen Schalter. Der Frequenzwert, bei dem der Übergang erkannt wird, ist die kritische Flimmerfrequenz. Die Messung wird achtmal wiederholt und der Mittelwert der Messreihe aus Einzelfrequenzen stellt einen reliablen Wert da. Die Test-Retest-Reliabilität liegt bei $r=0.86$ bis $r=0.92$. Durch die Erfassung von visueller Differenzierungsfähigkeit und Vigilanz erfolgt die quantitative Beurteilung der HE-Schwere. In der Arbeit von Kircheis et. al. konnte ein Cut-Off-Wert zwischen HE0 und oHE von 39,0 Hz als Grenze ermittelt werden.^{41, 50}

Die CFF ist ein in der Neuro- und Arbeitspsychologie, sowie in der Psychopharmakologie anerkanntes Verfahren. So korrelieren die Messergebnisse mit Sedierungstiefe und EEG-Messungen (Görtelmeyer et al. 1982). Einsatz findet die Methode auch in der Diagnostik des Morbus Alzheimer,⁸⁰ der Multiplen Sklerose,⁸¹ sowie bei der Testung auf psychotrope Drogen.⁸²

Nr.	WTS- Subtest/ Variablen	Nr.	WTS- Subtest/ Variablen
1	Linienverfolgungstest (LVT)	4.5	MLS-Aiming, Gesamtdauer (PRA)
1.1	LVT, Richtige Antworten (N)	4.6	MLS-Steadiness, Fehlerzahl (N)
1.2	LVT, Richtige Antworten (PRG)	4.7	MLS-Steadiness, Fehlerzahl (PRA)
1.3	LVT, Zeit/Richtige Antworten (ms)	4.8	MLS-Steadiness, Fehlerdauer (sec)
1.4	LVT Zeit/Richtige Antworten (PRG)	4.9	MLS-Steadiness, Fehlerdauer (PRA)
1.5	LVT, Score (N)	4.10	MLS-LN, Fehlerzahl (N)
1.6	LVT, Score (PRG)	4.11	MLS-LN, Fehlerzahl (PRA)
2	Cognitron (COG)	4.12	MLS-LN, Fehlerdauer (sec)
2.1	COG, Treffer (N)	4.13	MLS-LN, Fehlerdauer (PRA)
2.2	COG, Treffer (PRA)	4.14	MLS-LN, Gesamtdauer (sec)
2.3	COG, Zeit/Treffer (ms)	4.15	MLS-LN, Gesamtdauer (PRA)
2.4	COG, Zeit/Treffer (PRA)	4.16	MLS-Tapping, Treffer (N)
2.5	COG, Korrekte Zurückweisung (N)	4.17	MLS-Tapping, Treffer (PRA)
2.6	COG, Korrekte Zurückweisung (PRA)	5	Corsi Block Tapping (CORSI)
2.7	COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (ms)	5.1	CORSI, Unmittelbare Blockspanne (N)
2.8	COG, Mittlere Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRA)	5.2	CORSI, Richtige (N)
2.9	COG, Mittlere Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRG)	5.3	CORSI, Falsche (N)
3	Wiener Determinations-Test (DT)	6	Reaktionstest (RT)
3.1	DT, Richtige (N)	6.1	RT, Median Reaktionszeit (ms)
3.2	DT, Richtige (PRA)	6.2	RT, Median Reaktionszeit (PRA)
3.3	DT, Richtige (PRG)	6.3	RT, Median Reaktionszeit (PRG)
3.4	DT, Falsche (N)	6.4	RT, Median Motorische Zeit (ms)
3.5	DT, Falsche (PRA)	6.5	RT, Median Motorische Zeit (PRA)
3.6	DT, Ausgelassene (N)	6.6	RT, Richtig reagiert (N)
3.7	DT, Ausgelassene (PRA)	6.7	RT, Falsch reagiert (N)
3.8	DT, Mediane Reaktionszeit (ms)	7	Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest Mannheim/Bildschirmvorgabe (TAVTMB)
3.9	DT, Reize (N)	7.1	TAVTMB, Richtige (N)
3.10	DT, Reaktionen (N)	7.2	TAVTMB, Richtige (PRA)
4	Motorische Leistungsserie (MLS)	7.3	TAVTMB, Falsche (N)
4.1	MLS-Aiming, Fehlerzahl (N)	7.4	TAVTMB, Falsche (PRA)
4.2	MLS-Aiming, Trefferzahl (N)	7.5	TAVTMB, Überblicksgewinnung (N)
4.3	MLS-Aiming, Fehlerdauer (sec)	7.6	TAVTMB, Überblicksgewinnung (PRG)
4.4	MLS-Aiming, Gesamtdauer (sec)		

Tab.4: Wiener Testsystem, 7 Subtests mit insgesamt 62 Testvariablen

Nr.	Subtest-Variabel	auffällig ab	Kriterium
1.2	LVT, Richtige Antworten (PRG)	PRG < 16	Visuelle Aufmerksamkeit Konzentrationsfähigkeit
1.4	LVT, Zeit/Richtige Antworten (PRG)	PRG < 16	Reaktionsgeschwindigkeit Auffassungsgeschwindigkeit
2.2	COG, Treffer (PRA)	PRA < 16	Visuelle Aufmerksamkeit
2.4	COG, Zeit/Treffer (PRA)	PRA < 16	Konzentrationsfähigkeit
2.6	COG, Korrekte Zurückweisung (PRA)	PRA < 16	Daueraufmerksamkeit
2.8	COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRA)	PRA < 16	Auffassungsgeschwindigkeit
3.2	DT, Richtige (PRA)	PRA < 16	visuelle und audiologische Aufmerksamkeit
3.5	DT, Falsche, (PRA)	PRA < 16	Konzentrationsfähigkeit
3.8	DT, Ausgelassene (PRA)	PRA < 16	Daueraufmerksamkeit (Vigilanz) Reaktionsgeschwindigkeit
4.1	MLS, Aiming Fehlerzahl (N)	N > 1	Visuopraxis Feinmotorik Koordinationsleistung
4.5	MLS, Aiming Geamtdauer (PRA)	PRA < 16	
4.7	MLS, Steadiness Fehlerzahl (PRA)	PRA < 16	
4.9	MLS, Steadiness Fehlerdauer (PRA)	PRA < 16	
4.11	MLS, LN Fehlerzahl (PRA)	PRA < 16	
4.13	MLS, LN Fehlerdauer (PRA)	PRA < 16	
4.15	MLS, LN Gesamtdauer (PRA)	PRA < 16	
4.17	MLS, Tapping Treffer (PRA)	PRA < 16	
6.2	RT, Median Reaktionszeit (PRA)	PRA < 16	Visuelle und audiologische Aufmerksamkeit
6.5	RT, Median Motorische Zeit (PRA)	PRA < 16	Reaktionsgeschwindigkeit
6.7	RT, Falsch reagiert (N)	N > 1	
7.2	TAVTMB, Richtige (PRA)	PRA < 16	Konzentrationsfähigkeit Visuelle Aufmerksamkeit
7.4	TAVTMB, Falsche (PRA)	PRA < 16	Auffassungsgeschwindigkeit

Tab.5: mHE-Diagnose-Variablen, Grenzwert und Kriterium

Nr.	Subtest-Variable	auffällig ab	Kriterium
1.6	LVT, Score (PRG)	PRG < 16	Orientierungsleistung Aufmerksamkeitsleistung
2.9	COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRG)	PRG < 16	Aufmerksamkeitsleistung Konzentrationsleistung
3.3	DT, Richtige (PRG)	PRG < 16	Belastbarkeit Konzentrationsleistung Reaktionsfähigkeit
6.3	RT, Mediane Reaktionszeit (PRG)	PRG < 16	Reaktionsfähigkeit
7.6	TAVTMB, Überblicksgewinnung (PRG)	PRG < 16	Orientierungsleistung Aufmerksamkeitsleistung Konzentrationsleistung

Tab.6: Fahreignungs-Diagnose-Variablen nach FeV5, Grenzwert und Kriterium

C.4 Zweiter Untersuchungstag

C.4.1 Fragebogen

Vor Antritt der Fahrt wurde den Probanden ein anonymisierter Fragebogen vorgelegt. Fragen zu biographischen Angaben sind bereits im Materialteil (s.B.2.5) besprochen worden. Ferner wurden Fragen zum Thema Fahrverhalten und Fahreignung gestellt. Solche Fragen, die eine Selbsteinschätzung erforderten, wurden auf gruppenspezifische Unterschiede untersucht. Die Fragen und Ergebnisse der Fragebogenauswertung sind im Ergebnisteil (s.D.2.2.1), sowie detaillierter im Appendix (s.G.2 und G.3.3.1), zu finden.

C.4.2 Realfahrtstest

Die Probanden wurden auf einem zu diesem Zwecke abgesperrten ADAC-Verkehrsübungsplatz in der Stadt Kaarst bei Düsseldorf getestet (siehe F.1, Abb. F.110-13 im). Die Fahrt erfolgte mit einem präparierten PKW und unter Anleitung eines ausgebildeten Fahrlehrers. Ein vorbereiteter Testparcours musste abgefahren, und während der Fahrt verschiedene Aufgaben bewältigt bzw. auf Störfaktoren reagiert werden.

Versuchsfahrzeug:

Um gleichbleibende Bedingungen zu schaffen, wurde bei allen Probanden dasselbe Prüffahrzeug verwendet. Der Versuchs-PKW ist ein von der BAST ausgerüsteter VW-Passat-Kombi (s.Abb.G.1.12). Im Fußraum des Beifahrers befindet sich ein zusätzliches Bremspedal. Des Weiteren ist das Fahrzeug mit mehreren Mess- und Videoaufzeichnungseinrichtungen ausgestattet, so dass die Fahrgeschwindigkeit, Lenkwinkel und Bremsung des Fahrzeuges gemessen werden können. Im Lenker des Fahrzeugs ist ein Wiener Determinations-Testgerät integriert, welches im Stand und während der Fahrt verwendet werden kann (s.Abb.G.1.11). Die Steuerung des Gerätes und Speicherung der erhobenen Daten erfolgte durch einen im Fahrzeug integrierten Computer.

Teststrecke:

Das ADAC-Verkehrsübungsgelände in Kaarst bietet mehrere Kilometer Fahrstrecke mit längeren Geraden, kurvigen Abschnitten, mehreren Kreuzungen und einem Kreisverkehr (s. Abb. G.1.10 und G.1.11) Auf dem gesamten Parcours galt eine allgemeine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h. Für die Dauer des Versuchs war die Strecke ausschließlich für die Versuchsteilnehmer freigegeben, so dass keine anderen

Verkehrsteilnehmer den Versuch stören konnten. Die Instruktionen zur Fahrroute wurden durch den Fahrlehrer vorgegeben. Verkehrsschilder wurden mit Ausnahme der Geschwindigkeitsbegrenzung entfernt. Für die Aufgabe 2 wurden an vorgegebenen Kreuzungspunkten spezielle Verkehrsschilder aufgestellt, die zusätzliche Richtungsvorgaben darstellten. Die Versuchsdauer betrug im Durchschnitt weniger als eine Stunde.

Fahrlehrer:

Ein staatlich anerkannter Fahrlehrer begleitete die Probanden während der gesamten Fahrt. Er gab den Probanden standardisierte Instruktionen zu den einzelnen Fahraufgaben. Während des Fahrtests beurteilte und dokumentierte er das Fahrverhalten und die Aufgabenbewältigung. Dies führte zur Fahreignungsbeurteilung. Der Fahrlehrer kannte die Gruppenzugehörigkeit der Probanden nicht.

C.4.2.1 Fahraufgaben

Zur Gewöhnung an Fahrzeug und Strecke wurde zu Beginn eine Proberunde gefahren. Während der Fahrt wurde eine Reihe von Aufgaben absolviert, die weitere Hinweise auf Fahrleistung und Konzentrationsfähigkeit der Probanden liefern sollten. Die standardisierten Instruktionen wurden durch den Fahrlehrer jeweils unmittelbar vor der Aufgabe gegeben. Im Folgenden werden die Aufgaben erläutert, die zu gleichen Anteilen anhand der Fahrlehrerbemerkungen in die Fahreignungsbewertung einfließen.

Vor Antritt der Fahrt war der Hinweis gegeben worden, dass während der Fahrt jederzeit Hindernisse auftauchen können. Durch eine Lichtschrankenautomatik und eine daran gekoppelte Ballwurfmaschine wurde ein Ball auf die Straße gerollt. Reaktion und Geschwindigkeit wurden vom Fahrlehrer vermerkt und später per Videoband ausgewertet. An einem vorgegebenen Streckenpunkt wurde ein Mobiltelefon ausgelöst, welches der Proband in einem Armaturfach während der Fahrt suchen sollte. Eine Kassette befand sich im Seitenfach des Autos und sollte hervorgeholt werden. Dabei wurde die Spurabweichung ermittelt. Pylone sollten in einer Slalomfahrt umkurvt werden und in einem abgesteckten Korridor musste ein Wendemanöver durchgeführt werden. Der Fahrer sollte auf einer geraden Strecke beschleunigen und dann gezielt bremsen, so dass er so nah wie möglich an einer Markierungslinie zum Stehen kommt. Entlang eines Streckenabschnitts waren Schilder mit Alltags-Gegenständen zu sehen. Der Proband sollte sich möglichst viele Objekte im Vorbeifahren einprägen, und wurde kurz nach der Fahrt gebeten diese aufzuzählen. Während

der Fahrt wurde eine einfache Additions- und Subtraktionsaufgabe gestellt. An einer schlecht einsehbaren Position in einer Kurve, wurde ein Hindernis auf der rechten Fahrspur platziert. Die überraschten Versuchsteilnehmer sollten bremsen und dann ausweichen. Die beiden nun folgenden Aufgaben werden im Ergebnisteil ausführlicher besprochen.

C.4.2.1.1 Cognitrone während der Fahrt

Bei dieser Aufgabe wurde den Probanden eine zusätzliche Konzentrationsleistung abverlangt. Nach Instruktion durch den Fahrlehrer und einer Übungsphase im Stand begann der Test. Der Proband wurde gebeten die an den Kreuzungspunkten aufgestellten, richtungweisenden Cognitrone-Schilder während der Fahrt zu bewerten und eine Richtungsauswahl anhand dieser Entscheidung zu treffen. Im Falle einer Falschantwort wurde der Proband erneut zu der entscheidenden Position umgelenkt und sollte die Fahrt nun richtig fortsetzen. Die Teilnehmer mussten sich die Fahrroute also selbst erarbeiten. Der Proband sollte möglichst zügig erkennen, ob er abbiegen oder geradeaus weiterfahren sollte. Auf dem Schild waren in einer oberen Reihe 4 Figuren, in einer unteren Reihe links und rechts 2 Figuren angeordnet. Die verwendeten Figuren waren an den Cognitrone Test angelehnt. Es musste nunmehr erkannt werden, ob eine der in der unteren Reihe befindlichen Figuren mit einer Figur in der oberen Reihe, deckungsgleich war. Wenn die linke untere Figur doppelt vorkam, so musste links abgebogen werden, und analog dazu rechts abgebogen werden, wenn die rechte Figur mit einer in der oberen Reihe deckungsgleich war. Waren beide Figuren doppelt vorhanden oder stimmte keine überein, so sollte geradeaus weiter gefahren werden. Die Anzahl richtiger Abbiegemanöver wurde vermerkt. Im Falle einer Fehlentscheidung wurde dieselbe Kreuzung wiederholt angefahren und die Fahrt richtig fortgesetzt. Auf diese Weise wurden 14 Kreuzungen angefahren und jeweils einmal bewertet.

C.4.2.1.2 Wiener Determinationstest im Stand und während der Fahrt

Bei dieser Aufgabe sollten die Probanden im Stand und während der Fahrt das Wiener Determinations-Gerät, welches in das Lenkrad des Versuchsfahrzeugs integriert ist, bedienen. Farbliche und akustische Reize sollten unterschieden und durch jeweiligen Tastendruck beantwortet werden. Nach der Testung im Stand mit 180 Reizen folgte die Durchführung während der Fahrt. Während der Bearbeitung der Aufgabe wurden nur einfache Platzrunden

gefahren. Gemessen wurden die Zahl reizadäquater Reaktionen und die Reaktionszeiten. So konnte der Anteil der richtigen Reizantworten prozentual und die mediane Reaktionsgeschwindigkeit in Millisekunden ermittelt werden.

C.4.2.2 Fahrlehrerbeurteilung

Während der Fahrtstung wurde vom Fahrlehrer ein Protokoll geführt. Das Protokoll gliederte sich in 13 Abschnitte entsprechend der Fahraufgaben. Für jede Aufgabe konnten Bemerkungen vergeben werden. Hierzu standen 13 verschiedene Bemerkungen zur Verfügung (s.Tab.7). Anhand dieser Bemerkungen wurde schließlich die Realfahrt-Fahreignung ermittelt und die Einteilung in „geeignet“, „fraglich“ und „nicht geeignet“ vorgenommen. Um die Beurteilung „geeignet“ zu erhalten, durfte keine Bemerkung mit Ausnahme der neutral gewerteten Angabe „mehrfache Wiederholung der Aufgabenstellung“ in allen Aufgaben angegeben sein. Zeigten die Probanden einfach oder wiederholt eine unzureichende Fahrzeugkontrolle und Aufgabenbewältigung, so dass der Fahrlehrer aktiv eingreifen musste, führte dies zur Bewertung „nicht geeignet“. War es z.B. aufgrund eines Kontrollverlustes oder einer Gefahrensituation erforderlich wiederholt verbal in die Fahrt einzugreifen, wurde der Proband ebenfalls mit „nicht geeignet“ bewertet. Auch wenn nach Ermessen des Fahrlehrers eine Überforderung des Probanden festzustellen war, wurde „nicht geeignet“ entschieden. Diese Bemerkungen werden auch als „gravierend“ bezeichnet. Wurde eine Aufgabe abgebrochen oder verweigert, galt die Fahreignung als „fraglich“. Das Gleiche traf zu, wenn der Fahrlehrer verbal in die Fahrt eingreifen musste, Verkehrsschilder entgegen der Anweisung beachtet wurden oder ein Ball nicht registriert wurde. Der Fahrlehrer konnte ferner bei auffälliger Unkonzentriertheit, Abwesenheit oder ausgeprägte Erschöpfung am Fahrtende eine Bemerkung vornehmen, womit die Fahreignung als „fraglich“ galt. Diese Bemerkungen, die zu dem Urteil „fraglich“ führten wurden als „kritisch“ bezeichnet. Die Anzahl aller Bemerkungen je Proband wurden gezählt und verglichen. Die Auswertung findet sich im Ergebnisteil (s.D.2.2.2).

Nr.	Fahrlehrerbemerkungen	Bewertung	Realfahrt-Fahreignung
1	Aufgabenstellung musste mehrfach wiederholt werden	neutral	neutral
2	Ausführung der Aufgabe verweigert	kritisch	fraglich
3	Aufgabe abgebrochen	kritisch	fraglich
4	Aufgabe abgebrochen und wiederholt	kritisch	fraglich
5	Verkehrsschilder werden entgegen der Anweisung beachtet?	kritisch	fraglich
6	Ball/Schild nicht registriert (bei Aufgabe 3+14)	kritisch	fraglich
7	abwesend/unkonzentriert	kritisch	fraglich
8	großer Erschöpfungszustand gegen Fahrtende	kritisch	fraglich
9	verbaler Eingriff des Fahrlehrers während der Fahrt	kritisch	fraglich
10	aktiver Eingriff des Fahrlehrers während der Fahrt	gravierend	nicht geeignet
11	mehrmaliger Eingriff des Fahrlehrers während der Fahrt	gravierend	nicht geeignet
12	mehrmaliger verbaler Eingriff des Fahrlehrers während der Fahrt	gravierend	nicht geeignet
13	überfordert	gravierend	nicht geeignet

Tab.7: Fahrlehrerbemerkungen und Bewertung

D Auswertung der Ergebnisse

D.1 Statistische Methoden

Im folgenden Abschnitt werden die verwendeten statistischen Verfahren zur Beschreibung und Deutung der Testergebnisse erläutert. Sämtliche Berechnungen und Grafiken wurden mit den Computerprogrammen SPSS® und Microsoft Excel® erstellt.

D.1.1 Deskriptive Statistik

Die vollständige Auflistung aller erhobenen Daten erfolgt aufgrund der großen Anzahl von Rohdaten, Verteilungs- und Wertungsparametern im Appendix in Form einer tabellarischen Übersicht. Im ersten Abschnitt werden dazu die Verteilungsparameter der Messergebnisse in Form von Mittelwert (\bar{x}) und Standardabweichung (σ) angegeben.

D.1.2 Induktive Statistik

Tests auf Lageunterschiede:

Um die Wertigkeit der erhobenen Parameter in Bezug auf ihre Trennung nach HE-Gruppen zu ermitteln, wurden eine Nullhypothese (H0) und eine Alternativhypothese (H1) aufgestellt:

H0: Die Testergebnisse weisen keine gruppenspezifischen Unterschiede auf.

H1: Es bestehen gruppenspezifische Unterschiede in der Testauswertung.

Es handelte sich bei allen Fragestellungen um zwei unverbundene Stichproben. Wurde eine Normalverteilung angenommen, kam der Student-T-Test zum Einsatz. Bei unbekannter Verteilung wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Bei dichotomer Zielgröße wurde eine Vierfeldertafel angewandt (s.Tab.8)

Neben der Testgröße t wurde die Überschreitungswahrscheinlichkeit als p -Wert angegeben. Um eine bessere Deutung der Daten zu gewährleisten, sind die p -Werte im Auswertungsteil und im Appendixteil in Form von Signifikanzniveaus von 0,05 bis 0,001 durch Symbole markiert. (s.Tab.9)

Alle Gruppen wurden miteinander verglichen. In der folgenden Auswertung werden die Ergebnisse zusammenfassend besprochen. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf den besonders aussagekräftigen Subtestergebnissen und der Gesamtest-Auswertungen der jeweiligen Testabschnitte.

Tests auf Korrelationen:

Der zweite Abschnitt der statistischen Auswertung befasst sich mit Korrelationen zwischen der CPM-Fahreignung und der Realfahrt-Fahreignung, sowie den bezeichneten Einflussgrößen.

Zur Berechnung bivariater Korrelation bei normalverteilten Erhebungen kam der Korrelations-Koeffizient nach Pearson zum Einsatz und eine lineare Korrelation wurde ermittelt. Bei nicht normalverteilten Daten wird der non-parametrische Rang-Korrelationskoeffizient Spearman's Rho berechnet. Die Aussage beschränkt sich jedoch auf eine monotone Korrelation. Die Bewertung des Zusammenhangsmaßes wird in Tabelle 10 dargestellt.

Sofern keine intervallskalierten Daten vorhanden waren, wurden entsprechend den ordinalen Rängen Zahlenwerte von null oder eins aufwärts vergeben. Zusätzlich wird das Signifikanzmaß als p-Wert angegeben, wobei als signifikant Ergebnisse mit $p < 0,05$ galten.⁸³

D.1.3 Grafische Darstellung

Anmerkung zu den Boxplots (Balkendiagramme):

Die Box zeigt die Quartile der Verteilung an. Sie umfasst 50% der Daten. An der Länge der Box ist der Interquartilen Abstand abzulesen. Der Median wird durch die horizontale Linie in der Box dargestellt. Der arithmetische Mittelwert wird durch ein Sanduhrsymbol (⌘) gekennzeichnet und zur besseren Veranschaulichung mit einer Linie verbunden. Die „Whiskers“ (T) an den Enden der Boxen zeigen den Abstand von der Box zum größten bzw. kleinsten Wert an, der die Boxlänge nicht über das 1,5 fache überschreitet. Schließlich werden die „Outliers“ (○) als Werte, die eine 1,5-3 fache Boxlänge Abstand vom Boxrand haben und „Extremes“ (✱), mit mehr als der 3 fachen Boxlänge Abstand angezeigt.

Anmerkung zu den Scatterplots (Streudiagramme):

Um die Zusammenhänge zwischen zwei Merkmalen grafisch zu veranschaulichen wurden Streudiagramme (Scatterplots) erstellt. Die Werte der beiden Merkmale wurden in einem Diagramm gegeneinander aufgetragen und als Punktwolke dargestellt. Wenn viele Datenpaare dies selben Koordinaten aufwiesen, wurden die kreisförmigen Marker (○) verschoben abgebildet. Zusätzlich wurde die lineare Regression als Gerade und das 95% Konfidenzintervall eingefügt.

Anzahl und Art der Stichproben	quantitative Zielgröße		Dichotome Zielgröße
	normalverteilt	Verteilung unbekannt	
zwei unverbundene Stichproben	t-Test für unverbundene Stichproben	U-Test von Mann, Withney und Wilcoxon	Vierfelder-Test

Tab.8: Auswahl des statistischen Testverfahrens

Signifikanz zwischen Untersuchungsgruppen	Sign. auf dem 0,05-Niveau	Sign. auf dem 0,01-Niveau	Sign. auf dem 0,001-Niveau
C vs HE0, mHE, oHE	*	**	***
HE0 vs. mHE, oHE	♣	♣♣	♣♣♣
mHE vs. oHE	♥	♥♥	♥♥♥
C vs. Z	♠	♠♠	♠♠♠

Tab.9: Signifikanzniveaus und Symbollegende

Korrelationskoeffizient	Bewertung des Zusammenhangs
$r = \pm 1$	perfekter positiver/negative Zusammenhang
$\pm 0,8 < r < \pm 1$	sehr starker positiver/negativer Zusammenhang
$\pm 0,6 < r < \pm 0,8$	starker positiver/negativer Zusammenhang
$\pm 0,4 < r \leq \pm 0,6$	mittlerer positiver/negativer Zusammenhang
$\pm 0,2 < r \leq \pm 0,4$	schwacher positiver/negativer Zusammenhang
$0 < r \leq \pm 0,2$	Sehr schwacher positiver/negativer Zusammenhang
$r = 0$	statistische Unabhängigkeit, kein Zusammenhang

Tab.10: Bewertung des Zusammenhangsmaßes

D.2 Verteilungsparameter und Lageunterschiede

D.2.1 Untersuchungsergebnisse des ersten Untersuchungstages

D.2.1.1 Laborwerte

Beim Vergleich der Werte in den Studien-Gruppen, wurde eine Normalverteilung der verschiedenen Laborwerte angenommen und der t-Test für zwei unabhängige Stichproben angewandt. Bei Leberzirrhose-sensitiven Laborparametern zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen der Kontroll-Gruppe (C) und den Leberzirrhose-Gruppen (HE0, mHE und oHE).

Bilirubin i.S. in mg/dl (s.Abb. 7):

Während sich der Bilirubin-MW in der Kontroll- und der HE0-Gruppe ($\bar{x}=0,6$ mg/dl) im Normbereich befand, lag er bei den anderen Gruppen über dem Referenzbereich ($\bar{x}=2,7$ mg/dl). Somit waren signifikante Unterschiede erkennbar (C vs. mHE, $p < 0,01$; C vs. oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. oHE, $p < 0,05$).

Albumin i.S. in g/dl (s.Abb. 8):

Der Albuminwert als Syntheseparameter der Leber zeigte ebenfalls eine signifikante Abnahme mit zunehmender HE-Schwere (C vs. HE0, $p < 0,01$; C vs. mHE und C vs. oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. oHE, $p < 0,05$).

Quick-Wert in %:

Der Quick-Wert, der die Leber-abhängige Vitamin K-Utilisation zum Aufbau von exogenen Gerinnungsfaktoren (II, V, VII, X) und somit die Lebersynthesefunktion widerspiegelt, wies deutliche Signifikanzunterschiede zwischen den Gruppen der HE auf (C vs. mHE, C vs. oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. mHE, $p < 0,05$; HE0 vs. oHE, $p < 0,01$). Ausreißer nach unten waren zum Teil durch eine orale antikoagulative Therapie bedingt.

Transaminasen:

Die GOT und γ -GT-Werte zeigten zwischen Normprobanden und Zirrhose-Gruppe deutlichere Unterschiede als die GPT. In den HE-Gruppen untereinander lagen keine signifikanten Unterschiede vor. (GOT und γ -GT: C vs. HE0, mHE und oHE, $p < 0,001$; GPT: C vs. HE0, $p < 0,05$).

Weitere:

Natrium war mit zunehmender HE-Schwere erniedrigt, die Alkalische Phosphatase erhöht. Die Werte für Kalium, Kreatinin und Harnstoff wiesen keine signifikanten Unterschiede auf.

D.2.1.2 Auswertung der CPM-Daten

D.2.1.3 HE-Grad-Einteilung

Wie im Einleitungsteil bereits erläutert wurde, basierte die Zuordnung zu HE0- und mHE-Gruppe auf den CPM-Testergebnissen. Im Methodikteil wurde bereits auf die Auswahl der 22 Subtestvariablen aus 7 Subtests für die HE-Graduierung eingegangen. Im Folgenden werden die Tests bzw. Subtestvariablen hervorgehoben, die besonders gut geeignet waren, um die Kontroll- und die HE0-Gruppe von der mHE-Gruppe und oHE-Gruppe zu trennen (gute Signifikanzunterschiede). Signifikante Unterschiede zwischen C und HE0 hingegen wurden negativ bewertet. Die als normal verteilt zu betrachtenden Testparameter wurden mit dem beidseitigen t-Test für unabhängige Variablen untersucht.

Subtestvariablen mit guten Signifikanzunterschieden:

LVT, Zeit/Richtige Antworteingaben (PRG) (s. Abb.9):

Diese Variable trennte die Kontrollgruppe mit hoher Signifikanz von mHE-Gruppe und oHE-Gruppe. Auch die Ergebnisse von HE0 und oHE unterschieden sich auf dem 5% Signifikanzniveau (C vs. mHE, $p < 0,01$; C vs. oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. oHE, $p < 0,05$).

WTS-Nr.2.4: COG, Zeit/Treffer (PRA):

Während sich die Prozentränge der Variablen „Treffer“ und „Korrekte Zurückweisung“ des Cognitrone-Tests kaum unterschieden, war dies bei der an einen Zeitfaktor gebundenen Variable anders. So waren bei der „Zeit/Treffer“ deutliche Signifikanzunterschiede erkennbar (C vs. mHE, $p < 0,001$; C vs. oHE, $p < 0,001$).

WTS-Nr.2.8: COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRA) (s.Abb.10):

Die gleiche Tendenz zeigte die Variable „Zeit/Korrekte Zurückweisung“. Während in der Kontrollgruppe und in der HE0-Gruppe eine überdurchschnittliche Leistung vorlag, war der Durchschnitt der mHE- und oHE-Probanden deutlich langsamer. Die Schwankungsbreite war allerdings erheblich (C vs. mHE, $p < 0,001$; C vs. oHE, $p < 0,001$).

WTS-Nr.3.2: DT, Richtige (PRA) (s.Abb.11):

Als sehr guter Parameter stellte sich die Variable „Richtige“ des Wiener Determinationstests heraus. Während sich die Ergebnisse der Kontroll- und HE0-Gruppe im Schnitt um den PR 50 bewegten, waren diese bei mHE- und oHE-Probanden deutlich erniedrigt (C vs. mHE und oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. oHE, $p < 0,01$).

WTS-Nr.4.5: MLS-Aiming, Gesamtdauer (PRA):

Beim Aiming waren Handgelenks- und Fingerkoordination und Handruhe gefragt. Die Bewältigung dieser Aufgabe gelang den Normprobanden und Patienten mit HE0 durchschnittlich gut. Die Teilnehmer in der mHE- und oHE-Gruppe schnitten im Altersgruppenvergleich unterdurchschnittlich ab (C vs. mHE und oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. mHE und oHE, $p < 0,05$).

WTS-Nr.4.13: MLS-Linien-Nachfahren, Fehlerdauer (PRA) (s.Abb.12):

Nach Einordnung in die Altersprozenträge, zeigte sich ein leicht überdurchschnittliches Abschneiden der C und HE0-Gruppe. In mHE- und oHE-Gruppe waren die Prozentrang-Ergebnisse hingegen unterdurchschnittlich (C vs. mHE und oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. mHE und oHE, $p < 0,05$).

WTS-Nr.4.17: MLS-Tapping, Treffer (PRA):

Überdurchschnittliche Werte fanden sich in Kontroll- und HE0-Gruppe, niedrigere Prozenträge erreichten mHE- und oHE-Probanden (C vs. mHE, $p < 0,001$; C vs. oHE, $p < 0,01$; HE0 vs. mHE und oHE, $p < 0,05$).

Weitere:

Zehn Subtestvariablen lieferten keine ausreichend Trennschärfe, fünf nur geringfügige Lageunterschiede (s.Tab.11). Die Ergebnisse der übrigen Subtests werden nicht im Einzelnen vorgestellt, können aber dem Ergebnisteil entnommen werden (s.G.3.2.6).

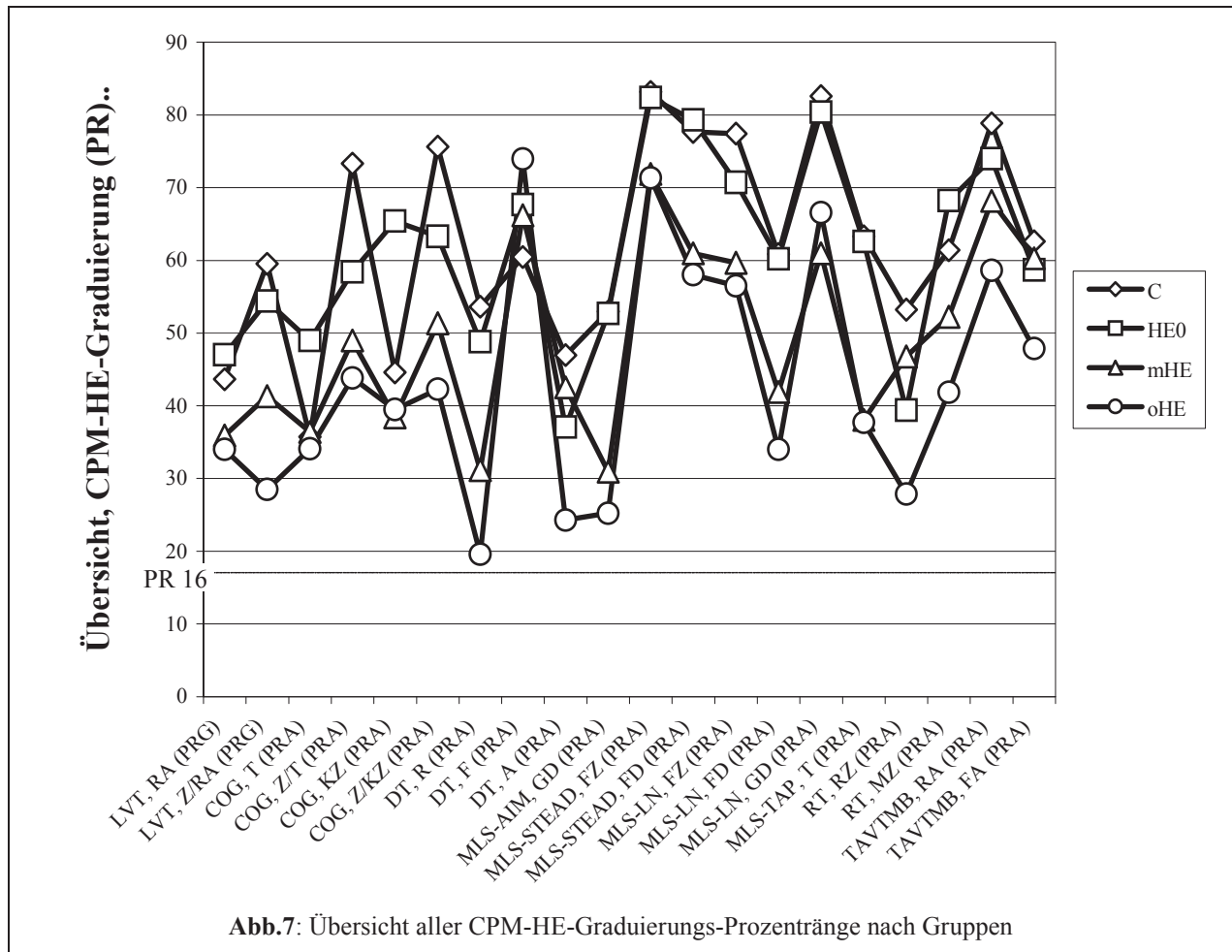
Nach Durchführung der computerpsychometrischen Testbatterie wurde die Zahl auffälliger Subtestvariablen und auffälliger Subtests je Proband ermittelt.

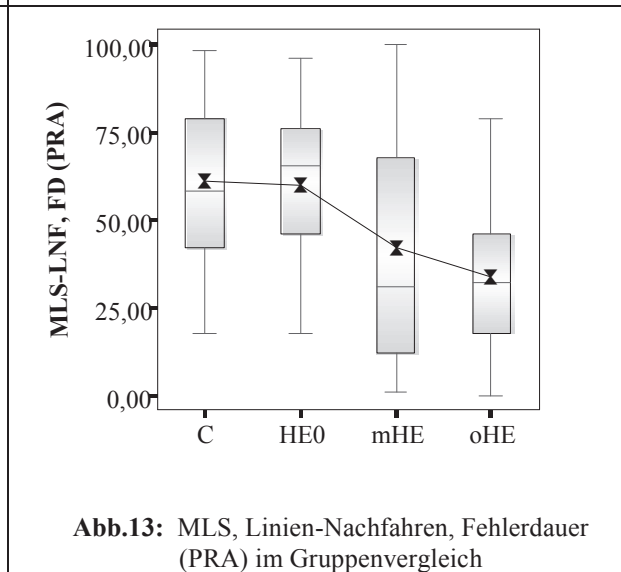
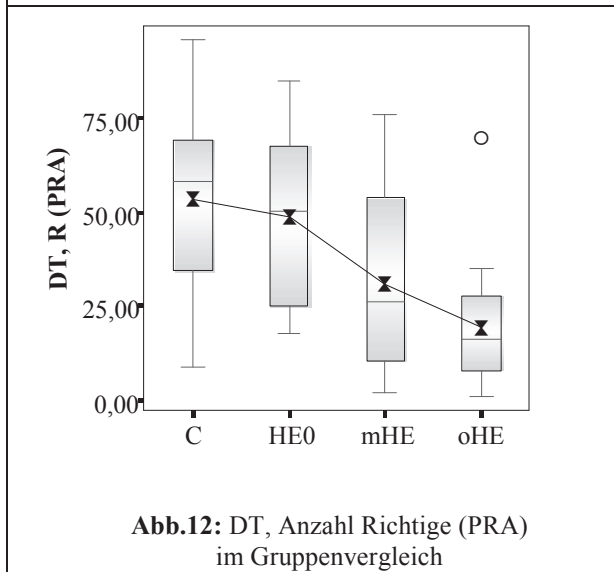
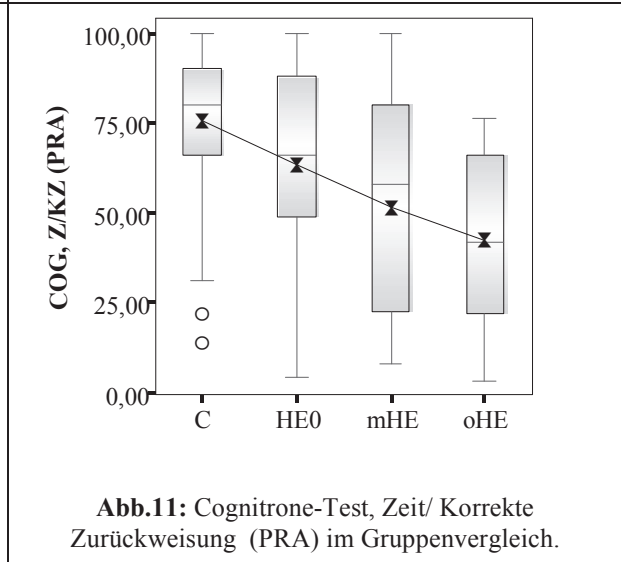
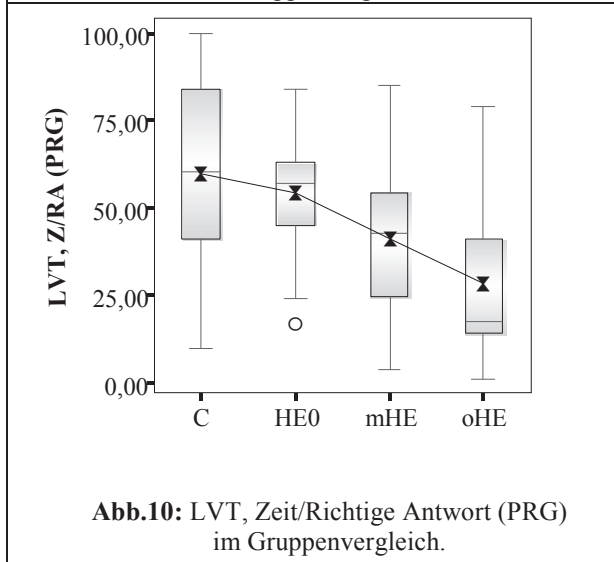
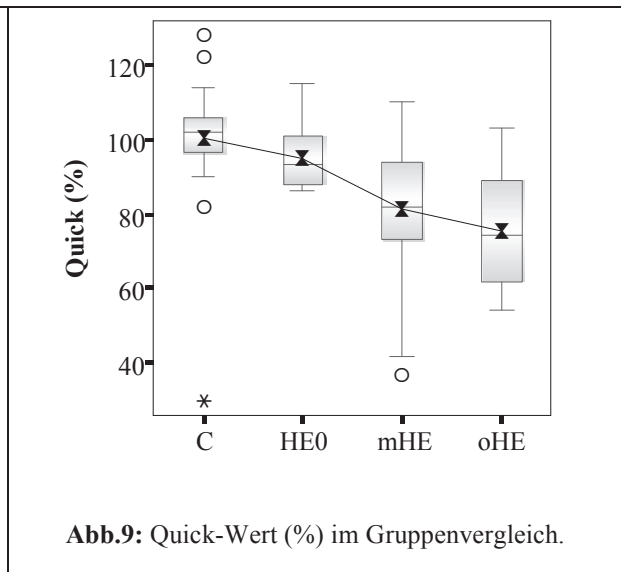
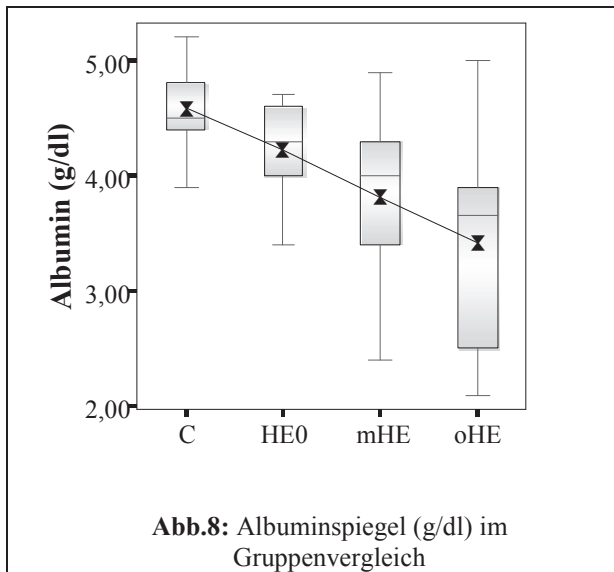
Anzahl auffälliger Subtestvariablen (s.Abb.14):

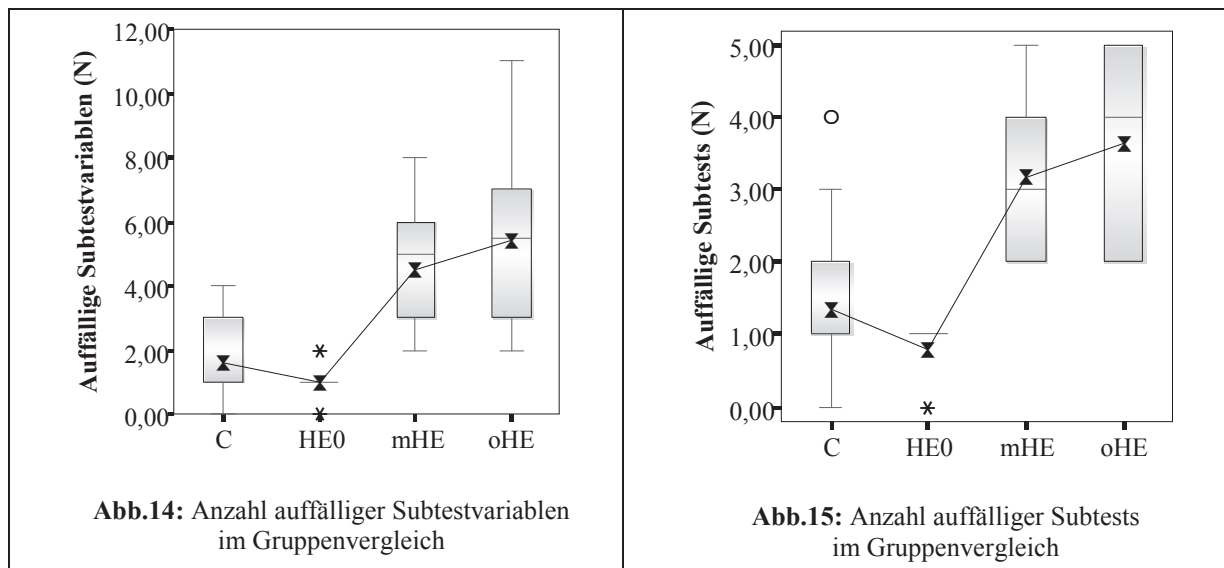
Beim Vergleich der Gesamtergebnisse zeigte sich, dass die Anzahl der auffälligen Subtestvariablen in der oHE-Gruppe mit $5,43 \pm 2,77$ am höchsten war. Definitionsgemäß hatten in der mHE-Gruppe alle 27 Teilnehmer mindestens zwei auffällige Subtestvariablen in zwei verschiedenen Subtests. Mittelwert und Standardabweichung waren mit $4,48 \pm 1,97$ niedriger als in der oHE-Gruppe. In der HE0-Gruppe fanden sich durchschnittlich $1,00 \pm 0,67$ auffällige Variablen. Damit war das Ergebnis besser als in der Gruppe der Kontrollprobanden. Im Mittel waren in der Kontrollgruppe $1,60 \pm 1,28$ Subtestvariablen auffällig (C und HE0 vs. mHE und oHE, $p < 0,001$).

Anzahl auffälliger Subtests (s.Abb.15):

Schließlich wurde, die Zahl der auffälligen Subtests ermittelt. In der mHE-Gruppe waren definitionsgemäß mindestens zwei auffällige Subtests festzustellen. Der Mittelwert lag in der oHE-Gruppe bei $3,64 \pm 1,34$ in der mHE-Gruppe bei $3,19 \pm 1,08$ und unterschied sich somit nicht signifikant. In der HE0-Gruppe lag das Maximum auffälliger Subtests, entsprechend der Festlegung, bei 1. Es ergab sich ein Durchschnittswert von $0,80 \pm 0,42$. Damit waren die Ergebnisse besser als in der Kontrollgruppe. Hier hatten die Probanden zwischen 0 und 4 auffällige Subtests. Der Durchschnitt lag bei $1,35 \pm 1,04$ (C und HE0 vs. mHE und oHE, $p < 0,001$).







Gute Signifikanzunterschiede	Geringfügige Signifikanzunterschiede	Keine verwertbaren Signifikanzunterschiede
1.4 LVT, Z/RA (PRG)	4.1 MLS-Aiming, FZ (N)	1.2 LVT, RA (PRG)
2.4 COG, Z/T (PRA)	4.9 MLS-Steadiness, FD (PRA)	2.2 COG, T (PRA)
2.8 COG, Z/KZ (PRA)	4.11 MLS-LN, FZ (PRA)	2.6 COG, KZ (PRA)
3.2 DT, R (PRA)	6.5 RT, Median MZ (PRA)	3.5 DT, F (PRA)
4.5 MLS-Aiming, GD (PRA)	6.7 RT, FR (N)	3.7 DT, A (PRA)
4.13 MLS-LN, FD (PRA)		4.7 MLS-Steadiness, FZ (PRA)
4.17 MLS-Tapping, T (PRA)		4.15 MLS-LN, GD (PRA)
		6.2 RT, Median RZ (PRA)
		7.2 TAVTMB, R (PRA)
		7.4 TAVTMB, F (PRA)

Tab.11: Bewertung der mHE-Diagnose-Subtestvariablen

D.2.1.4 Kritische Flimmerfrequenz (CFF)

Die gemessenen Werte aller Probanden lagen zwischen 28,1 und 48,5 Hz. Die Auswertung der CFF-Messung zeigt hochsignifikante Mittelwert-Unterschiede zwischen den Probandengruppen (C, HE0, mHE vs. oHE, $p < 0,001$). So war der Mittelwert in der Kontrollgruppe mit $41,4 \pm 2,6$ Hz am höchsten, in der oHE-Gruppe mit $35,5 \pm 2,8$ Hz am niedrigsten. Die HE0- und mHE-Gruppe lag mit durchschnittlich jeweils 40,7 Hz dazwischen, wobei die Streuung im Falle der mHE-Gruppe größer war. (S.Abb.16)

D.2.1.5 CPM-Fahreignung

Wie im Methodikteil bereits erwähnt, wurden zur Beurteilung der Fahreignung mittels CPM altersunabhängige Prozenträge (PRG) zum Vergleich herangezogen. Als ungeeignet wurde es gewertet, wenn zwei der fünf nach FEV 5 vorgegebenen Testvariablen unter dem 16. Prozentrang lagen. Es bestanden Kompensationsmöglichkeiten zum Ausgleich eines auffälligen Tests (s.C.3.4). Signifikanzunterschiede wurden mit dem beidseitigen t-Test für genormte Stichproben berechnet.

WTS-Nr.1.6: LVT, Score (PRG) (s.Abb.17):

Der LVT-Score gibt Orientierungs- und Aufmerksamkeitsleistung wieder. Richtigkeit der Antworteingaben und Arbeitsgeschwindigkeit werden zur Score zusammengefasst. Die Probanden der Kontrollgruppe und der HE0-Gruppe schnitten leicht überdurchschnittlich ab. Die mHE- und vor allem oHE-Probanden zeigten hier erhebliche Defizite (C und HE0 vs. oHE, $p<0,001$; mHE vs. oHE, $p<0,01$, C vs. mHE, $p<0,05$).

WTS-Nr.2.9: COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRG) (s.Abb.18):

Bei dieser Variabel fiel das Testergebnis sehr deutlich aus. Die Probanden der oHE-Gruppe zeigten bezüglich der geforderten Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung unterdurchschnittliche Resultate. So lag der Mittelwert in dieser Gruppe bei $17,0\pm 12,5\%$. Die mHE-Probanden zeigten eine etwas bessere Leistung. Die Teilnehmer der Kontroll- und HE0-Gruppe erbrachten deutlich bessere Ergebnisse (C vs. mHE, $p<0,01$; C und HE0 vs. oHE, $p<0,001$; mHE vs. oHE, $p<0,01$).

WTS-Nr.3.3: DT, Richtige (PRG) (s.Abb.19):

Der Wiener Determinationstest misst Belastbarkeit, Konzentrationsleistung und Reaktionsfähigkeit. In Kontroll- und HE0-Gruppe lag der Mittelwert jeweils leicht unter dem Gesamtdurchschnitt. Deutlich schlechtere Resultate zeigten die Probanden der anderen beiden Gruppen (C vs. mHE, $p<0,01$; C vs. oHE, $p<0,001$; HE0 vs. oHE, $p<0,01$; mHE vs. oHE, $p<0,05$).

WTS-Nr.6.3: RT, RZ (PRG):

Bei der Auswertung dieser Variable zeichnete sich ein etwas anderes Bild als in den anderen Tests ab. Durch die altersunabhängige Bewertung der typischerweise durch das Alter beeinflussten Kriterien Reaktionsfähigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit, schnitten die Teilnehmer aller Gruppen im Durchschnitt schlechter ab als der Durchschnitt der

Normstichprobe. Schließlich lag der Altersdurchschnitt in den Gruppen in der 6. bis 7. Lebensdekade und damit höher als im Kollektiv der Normstichprobe. Die Probanden der Kontrollgruppe erbrachten die besten Werte, gefolgt von der mHE-Gruppe, in der, auch durch eine breitere Streuung der Messwerte, bessere Ergebnisse als in der HE0-Gruppe vorlagen. In der oHE-Gruppe lag der Durchschnitt unter dem 16. PR. Ein signifikanter Unterschied lag einzig zwischen der Kontrollgruppe und der oHE-Gruppe vor (C vs. oHE, $p < 0,01$).

WTS-Nr. 7.5: TAVTMB, Überblicksgewinnung (PRG) (s.Abb.21):

Mit dem TAVTMB wurden in Bezug auf die Fahreignung die Leistung der Orientierung, Konzentration und Aufmerksamkeit bemessen. Hier fiel ein überdurchschnittliches Abschneiden in C-, HE0- und sogar mHE-Gruppe auf. Die oHE-Probanden erbrachten unterdurchschnittliche Leistungen (C vs. oHE, $p < 0,001$; HE0 vs. oHE, $p < 0,01$; mHE vs. oHE, $p < 0,05$).

CPM-Fahreignungsurteil (s.Abb.22 und 23):

Die Anzahl der auffälligen Subtestvariablen bestimmten das Fahreignungsurteil mittels CPM. Insgesamt wurden von den insgesamt 91 Teilnehmern 73 (80,2%) mit geeignet und 18 (19,2%) mit ungeeignet bewertet. Dabei lagen hochsignifikante Gruppenunterschiede vor (C, HE0, mHE vs. oHE-Gruppe, $p < 0,001$, C vs. mHE, $p < 0,05$). Demnach waren drei von 45 (6,7%) der Kontrollprobanden gegenüber 15 von 46 (32,6%) aller Zirrroseprobanden ungeeignet ein KFZ zu führen. In der HE0-Gruppe war einer von 8 Probanden (12,5%) ungeeignet ein Fahrzeug zu führen. In der mHE-Gruppe wurde 4 von 25 Probanden (16%) die Fahreignung abgesprochen. In der oHE-Gruppe wurden 10 von 13 Probanden (76,9%) als ungeeignet bewertet ein Fahrzeug zu führen. Es zeigte sich also eine deutliche Abnahme der Fahreignung mit zunehmender Krankheitsschwere.

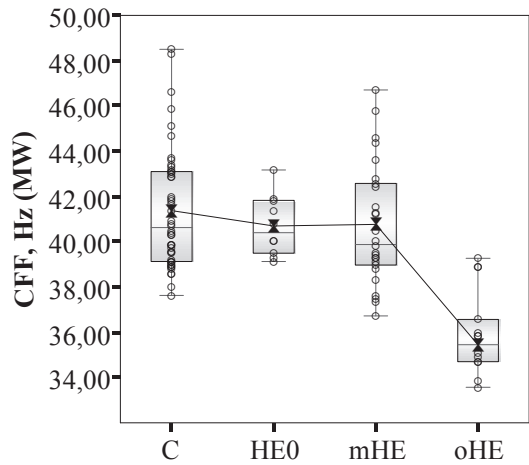


Abb.16: CFF(Hz) nach Untersuchungsgruppen.

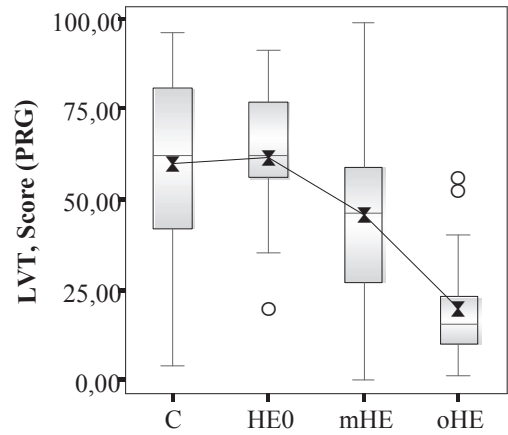


Abb.17: Linienverfolgungstest-Score (PRG) im Gruppenvergleich

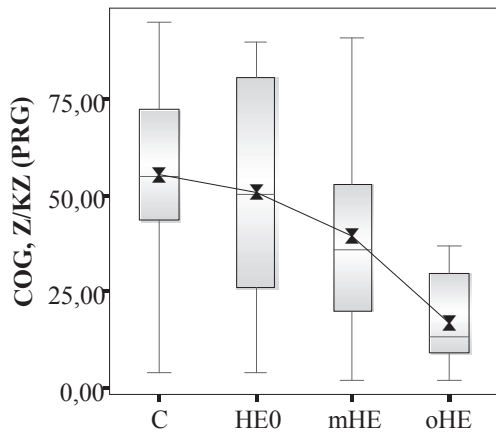


Abb.18: Cognitrone-Test, Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRG) im Gruppenvergleich

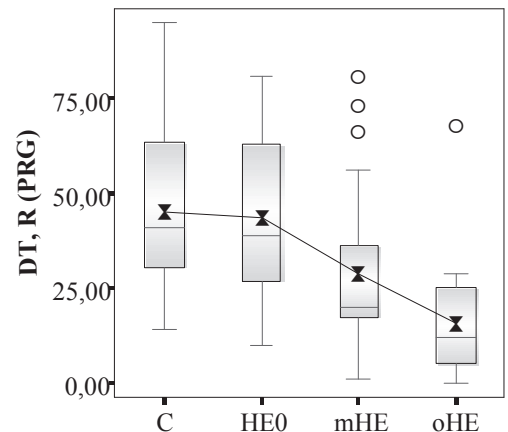


Abb.19: Determinationstest, Richtige (PRG) im Gruppenvergleich

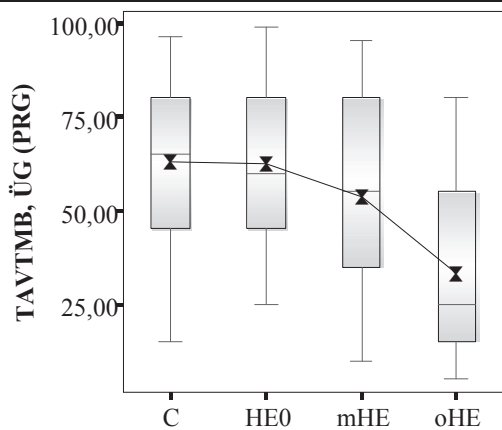


Abb.20: Tachystoskopietest, Überblicksgewinnung (PRG) im Gruppenvergleich

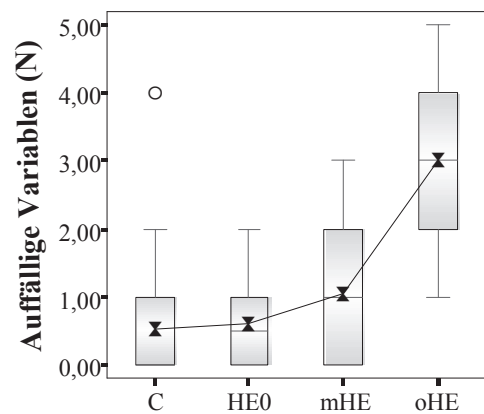


Abb.21: Anzahl der Auffälligen Subtestvariablen (PR<16) in den einzelnen Untersuchungsgruppen

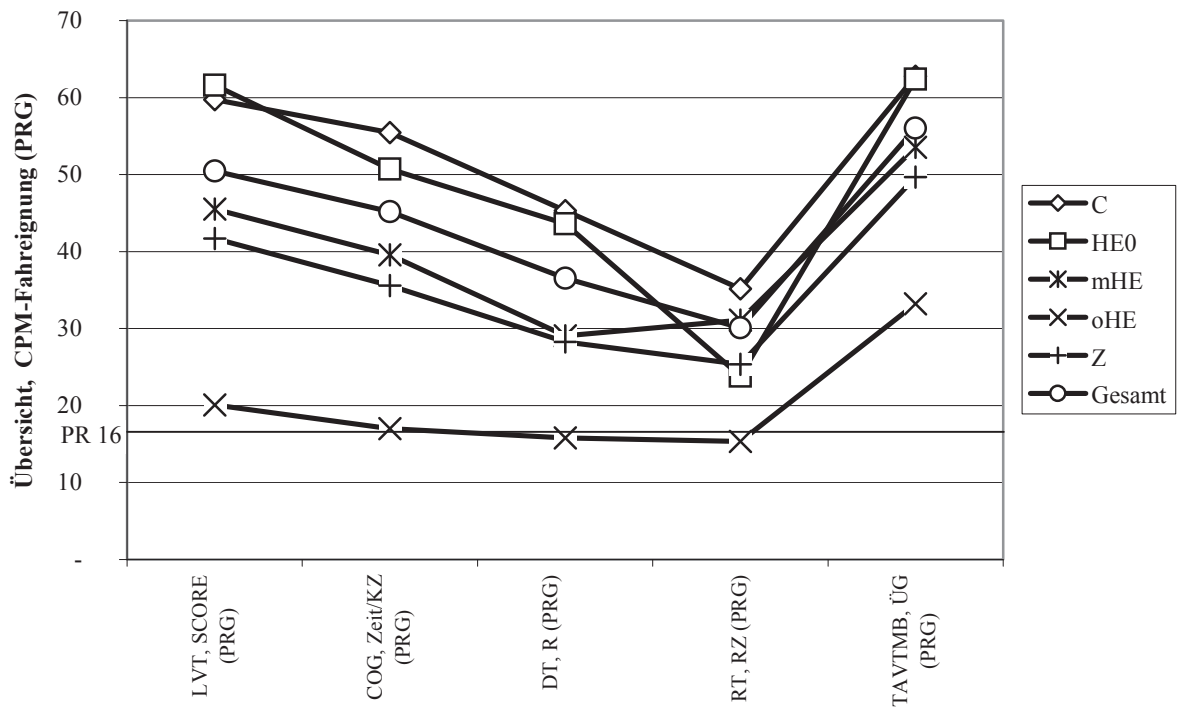


Abb.22: Übersicht aller CPM-Fahreignungs-Graduierungs-Mittelwerte (PRG) nach Gruppen getrennt

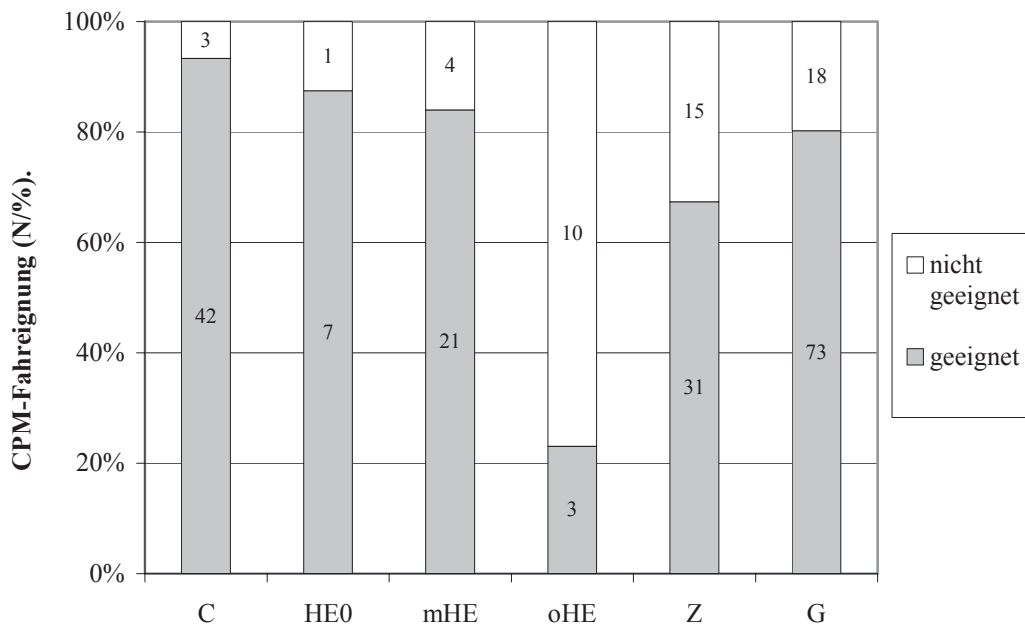


Abb.23: CPM-Fahreignung im Gruppenvergleich. Die absolute Anzahl ist in den Balken angegeben. Der prozentuale Anteil der Skala zu entnehmen.

D.2.2 Untersuchungsergebnisse des zweiten Untersuchungstages

D.2.2.1 Fragebogen

Alle Studienteilnehmer wurden vor Antritt der Fahrt gebeten einen anonymisierten Fragebogen auszufüllen. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Auswertung ausschließlich zu Studienzwecken verwendet würde. Die überwiegend geschlossen formulierten Fragen ermöglichten jeweils nur eine Antwortmöglichkeit. Lediglich bei Fragen mit Zahlenangaben, waren keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben.

Frage 1-3:

Die Auswertung der Fragen zu 1.-3. (Bildung, Beruf und Unterhaltssicherung) wurden im Abschnitt Material bereits vorgestellt (siehe B.2.5).

Der Reihe nach werden im folgenden Abschnitt Fragestellung, Antwortmöglichkeiten und deren statistische Auswertung nach Probandengruppen besprochen.

Frage 4: Seit wann besitzen Sie eine Fahrerlaubnis für PKW? (Angabe in Jahren)

Die Probanden der oHE-Gruppe waren durchschnittlich mit ca. 38 Jahren am längsten im Besitz einer Fahrerlaubnis, gefolgt von der Kontrollgruppe mit ca. 35 Jahren. Darauf folgten die mHE-Gruppe mit ca. 33 Jahren und die HE0-Gruppe mit ca. 32 Jahren. Die Standardabweichung lag bei 10-12 Jahren. Der Führerscheinwerb fand durchschnittlich mit $21,1 \pm 4,7$ Jahren statt.

Frage 5: Seit wann fahren Sie regelmäßig Auto? (Angabe in Jahren) (s.Abb.24)

Diese Frage zielte auf die tatsächlich erworbene Fahrpraxis hin. Der Mittelwertvergleich zeigt ein dem Führerscheinwerb analoges Bild. Spitzenreiter bei der Fahrpraxis in Jahren war die oHE-Gruppe mit ca. 39 Jahren, gefolgt von der Kontroll-Gruppe mit ca. 33 Jahren. Darauf folgten die mHE- und HE0-Gruppe mit ca. 31 Jahren.

Frage 6.: Fahren Sie noch selbst mit dem Auto? (s.Abb.25)

Vor allem in der Gruppe mit minimaler gefolgt von der overten HE fuhren weniger Probanden noch selbst aktiv Auto. In der Kontrollgruppe fand sich hingegen nur ein Proband, der selbständiges Fahren verneinte. Unter den HE0-Probanden fuhren alle Teilnehmer noch selbst.

Frage 7: Wie viele Kilometer sind Sie in den letzten 12 Monaten selbst mit dem Auto gefahren? (s.Abb.26)

Die höchste durchschnittliche Fahrleistung mit ca. 23.000 km gaben die Teilnehmer der HE0-

Gruppe an, gefolgt von der Kontrollgruppe mit rund 21Tkm. Am wenigsten führen die mHE-Probanden mit ca. 8Tkm. Auf eine etwas höhere Zahl kamen die Probanden in der oHE-Gruppe mit 12Tkm. In diese Mittelwerte flossen auch die Angaben derer ein, die gar nicht mehr selbst führen. Auch deswegen war die Wertstreuung sehr hoch. Nach Berechnung der Lageunterschiede mittels Mann-Whitney U-Test lagen signifikante Gruppenunterschiede vor (C vs. mHE, $p < 0,001$, C vs. oHE, $p < 0,05$, C vs. Z, $p > 0,01$, HE0 vs. mHE, $p > 0,05$).

Frage 8: Wie oft waren Sie als Autofahrer bisher an einem Unfall beteiligt? (s.Abb.27)

Die Frage nach der Unfallhäufigkeit erbrachte folgendes Ergebnis. Die Teilnehmer in der Kontrollgruppe gaben mit durchschnittlich 2,1 Unfällen die häufigste Unfallanzahl an. Die Teilnehmer der oHE-Gruppe hingegen waren mit durchschnittlich nur 1,1 Unfällen am Seltensten an Unfällen beteiligt. Die Probanden der HE0- und mHE-Gruppe waren Ihrer Angabe zu Folge durchschnittlich 1,9-mal an Unfällen beteiligt.

Umgerechnet auf die Unfälle pro Jahr seit Führerscheinerwerb hatten demnach die Teilnehmer der Kontrollgruppe und der HE0-Gruppe 0,08 Unfällen pro Jahr. In der mHE-Gruppe waren es 0,07 Unfälle/Jahr. In der oHE-Gruppe kam es demnach zu lediglich 0,03 Unfällen pro Jahr.

Frage 9: Beim Autofahren passiert es schon mal, dass man einen Fehler macht. Ist Ihnen innerhalb der letzten drei Monate folgendes passiert? (s.Abb.28)

Zur Beantwortung dieser Fragen standen jeweils ja/nein-Antworten zur Auswahl. Es wurden 10 Fahrsituationen beschrieben, die unterschiedliches Fehlverhalten im Straßenverkehr darstellten. Die Antwort „ja“ wurde mit 1, die Antwort „nein“ mit 0 bewertet und anschließend die Summe gebildet. Rund 34 % aller Teilnehmer gaben an, eine Ampel bei Rot überfahren zu haben, wobei die Gruppenunterschiede sehr gering ausfielen. Einen Radfahrer beim Rechtsabbiegen beinahe übersehen hatten 8,7 % der Kontrollgruppe und 6,8 % der Zirrhosegruppe. Die Frage nach dem Alkoholenuss vor dem Autofahren wurde von 17,4 % der Kontrollgruppe und 13,6 % aller Zirrhoseprobanden mit „ja“, beantwortet. Eine positive Antwort auf die Frage nach der falsch eingeschätzten Geschwindigkeit eines entgegenkommenden Autos beim Überholen gaben nur 8,7 % der Kontrollprobanden, aber 15,9 % der Zirrhosepatienten - hier überwiegend mHE- (18,1 %) und oHE-Patienten (16,7 %). Einen zuvor übersehenen Gegenstand beim Zurücksetzen angefahren hatten 23,9 % der Kontroll-Probanden gegenüber 29,5 % der Zirrhotiker. In der oHE-Gruppe waren es sogar

50% der Befragten. Hier wurden auch positive Angaben von Probanden gemacht, die andererseits verneinten, je einen Unfall gehabt zu haben. In etwa gleich häufig waren die Teilnehmer der Kontrollgruppe (34,8%) und der Zirrhosegruppe (33,3%) auf die falsche Fahrspur geraten, als sie sich einer Kreuzung näherten. Auf rutschiger Straße durch zu scharfe Bremsung ins Schleudern geraten, waren innerhalb der vergangenen drei Monate 8,7 % der Kontrollgruppenteilnehmer und 15,9 % der Zirrhosepatienten. Am häufigsten kam dies in der mHE-Gruppe vor (27,3 %). In der Kontrollgruppe hatten 20 % und in der Zirrhose-Gruppe 18,2 % der Teilnehmer an einer Kreuzung plötzlich nicht mehr gewusst, wer Vorfahrt hat. Beim Spurwechsel den Kopf nicht gewendet zu haben, wurde mit 37,8 % aller Teilnehmer am häufigsten bejaht. Der Prozentsatz war in der Kontroll-Gruppe mit 43,5 % höher als in der Zirrhosegruppe mit 31,5%. Die Vorfahrtregel an einer Kreuzung missachtet hatten 21,7 % der Kontrollegruppe gegenüber 31,8 % der Zirrhoseerkrankten.

Vergleicht man schließlich die Summe aller angegebenen Fehler im Durchschnitt, egalisieren sich die einzelnen Unterschiede, so dass keine signifikanten gruppenspezifischen Unterschiede festzustellen sind. So gaben sowohl die Probanden der Kontroll-Gruppe als auch der Zirrhose-Gruppe rund 2,3mal ein selbstverschuldetes Fehlverhalten zu. Nur die HE0-Probanden waren etwas seltener auffällig, mit nur 1,9 angegebenen Situationen.

Frage 10: Wie häufig kommen die folgenden Situationen beim Autofahren bei Ihnen vor?

Zur Beantwortung dieser Fragen standen jeweils vier Antwortmöglichkeiten zur Verfügung, welche entsprechend ihrer ordinalen Skalierung mit Ziffern von 0 bis 3 bewertet wurden (0 = „nie“; 1 = „eher selten“; 2 = „eher häufig“, 3 = „sehr häufig“). Es wurden Gruppen-Durchschnittswert und Standardabweichung ermittelt und verglichen.

Die Aussage „Ich fühle mich richtig wohl.“ beantworteten die Probanden der Kontroll- und Zirrhosegruppe sehr ähnlich. So gab der jeweils geringste Anteil mit 2,2 % der Kontroll und 6,1 % der Zirrhosepatienten an, sich beim Autofahren „nie“ wohl zu fühlen. Die Mehrzahl aller Gruppen außer der HE0-Gruppe, in der 50 % der Teilnehmer die Antwort „sehr häufig“ gaben, fühlte sich „eher häufig“ richtig wohl. Die Durchschnittswerte lagen zwischen 2,0 und 2,2 und unterschieden sich kaum.

Auch auf die Frage „Ich fühle mich vor Antritt einer Autofahrt körperlich erschöpft“ zeigten sich keine deutlichen Gruppenunterschiede. Die Mehrzahl aller Teilnehmer beantwortete diese Frage mit „eher selten“, gefolgt von der Angabe solch einen Zustand „nie“ zu haben.

Selten wurde die Antwort „eher häufig“ gegeben.

Sich nicht so gut auf den Verkehr und das Fahren konzentrieren zu können, wurde meist mit „eher selten“ gefolgt von „nie“ beantwortet. Zwei der 14 oHE-Probanden gaben an einen solchen Zustand „eher häufig“ zu haben.

In letzter Zeit Schwierigkeiten zu haben, mehrere Dinge im Straßenverkehr zu beachten, gaben Teilnehmer der Kontrollgruppe „eher selten“ (65,2 %) gefolgt von „nie“ (34,8%) an. Das Verhältnis in der mHE-Gruppe war in etwa umgekehrt und auch bei den oHE-Probanden hatten mehr Probanden (42,9 %) derartige Schwierigkeiten „nie“. Summarisch sind die Unterschiede jedoch von untergeordneter Bedeutung. Die Mehrzahl der Probanden fühlte sich „eher selten“ als „nie“ sehr angespannt beim Autofahren. Kontroll- und Zirrhosegruppen waren nahezu in ihren Angaben identisch. Einzig in der HE0-Gruppe wurde die Antwort „eher häufig“ mehrfach gegeben und keiner der Teilnehmer hatte dieses Gefühl „nie“.

Mehr Teilnehmer mit Leberzirrhose fanden in letzter Zeit das Autofahren „eher häufig“ anstrengend (14 %) als in der Kontrollgruppe (4,4%). Unter den Kontroll-Probanden hatten 48,9 % und bei den Zirrhose-Probanden 38,0% dieses Empfinden „eher selten“. Der größte Anteil aller Probanden verneinte diese Angabe jedoch. Beim Vergleich der Mittelwerte zeigten sich keine deutlichen Unterschiede.

Frage 11: Wie beurteilen Sie Ihr fahrerisches Können im Vergleich mit anderen Personen Ihres Alters?

Bei dieser Frage zur selbstkritischen Einschätzung des fahrerischen Könnens im Vergleich mit anderen Teilnehmern des gleichen Alters, beurteilte sich die überwiegende Mehrheit aller Teilnehmer (82,3 %) mit „gut“. Nur zwei Teilnehmer der Kontrollgruppe und einer der HE0-Gruppe fanden sich „eher schlecht“, während kein einziger Proband sein Fahrkönnen mit „sehr schlecht“ bewertete. Insgesamt fiel die Selbstbeurteilung bei den Kontrollprobanden ein wenig besser aus als in der Zirrhosegruppe. So fanden in der Kontrollgruppe 19,6% ihr fahrerisches Können „sehr gut“ gegenüber 10% aller Zirrhose-Patienten. Auch hier zeigte sich nach Rangwertung von 1 für „sehr gut“ bis 4 für „sehr schlecht“ im Mittelwertvergleich der Gruppen ein indifferentes Ergebnis.

Frage 12: Haben Sie manchmal Schwierigkeiten beim Autofahren?

Diese abschließende Frage widmete sich noch einmal der Bewältigung fahrerischer Anforderungen. Die Antwortvorgabe „mit den Schwierigkeiten umgehen zu können“ schloss

eine Kompensationsmöglichkeit mit ein. Die überwiegende Mehrheit der Kontroll-Probanden, der mHE-, oHE- und der Zirrhose-Gruppe gab an, dass sie „keine Schwierigkeiten“ hätten. In der HE0-Gruppe hatten 70 % der Teilnehmer „hin und wieder Schwierigkeiten“. Allerdings gaben 11,5 % der mHE- und 14,3 % der oHE-Probanden an „häufiger Schwierigkeiten zu haben, damit aber umgehen zu können“. Diese Antwort wählten nur 6,3 % der Kontrollgruppe. Keiner der Probanden war der Ansicht „nicht immer mit seinen Schwierigkeiten umgehen zu können“, mit anderen Worten diese Schwierigkeiten nicht kompensieren zu können.

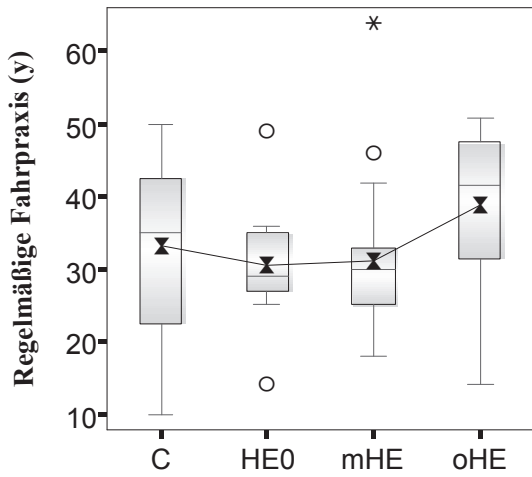


Abb.24: Regelmäßige Fahrpraxis (y) nach Gruppen.

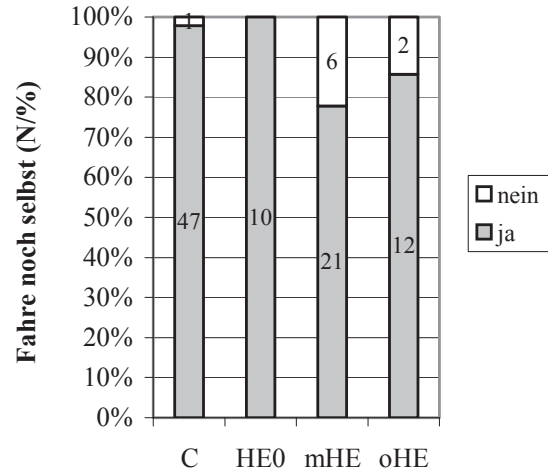


Abb.25: Anzahl der noch aktiv Fahrenden in den Untersuchungsgruppen.

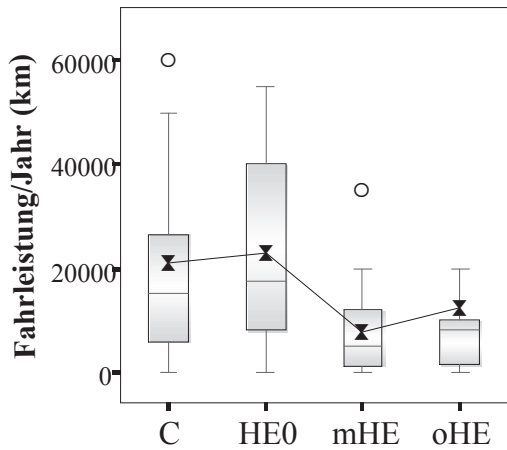


Abb.26: Gefahrene Kilometer in den letzten 12 Monaten im Gruppenvergleich.

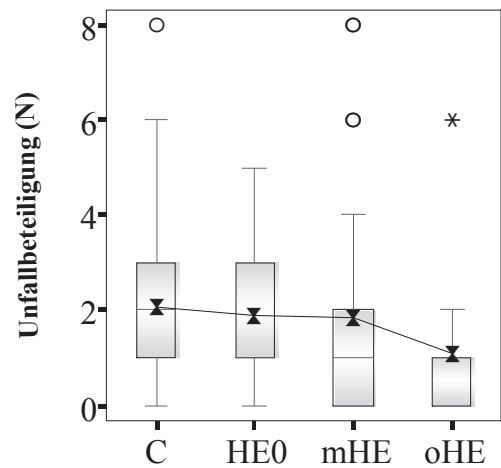


Abb.27: Häufigkeit der Unfallbeteiligung nach Gruppen.

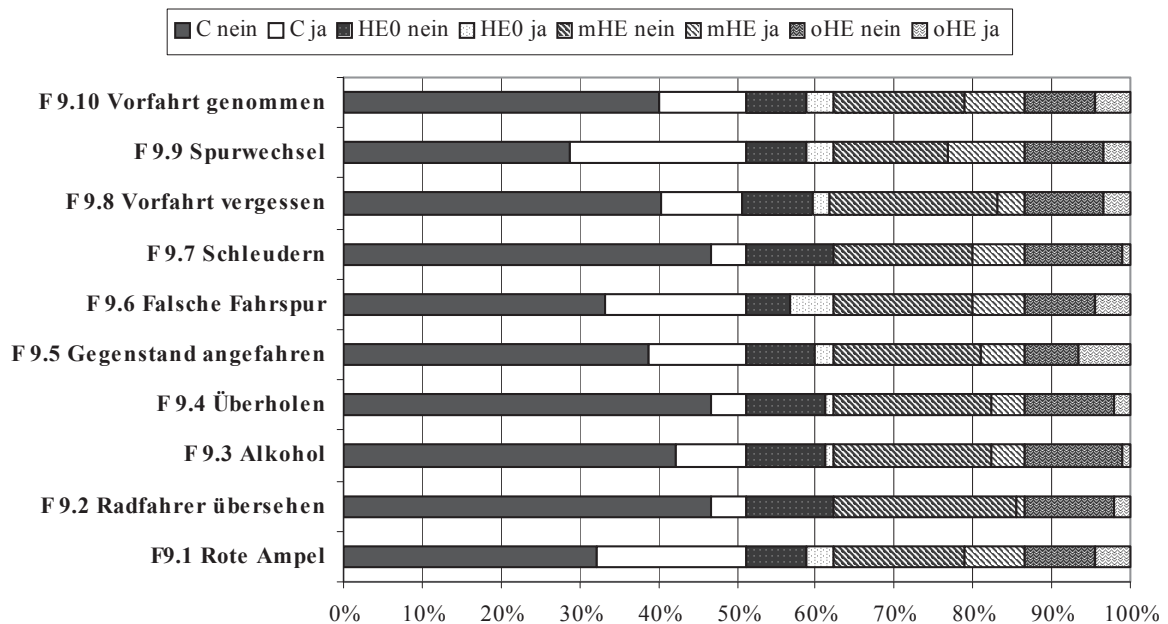


Abb.28: Fehlverhalten bei Fahrsituationen, prozentualer Anteil aller Probanden.

D.2.2.2 Auswertung der Realfahrtdaten

Aus der umfangreichen Datensatzanalyse der Realfahrt sind für diese Arbeit wesentliche Resultate herausgegriffen worden. Es folgt die Auswertung des Fahrlehrerurteils. Zum anderen erfolgte die Auswertung der Dual-Tasks Cognitrone-Test und Wiener Determinationstests während der Fahrt. Auf die Auswertung von Parametern, wie Spureinhaltung, Steuerentropie und weiterer Fahraufgaben, wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen.

D.2.2.2.1 Gesamtfahrdauer

Die Fahrdauer betrug im Gesamtdurchschnitt $55:32 \pm 9:01$ min. Sie ergab sich aus der Geschwindigkeit der Aufgabenbewältigung, sowie aus der Fahrgeschwindigkeit der Versuchsteilnehmer. Beim Vergleich der Gruppen zeigte sich eine deutliche Verlängerung der Gesamt-Versuchsdauer bei den mHE- und oHE Teilnehmern (s.Abb.31).

Auch die Varianz ist in diesen Gruppen höher. Somit sind Probanden mit symptomatischer HE (oHE) am langsamsten gefahren, und haben länger für die Bewältigung der Aufgaben benötigt ($62:35 \pm 12:15$ min). Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nach Berechnung mittels Mann-Whitney-U-Test teilweise signifikant (C vs. mHE und oHE, $p < 0,01$; C vs. Z, $p < 0,001$; HE0 vs. oHE, $p < 0,05$).

D.2.2.2.2 Realfahrt-Fahreignung

Die Beurteilung des Fahrlehrers erfolgte anhand der zu jeder Fahraufgabe protokollierten Bemerkungen. Die Qualität der Bemerkungen wurde als neutral, kritisch und gravierend für die Fahreignungsbeurteilung gewertet. Neben dem endgültigen Urteil, ist auch die Anzahl der Bemerkungen von Interesse. Der Fahrlehrer kommt nach Testung der Probanden zu der Bewertung: „geeignet“, „fraglich“ und „nicht geeignet“.

Fahrlehrerbemerkungen (s.Abb.29):

Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Anzahl der Fahrlehrerbemerkungen pro Teilnehmer sind erhebliche Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen zu erkennen. In der Kontrollgruppe war die Anzahl mit durchschnittlich 0,27 Bemerkungen am niedrigsten, gefolgt von der HE0-Gruppe mit 0,5, der mHE-Gruppe mit 1,28 und der oHE-Gruppe mit 1,69 Bemerkungen. Die Anzahl der Fahrlehrerbemerkungen nahm also mit zunehmender

Krankheitsschwere deutlich zu. Unterscheidet man nach Art der Bemerkung die kritischen/gravierenden Bemerkungen, so zeigt sich der gleiche Trend. Jeweils die niedrigste Anzahl an Fahrlehrerbemerkungen gab es in der Kontrollgruppe (0,09/0,16), gefolgt mit geringem Abstand von der HE0-Gruppe (0,13/0,38). Deutlich häufiger sind Bemerkungen in der mHE-Gruppe (0,64/0,6) vorgenommen worden. Die oHE-Gruppe (1,00/0,62) liegt an der Spitze.

Aus dem Vergleich dieser Durchschnittswerte konnten mittels nonparametrischem U-Test nach Mann- und Whitney für zwei unabhängige Variablen Gruppenunterschiede ermittelt werden. Statistisch signifikante Unterschiede waren sowohl für die Gesamtzahl der Bemerkungen (C vs. mHE, oHE, Z, $p < 0,001$), als auch für die kritischen Bemerkungen (C vs. mHE, oHE, Z, $p < 0,001$; und HE0 vs. oHE, $p < 0,05$) und die gravierenden Bemerkungen (C vs. mHE, $p < 0,05$, C vs. oHE, Z, $p < 0,01$) nachweisbar. Bei den neutralen Bemerkungen gab es keine messbaren Unterschiede.

Fahrlehrerurteil (s.Abb.30):

Die Fahrlehrerbemerkungen spiegeln die Gesamtbeurteilung der Realfahrt-Fahreignung wider. Demnach waren 39 von 45 Kontrollgruppenteilnehmer (86,6%) geeignet. In der HE0-Gruppe waren 6 von 8 (75%), in der mHE-Gruppe 12 von 25 (48%) und in der oHE-Gruppe 5 von 13 (38,5%) der Probanden geeignet. In der Zirrhosegruppe waren es somit insgesamt 23 von 46 Probanden (50%). Der Status „fraglich“ wurde in der Kontrollgruppe keinmal vergeben, unter den Zirrhosepatienten war dies bei 6 von 46 Teilnehmern (13%) der Fall, wovon 4 Patienten (16%) der mHE- und 2 Patienten (15,4%) der oHE-Gruppe entstammten. Das heißt, dass die Hälfte aller teilnehmenden Zirrhosepatienten durch die gestellten Anforderungen überfordert war, oder in Schwierigkeiten kam, so dass der Fahrlehrer eingreifen musste.

Realfahrt-Fahreignungs-Score (s.Abb.32):

Bildet man eine Score aus dieser Bewertung, indem man für die Einstufung „geeignet“ zwei Punkte, für „fraglich“ einen Punkt und für „nicht geeignet“ null Punkte vergibt, lassen sich mit dem non-parametrischen Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben Signifikanzen für den, als nicht normalverteilt zu betrachtenden Parameter Fahrtauglichkeits-Score berechnen. Dabei erreichte die Kontrollgruppe einen signifikant höheren Punktwert als die mHE- und die oHE-Gruppe (C vs. mHE, $p < 0,01$; C vs. oHE, Z, $p < 0,001$). Keine

signifikanten Unterschiede ließen sich zwischen den HE-Gruppen untereinander ermitteln.

D.2.2.2.3 Cognitrone während der Fahrt

Bei der ersten Passage jedes Cognitrone-Schildes wurde die Richtigkeit der eingeschlagenen Fahrtrichtung gewertet. Auf diese Weise konnten maximal 14 Punkte erreicht werden. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe hatten mit durchschnittlich 12,2 Richtigen die beste Wertung. Die HE0-Gruppe kam im Schnitt auf ca. 11,8 Richtigen Antworten. Abgeschlagen lagen die Teilnehmer der mHE-Gruppe mit 9,9 Richtigen und der oHE-Gruppe mit 9,6 Richtigen dahinter (s.Abb.33). Signifikanzunterschiede wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test berechnet (C vs. mHE, $p < 0,01$; C vs. oHE und Z, $p < 0,001$).

D.2.2.2.4 Wiener Determinationstest im Stand und während der Fahrt

Die Aufgabe wurde zuerst im Stand durchgeführt. Im Anschluss folgte der Determinationstest während der Fahrt im Sinne einer Dual-Task-Belastung. Es mussten jeweils 180 Reize beantwortet werden. Es wurden der prozentuale Anteil richtiger Reizantworten und die mediane Reaktionszeit der beantworteten Reize für Stand und Fahrt bestimmt. Nach Auswertung dieser Aufgaben zeigte sich erneut, dass Probanden der mHE- und oHE-Gruppe verminderte Reaktionsgeschwindigkeiten aufwiesen, während die Werte der Kontrollgruppe und der HE0-Probanden in etwa vergleichbar besser waren. Signifikante Unterschiede des prozentualen Anteils reizadäquater Antworten fanden sich jedoch nicht zwischen den Untersuchungsgruppen.

Mediane Reaktionszeit im Stand (s.Abb.34):

Die Mediane Reaktionszeit der Kontroll- und HE0-Gruppe lag bei ca. 0,79 Sekunden. Der Unterschied zur oHE-Gruppe, in der ein Mittelwert von ca. 1,06 Sekunden erzielt wurde war nach Berechnung mittels Mann-Whitney-U-Test hochsignifikant. Auch der Unterschied zwischen Kontrollen und allen Zirrroseprobanden war auffällig (C vs. mHE, oHE und Z, $p < 0,001$; HE0 vs. mHE, $p < 0,05$; HE0 vs. oHE, $p < 0,001$; mHE vs. oHE, $p < 0,05$).

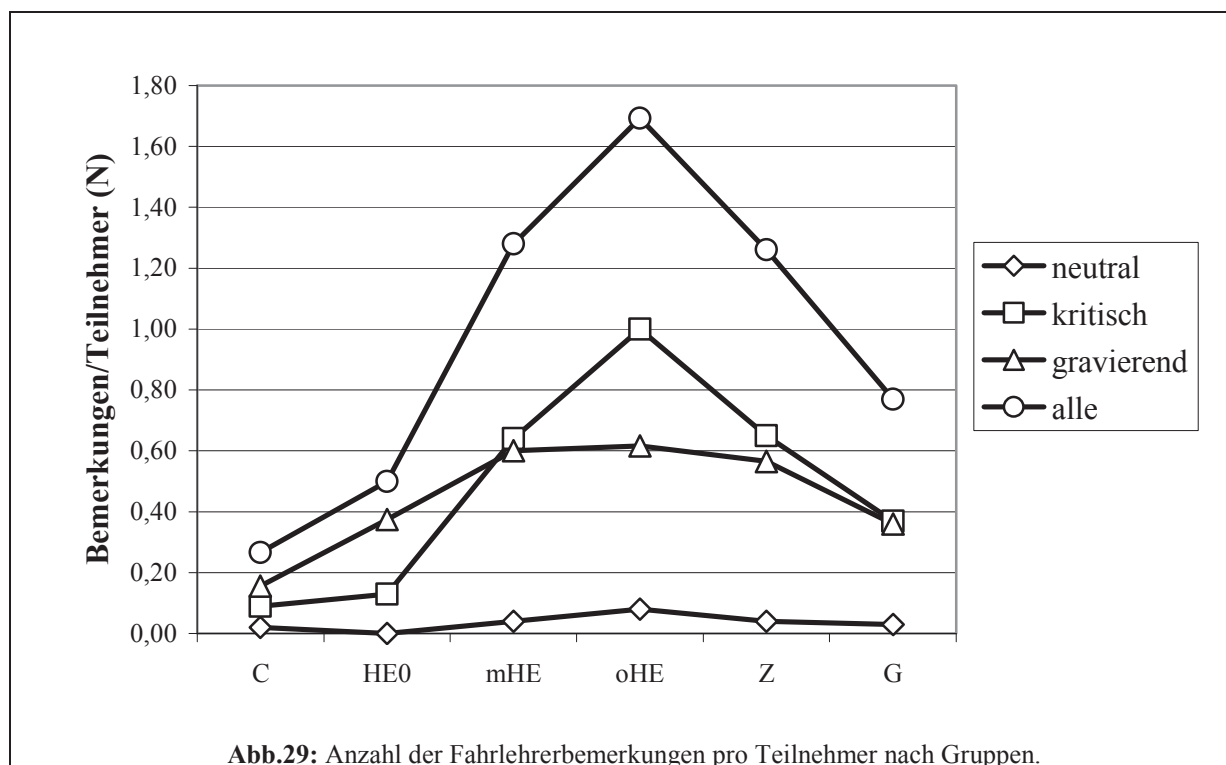
Mediane Reaktionszeit während der Fahrt (s.Abb.35):

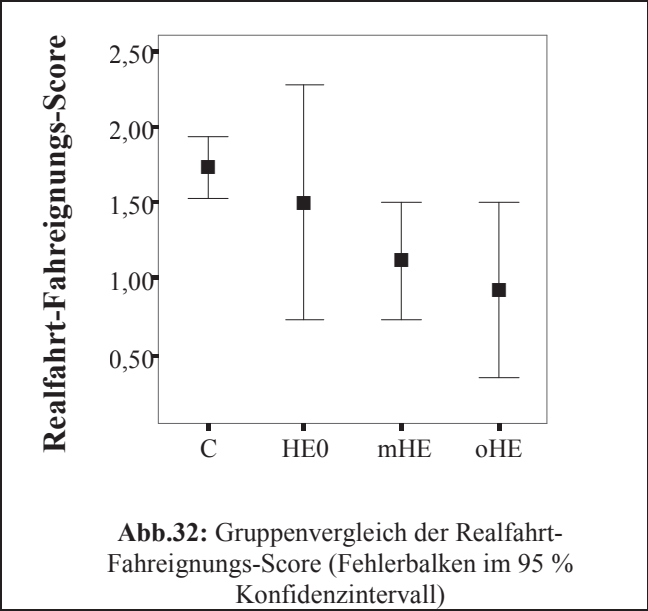
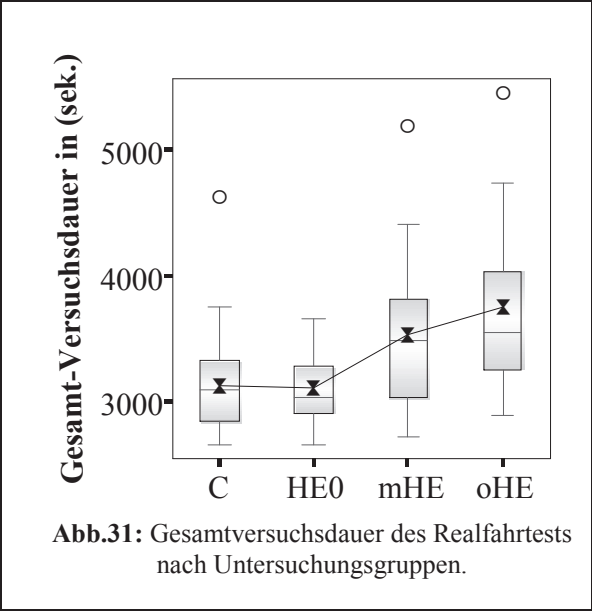
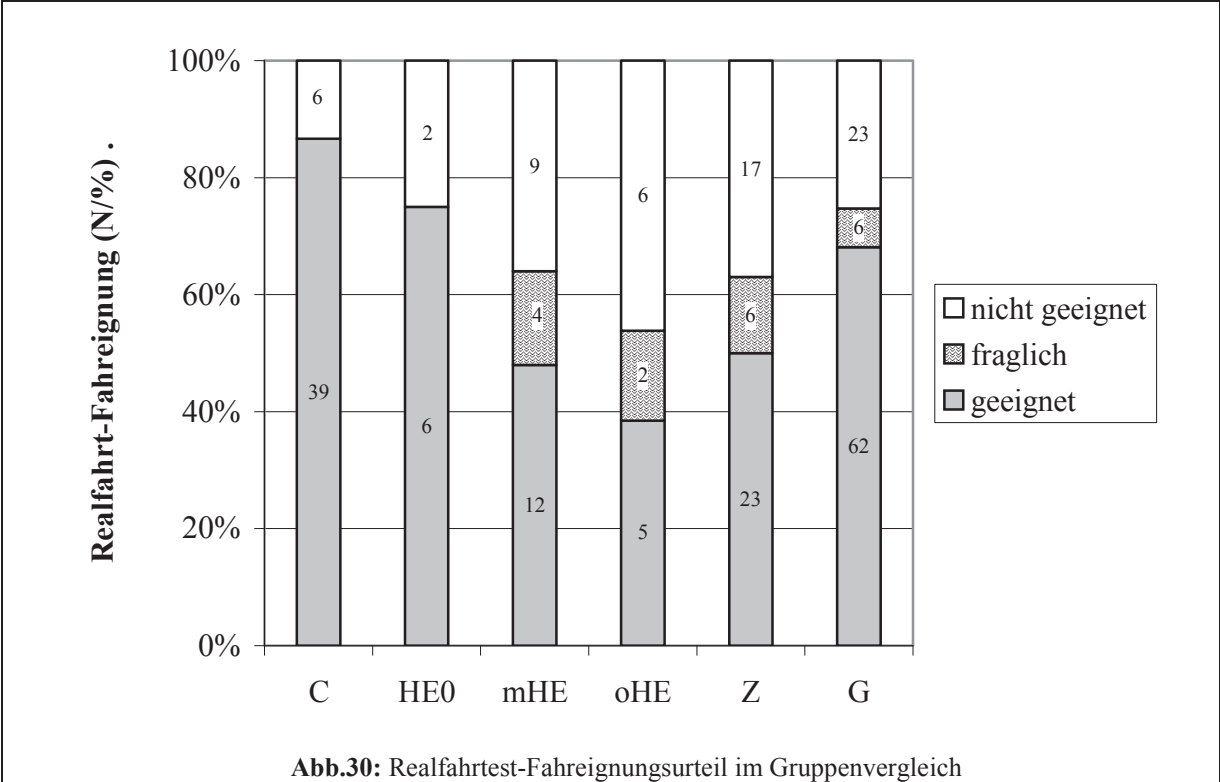
Erwartungsgemäß waren die Reaktionszeiten während der Fahrt in allen Gruppen verlängert. Die Gruppenunterschiede entsprachen weitestgehend denen des Tests im Stand. Allerdings schnitten die HE0-Teilnehmer hier am besten ab (ca. 0,92 sek.), gefolgt von der Kontrollgruppe (ca. 0,96 sek.). Am langsamsten (1,28 sek.) waren auch hier die Patienten mit

overter HE (C vs. mHE, $p < 0,01$; C vs. oHE und Z, $p < 0,001$; HE0 vs. mHE, $p < 0,05$; HE0 vs. oHE, $p < 0,01$; mHE vs. oHE, $p < 0,05$)

Differenz der Fahrt/Stand-Reaktionszeiten (s.Abb.36):

Anschließend wurde die Differenz der gemessenen medianen Reaktionszeiten im Stand und während der Fahrt ermittelt. Durch den Vergleich der Reaktionszeit-Differenzen ist es möglich zu bewerten, ob Patienten mit HE bei Dual-Task-Belastung stärker in ihrer Leistung nachgelassen haben als die Teilnehmer der Kontrollgruppe. Hier zeigte sich eine relativ stabile Verlangsamung der Reaktionszeiten der Gruppen C, HE0 und mHE von durchschnittlich ca. 0,15 Sekunden, wobei die Streuung in der mHE-Gruppe deutlich höher war. Auffällig nachgelassen hatte aber die Leistung der oHE-Probanden, die im Schnitt ca. 0,26 Sekunden langsamer reagierten als im Stand. Damit unterschied sich C, HE0 und mHE von oHE (C vs. oHE, $p < 0,01$; HE0 und mHE vs. oHE, $p < 0,05$).





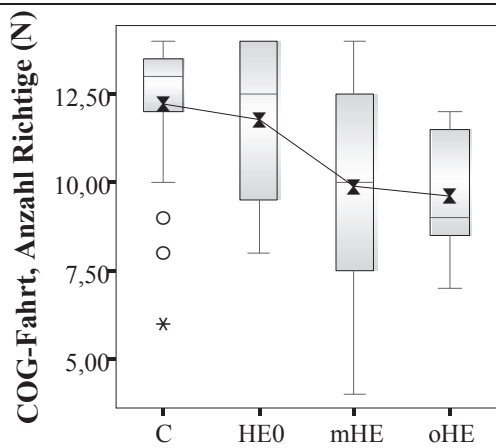


Abb.33: Anzahl Richtiger Antworten, Cognitrone während der Fahrt nach Gruppen.

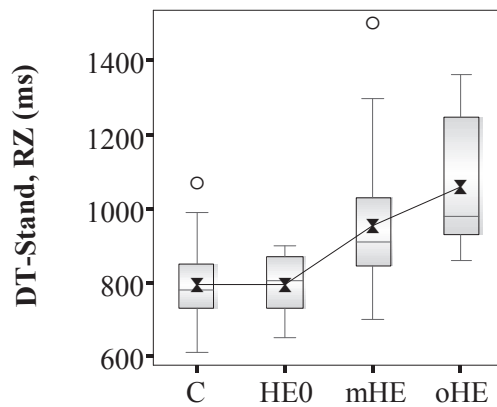


Abb.34: Mediane Reaktionszeiten beim Wiener Determinationstest im Stand nach Gruppen.

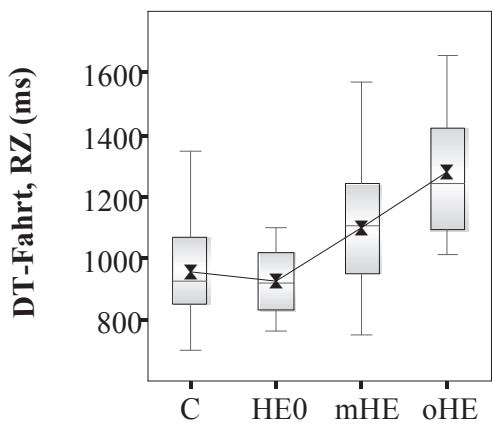


Abb.35: Mediane Reaktionszeiten beim Wiener Determinationstest während der Fahrt nach Gruppen.

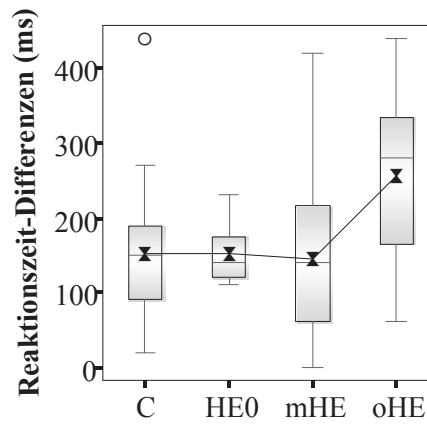


Abb.36: Differenz der Stand/Fahrt-Reaktionszeiten im Gruppenvergleich.

D.3 Zusammenhangsmaß der Untersuchungsparameter

Korrelationen wurden zwischen acht ausgewählten Parametern und den Datensätzen der Fragebogenauswertung, den Laborwerten und den computerpsychometrischen Erhebungen des ersten Untersuchungstages, sowie zu den speziell hervorgehobenen Fahraufgaben berechnet. Zu den ausgewählten Parametern zählten die potenziellen Einflussgrößen Gruppenzugehörigkeit (1=C; 2=HE0; 3=mHE; 4=oHE), Alter (Jahre), Geschlecht (1=m; 2=f), Zirrhose-Schweregrad nach Child-Pugh (1=Child A; 2=Child B; 3=Child C), die Kontrollgrößen CPM-Fahreignung (1=ungeeignet; 2=geeignet) und Realfahrt-Fahreignung (1=nicht geeignet; 2=fraglich; 3=geeignet). Des Weiteren wurden Korrelationen für angelegte Diagnosegrößen, wie die Anzahl auffälliger CPM-Subtests (N) und die Flimmerfrequenz (Hz) bestimmt. Die ausführliche Auflistung dieser Berechnung ist im Datenanhang zu finden (s.G.4). Im Folgenden werden vor allem die mittelstark und stark ausgeprägten Korrelationen ausführlicher beschrieben und grafisch dargestellt.

D.3.1 Korrelationen der Einfluss- und Kontrollgrößen

D.3.1.1 Realfahrt-Fahreignung

Nach der Rangzuordnung der Fahreignungsqualität (1=nicht geeignet; 2= fraglich; 3=geeignet) konnte ein Korrelationsmaß berechnet werden. Es zeigte sich eine mittelstarke negative Korrelation zu der Gruppenzugehörigkeit ($r=-0,40$, $p<0,001$). Je höher der Gruppenrang (1=C; 2=HE0; 3=mHE; 4=oHE) war, desto häufiger wurde die Fahreignung in Frage gestellt oder verneint (s.Abb.37). Dieses Ergebnis deckt sich mit den deskriptiven Ergebnissen der Fahreignungs-Bewertung und mit der ermittelten Lageunterschiedsbestimmung im Mann-Whitney-U-Test. Es besteht keine Korrelation zwischen der Realfahrt-Fahreignung und dem Probandenalter oder -geschlecht. Auch mit dem Zirrhose-Schweregrad nach Child-Pugh konnte kein relevanter deutlicher Zusammenhang festgestellt werden. Eine schwache negative Korrelation zur Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=-0,283$, $p<0,01$) wurde ermittelt. Noch schwächer war der Zusammenhang mit der CFF ($r=0,23$, $p<0,05$). Der direkte Vergleich zwischen realem und computerpsychometrischen Fahrleistungsurteil ergab eine schwache positive Korrelation ($r=0,34$, $p<0,001$, s.Abb.39).

D.3.1.2 CPM-Fahreignung

Bei der CPM-Fahreignung wurden zwei Ränge vergeben (1=ungeeignet, 2 =geeignet). Es gab

eine mittelstarke negative Korrelation zur Gruppenzugehörigkeit ($r=-0,56$, $p<0,001$). Auch hier wurde die Fahreignung also je seltener als geeignet bezeichnet, umso höher der Gruppenrang war (s.Abb.38). Eine mäßige negative Korrelation lag bei dieser Untersuchungsmethode zum Alter der Studienteilnehmer vor ($r=0,30$, $p<0,01$). Je höher also das Probandenalter war, desto häufiger fiel die Fahreignungsbeurteilung negativ aus. Im Gegensatz dazu war die Realfahrt-Fahrtstung altersunabhängig. Die CPM-Fahreignung war vom Geschlecht der Teilnehmer unabhängig. Mit dem Child-Pugh-Stadium (s.Abb.40) wurde ein mittelstarker negativer Zusammenhang errechnet ($r=-0,46$, $p<0,001$). Je schwerwiegender das Erkrankungsstadium der Leberzirrhose war, desto häufiger kam es zu der Bewertung „ungeeignet“. Eine weitere mittelstarke negative Korrelation ergab sich zu der Anzahl auffälliger CPM-Subtests ($r=-0,53$, $p<0,001$). Ein schwacher positiver Zusammenhang mit der Flimmerfrequenzmessung konnte gefunden werden ($r=0,32$; $p<0,001$). Wie bereits erwähnt, war die Korrelation zur Realfahrt-Fahreignung nur mäßig ausgeprägt ($r=0,34$, $p<0,001$).

D.3.1.3 CFF

Die kritische Flimmerfrequenz korrelierte mittelstark bis schwach negativ mit den Parametern Gruppenzuordnung ($r=-0,44$, $p<0,001$), Child-Pugh-Stadium ($r=-0,43$, $p<0,01$, s.Abb.41), Probandenalter ($r=-0,31$, $p<0,01$), und der Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=-0,23$, $p<0,05$). Wie bereits beschrieben lag zur CPM-Fahreignung eine mittelstarke positive Korrelation ($r=0,32$; $p<0,001$) und zur Realfahrt-Fahreignung eine schwache positive Korrelation vor ($r=0,23$, $p<0,05$). Je niedriger die gemessene kritische Flimmerfrequenz war, desto höher war der HE- und Zirrhoseschweregrad, das Lebensalter des Probanden, die Anzahl auffälliger CPM-Tests, und desto seltener war das CPM-Fahreignungsurteil „geeignet“ und die Realfahrt-Fahreignung gegeben.

D.3.1.4 Gruppenzugehörigkeit

Ein ausgeprägter positiver Zusammenhang zwischen den Parametern Gruppenzugehörigkeit und Anzahl auffälliger CPM-Tests ist methodikgemäß zu erwarten ($r=0,62$, $p<0,001$). Eine mittelstark positive Korrelation bestand zwischen Gruppenzugehörigkeit und Zirrhoseschweregrad nach Child-Pugh ($r=0,59$, $p<0,001$), während keine Abhängigkeit zu Alter oder Geschlecht zu finden war. Auch zur CFF existiert eine mittelstarke Korrelation

($r=0,44$, $p<0,001$). Der schon beschriebene Zusammenhang zwischen der CPM-Fahreignung ($r=-0,56$, $p<0,001$) und der Realfahrt-Fahreignung ($r=-0,40$, $p<0,001$) ist mittelstark negativ.

D.3.1.5 Anzahl auffälliger CPM- Subtests

Neben der bereits beschriebenen ausgeprägten Korrelation zur Gruppenzugehörigkeit ($r=0,62$, $p<0,001$) besteht ein weniger deutlicher Zusammenhang mit dem Child-Stadium ($r=0,39$, $p<0,01$ s.Abb.42). Korrelationen zu Alter oder Geschlecht sind nicht vorhanden. Die CPM-Fahreignung korreliert deutlich ($r=-0,53$, $p<0,001$), die Realfahrttestung nur schwach ($r=-0,283$, $p<0,01$) mit dem Parameter.

D.3.1.6 Child-Pugh-Klassifikation

Ein mittelstarker Zusammenhang besteht mit der Gruppenzuordnung ($r=0,59$, $p<0,001$, $N=48$), der Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=0,39$, $p<0,01$), der CFF ($r=-0,43$, $p<0,01$) und der CPM-Fahreignung ($r=-0,46$, $p<0,001$). Weder das Geschlecht, noch das Alter korrelieren mit der Realfahrt-Fahreignung.

D.3.1.7 Alter und Geschlecht

Das Geschlecht hatte keinen Einfluss auf das fahrerische Können oder andere untersuchte Parameter. Beim Probandenalter lagen schwache negative Korrelationen zur CFF ($r=-0,31$, $p<0,01$) und zur CPM-Fahreignung ($r=-0,30$, $p<0,01$) vor.

Mittlere bis starke Korrelationen zum HE-Gruppenrang	Mittlere bis starke Korrelationen zur CPM-Fahreignung	Mittlere bis starke Korrelationen zur Real-Fahrtauglichkeit
LVT, Z/RA	LVT, Z/RA	COG, Z/T
LVT, Score	LVT, Score	DT, Richtige
COG, Z/T	COG, Z/T	DT, Mediane Reaktionszeit
COG, Z/KZ	COG, Z/KZ	DT, Reize
DT, Richtige	DT, Richtige	DT, Reaktionen
DT, MRZ	DT, Mediane Reaktionszeit	
DT, Reize	DT, Reize	
DT, Reaktionen	DT, Reaktionen	
MLS-Aiming, GD	MLS-Steadiness, FZ	
MLS-Tapping, T	MLS-Steadiness, FD	
	MLS-Linien-Nachfahren, FD	
	CORSI, Richtige	
	RT, Mediane Reaktionszeit	
	TAVTMB, Überblicksgewinnung	

Tab.12: Überblick der CPM-Subtestvariablen mit den höchsten Korrelationen

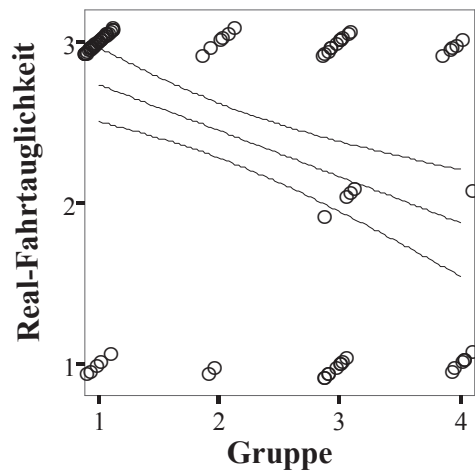


Abb.37: Gruppe (1=C; 2=HE0; 3=mHE; 4=oHE) vs. Realfahrt-Fahrtauglichkeit (1=nicht geeignet; 2=fraglich; 3=geeignet)

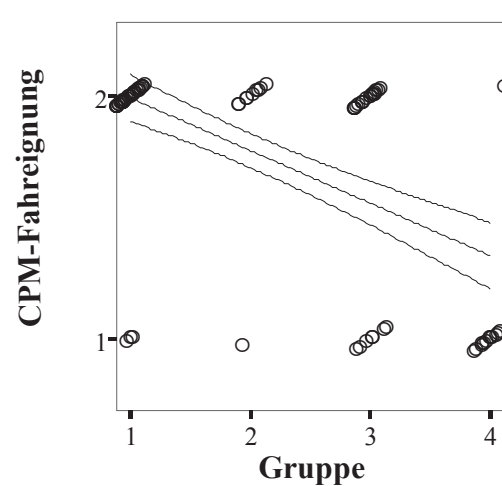


Abb.38: Gruppe (1=C; 2=HE0; 3=mHE; 4=oHE) vs. CPM-Fahreignung (1=nicht geeignet; 2=geeignet)

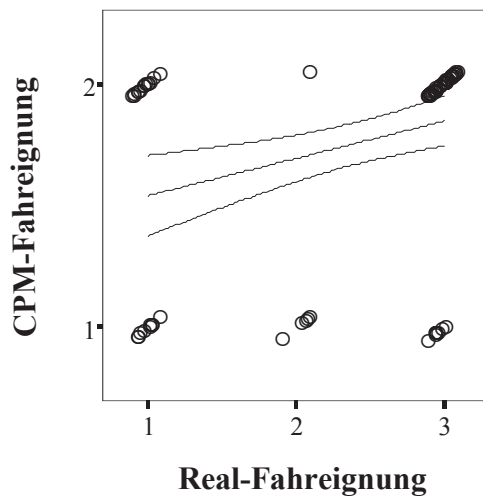


Abb.39: CPM-Fahreignung (1=ungeeignet; 2=geeignet) vs. Realfahrt-Fahrtauglichkeit (1= nicht geeignet; 2= fraglich; 3= geeignet).

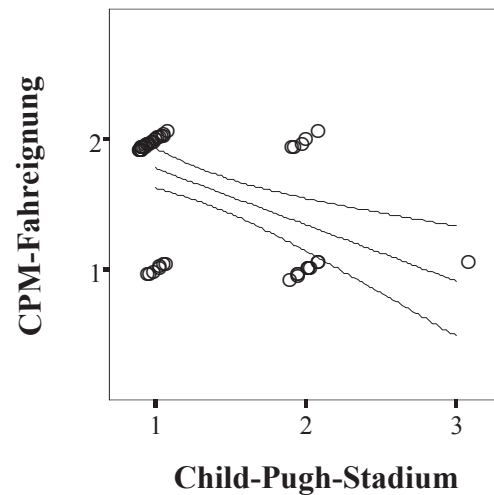


Abb.40: CPM-Fahreignung (1=ungeeignet; 2=geeignet) vs. Child-Pugh-Stadium (1=Child A; 2=Child B; 3=Child C).

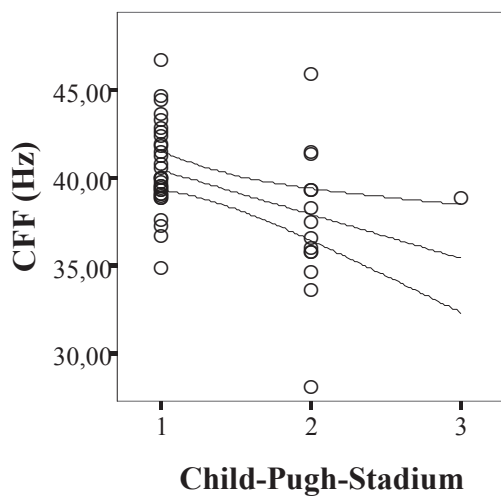


Abb.41: CFF (Hz) vs. Child-Pugh-Stadium (1=Child A; 2=Child B; 3=Child C)

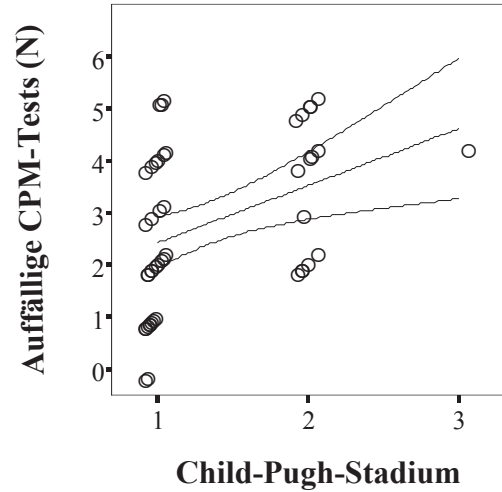


Abb.42: Anzahl auffälliger CPM-Tests (0-5) vs. Child-Pugh-Stadium (1=Child A; 2=Child B; 3=Child C)

D.3.2 Korrelationen der Fragebogenauswertung

Die wenigen gefundenen, nach Spearman berechneten Korrelationen sind überwiegend schwach bis mittelstark ausgeprägt. Im Folgenden werden einige der signifikanten Ergebnisse hervorgehoben.

D.3.2.1 Fragen zur Fahrpraxis

Natürlicherweise korrelierten die Parameter „Fahrerlaubniswerb“ und „regelmäßige Fahrpraxis“ in Jahren stark positiv mit dem Lebensalter. Ein Zusammenhang zwischen der CPM-Fahreignung und der Fahrpraxis in Jahren ($r=-0,28$, $p<0,01$) bzw. dem Führerscheinerwerb ($r=-0,23$, $p<0,05$) ist sehr schwach ausgeprägt und nur wenig aussagekräftig. Die konkreten Fragen nach Fahrtätigkeit (1=ja; 2=nein) und gefahrener Kilometerleistung ergaben Hinweise auf einen wagen Zusammenhang zwischen Fahrtätigkeit und dem HE-Schweregrad. So korrelierte die Fahraktivität gering positiv mit der Gruppenzuordnung ($r=0,25$, $p<0,05$). Ein Hinweis dafür, dass Patienten mit fortgeschrittenen HE-Stadien häufiger ihre Fahrtätigkeit eingestellt hatten. Die Anzahl auffälliger CPM-Tests war bei Probanden, die nicht mehr selbst Auto fahren höher ($r=0,28$, $p<0,01$). Schließlich gab es schwache Zusammenhänge zwischen Fahraktivität und der CPM-Fahreignung ($r=-0,23$, $p<0,05$), sowie der Realfahrt-Fahreignung ($r=-0,27$, $p<0,01$).

Eine deutlichere Tendenz zeigte sich bei der gefahrenen Kilometerleistung in den vergangenen 12 Monaten. Demnach fuhren die Gesunden mehr als die Probanden der Zirrhosegruppen ($r=-0,32$, $p<0,001$). Es gab keinen Zusammenhang mit dem Alter oder dem Geschlecht. Mittlere Korrelationen zur CPM-Fahreignung machen einen kausalen Zusammenhang wahrscheinlich. So wurde von den nach CPM-Testung „Geeigneten“ eine höhere Kilometerleistung erbracht, als von den „Ungeeigneten“ ($r=0,38$, $p<0,001$). Ähnlich verhielt es sich bei der Realfahrt-Fahreignung ($r=0,34$, $p<0,001$) (s.Abb.43).

D.3.2.2 Fragen zu Unfällen und Fahrschwierigkeiten

Bei der Frage nach der Anzahl der Unfallbeteiligungen ergab sich ein schwach negativer Zusammenhang zur Gruppenzugehörigkeit ($r=-0,24$, $p<0,05$). Es bestand eine schwache positive Korrelation zur CPM-Fahreignung ($r=0,28$, $p<0,01$). Weitere Korrelationen zur Anzahl der Unfälle konnten nicht gefunden werden.

Beim Fragenkomplex 8 nach Fahrsituationen und Fahrschwierigkeiten in den vergangenen drei Monaten standen jeweils die Antwortmöglichkeiten „nein“ = 0 und „ja“ = 1 zur Verfügung. Die wenigen Korrelationen, die sich aus dieser Befragung ergeben erscheinen weitgehend unbedeutend. Bei zwei der zehn Fragen kam es zu schwach negativen Korrelationen mit dem Alter. Demnach hätten jüngere Teilnehmer häufiger kritische Fahrsituationen erlebt. Die Frage nach Alkoholkonsum vor dem Fahren beantworteten männliche Teilnehmer ein wenig häufiger mit „ja“ ($r=-0,24$, $p<0,05$). Insgesamt gibt dieser Fragenkomplex keine aufschlussreichen Ergebnisse her. So zeigte auch die Summe der erlebten kritischen Fahrsituationen eine homogene Verteilung der Antworten.

D.3.2.3 Fragen zu mentalen und physischen Empfindungen beim Fahren

Auch bei der Beantwortung dieses Fragenkomplexes wurden nur sehr geringe Zusammenhänge ausgemacht. Die gefragten Empfindungen schienen keinen Einfluss auf die Fahreignung oder umgekehrt zu haben. Lediglich ein geringer positiver Zusammenhang existierte zwischen dem „sich beim Fahren Wohlfühlen“ und der Realfahrt-Fahrtauglichkeit ($r=0,26$, $p<0,05$). Auch die Frage zur körperlichen Erschöpfung lieferte keinerlei Hinweise. Patienten mit höhergradigen Child-Pugh-Stadien gaben an seltener Konzentrations-schwierigkeiten beim Fahren zu haben ($r=-0,31$, $p<0,05$).

Eine schwach positive Korrelation ergab die Frage nach der Häufigkeit des „sich sehr angespannt Fühlens“ mit der CFF ($r=0,29$, $p<0,01$), eine schwach negative hingegen mit der Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=-0,28$, $p<0,01$). Die Antworten auf die Frage, ob das Autofahren zunehmend anstrengend sei, wiesen keine Korrelationen auf.

D 3.2.4 Fragen zur fahrerischen Selbsteinschätzung

Eine sehr schwache Korrelation zwischen Geschlecht und fahrerischer Selbsteinschätzung zeigte, dass weibliche Probanden ihr fahrerisches Können geringfügiger einschätzten, als männliche Teilnehmer ($r=0,20$, $p<0,05$). Bei dieser Frage gab es keine Hinweise auf weitere Abhängigkeiten. Die letzte Frage nach Schwierigkeiten beim Autofahren zeigte ebenfalls einen Geschlechtsbezug ($r=0,24$, $p<0,05$). So gaben Frauen häufiger an, Schwierigkeiten zu haben. Auch zur Realfahrt-Fahreignung gab es eine schwache negative Korrelation ($r=-0,28$, $p<0,01$).

D.3.3 Korrelationen zu Laborparametern

Natrium (mmol/l):

Der Serumnatriumspiegel zeigte schwache negative Korrelationen zur Gruppenzugehörigkeit ($r=-0,30$, $p<0,01$) und zur Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=0,22$, $p<0,05$), nicht jedoch zum Child-Pugh-Schweregrad. Hyponatriämie Zustände gehören zu einer Reihe von präzipitierenden Faktoren für die Hepatische Enzephalopathie. Weitere Korrelationen, zum Beispiel zur Fahreignung ergeben sich jedoch nicht.

Kalium (mmol/l):

Aufgrund der homogenen Verteilung und der nur geringen Varianz der Werte fanden sich keine Korrelationen zum Kaliumspiegel.

Kreatinin (mg/dl):

Weibliche Studienteilnehmer wiesen niedrigere Kreatininwerte auf als männliche Probanden ($r=-0,40$, $p<0,001$). Dies entspricht dem üblichen Geschlechtsunterschied beim Kreatininwert. Es fanden sich keine weiteren Korrelationen zum Serum-Kreatinin.

Harnstoff (mg/dl):

Der Serum-Harnstoff zeigte eine schwach positive Korrelation zum Lebensalter der Probanden ($r=0,23$, $p<0,05$). Auch hier gab es keinen Zusammenhang zu den anderen Untersuchungsgrößen.

Albumin (g/dl):

Der Albuminwert ist aufgrund der abnehmenden Lebersyntheseleistung bei Leberzirrhose häufig erniedrigt. Er fließt direkt in die Child-Graduierung ein, was durch die starke negative Korrelation von Albuminspiegel und Child-Stadium deutlich wurde ($r=-0,63$, $p<0,001$). Auch zur Gruppenzuordnung ($r=-0,66$, $p<0,001$) und zur Anzahl auffälliger CPM-Tests bestand eine negative Korrelation ($r=-0,37$, $p<0,001$). Der Zusammenhang zwischen Albuminspiegel und HE-Schwere wird somit überdeutlich. Aber auch zu den Fahreignungstests gab es mittlere bis starke positive Korrelationen. So war die Fahreignung umso häufiger gegeben, je höher der Albumin-Wert war. Dies traf sowohl für die CPM-Fahreignung ($r=0,53$, $p<0,001$), als auch für die Realfahrt-Fahreignung ($r=0,46$, $p<0,001$) zu (s.Abb.). Der Parameter zeigte außerdem eine schwache positive Korrelation zur CFF ($r=0,28$, $p<0,05$), war von Alter und Geschlecht jedoch unabhängig.

Bilirubin (mg/dl):

Auch der Bilirubinspiegel beeinflusst den Leberzirrhosegrad nach Child-Pugh unmittelbar. Daher sind hier positive Korrelationen zur Gruppenzugehörigkeit ($r=0,52$, $p<0,001$), zur Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=0,40$, $p<0,001$) und vor allem zum Child-Stadium ($r=0,44$, $p<0,001$) vorhanden. Aber auch auf die Fahreignungsbewertung kann der Bilirubinwert Hinweise liefern. Je höher der Bilirubinspiegel war, desto niedriger fiel das Fahreignungsranking aus. Dies galt für beide Methoden, für die CPM-Fahreignung ($r=-0,48$, $p<0,001$) und weniger ausgeprägt für die Realfahrt-Fahreignung ($r=0,28$, $p<0,05$).

Transaminasen, GOT (U/l), GPT (U/l), γ -GT (U/l):

Die GOT korrelierte deutlich positiv mit der Gruppenzuordnung ($r=0,56$, $p<0,001$) und mittelstark mit der Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=0,32$, $p<0,01$). Es bestand ein mittlerer negativer Zusammenhang zur CPM-Fahreignung ($r=-0,34$, $p<0,001$) und zur Realfahrt-Fahreignung ($r=-0,32$, $p<0,01$). Die γ -GT war in den Zirrhosegruppen erhöht. Der positive Zusammenhang mit der Gruppenzugehörigkeit ist deutlich ausgeprägt ($r=0,66$, $p<0,001$). Die gleiche Tendenz hat die Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=0,45$, $p<0,001$). Während das Alter keine Rolle spielte, hatten Männer höhere γ -GT-Spiegel als Frauen ($r=-0,24$, $p<0,05$). Des Weiteren bestand keine Abhängigkeit zur Child-Graduierung oder zur kritischen Flimmerfrequenz. Zur CPM-Fahreignung gab es eine mittlere negative ($r=-0,33$, $p<0,01$) und zur Realfahrt-Fahrtauglichkeit eine schwache negative Korrelation ($r=-0,25$, $p<0,05$).

AP (U/l):

Statistische Zusammenhänge nach Spearman fanden sich zu Gruppenzugehörigkeit ($r=0,52$, $p<0,001$), Anzahl auffälliger CPM-Tests ($r=0,39$, $p<0,001$), Child-Pugh-Stadium ($r=0,31$, $p<0,05$) und zur CPM-Fahreignung ($r=0,40$, $p<0,001$).

Quick (%):

Der Quick-Wert, als Lebersyntheseparameter, beeinflusst die Child-Pugh-Score. Es gab starke negative Korrelationen zur Gruppenzuordnung ($r=-0,59$, $p<0,001$), zum Zirrhoseschweregrad ($r=-0,53$, $p<0,001$) und zur Zahl auffälliger CPM-Tests ($r=-0,39$, $p<0,001$). Aber auch die CPM Fahreignung korrelierte mäßig positiv ($r=0,46$, $p<0,001$) und die Real-Fahrt-Fahreignung gering positiv ($r=0,32$, $p<0,01$) mit dem Quick-Wert.

D.3.4 Korrelationen der CPM-Subtestvariablen mit den Einfluss- und Kontrollgrößen

Um eine Bewertung der verschiedenen computerpsychometrischen Tests durchzuführen wurden Korrelationen für alle Subtestvariablen berechnet. Sowohl die Rohdaten als auch die altersabhängigen und altersunabhängigen Prozentränge wurden dabei berücksichtigt. Die Ergebnisanalyse dient einer Güte-Bewertung der computer-psychometrischen Fahreignungsbeurteilung. Die komplette Auflistung aller berechneten Korrelationen kann dem Ergebnisanhang (s.G.4.4) entnommen werden.

D.3.4.1 Gruppenzugehörigkeit und Anzahl auffälliger CPM-Tests

Diese beiden Parameter sind gewissermaßen miteinander verbunden, auch wenn sich der direkte Einfluss der Anzahl auffälliger Einzeltests nur auf die Gruppenzuordnung der Gruppen HE0 und mHE beschränkt. Deshalb sind Korrelationen zur Gruppenzugehörigkeit und zur Anzahl auffälliger Tests bei den 22 Variablen, die auf die mHE-Diagnose Einfluss nahmen, zu erwarten. Je höher die Korrelation eines Einzelparameters war, desto besser spiegelte diese Testvariable das summarische Endergebnis der 22 Variablen wieder. Die meisten Variablen zeigten bei der Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Spearman mittelstarke Zusammenhänge mit den Gruppenrängen. Am stärksten korrelierte die Variable „Richtige“ des Wiener Determinationstests im Altersgruppenvergleich ($r=-0,50$, $p<0,001$, s.Abb.45) mit den Gruppenrängen. Die Mehrzahl der Variablen hingegen zeigten schwache bis sehr schwache Korrelationen. Die Subtestvariablen mit den höchsten Korrelationsergebnissen werden separat aufgeführt (s.Tab.12).

D.3.4.2 Korrelationen mit Geschlecht und Alter

Schwache Korrelationen zum Geschlecht (1=M, 2=F) fanden sich im Bereich der Motorischen Leistungsserie und beim Reaktionstest. Weibliche Teilnehmer konnten in 8 von 17 Subtestvariablen der MLS geringfügig bessere Leistungen als männlichen Probanden vorweisen. Die Korrelationskoeffizienten zu Aiming, Steadiness und Liniennachfahren tendierten zwischen $r=0,20$ bis $r=0,26$. Bei der Variable „RT, Motorischen Zeit (PRA)“ schnitten weibliche Versuchsteilnehmer hingegen schlechter ab ($r=-0,38$, $p<0,001$). In den weiteren Berechnungen fanden sich keine signifikanten Korrelationen zum Geschlecht.

Das Alter spielte bei der Testleistung eine größere Rolle. Es zeigten sich je nach Art der

Variable unterschiedliche Zusammenhänge. Die Rohwertvariablen und die Gesamtprozenträge (PRG) lieferten meist schwache bis mittlere Korrelationen, wobei die Leistung mit zunehmendem Alter stets abnahm. Die altersgenormten Prozenträge (PRA) waren „altersbereinigt“ und zeigten daher keine oder nur minimale Korrelationen zum Alter. Der deutlichste Zusammenhang mit dem Lebensalter ist für die Variable „DT, Mediane Reaktionszeit (ms)“ ($r=0,57$, $p<0,001$, s.Abb.46) errechnet worden.

D.3.4.3 Korrelationen mit der Child-Pugh-Klassifikation

Die Mehrzahl der Variablen korrelierten nur schwach mit der Child-Pugh-Klassifikation (1 = Child A, 2= Child B; 3=Child C). Die Analyse aller signifikanten Korrelationskoeffizienten zeigte, dass die Testleistung umso geringer war, je höher das Child-Stadium des Probanden war. So korrelierte die „LVT-Score (PRG)“ zum Beispiel mittelstark mit dem Child-Pugh-Grad ($r=-0,38$, $p<0,01$, s.Abb.47).

D.3.4.4 Korrelationen zur Kritischen Flimmerfrequenz (CFF)

Auch bei der CFF lagen überwiegend schwache Korrelationen zu den einzelnen Subtestvariablen vor. Patienten mit einer niedrigeren Flimmerfrequenzschwelle schnitten auch in den computerpsychometrischen Tests schlechter ab. Diese Tendenz ist bei allen Variablen erkennbar. Beispielsweise korrelierte die Anzahl der abgegebenen Reize beim DT, die von der Arbeitsgeschwindigkeit des Probanden abhing, in mäßiger Ausprägung mit der Flimmerfrequenz ($r=0,39$, $p<0,001$, s.Abb.48).

D.3.4.5 Korrelationen zur CPM-Fahreignung

Zwischen den Subtestvariablen und der CPM-Fahreignungsbewertung (1= nicht geeignet; 2=geeignet) bestanden im Vergleich zu den eben besprochenen Merkmalen wieder aussagekräftigere Korrelationen. Dabei ist zu beachten, dass Fünf der Subtestvariablen direkt in die Bewertung der Fahreignung mit einfließen und auch weitere Parameter indirekt beeinflusst sind. Dennoch ermöglicht das Korrelationsmaß eine kritische Bewertung der einzelnen Variablen. Beispielsweise erreicht die Testvariable „DT, Richtige (N)“ einen starken positiven Zusammenhang ($r=0,63$, $p<0,001$, s.Abb.49) mit der CPM-Fahreignung. Auch hier werden die Subtestvariablen mit den höchsten Korrelations-ergebnissen tabellarisch aufgelistet (s.Tab.13).

D.3.4.6 Korrelationen zur Realfahrt-Fahreignung

Die Korrelationen zwischen der Wertung der Real-Fahreignung und den einzelnen Subtestvariablen ist von besonderem Interesse. Schließlich kann die Validität der Fahreignungstestung bei Hepatischer Enzephalopathie durch computerpsychometrische Tests im Einzelnen und nach der FEV Anlage 5 im Gesamten überprüft werden. Insgesamt erreichten nur wenige Testparameter mittlere Korrelationen ($r > 0,4$). Die Mehrzahl korrelierte eher schwach ($r < 0,4$) mit der Fahrtauglichkeit. Dies spiegelt das Ergebnis des direkten Vergleichs der beiden Parameter wider. Bei der direkten Gegenüberstellung der Fahreignungs- und Fahrtauglichkeits-Einzelergebnisse hatte sich schon eine nur mäßige Übereinstimmung gezeigt. Einen weiteren Hinweis lieferte die unmittelbare Korrelation der beiden Parameter Real-Fahreignung und CPM-Fahreignung.

Die Ergebnisse der CPM-Fahreignungsvariablen werden nun kurz vorgestellt. Die „LVT-Score (PRG)“ korrelierte ausgesprochen schwach positiv mit der Bewertung der Realfahrt ($r = 0,24$, $p < 0,05$). Die „COG, Zeit/ Korrekte Zurückweisung (PRG)“ zeigte schon eine deutlichere Tendenz ($r = 0,375$, $p < 0,001$). Die Variable „DT, Richtige (PRG)“ lieferte den höchsten Korrelationswert der einbezogenen Parameter ($r = 0,43$, $p < 0,001$). Die Reaktionszeit anhand des „RT, Mediane Reaktionszeit (PRG)“ korrelierte eher schwach mit der Fahrtauglichkeit ($r = 0,26$, $p < 0,05$). Der Parameter „TAVTMB, Überblicksgewinnung (PRG)“ schließlich bot die geringste und nicht signifikante Korrelation der ausgewählten Variablen ($r = 0,17$, $p > 0,05$).

Höhere Korrelationen zur Real-Fahreignung konnte die „COG, Z/T (sec.)“ erreichen. Auch die DT-Variablen „DT, Reize (N)“, „DT, Reaktionen (N)“ und DT, Mittlere Reaktionszeit erbrachten mittelstark ausgeprägte Korrelationen.

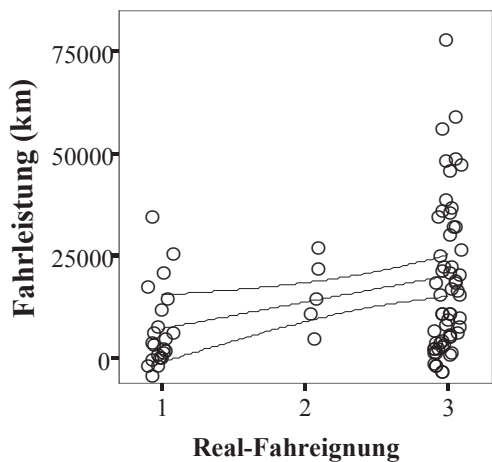


Abb.43: Fahrleistung innerhalb der vergangenen 12 Monate (km) vs. Real-Fahreignung (1= nicht geeignet; 2=fraglich; 3= geeignet).

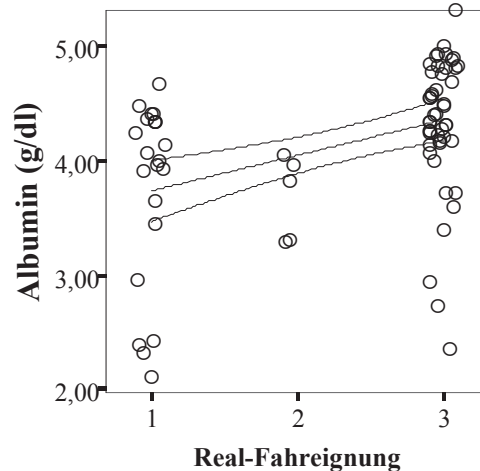


Abb.44: Albumin (g/dl) vs. Real-Fahreignung (1= nicht geeignet; 2=fraglich; 3= geeignet).

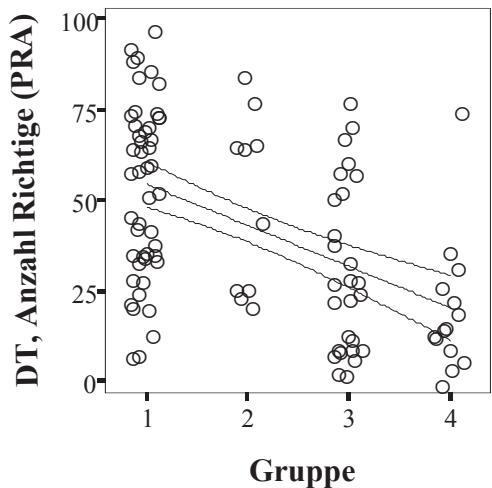


Abb.45: DT, Richtige (PRA) vs. Gruppe (1=C; 2=HE0; 3=mHE; 4=oHE).

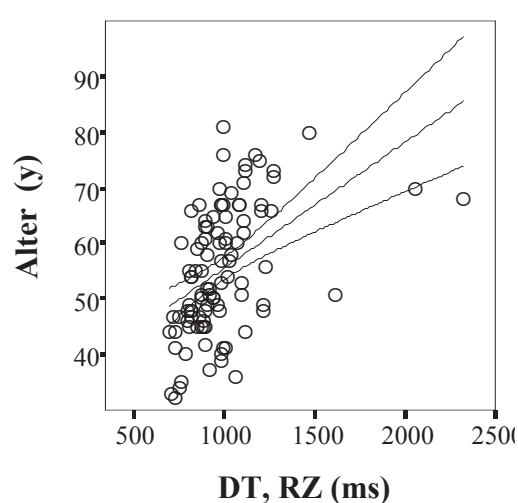


Abb.46: DT, Reaktionszeit (ms) vs. Alter (y)

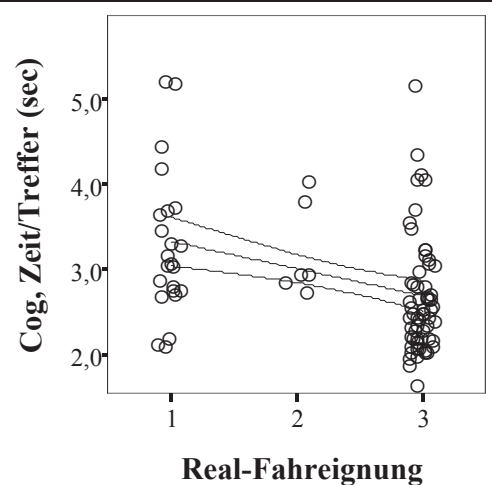


Abb.47: COG, Zeit/Treffer (sec) vs. Real-Fahreignung (1= nicht geeignet; 2=fraglich; 3= geeignet).

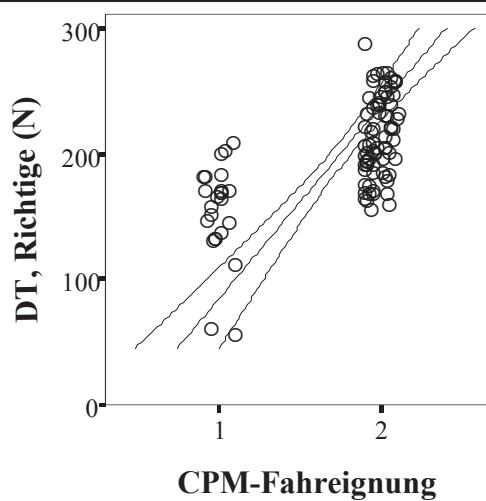


Abb.48: DT, Richtige (N) vs. CPM-Fahreignung (1= nicht geeignet; 2= geeignet).

E Diskussion

E.1 Analyse der Studienlage

Die bislang durchgeführten Fahreignungsstudien an Patienten mit Hepatischer Enzephalopathie werden im Folgenden vorgestellt.

E.1.1 Psychometrie Studien

Die Frage der Fahreignung bei minimaler (latenter) HE wurde erstmals 1981 von Schomerus et. al.⁸⁴ untersucht. Die Diagnose der minimalen HE wurde anhand minimaler EEG Veränderungen und bei Patienten ohne klinische Zeichen der HE gestellt, so dass die aktuelle Definition der mHE nicht mehr erfüllt wird. 60% der mHE-Gruppe waren ungeeignet, 25% nur vielleicht geeignet und 15% (nur nicht-alkoholische Zirrhosen) geeignet ein Fahrzeug zu führen. Die Bewertung der Fahreignung geschah anhand einer ganzen Palette psychometrischer Tests zur Erfassung von intellektueller Funktion, Gedächtnisfunktion, Aufmerksamkeit bei unterschiedlicher Belastung, psychomotorischer Funktion, Reaktionsgeschwindigkeit und –genauigkeit, Persönlichkeit und Selbstbeurteilung aktueller Symptome. Die herangezogenen Tests werden als geeignet für die Untersuchung zerebraler Beeinträchtigung beschrieben. Allerdings ist die Aussagekraft und Wertigkeit der Einzeltests zur Fahreignungsbeurteilung größtenteils nicht untersucht. Ein Real-Fahrttest kam bei dieser Untersuchung nicht zum Einsatz Die Zahl der Probanden war mit 52 Probanden, von denen nur 10 eine latente/minimale HE hatten, relativ gering.

In einer 1992 in Japan durchgeführten Studie von Watanabe et. al.⁸⁵ wurde eine Untersuchungsreihe an 16 Patienten mit kompensierter Leberzirrhose und 42 Kontroll-Probanden durchgeführt. Mittels einer psychometrischen Testung, welche 5 Aufgaben umfasste wurden 7 Patienten mit einer HE0 sowie 9 subklinische HE-Patienten ermittelt. Die Fahrtauglichkeit wurde auch hier rein psychometrisch beurteilt. Eine altersentsprechende Gruppe gesunder Probanden diente als Kontrolle. 31% aller Leberzirrhose-Patienten und 44% der sHE-Gruppe wurden für Nicht-Fahrtauglich befunden, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen alkoholischen und nicht alkoholischen Zirrhosen bestand. In der Kontrollgruppe hingegen waren demnach nur 4,3 Prozent der Teilnehmer in ihrer Fahreignung eingeschränkt.

E.1.2 Fahrtteststudien

1994 veröffentlichten Srivastava und seine Mitarbeiter die Ergebnisse einer in den USA durchgeführten Studie. Das Ergebnis sprach gegen eine schlechtere Fahrleistung von Patienten mit mHE (hier sHE).⁸⁶ Erstmals kam ein realer Fahrttest zum Einsatz. Zur Diagnose der HE wurde eine Testbatterie zur Messung von räumlichem Denken, visuomotorischer Reaktion und Lernfähigkeit, kognitiver Flexibilität, Visus und Gesichtsfeld angewandt. Zusätzlich wurde eine Labor-Fahruntersuchung durchgeführt, bei der mittels eines Filmes die visuelle und motorische Reaktionsgeschwindigkeit gemessen wurde. Schließlich folgte eine 30 minütige Autofahrt auf einer nicht standardisierten Teststrecke mit einem staatlichen Fahrlehrer und Fahrschulfahrzeug. Die Fahreignung wurde durch die Eignungskriterien zur Erlangung eines Führerscheins des Staates Illinois (USA) festgelegt und mittels einer Punktescore bestimmt. Es konnte kein signifikanter Unterschied in der Fahreignung zwischen der Kontrollgruppe und der Zirrhosegruppe ermittelt werden. Die Testmethodik ist im Vergleich zur Schomerus-Studie verbessert. Allerdings ist auch hier die Anzahl der Teilnehmer mit insgesamt 30 Probanden (15 mHE-Gruppe und 15 Kontrollgruppe) relativ klein. Die fehlende Standardisierung der Fahrstrecke ist ein Manko dieser Studie.

In einer 2003 von Wein, Koch et al. durchgeführten Untersuchung wurden 48 an einer Leberzirrhose erkrankte Patienten untersucht.⁸⁷ Darunter fanden sich 14 Patienten mit einer mHE und 34 Patienten mit einer HE0. Dem wurden 49 gesunde Probanden als Kontrollgruppe gegenübergestellt. Zur Diagnostik der HE wurden einige psychometrische Untersuchungen durchgeführt. Die Fahrtauglichkeitstestung geschah im Rahmen einer festgelegten 22 Meilen langen Stadt- und Autobahnfahrt, bei der Parameter, wie Fahrzeughandhabung, Anpassung an Verkehrssituationen, Aufmerksamkeit und Manövrieren untersucht wurden. Die Fahreigenschaften wurden von einem professionellen Fahrlehrer evaluiert. Es mussten 22 Aufgaben durchgeführt werden. Der Fahrlehrer war für die Gruppenzuordnung der Teilnehmer verblindet. Das Resultat ergab signifikant schlechtere Fahreigenschaften der Kriterien Fahrzeugbeherrschung, sowie Anpassung und Vorsicht innerhalb der mHE Gruppe. Außerdem musste der Fahrlehrer signifikant häufiger aktiv in die Fahrt der mHE-Teilnehmer eingreifen. Auch hier war die Anzahl der mHE-Erkrankten relativ gering, eine oHE-Gruppe

fehlt in der Untersuchung. Fragen zur Diagnostik der Fahreignung bei HE blieben ungeklärt.

E.1.3 Weitere Fahreignungsstudien

In einer Studie durch eine Gruppe um Bajaj wurden die Verkehrsunfälle und die Anzahl der Verkehrsverletzungen von Patienten mit mHE im Vergleich zu HE0-Patienten objektiv erfasst. Die Diagnosestellung der mHE erfolgte durch zwei unterschiedliche Verfahren. Einerseits durch standardisierte psychometrische Tests, andererseits durch einen Inhibitory Control Test. Es zeigte sich, dass Patienten, bei denen insbesondere nach Inhibitory Control Test eine mHE vorlag, sowohl retrospektiv als auch prospektiv signifikant häufiger an Unfallgeschehen beteiligt waren bzw. Verkehrsverletzungen begangen hatten als Zirrhose-Patienten ohne mHE.⁸⁸ Laut einer weiteren Studie von Bajaj et al. sind Patienten mit mHE nicht in der Lage ihre Fahrfähigkeit richtig einzuschätzen. Dies konnte anhand von Simulatortests und in Selbst- und Fremdbewertungsfragebögen herausgefunden werden. Hierbei überschätzten die betroffenen Probanden Ihre Fähigkeiten stärker als Kontrollprobanden.⁸⁹

E.2 Gruppenhomogenität

Insgesamt wurden den zwei Hauptgruppen und drei Untergruppen 99 Probanden zugeordnet. Der Altersdurchschnitt der Studienpopulation war relativ hoch. Eine Beeinflussung der Testergebnisse durch das Probandenalter ist wahrscheinlich. Daher war die Altersverteilung von besonderer Bedeutung, die keine signifikanten Lageunterschiede zeigte, so dass die altersbedingte Beeinflussung in den einzelnen Gruppen gleichgroß war. Auch in Bezug auf Geschlecht und Bildung war eine ausreichende Homogenität gegeben. Der schulische Bildungsstand war überwiegend gut durchmischt. Einzig fiel eine etwas höhere Anzahl an Hauptschul-Absolventen in den Gruppen mHE und oHE auf. Beim Berufsstatusvergleich bestanden keine größeren Gruppenunterschiede. Allerdings zeigte sich, dass die Leberzirrhose-Erkrankten mit zunehmender Krankheitsschwere häufiger erwerbsunfähig oder frühberentet waren.

Durch nur geringfügige Unterschiede der Parameter Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf und Ätiologie wurde eine gute Gruppenhomogenität erreicht. Es sind daher keine bedeutenden Einflüsse der Gruppenzusammensetzung auf die Untersuchungsergebnisse zu erwarten.

E.3 Diagnostik der minimalen HE

E.3.1 Bewertung der HE-Diagnostik mittels CPM

Das Wiener Testsystem ermöglicht eine untersucherunabhängige und in Testanweisung und -durchführung und -auswertung hochgradig standardisierte Diagnostik. Verschiedene Parameter wie Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeitsleistung, Visuopraxis, psychomotorische Geschwindigkeit, reaktive Belastbarkeit und Gedächtnisspanne werden gemessen und bewertet. Von Nachteil ist der vergleichsweise höhere Zeitaufwand im Vergleich zu anderen Verfahren.

Diejenigen Tests dürften für die Diagnosestellung der minimalen HE als besonders geeignet gelten, in denen auch Unterschiede zwischen Gesunden und Patienten im Stadium der overten HE deutlich ausgeprägt existieren. Zwischen Kontrollgruppe und minimaler HE (mHE) sollten diese Unterschiede in gleicher Tendenz erkennbar sein. Testvariablen sind also sensitiver, wenn sie Kontroll- und HE0-Gruppe von der mHE-Gruppe und auch der oHE-Gruppe eindeutig trennen. Signifikante Unterschiede zwischen C und HE0 werden hingegen negativ bewertet.

Die Gruppe der oHE-Probanden war zu 100 % in der CPM-Testung auffällig, also „richtig-positiv“. Auf diese Weise kann eine sehr hohe Sensitivität der Untersuchung auch in Bezug auf die mHE-Diagnose erreicht werden. Der Schwachpunkt der CPM-Diagnostik hingegen liegt in der Spezifität. Demnach waren 43,8% der Kontrollprobanden in mehr als einem Subtest auffällig, und wären somit als „falsch-positiv“ anzusehen. Die Spezifität, also der Anteil der „richtig-negativen“ läge somit bei nur 56 %.

Eine Reduktion der verwendeten 22 Testvariablen ist für Patient und Untersucher zur Verbesserung und Vereinfachung der Diagnostik in der klinischen Praxis wünschenswert. Eine Steigerung der Spezifität wäre durch das Herausfiltern auffälliger Subtests ohne diagnostische Relevanz wahrscheinlich. Im Ergebnisteil wurden 7 Subtestvariablen herausgestellt, die eine optimale Differenzierung zwischen HE0 und mHE erreichen konnten (s. D.2.1.3/ Tab. 11). Die Testergebnisse zeigten insbesondere ein Nachlassen der Reaktions- und Arbeitsgeschwindigkeit bzw. den Verlust der Präzision unter Zeitdruck in der mHE- und oHE-Gruppe. Dies galt sowohl für die audiovisuellen als auch für die motorischen Leistungstests.

E.3.2 Bewertung der HE-Diagnostik und Fahreignungsdiagnostik mittels CFF

Bei 14,6 % der Kontroll-Probanden wurde der Cut-Off-Wert von 39,0 Hertz unterschritten. Bei den HE0-Probanden war dies keinmal der Fall, so dass man von einer guten Spezifität ausgehen kann. Bei nur einem Probanden der oHE-Gruppe lag der Messwert über 39,0 Hertz, was für eine gute Sensitivität des Messwertes für die oHE spricht. Bei Patienten mit minimaler HE lag der Messwert in 23,1 % der Fälle unter dem Schwellenwert, so dass die Sensitivität für diese Patientengruppe als nicht ausreichend zu bewerten wäre. Es ergaben sich nur schwache bzw. mäßige Korrelationen zwischen CFF und Realfahrt-Fahreignung bzw. CPM-Fahreignung. Das Zusammenhangsmaß war zu gering ausgeprägt, um es als Parameter zur Fahreignungsdiagnose nutzen zu können.

E.4 Bewertung der Fahreignungsdiagnostik

Die Auswertung der Testergebnisse zeigt teils erwartungsgemäße, teils überraschende Resultate. Bei der Hauptfrage nach der Fahreignung von Patienten mit Leberzirrhose und Hepatischer Enzephalopathie wird unbestreitbar deutlich, dass die Teilnehmer der Kontrollgruppe häufiger geeignet bzw. tauglich waren ein KFZ zu fahren als die Erkrankten Teilnehmer der Studie. Es zeigte sich eine klare Abnahme der Fahrleistung mit zunehmender HE-Schwere. Probanden, mit einer overten HE waren mit Abstand am häufigsten ungeeignet/untauglich ein Fahrzeug zu führen. Auch in der Gruppe der Teilnehmer mit minimaler HE waren mehr Teilnehmer auffällig als in der Kontroll- und HE0-Gruppe. Zu diesem Ergebnis konnte man nach Auswertung der computerpsychometrischen Daten ebenso gelangen, wie nach Beurteilung durch den Fahrlehrer. Eine generelle Absprache der Fahreignung aller an Leberzirrhose-Erkrankter ist jedoch nicht zulässig.

Von den insgesamt 91 Teilnehmern waren anhand der CPM-Testung 19,2% ungeeignet bewertet worden ein KFZ zu führen. 6,7% der Kontrollprobanden gegenüber 32,6% aller Zirrhoseprobanden waren ungeeignet. In der HE0-Gruppe wurde bei 12,5%, in der mHE-Gruppe bei 16%. Und in der oHE-Gruppe bei 76,9% die Fahreignung abgesprochen.

Nach Fahrlehrerbewertung waren insgesamt 25,3% aller Probanden, davon 13,3 % der Kontrollgruppenteilnehmer und 37% der Zirrhosepatienten, ungeeignet ein Fahrzeug zu führen. Der Anteil der Ungeeigneten lag in der HE0-Gruppe bei 25%, in der mHE-Gruppe bei 36% und in der oHE-Gruppe bei 46% der Probanden. Des Weiteren war in der Zirrhosegruppe eine fragliche Fahreignung bei 13% der Probanden gegeben.

Nimmt man die vom Fahrlehrer mit „fraglich“ bewerteten zu den „ungeeigneten“ Probanden, wären sogar 52% der mHE-Probanden und 61,5 % der oHE-Probanden nicht geeignet ein Fahrzeug zu führen.

E.4.1 Bewertung der Fahreignungsdiagnostik mittels CPM

Wie bereits einleitend beschrieben, wird die Fahreignung in den Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung und in der FEV Anlage 5 reglementiert, wobei folgende fünf allgemeine Anforderungen an die psychische Leistungsfähigkeit gestellt werden: Optische Orientierung, Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und Belastbarkeit. Die Bewertung wird anhand altersunabhängiger Vergleichswerte getroffen. Der Prozentrangwert ergibt sich also aus dem Vergleich mit der Gesamten Eichstichprobe (PRG), die alle Altersgruppen umfasst. Die Anforderungen an die Fahreignung können schließlich nicht mit zunehmendem Alter nachlassen, sondern müssen sich an den realen Erfordernissen messen lassen, also für alle Verkehrsteilnehmer gleich sein. Damit unterscheidet sich die Auswertung von der mHE-Diagnostik mit dem Wiener Testsystem.

Die Übersicht aller Prozentrangmittelwerte zeigte den eindeutigen Trend der Ergebnisse, der sich schließlich auch in der abschließenden Beurteilung der Fahreignung wieder findet. Demnach zeigten die Teilnehmer in der Kontrollgruppe in vier von fünf Subtestvariablen die höchsten Prozentrang-Mittelwerte. In allen Aufgaben waren die Patienten mit symptomatischer HE (oHE) deutlich abgeschlagen. Auch die zusammengefassten Ergebnisse aller Zirrhose-Patienten lagen demnach deutlich niedriger als die Mittelwerte der Kontrollgruppe. Die Ergebnisse der HE0-Probanden lagen meist in der Nähe der Kontrollgruppe. Die mHE-Gruppe zeigte überwiegend schlechtere Ergebnisse als die Kontrollgruppe, erreichte jedoch bessere Ergebnisse als die oHE-Gruppe. In der mHE- und insbesondere der oHE-Gruppe liegen somit deutliche Defizite in allen fünf für die Fahreignung geforderten Leistungskriterien vor.

Der direkte Vergleich des CPM-Fahreignungsurteil mit dem Realfahrt-Ergebnis verdeutlicht jedoch die eingeschränkte Aussagekraft der CPM-Diagnostik, auf die nach der Bewertung des Real-Fahrttests eingegangen wird.

E.4.2 Bewertung des Real-Fahrttestergebnisses

Anhand der Beurteilung durch den Fahrlehrer, durch Anwendung der zuvor festgelegten

Kriterien, wurde das Urteil gebildet. Demzufolge war die Fahrtauglichkeit deutlich von der Schwere des Stadiums der Hepatischen Enzephalopathie beeinflusst. So war der Anteil der Teilnehmer, die nicht-fahrtauglich waren, in der oHE-Gruppe am höchsten, gefolgt von der mHE-Gruppe. Die Teilnehmer der Kontroll- und der HE0-Gruppe hingegen waren wesentlich seltener „fahrtauglich“. Die Wertung „fraglich tauglich“ wurde ausschließlich an mHE- und oHE-Probanden vergeben. Die Gruppenunterschiede sind signifikant und auch die Korrelationsberechnung, bei der die Gruppen nach Rängen gewertet werden, zeigt eine mittelstarke Korrelation zwischen der Gruppenzuordnung und der Eigenschaft Fahrtauglichkeit.

Einen Hinweis auf eingesetzte Kompensationsmechanismen liefert der Vergleich der Versuchsdauer je Teilnehmer. Dabei zeigte sich, dass mit zunehmender Erkrankungsschwere langsamer gefahren wurde und für die Aufgabenbearbeitung mehr Zeit benötigt wurde. Eine langsamere Fahrweise kann auf erhöhte Vorsicht und Rücksichtnahme bzw. einen insgesamt defensiveren Fahrstil schließen lassen. Neben der Reduktion der Fahrgeschwindigkeit könnte vorausschauendes Fahren zur Kompensation angewandt worden sein. Im Umkehrschluss kann allerdings auch der Verdacht gefestigt werden, dass durch eine Verlangsamung der Abläufe eine Überforderung und Defizite kompensiert werden sollen. Offensichtlich war es aber nur wenigen Erkrankten gelungen die Defizite ausreichend zu kompensieren.

Während des Autofahrens wurden zusätzliche Aufgaben gestellt. Bei der Durchführung solcher „Dual-Tasks“ zeigte sich bei fortgeschrittener HE neben einer Verlängerung der Reaktionszeit eine Reduktion der Konzentrationsfähigkeit. Zusammengefasst hatten die Probanden mit zunehmendem HE-Schweregrad bei Mehrfachbelastung stärker in ihrer Leistung nachgelassen, als die Teilnehmer der Kontrollgruppe.

Auch wenn die Teilnehmer der HE0, mHE und oHE deutlich schlechter bei der Fahrtauglichkeitsuntersuchung abschnitten, ist eine generelle Absprache der Fahrfähigkeit nicht gegeben. Offensichtlich sind auch einige der Teilnehmer in der Lage die Defizite ausreichend zu kompensieren.

Ein Fahrverbot für Patienten mit diagnostizierter oHE erscheint sinnvoll. Für Patienten mit einer HE0 und mHE würde ein Fahrverbot möglicherweise ein ungerechtfertigter Verlust an Lebensqualität darstellen. Eine Empfehlung kann daher nur lauten, an einem Fahrtstest mit Bewertung durch einen Fahrlehrer teilzunehmen.

E.4.3 Bewertung des Vergleichs der Real-Fahreignung mit der CPM-Fahreignung

Der Real-Fahrtstest hat gezeigt, dass die Zuordnung zu einer HE-Gruppe alleine keine sichere Vorhersage der Fahrfähigkeit erlaubt, wenn auch die Wahrscheinlichkeit der nicht gegebenen Fahreignung mit zunehmender Krankheitsschwere zunimmt. Für Ärzte und betroffene Patienten wäre eine klinische Bewertung der Fahreignung mittels einer computerpsychometrischen Testung ein hilfreiches und unkompliziertes diagnostisches Werkzeug. Daher stand die Fahreignungsprüfung nach FEV 5 auf dem Prüfstand. Ihre Aussagekraft sollte für die Gruppe der Leberzirrhosepatienten untersucht werden.

Um die Resultate der Realfahrt- und der CPM-Fahrleistung miteinander zu vergleichen wurden sie in einer Tabelle gegeneinander aufgetragen (s.Tab.13).

Es zeigt sich, dass die Bewertung der Fahrleistung der beiden Tests häufig nicht das gleiche Ergebnis erbrachte, wenn auch die Tendenz der zahlenmäßigen Verteilung der Fahrleistung in den Untersuchungsgruppen dieses nahe zu legen schien. So wurden 63 von 91 Probanden (69,2%) durch Fahrlehrer und CPM-Testung in gleicher Weise bewertet (geeignet+tauglich, ungeeignet+nicht-tauglich). Darunter wurden 55 (60,4%) der Teilnehmer von Fahrlehrer und CPM als geeignet und tauglich bewertet. Acht Teilnehmer (8,8%) wurden sowohl durch den Fahrlehrer als „nicht tauglich“, als auch durch die CPM als „ungeeignet“ einen PKW zu führen erkannt.

Demgegenüber stehen 28 Probanden (30,8 %), die in den beiden Verfahren unterschiedlich eingestuft wurden (geeignet + nicht tauglich, nicht geeignet + tauglich, fraglich + tauglich, fraglich + nicht-tauglich). Während die Übereinstimmungsrate in der Kontrollgruppe bei 80% und in der HE0-Gruppe sogar bei 87,5% lag, ist sie mit zunehmender Krankheitsschwere mit nur 52% in der mHE-Gruppe und 53,8% in der oHE-Gruppe deutlich geringer ausgeprägt.

Das Ergebnis der Übereinstimmung und somit die Validität der Testung bei gesunden Kontroll- und HE0-Probanden, übertraf somit teilweise die Bewertung der Methode durch die bereits erwähnte von Sommer et al. durchgeführte Studie ⁷⁷, bei der 74,7 % übereinstimmend getestet wurden. Jedoch bedeutet die Abnahme der Übereinstimmung mit zunehmender Krankheitsschwere, dass eine allgemeine Gültigkeit des CPM-Fahreignungs-Ergebnisses für die Gruppe der mHE- und oHE Erkrankten nicht existiert. Insbesondere in diesen Gruppen wäre also eine Fahrtstestung zu empfehlen.

Realfahrt-Fahreignung		CPM-Fahreignung		
		Ungeeignet N	Geeignet N	Gesamt N / % aller Teilnehmer
Nicht-geeignet	C	0	6	6 / 6,6
	HE0	1	1	2 / 2,2
	mHE	2	7	9 / 9,9
	oHE	5	1	6 / 6,6
	Z	8	9	17 / 18,7
	Gesamt	8 / 8,8	15 / 16,5	23 / 25,3
Fraglich	C	0	0	0 / 0
	HE0	0	0	0 / 0
	mHE	1	3	4 / 4,4
	oHE	2	0	2 / 2,2
	Z	3	3	6 / 6,6
	Gesamt	3 / 3,3	3 / 3,3	6 / 6,6
Geeignet	C	3	36	39 / 42,9
	HE0	0	6	6 / 6,6
	mHE	1	11	12 / 13,2
	oHE	3	2	5 / 5,5
	Z	4	19	23 / 25,3
	Gesamt	7 / 7,7	55 / 60,4	62 / 68,1
Gesamt N / % aller Teilnehmer		18 / 19,8	73 / 80,2	91 / 100

Tab.13: Vergleich von Real-Fahrttest mit CPM-Test nach FEV 5.

E.5 Bewertung des Fragebogens und der Selbsteinschätzung der Probanden

Die Gruppenunterschiede waren kaum ausgeprägt und auch die Korrelationsberechnungen lieferten nur wenig Wegweisendes. Die Fahrerlaubnisbesitzdauer und die regelmäßige Fahrpraxis in Jahren zeigten nur geringfügige Unterschiede in den Untersuchungsgruppen, so dass Einflüsse auf die Fahrleistung aus dieser Ursache unwahrscheinlich sind. Die überwiegende Anzahl der Teilnehmer hatten den Führerschein mit der Volljährigkeit erworben und waren somit langjährig im Besitz eines Führerscheins. Fahranfänger waren in der Studienpopulation nicht enthalten. Bei einem generell hohen Altersdurchschnitt waren die Altersunterschiede in den Untersuchungsgruppen nicht signifikant, so dass Alterseffekte wohl keine bedeutende Rolle spielen dürften. Einerseits könnte eine lange Besitzdauer der Fahrerlaubnis, ebenso wie regelmäßige langjährige Fahrpraxis durch die erworbene Routine die Fahrleistung positiv beeinflussen. Andererseits wäre durch eine längere Zeitspanne seit der theoretischen Ausbildung eine negative Beeinflussung denkbar. Die Forderung einer Führerschein-Auffrischung wurde schon häufiger, jedoch bisher folgenlos, politisch gefordert.

Bei der Frage nach der Fahraktivität fiel deutlich auf, dass einige Teilnehmer insbesondere der mHE- und oHE-Gruppe nicht mehr selbst Auto fahren. Auch die angegebene jährliche Kilometerfahrleistung war in der mHE- und oHE-Gruppe herabgesetzt. Diese Probanden könnten aufgrund der mangelnden Fahrpraxis bei der Realfahrt schlechter abgeschnitten haben. Vielleicht sind aber auch eben diese Studienteilnehmer, die von sich aus die Fahrtätigkeit nicht mehr ausüben, diejenigen, denen die Fahreignung ohnehin nicht mehr zuzusprechen wäre. Die Korrelationsuntersuchungen zeigten, dass ein schwacher Zusammenhang zwischen Fahraktivität und der CPM-Fahreignung und Realfahrt-Fahrtauglichkeit besteht. Die Bedeutung dieses Einflusses zu ermitteln erscheint jedoch schwierig.

Das Ergebnis auf die Frage nach der Anzahl erlebter Unfallereignisse als Fahrer ist auf den ersten Blick überraschend, hatten doch mehr Teilnehmer der Kontrollgruppe Unfälle angegeben als in der Zirrhosegruppe. Da nicht nach der Schuld des Verkehrsteilnehmers, sondern nur nach der Anzahl der Unfallereignisse gefragt wurde, ist eine Aussage über die Fahrsicherheit der Probanden anhand dieser Angabe nicht möglich. Auch wenn anzunehmen ist, dass sich die Anzahl der selbst verschuldeten und nicht selbst verschuldeten Unfälle die Waage hält, bleibt fraglich, wie wahrheitsgemäß und frei von Subjektivität die Beantwortung dieser Frage ausgefallen ist.

Die Frage nach bestimmten fehlerhaften Fahrsituationen erbrachte keine aussagekräftigen Tendenzen. Jede der Untersuchungsgruppen lag mindestens in einer der geschilderten Situationen vorne. Die HE0-Gruppe gab insgesamt am seltensten Fahrfehler an. Die oHE-Probanden lagen bei der Auswertung öfter als die anderen Gruppen an der Spitze der angegebenen Fehlersituationen. Dies zeigt sich auch im Vergleich der Mittelwerte aus der errechneten Fehlersumme. Diese Frageserie verlangt objektives Beurteilen und wäre ein weiterer Anhaltspunkt für die Selbsteinschätzungsfähigkeit der Teilnehmer. Die Unterschiede und Korrelationen – auch zur Fahreignung und Fahrtauglichkeit - sind jedoch unbedeutend. Es wäre zu erwarten gewesen, dass bei selbstkritischer Beurteilung Fahrfehler bei „Ungeeigneten“ oder „Nicht-Tauglichen“ häufiger angegeben werden.

Ferner wurde nach dem situativen Empfinden während des Fahrens gefragt. Auch die Auswertung dieser Frage erbrachte weder wesentliche Gruppenunterschiede noch Korrelationen. Beim Vergleich der Mittelwerte der ermittelten Score waren die Gruppen fast

gleichauf.

Die konkrete Frage nach der fahrerischen Selbsteinschätzung ist von besonderem Interesse. Schließlich könnte die Selbsteinschätzung des fahrerischen Könnens Hinweise liefern, die eine erweiterte Diagnostik überflüssig macht. Insbesondere in der Gruppe der oHE wäre eine geminderte Selbstbeurteilung zu erwarten gewesen. Schließlich besteht bei den meisten Patienten dieser Gruppe auch Krankheitseinsicht. Die Auswertung hingegen zeigt, dass gruppenübergreifend eine positive Selbsteinschätzung besteht. So fand sich in der mHE- und oHE-Gruppe kein Teilnehmer, der sein Fahren nicht wenigstens mit „gut“ einschätzt. Als „eher schlecht“ beurteilten nur wenige Probanden ihr fahrerisches Können.

Alle Teilnehmer sahen sich in der Lage Schwierigkeiten beim Fahren, sofern sie überhaupt erkannt werden, kompensieren zu können.

Die Auswertung des Fragebogens erbrachte insgesamt nur wenige Hinweise, die eine Beurteilung des fahrerischen Könnens in der Realität wiedergeben können. Es wird deutlich, dass die Selbstkritikfähigkeit beim Autofahren offensichtlich nicht ausreicht und eine objektive Beurteilung nicht zu ersetzen ist. Schließlich bedeutet die Aufgabe des Fahrens eine Minderung der Lebensqualität, die wohl die wenigsten bereit sind in Kauf zu nehmen. Aufgrund der rechtlichen Grundlage wird die Selbstbeurteilung und Eigenverantwortlichkeit von Verkehrsteilnehmern gefordert. Ob dies tatsächlich immer ausreicht bleibt höchst zweifelhaft.

F Fazit

Die Feststellung der Hepatischen Enzephalopathie ist und bleibt für die Praxis ein wichtiger Bestandteil der hepatologischen Diagnostik. Leider fehlt bislang ein Konsens zur Anwendung standardisierter Tests. Insbesondere die mHE wird somit häufig übersehen. Wird die Diagnose nicht gestellt und bleibt eine Behandlung, zum Beispiel durch Anwendung von Lactulose aus, so kann dies die Lebensqualität der Betroffenen negativ beeinflussen und in Bezug auf die Fahreignung eine Verkehrsgefährdung bedingen.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die negative Beeinflussung der Fahrfähigkeit durch die Hepatische Enzephalopathie mit zunehmender Krankheitsschwere unabhängig vom angewandten Testverfahren. So waren nach computerpsychometrischer Beurteilung 6,7% der Kontrollgruppe, 12,5% der HE0-Gruppe, 16% der mHE-Gruppe und 76,9% der oHE-Gruppe ungeeignet ein Fahrzeug zu führen. Nach Durchführung des Realfahrttests durch den Fahrlehrer ergab sich eine fehlende Fahreignung bei 13,4% der Kontrollgruppe, 25% der HE0-Gruppe, 36 % in der mHE-Gruppe und 46 % in der oHE-Gruppe.

Die computerpsychometrische Testung zur Fahreignungsbeurteilung zeigte in rund 70 % aller Fälle eine Übereinstimmung mit dem Fahrlehrerurteil. Die Computerpsychometrie stellte ein valides Testverfahren zur Bewertung der Fahreignung beim Gesunden dar (80% Konkordanz). Eine Allgemeingültigkeit für Patienten mit fortgeschrittener Hepatischer Enzephalopathie (Konkordanz bei mHE 52 % und bei oHE 53,8%) bestand jedoch nicht. Die Komplexität der Fähigkeit, die nötig ist, in verschiedensten Verkehrssituationen entsprechend zu handeln, lässt sich letztendlich am sichersten durch eine objektive Beurteilung durch einen Sachverständigen erreichen. Die Fahreignungsprobe durch eine Realfahrt mit Fahrlehrer bleibt der Goldstandard für die Bewertung der Fahrleistung.

Die Fragebogenauswertung ergab, dass eine Selbsteinschätzung kein geeignetes Mittel darstellt, um die Beeinträchtigung zu bewerten. Die Patienten sind auf eine objektive Entscheidung angewiesen. Trotz der Anwendung von Kompensationsmechanismen, wie langsames Fahren, konnte das Defizit nicht ausgeglichen werden. Die Schwächen der Erkrankten bezüglich der Präzision und Reaktionsgeschwindigkeit treten bei Dual-Tasks besonders hervor.

Es ist nicht gerechtfertigt allen Leberzirrhose-Patienten ihre Fahreignung generell abzuspochen. Ein Fahrverbot für Patienten mit overtem HE-Stadium erscheint jedoch

sinnvoll. Betroffene sollten sich zur objektiven Beurteilung regelmäßigen Fahrtests unterziehen. Weitere Fahreignungs-Studien bezüglich des Einflusses einer medikamentösen Therapie (z.B. Lactulose) auf die Fahreignung sind erforderlich. Des Weiteren wäre die Validierung eines Fahrsimulators hilfreich für die Durchführung von Fahreignungstests. Die Durchführbarkeit klinischer Untersuchungen würde damit erleichtert bei höherem Grad der Standardisierung.

G Appendix

G.1 Abbildungsverzeichnis



Abb.G.1.1: WTS - Probandentastatur



Abb.G.1.2: WTS - Lichtgriffel (für CORSI)

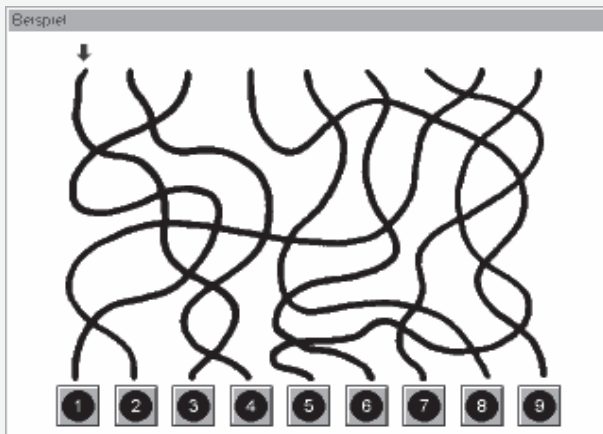


Abb.G.1.3: WTS - LVT, Beispielaufgabe

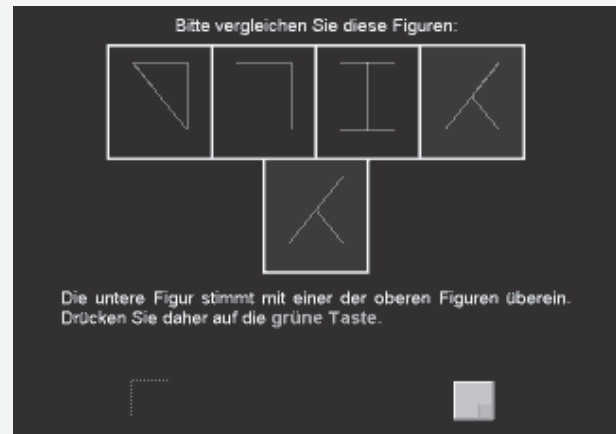


Abb.G.1.4: WTS - COG, Einführung

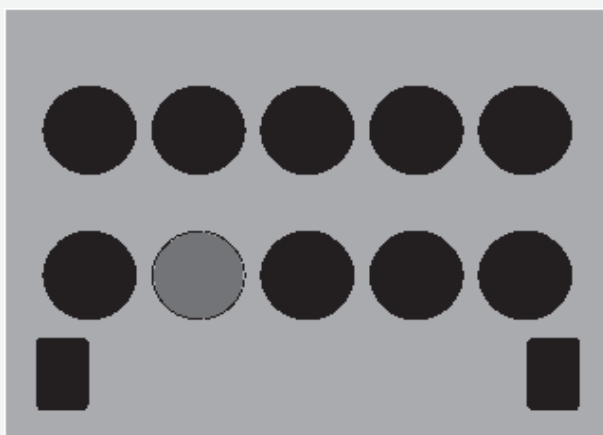


Abb.G.1.5: WTS- DT, Beispielaufgabe

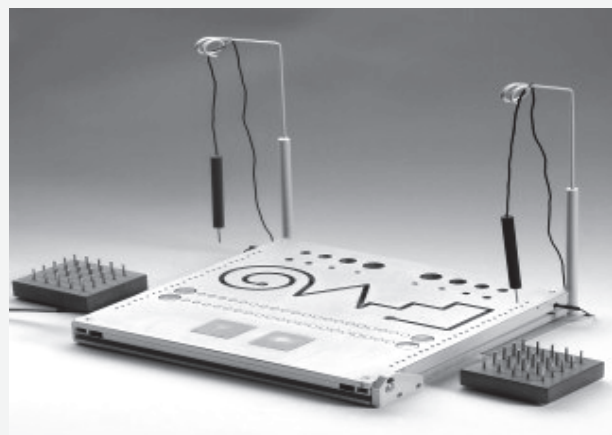


Abb.G.1.6.: MLS - Arbeitsplatte

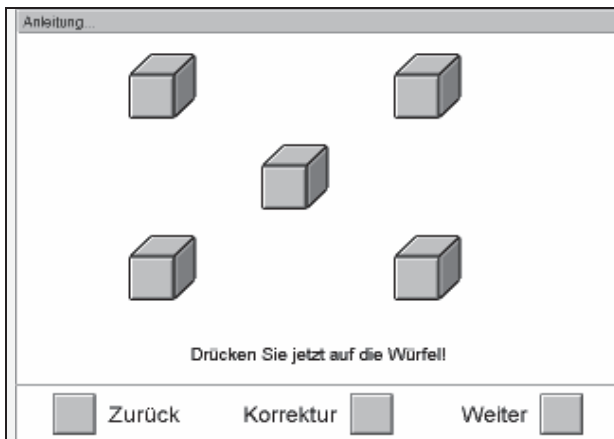


Abb.G.1.7: WTS – CORSI, Beispielaufgabe



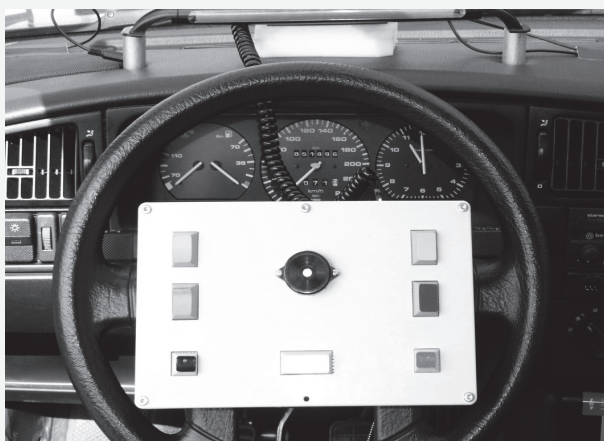
Abb.G.1.8: WTS – TAVTMB, Einführung



Abb.G.1.9: Flimmertubus zur Bestimmung der CFF



Abb.G.1.10: ADAC-Verkehrsübungsgelände, Luftaufnahme



**Abb.G.1.11: Innenraum des Versuchsfahrzeugs–
Armatur mit Determinations-Test-Panel**



**Abb.G.1.12: Versuchsfahrzeug,
VW-Passat-Kombi**

G.2 Fragebogen

_____ (Kennziffer des Probanden)
Geschlecht : weiblich männlich
Geburtsjahr: _____

(1) Welchen Schulabschluss haben Sie?

- Hauptschule ohne Lehre
- Hauptschule mit Lehre
- Realschule/Gymnasium ohne Abitur
- Fach-, Wirtschafts-, Handelsschule
- Gymnasium mit Abitur/Fachoberschule
- Berufsakademie mit Abschluss
- Universität/(Fach-)Hochschule mit Abschluss

(2) Welche Stellung haben / hatten Sie im Beruf?

- Selbständige/r
- Beamter/in
- Angestellte/r
- Arbeiter/in
- Keine Stellung

(3) Wovon leben Sie überwiegend?

- Erwerbs-/Berufstätigkeit
- Rente/Krankengeld
- Arbeitslosengeld
- Unterhalt des (Ehe-)Partners
- Eigenes Vermögen/Sparguthaben
- Bafög oder Stipendium
- Sozialhilfe

(4) Seit wann besitzen Sie eine Fahrerlaubnis für PKW?

_____ (Jahre)

(5) Seit wann fahren Sie regelmäßig Auto?

_____ (Jahre)

(6) Fahren Sie noch selbst mit dem Auto?

Ja

Nein

(7) Wie viele Kilometer sind Sie in den letzten 12 Monaten selbst mit dem Auto gefahren?

_____ (Kilometer)

(8) Wie oft waren Sie als Autofahrer bisher an einem Unfall beteiligt?

_____ (Zahl)

(9) Beim Autofahren passiert es schon mal, dass man einen Fehler macht. Ist Ihnen innerhalb der letzten *drei* Monate Folgendes passiert?

	Ja	Nein
Ich bin aus Versehen über eine Kreuzung gefahren, obwohl die Ampel schon von Gelb auf Rot umgesprungen ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe beim Rechtsabbiegen fast einen Radfahrer übersehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin nach dem Genuss von Alkohol selbst Alkohol gefahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe beim Überholen die Geschwindigkeit eines entgegenkommenden Fahrzeugs eher unterschätzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe beim Zurücksetzen einen Gegenstand angefahren, den ich vorher nicht gesehen habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin in die falsche Fahrspur geraten, als ich mich einer Kreuzung näherte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe auf einer rutschigen oder nassen Straße zu scharf gebremst und bin ins schleudern geraten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe an einer Kreuzung plötzlich nicht mehr gewusst, wer nun zuerst Vorfahrt hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe beim Spurwechsel nicht den Kopf gewendet,	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe an einer Kreuzung jemandem unbeabsichtigt die Vorfahrt genommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(10) Wie häufig kommen die folgenden Situationen beim Autofahren bei Ihnen vor?

	Nie	Eher selten	Eher häufig	Sehr häufig
Ich fühle mich richtig wohl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich vor Antritt einer Autofahrt körperlich erschöpft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann mich nicht so gut auf den Verkehr und das Fahren konzentrieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe in letzter Zeit Schwierigkeiten, mehrere Dinge im Straßenverkehr gleichzeitig zu beachten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich sehr angespannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde das Autofahren in letzter Zeit zunehmend anstrengend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(11) Wie beurteilen Sie Ihr fahrerisches Können im Vergleich mit anderen Personen Ihres Alters?

- Sehr gut
- Gut
- Eher schlecht
- Sehr schlecht

(12) Haben Sie manchmal Schwierigkeiten beim Autofahren?

- ich habe keine Schwierigkeiten
- ich habe hin und wieder Schwierigkeiten, kann aber gut damit umgehen
- ich habe häufiger Schwierigkeiten, kann aber gut damit umgehen
- ich kann nicht immer mit meinen Schwierigkeiten umgehen

G.3 Ergebnisanhang

G.3.1 Symbollegende

Ergebnisse der Lageunterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen:

STUDENT-T-Test / MANN-WHITNEY-U-Test	Signifikanz auf dem 0,05-Niveau (p-Wert <0,05)	Signifikanz auf dem 0,01-Niveau (p-Wert < 0,01)	Signifikanz auf dem 0,001-Niveau (p-Wert < 0,001)
C vs HE0, mHE, oHE, Z	*	**	***
HE0 vs. mHE, oHE	♣	♣♣	♣♣♣
mHE vs. oHE	♥	♥♥	♥♥♥

G.3.2 Ergebnisse des ersten Untersuchungstages

G.3.2.1 Stammdaten

Stammdaten	Kontroll- Gruppe (C)	Zirrhose-Gruppe (Z)			Gesamt	
		HE0-Gruppe (HE0)	mHE-Gruppe (mHE)	oHE-Gruppe (oHE)		
Anzahl (N)	48	10	27	14	99	
Alter, $\bar{x} \pm \sigma$ (y)	54,63±12,0	51,5±9,63	53,1±11,64	60,43±9,79	54,72±11,52	
Alter, Max. (y)	76	66	81	72	81	
Alter, Min. (y)	31	39	36	44	31	
Geschlecht	M	35 / 72,9	8 / 80,0	22 / 81,5	13 / 92,9	78 / 78,8
(N / % der Gruppe)	F	13 / 27,1	2 / 20,0	5 / 18,5	1 / 7,1	21 / 21,2

G.3.2.2 Ätiologie der Leberzirrhose

Ätiologie (N / % der Gruppe)	HE0	mHE	oHE	Z
äthyltoxisch	6 / 60	20 / 74,1	9 / 64,3	35 / 68,6
chronische Hepatitis B Infektion	0 / 0	0 / 0	1 / 7,1	1 / 2
chronische Hepatitis C Infektion	3 / 30	4 / 14,8	3 / 21,4	10 / 19,6
Primär biliäre Zirrhose	0 / 0	1 / 3,7	0 / 0	1 / 2
Primär sklerosierende Cholangitis	0 / 0	1 / 3,7	1 / 7,1	2 / 3,9
kryptogen	1 / 10	1 / 3,7	0 / 0	2 / 3,9
Gesamt	10 / 100	27 / 100	14 / 100	51 / 100

G.3.2.3 Schweregrad der Leberzirrhose (Child-Pugh-Klassifikation)

Child-Pugh-Stadium	HE0 N= 10	mHE N = 27	oHE N = 11	Z N = 48
Child A < 8 Punkte (N/%)	10 / 100,0	20 / 74,1	2 / 18,2	32 / 66,7
Child B 8-10 Punkte (N/%)	0 / 0,0	7 / 25,9	8 / 72,7	15 / 31,3
Child C > 10 Punkte (N/%)	0 / 0,0	0 / 0,0	1 / 9,1	1 / 2,1

G.3.2.4 Ergebnisübersicht der Laborparameter

Laborparameter ($\bar{x} \pm \sigma$)	C	HE 0	mHE	oHE
Natrium (mmol/l)	140.5±2.1	140.5±2.3	139.0±3.6 *	137.9±3.1 ***/♣
Kalium (mmol/l)	4.3±0.4	4.3±0.2	4.2±0.5	4.2±0.6
Kreatinin (mg/dl)	1.0±0.2	1.0 ±0.2	1.0±0.2	1.1±0.6
Harnstoff (mg/dl)	33.7±9.6	31.0±4.5	33.8±16.1	38.3±15.9
Bilirubin (mg/dl)	0.6±0.2	0.7±0.1	2.0±3.5 **	2.9±2.3 ***/♣
Albumin (g/dl)	4.6±0.3	4.3±0.4	4.0±0.6 ***	3.5±0.9 ***/♣
Quick (%)	97.2±22.5	93.9±6.4	86.6±15.4 ***/♣	73.6±16.3 ***/♣♣
GOT/ASAT (U/l)	14.1±5.4	20.0±5.6 ***	23.9±11.1 ***	24.6±9.4 ***
GPT/ALAT (U/l)	19.5±14.9	30.6±12.5 *	21.0±9.4	25.2±15.9
γ-GT (U/l)	16.3±9.4	50.8±33.4 ***	70.2±80.2 ***	79.1±82.0 ***
AP (U/l)	119.5±33.8	143.8±39.8 *	268.5±256.3 ***	221.3±100.0 ***

G.3.2.5 Ergebnisse der CPM-Rohdaten

Nr.	Subtest, Subtestvariable	C N=48	HE 0 N=10	mHE N=27	oHE N=14
1.1	LVT, Richtige Antworten, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	39.1±1.3	39.4±0.7	38.8±1.2	38.1±2.5 *
1.3	LVT, Zeit/Richtige Antworten, ms ($\bar{x} \pm \sigma$)	3.8±0.8	3.9±0.6	4.3±0.8 *	6.6±6,0 **/♥
1.5	LVT, Score, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	31.2±7.6	31.9±6.0	26.7±8.6 *	15.9±9.3 ***/♣♣♣/♥♥♥

Nr.	Subtest, Subtestvariable	C N=48	HE 0 N=10	mHE N=27	oHE N=14
2.1	COG, Treffer, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	74.6±3.4	76.1±2.8	74.0±4.4	72.8±6.3
2.3	COG, Zeit/Treffer, ms ($\bar{x} \pm \sigma$)	2.6±0.6	2.8±0.6	2.9±0.6 *	3.8±1.1 ***/♣/♥♥
2.5	COG, Korrekte Zurückweisung, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	113.5±3.9	116.1±3.1 *	112.6±4.3 ♣	111.6±6.0 ♣
2.7	COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung, s ($\bar{x} \pm \sigma$)	2.8±0.6	3.0±0.9	3.3±0.9 **	4.2±1.0 ***/♣♣/♥♥
3.1	DT, Richtige, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	219.5±29.8	215.1±36.7	191.9±36.3 ***	153.1±54.3 ***/♣♣/♥
3.4	DT, Falsche, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	7.9±5.3	6.7±5.7	7.3±6.7	9,1±16.2
3.6	DT, Ausgelassene, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	11.9±7.9	14.2±8.1	12.6±7.1	17.9±7.8 */♥
3.8	DT, Reaktionszeit, ms ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.91±0.12	0.91±0.15	1.03±0.20 **	1.26±0.42 ***/♣/♥
3.9	DT, Reize, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	233.4±28.7	230.0±38.8	206.7±37.4 ***	169.7±49.6 ***/♣♣/♥
3.10	DT, Reaktionen, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	227.4±30.7	221.8±36.6	199.0±38.2 ***	159.3±49.1 ***/♣♣/♥♥
4.1	MLS-Aiming, Fehlerzahl, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.7±1.2	0.3±0.7	1.7±2.6 *	1.9±2.8 *
4.2	MLS-Aiming, Tefferzahl, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	19.6±2.9	20±0	19.9±0.8	19,9±1.7
4.3	MLS-Aiming, Fehlerdauer, sec ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.03±0.07	0.01±0.02	0.08±0.12 *	0.16±0.24 **
4.4	MLS-Aiming, Gesamtdauer, sec ($\bar{x} \pm \sigma$)	8.8±1.5	8.6±1.3	10.1±2.0 **/♣	11.8±2.3 ***/♣♣♣/♥
4.6	MLS-Steadiness, Fehlerzahl, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	4.3±12.9	3±3.9	6.4±7.8	8.9±9.0
4.8	MLS-Steadiness, Fehlerdauer, sec ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.33±0.81	0.19±0.26	0.67±0.96	1.32±2.49 *
4.10	MLS-LN, Fehlerzahl, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	23.2±5.5	25.2±6.7	29.6±17.0 *	35.0±13.1 ***/♣
4.12	MLS-LN, Fehlerdauer, sec ($\bar{x} \pm \sigma$)	2.2±0.8	2.2±0.9	3.4±2.2 **/♣	4.4±2.4 ***
4.14	MLS-LN, Gesamtdauer, sec ($\bar{x} \pm \sigma$)	20.4±8.6	21.4±7.3	26.5±13.4 *	25.1±9.3
4.16	MLS-Tapping, Treffer, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	198.4±19.3	198±19.2	179.8±20.6 ***/♣	173.6±29,8 ***/♣
5.1	CORSI, UBS, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	5.7±1.0	5.5±1.3	5.4±0.8	4.8±0.9 **/♥
5.2	CORSI, Richtige, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	12.0±2.1	11.0±2.9	11.0±2.3	9.3±1.9 ***/♥
5.3	CORSI, Falsche, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	4.5±1.4	4.6±1.3	4.4±1.5	4.5±1.3
6.1	RT, Reaktionszeit, ms ($\bar{x} \pm \sigma$)	477.5±78.7	504.9±68.1	513.6±125.1	596,1±113,6 ***/♣/♥

Nr.	Subtest, Subtestvariable	C N=48	HE 0 N=10	mHE N=27	oHE N=14
6.4	RT, Motorische Zeit, ms ($\bar{x}\pm\sigma$)	177.1±56.6	161.8±49.4	198.4±65.7	230.5±70.7 **/♣
6.6	RT, Richtig reagiert, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	15.9±0.4	16±0	16±0	16±0
6.7	RT, Falsch reagiert, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	0.15±0.41	0.00±0.00	0.22±0.51	0.29±0.73
7.1	TAVTMB, Richtige, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	49.2±4.6	48.1±5.2	45.9±9.2 *	43.4±6,9 ***
7.3	TAVTMB, Falsche, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	3.0±2.5	3.3±2.9	3.6±3.7	5.2±3.4 **
7.5	TAVTMB, Überblicksgewinnung, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	12,8±3,2	13,0±3,3	11,5±3,8	8,6±3,6 ***/♣♣

G.3.2.6 Ergebnisse der HE-Graduierung

Nr.	Subtestvariable	C N=48	HE 0 N=10	mHE N=27	oHE N=14
1.2	LVT, Richtige Antworten, PRG ($\bar{x}\pm\sigma$)	43.6±24.5	47.0±23.6	35.9±26.6	34.0±28.4
1.4	LVT, Zeit/Richtige Antworten, PRG ($\bar{x}\pm\sigma$)	59.5±25.6	54.4±21.8	41.3±20.9 **	28.5±23.8 ***/♣
	LVT, Anzahl auffälliger Tests, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	0.23±0.47	0.10±0.32	0.52±0.51 */♣	0.79±0.80 **/♣
2.2	COG, Treffer, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	35.8±29.7	49±30.6	36.4±37.2	34.1±32.0
2.4	COG, Zeit/Treffer, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	73.3±20.5	58.4±27.1	49.0±26.8 ***	43.9±28.6 ***
2.6	COG, Korrr. Zurückweisung, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	44.6±33.6	65.4±31.0	38.4±32.6 ♣	39.5±38.3
2.8	COG, Zeit/Korr. Zurückweisung, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	75.6±19.4	63.3±30.3	51.3±30.6 ***	42.3±25.6 ***
	COG, Anzahl auffälliger Tests, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	0.65±0.73	0.40±0.70	1.04±0.71 */♣	1,29±1,20 */♣
3.2	DT, Richtige, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	53.6±23.9	48.8±24.5	31.2±23.5 ***	19.6±17.8 ***/♣♣
3.5	DT, Falsche, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	60.5±25.1	67.7±27.4	66.2±25.3	73.9±31.6
3.7	DT, Ausgelassene, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	47.0±28.2	37.1±25.3	42.6±27.3	24.3±24.4 **/♥
	DT, Anzahl auffälliger Tests, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	0.23±0.52	0.20±0.42	0.67±0.73 **	0.86±0.66 ***/♣
4.1	MLS-Aiming, Fehlerzahl, N ($\bar{x}\pm\sigma$)	0.7±1.2	0.3±0.7	1.7±2.6 *	1.9±2.8 *
4.5	MLS-Aiming, Gesamtdauer, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	53±24.8	52,7±25.3	31.0±28.2 ***/♣	25.2±31.2 ***/♣
4.7	MLS-Steadiness, Fehlerzahl, PRA ($\bar{x}\pm\sigma$)	83.1±19.4	82.4±19.0	71.9±24.3 *	71.4±21.5

Nr.	Subtestvariable	C N=48	HE 0 N=10	mHE N=27	oHE N=14
4.9	MLS-Steadiness, Fehlerdauer, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	77.6±25.7	79.3±22.4	61.0±31.8 *	58.0±32.1 *
4.11	MLS-LN, Fehlerzahl, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	77.4±14.1	70.7±10.3	59.7±28.7 ***	56.5±26.7 ***
4.13	MLS-LN, Fehlerdauer, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	60.9±21.8	60.2±24.3	41.9±34.2 **	34.0±23.9 ***/♣
4.15	MLS-LN, Gesamtdauer, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	82.6±27.8	80.4±23.3	61.0±38.3 **	66.6±34.7
4.17	MLS-Tapping, Treffer, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	63.3±25.0	62.6±24.9	38.1±29.2 ***/♣	37.7±28.2 ***/♣
	MLS, Handruhe/Tremor, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	80.6±22.1	75.7±23.8	66.8±27.9 *	64.1±28.2 *
	MLS, Arm-/Hand-Präzision, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	70.0±16.7	66.4±16.5	51.5±29.2 ***	45.6±27.5 ***/♣
	MLS, Arm-/Hand-Geschw., PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	64.5±23.1	64.6±22.2	40.4±30.4 ***/♣	35.9±33.2 ***/♣
	MLS, Handgelenk-/Finger-Geschw., PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	63.3±25.0	62.6±24.9	38.1±29.2 ***/♣	37.7±28.2 ***/♣
	MLS, Anzahl auffälliger Tests, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.29±0.58	0.10±0.32	1.52±1.16 ***/♣♣♣	1.57±1.34 ***/♣♣
6.2	RT, Reaktionszeit, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	53.3±24.4	39.4±19.6	46.8±31.5	27.9±29.3 **
6.5	RT, Motorische Zeit, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	61.4±25.5	68.2±24.0	52.3±28.2	41.9±26.5 */♣
6.7	RT, Falsch reagiert, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.15±0.41	0.00±0.00	0.22±0.51 */♣	0.29±0.73 ***/♣♣
	RT, Anzahl auffälliger Tests, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.17±0.38	0.00±0.00	0.44±0.64	0.71±0.61
7.2	TAVTMB, Richtige, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	78.9±24.6	74.0±31.9	68.2±25.0	58.6±29.0 *
7.4	TAVTMB, Falsche, PRA ($\bar{x} \pm \sigma$)	62.6±25.8	58.7±35.4	60.3±30.8	47.9±28.0
	TAVTMB, Anzahl auffälliger Tests ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.02±0.14	0.20±0.63	0.15±0.36 *	0.21±0.43 **
	Max. auffälliger Subtestvariablen (N)	4	2	8	11
	Min. auffälliger Subtestvariablen (N)	0	0	2	2
	Σ auffälliger Subtestvariablen, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	1.60±1.28	1.00±0.67	4.48±1.97 ***/♣♣♣	5.43±2.77 ***/♣♣♣
	Max. auffällige Subtests	4	1	5	5
	Min. auffällige Subtests(N)	0	0	2	2
	MW auffälliger Subtests, N ($\bar{x} \pm \sigma$)	1.35±1.04	0.80±0.42	3.19±1.08 ***/♣♣♣	3.64±1.34 ***/♣♣♣
	Anzahl auffälliger Subtests ≥ 2 HE-Graduierung (N/%)	21 / 43,8	0 / 0,0	27 / 100,0	14 / 100,0

G.3.2.7 Ergebnisse der Fahreignungsgraduierung mit CPM

Nr.	Subtestvariable	C N=45	HE 0 N=8	mHE N=25	oHE N=13	Z N=46	Gesamt N=91
1.6	LVT, Score, PRG ($\bar{x} \pm \sigma$)	59.8±24.7	61.6±21.3	45.5±24.3 *	20.1±17.2 ***/♣♣♣/♥♥	41,7±26,4 ♠♠♠	50,4±27,0
2.9	COG, Zeit/Korrekte Zurückweisungen, PRG ($\bar{x} \pm \sigma$)	55.4±22.4	51,0±28.5	39.6±26.3 **	15.5±11.5 ***/♣♣♣/♥♥	35,6±26,4 ♠♠♠	45,2±26,4
3.3	DT, Richtige, PRG ($\bar{x} \pm \sigma$)	45.3±20.9	43.6±24.8	29.0±20.7 **	15.9±18,4 ***/♣♣/♥	28,3±23,5 ♠♠♠	36,5±23,3
6.3	RT, Reaktionszeit, PRG ($\bar{x} \pm \sigma$)	35.2±22.6	23.8±19.1	31.1±26.9	16.2±23.6 **	25,4±25,0 ♠	30.1±24,3
7.5	TAVTMB, Überblicks- gewinnung, PRG ($\bar{x} \pm \sigma$)	62.8±24.1	62.4±24.9	53.5±28.5	33.2±23.6 ***/♣♣♣/♥	49,7±28.5 ♠	56,0±27,1
Nr.	Subtestvariable	C N=45	HE 0 N=10	mHE N=25	oHE N=13	Z N=46	Gesamt N=91
	Σ auffälliger Subtestvariablen ($\bar{x} \pm \sigma$)	0.49±0.80	0.60±0.70	1.04±1.09 *	3.00±1.04 ***/♣♣♣/♥♥♥	1.49±1.38 ♠♠♠	0,99±1,24
	Anzahl "geeignet" (N/%)	42 / 93,3	7 / 87,5	21 / 84,0	3 / 23,1	31 / 67,4	73 / 80,2
	Anzahl "ungeeignet" (N/%)	3 / 6,7	1 / 12,5	4 / 16,0	10 / 76,9	15 / 32,6	18 / 19,8

G.3.2.8 Ergebnis der CFF-Auswertung

Nr.	CFF	C N=48	HE 0 N=10	mHE N=26	oHE N=14
13.1	CFF, Hz. ($\bar{x} \pm \sigma$)		41.4±2.6	40.7±1.3	40.7±2.7 35.5±2.8 ***/♣♣♣/♥♥♥
	CFF Max., (Hz)		48,5	43,2	46,7 28,1
	CFF Min., (Hz)		37,6	39,1	36,7 39,3
	CFF < 39,0 Hz (N/%)		7 / 14,6	0 / 0,0	6 / 23,1 13 / 92,9

G.3.3 Ergebnisse des zweiten Untersuchungstags

G.3.3.1 Auswertung des Studienfragebogens

Frage 1: Welchen Schulabschluss haben Sie?						
	C N=48	HE0 N=10	mHE N=27	oHE N=14	Z N=51	Gesamt N=99
Hauptschule ohne Lehre (N/%)	0 / 0	0 / 0	1 / 3,7	1 / 7,1	2 / 3,9	2 / 2,0

	C N=48	HE0 N=10	mHE N=27	oHE N=14	Z N=51	Gesamt N=99
Hauptschule mit Lehre (N/%)	10 / 20,8	2 / 20	8 / 29,6	7 / 50	17 / 33,3	27 / 27,3
Realschule/Gymnasium ohne Abitur (N/%)	9 / 18,8	2 / 20	2 / 7,4	2 / 14,3	6 / 11,8	15 / 15,2
Fach-/Wirtschafts-/Handelsschule (N/%)	3 / 6,3	1 / 10	2 / 7,4	1 / 7,1	4 / 7,8	7 / 7,1
Gymnasium mit Abitur/Fachoberschule (N/%)	8 / 16,7	1 / 10	2 / 7,4	0 / 0	3 / 5,9	11 / 11,1
Berufsakademie mit Abschluss (N/%)	2 / 4,2	0 / 0	2 / 7,4	1 / 7,1	3 / 5,9	5 / 5,1
Universität/(Fach-)Hochschule mit Abschluss (N/%)	13 / 27,1	4 / 40	7 / 7,4	2 / 14,3	13 / 25,5	26 / 26,3
keine Angabe (N/%)	3 / 6,3	0 / 0	3 / 11,1	0 / 0	3 / 5,9	6 / 6,1
Frage 2: Welche Stellung haben/hatten Sie im Beruf? (N/% der Gruppe)						
Selbstständig (N/%)	10 / 20,8	0 / 0	4 / 14,8	5 / 35,7	9 / 17,6	19 / 19,2
Beamter/in (N/%)	7 / 14,6	1 / 10	0 / 0	0 / 0	1 / 2,0	8 / 8,1
Angestellte/r (N/%)	24 / 50,0	8 / 80	15 / 55	6 / 42,9	29 / 56,9	53 / 53,5
Arbeiter/in (N/%)	5 / 10,4	0 / 0	4 / 14,8	3 / 21,4	7 / 13,7	12 / 12,1
keine Stellung (N/%)	0 / 0	1 / 10	1 / 3,7	0 / 0	2 / 3,9	2 / 2,0
keine Angabe (N/%)	2 / 4,2	0 / 0	3 / 11,1	0 / 0	3 / 5,9	5 / 5,1
Frage 3: Wovon leben Sie überwiegend?						
Erwerbs-/ Berufstätigkeit (N/%)	29 / 60,4	5 / 50	9 / 33,3	3 / 21,4	17 / 33,3	46 / 46,5
Rente/Krankengeld (N/%)	14 / 29,2	4 / 40	11 / 40,7	9 / 64,3	24 / 47,1	38 / 38,4
Arbeitslosenhilfe (N/%)	0 / 0	0 / 0	1 / 3,7	0 / 0	1 / 2,0	1 / 1,0
Unterhalt des(Ehe-)Partners (N/%)	2 / 4,2	1 / 10	2 / 7,4	1 / 7,1	4 / 7,8	6 / 6,1
eigenes Vermögen/Sparguthaben(N/%)	0 / 0	0 / 0	0 / 0	1 / 7,1	1 / 2,0	1 / 1,0
Sozialhilfe o. a. (N/%)	0 / 0	0 / 0	1 / 3,7	0 / 0	1 / 2,0	1 / 1,0
keine Angabe (N/%)	3 / 6,3	0 / 0	3 / 11,1	0 / 0	3 / 5,9	6 / 6,1
Frage 4: Seit wann besitzen Sie eine Fahrerlaubnis für PKW?						
Anzahl (N)	46	10	25	14	49	95
Jahre ($\bar{x} \pm \sigma$)	34,9 \pm 11,8	31,5 \pm 9,6	33,0 \pm 10,1	37,9 \pm 12,0	34,1 \pm 10,7	34,5 \pm 11,2

	C N=48	HE0 N=10	mHE N=27	oHE N=14	Z N=51	Gesamt N=99
Jahre Min. (y)	11	14	18	14	14	11
Jahre Max. (y)	54	49	64	51	64	64
Frage 5: Seit wann fahren Sie regelmäßig Auto? (Angabe in Jahren)						
Anzahl (N)	47	10	26	12	48	95
Jahre ($\bar{x}\pm\sigma$)	33,2 \pm 11,3	30,6 \pm 9,1	31,1 \pm 9,9	38,8 \pm 11,3	32,9 \pm 10,4	33,1 \pm 10,8
Jahre Min. (y)	10	14	18	14	14	10
Jahre Max. (y)	50	49	64	51	64	64
Frage 6: Fahren Sie noch selbst mit dem Auto?						
Anzahl (N)	48	10	27	14	51	99
Anzahl "ja" (N / %)	47 / 97,9	10 / 100	21 / 78,7	12 / 85,7	43 / 84,3	90
Anzahl "nein" (N / %)	1 / 2,1	0 / 0	6 / 21,3	2 / 14,3	8 / 15,7	9
Frage 7: Wie viele Kilometer sind Sie in den letzten 12 Monaten selbst mit dem Auto gefahren?						
Anzahl (N)	47	10	27	14	51	98
Kilometerleistung (MW \pm SD)	20.919 \pm 24.154	23.110 \pm 19.494	7.779 \pm 7.940 ***/ \clubsuit	12.307 \pm 20.333 *	12.028 \pm 15.588 **	16.137 \pm 20.482
Kilometerleistung Max. (km)	150.000	55.000	35.000	80.000	80.000	150.000
Kilometerleistung Min. (km)	0	100	0	0	0	0
Frage 8: Wie oft waren Sie als Autofahrer bisher an einem Unfall beteiligt?						
Anzahl (N)	48	10	27	14	51	99
kein mal = „0“ (N/%)	10 / 20,8	2 / 20	10 / 37,0	6 / 42,9	18 / 35,3	28 / 28,3
1-2 mal = „1-2“ (N/%)	24 / 50	5 / 50	11 / 40,7	7 / 50	23 / 45,1	47 / 47,5
über 2 mal = „3-x“ (N/%)	14 / 29,2	3 / 30	6 / 22,2	1 / 7,1	10 / 19,6	24 / 24,2
Score ($\bar{x}\pm\sigma$)	2,1 \pm 1,8	1,9 \pm 1,9	1,9 \pm 2,4	1,1 \pm 1,6	1,6 \pm 2,1	1,8 \pm 2,0
Unfälle Max. (N)	8	5	8	6	8	8
Unfälle Min. (N)	0	0	0	0	0	0
Unfälle pro Jahr (berechnet aus Anzahl der Unfälle/ Jahre Führerscheinbesitz)						
Anzahl (N)	46	10	25	14	49	95
Unfälle/Jahr ($\bar{x}\pm\sigma$)	0,08 \pm 0,09	0,08 \pm 0,11	0,07 \pm 0,09	0,03 \pm 0,04	0,06 \pm 0,08	0,07 \pm 0,09
Frage 9: Beim Autofahren passiert es schon mal, dass man einen Fehler macht. Ist Ihnen innerhalb der letzten drei Monate folgendes passiert?						
Frage 9.1: Ich bin aus Versehen bei Rot über eine Kreuzung gefahren.						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	29 / 63,0	7 / 70,0	15 / 68,2	8 / 66,7	30 / 68,2	59 / 65,6
ja = 1 (N/%)	17 / 37,0	3 / 30,0	7 / 31,8	4 / 33,3	14 / 31,8	31 / 34,4
Frage 9.2: Ich habe beim Rechtsabbiegen fast einen Radfahrer übersehen.						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	42 / 91,3	10 / 100,0	21 / 95,5	10 / 83,3	41 / 93,2	83 / 92,2
ja = 1 (N/%)	4 / 8,7	0 / 0	1 / 4,5	2 / 16,7	3 / 6,8	7 / 7,8

	C N=48	HE0 N=10	mHE N=27	oHE N=14	Z N=51	Gesamt N=99
Frage 9.3: Ich bin nach dem Genuss von Alkohol selbst Auto gefahren.						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	38 / 82,6	9 / 90,0	18 / 81,8	11 / 91,7	38 / 86,4	76 / 87,8
ja = 1 (N/%)	8 / 17,4	1 / 10,0	4 / 18,2	1 / 8,3	6 / 13,6	14 / 12,2
Frage 9.4: Ich habe beim Überholen die Geschwindigkeit eines entgegenkommenden Fahrzeuges eher unterschätzt						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	42 / 91,3	9 / 90,0	18 / 81,8	10 / 83,3	37 / 84,1	79 / 87,6
ja = 1 (N/%)	4 / 8,7	1 / 10,0	4 / 18,1	2 / 16,7	7 / 15,9	11 / 12,4
Frage 9.5: Ich habe beim Zurücksetzen einen Gegenstand angefahren, den ich vorher nicht gesehen habe.						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	35 / 76,1	8 / 80,0	17 / 77,3	6 / 50,0	31 / 70,5	66 / 73,3
ja = 1 (N/%)	11 / 23,9	2 / 20,0	5 / 22,7	6 / 50,0	13 / 29,5	24 / 26,6
Frage 9.6: Ich bin in die falsche Fahrspur geraten, als ich mich einer Kreuzung näherte.						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	30 / 65,2	5 / 50,0	16 / 72,7	8 / 66,7	29 / 65,9	59 / 65,6
ja = 1 (N/%)	16 / 34,8	5 / 50,0	6 / 27,3	4 / 33,3	15 / 34,1	31 / 34,4
Frage 9.7: Ich habe auf einer rutschigen Straße zu scharf gebremst und bin ins Schleudern gekommen.						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	42 / 91,3	10 / 100,0	16 / 72,7	11 / 91,7	37 / 84,1	79 / 87,8
ja = 1 (N/%)	4 / 8,7	0 / 0,0	6 / 27,3	1 / 8,3	7 / 15,9	11 / 12,2
Frage 9.8: Ich habe an einer Kreuzung plötzlich nicht mehr gewusst, wer nun zuerst Vorfahrt hat.						
Anzahl (N)	45	10	22	12	44	89
nein = 0 (N/%)	36 / 80,0	8 / 80,0	19 / 86,4	9 / 75,0	36 / 81,8	72 / 80,9
ja = 1 (N/%)	9 / 20,0	2 / 20,0	3 / 13,6	3 / 25,0	8 / 18,2	17 / 19,1
Frage 9.9: Ich habe beim Spurwechsel nicht den Kopf gewendet.						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	26 / 26,5	8 / 80,0	13 / 59,1	9 / 75	30 / 68,2	56 / 62,2
ja = 1 (N/%)	20 / 43,5	2 / 20,0	9 / 40,9	3 / 25,0	14 / 31,8	34 / 37,8
Frage 9.10: Ich habe an einer Kreuzung jemandem unbeabsichtigt die Vorfahrt genommen						
Anzahl (N)	46	10	22	12	44	90
nein = 0 (N/%)	36 / 78,3	7 / 70,0	15 / 68,2	8 / 66,7	30 / 68,2	66 / 73,3
ja = 1 (N/%)	10 / 21,7	3 / 30,0	7 / 31,8	4 / 33,3	14 / 31,8	24 / 26,7
Frage 9.11: Summe aller Fehler						
Anzahl (N)	45	10	22	12	44	89
Summe ($\bar{x} \pm \sigma$)	2,3 ± 1,4	1,9 ± 1,9	2,4 ± 2,3	2,5 ± 2,9	2,3 ± 2,3	2,3 ± 1,9
Frage 10: Wie häufig kommen die folgenden Situationen beim Autofahren bei Ihnen vor?						
Frage 10.1: Ich fühle mich richtig wohl						
Anzahl (N)	45	10	25	14	49	94
nie = 0 (N/%)	1 / 2,2	0 / 0,0	2 / 8,0	1 / 7,1	3 / 6,1	4 / 4,3
eher selten = 1 (N/%)	6 / 13,3	3 / 30,0	2 / 8,0	2 / 14,3	7 / 14,3	13 / 13,8
eher häufig = 2 (N/%)	21 / 46,7	2 / 20,0	13 / 52,0	7 / 50,0	22 / 44,9	43 / 45,7

	C N=48	HE0 N=10	mHE N=27	oHE N=14	Z N=51	Gesamt N=99
sehr häufig = 3 (N/%)	17 / 37,8	5 / 50,0	8 / 32,0	4 / 28,6	17 / 34,7	34 / 36,2
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	2,2±0,8	2,2±0,9	2,1±0,9	2,0±0,9	2,1±0,9	2,1±0,8
Frage 10.2: Ich fühle mich vor Antritt einer Autofahrt körperlich erschöpft.						
Anzahl (N)	46	10	25	14	49	95
nie = 0 (N/%)	19 / 41,3	4 / 40,0	14 / 56,0	6 / 42,9	24 / 49,0	43 / 45,3
eher selten = 1 (N/%)	25 / 54,3	5 / 50,0	11 / 44,0	6 / 42,9	22 / 44,9	47 / 49,5
eher häufig = 2 (N/%)	2 / 4,3	1 / 10,0	0 / 0,0	2 / 14,3	3 / 6,1	5 / 5,3
sehr häufig = 3 (N/%)	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	0,6±0,6	0,7±0,7	0,4±0,5	0,7±0,7	0,6±0,6	0,6±0,6
Frage 10.3: Ich kann mich nicht so gut auf den Verkehr und das Fahren konzentrieren.						
Anzahl (N)	46	10	25	14	49	95
nie = 0 (N/%)	17 / 37,0	2 / 20	13 / 52	6 / 42,9	21 / 42,9	38 / 40,0
eher selten = 1 (N/%)	28 / 60,9	7 / 70	12 / 48	6 / 42,9	25 / 51,0	53 / 55,8
eher häufig = 2 (N/%)	1 / 2,2	1 / 10	0 / 0,0	2 / 14,3	3 / 6,1	4 / 4,2
sehr häufig = 3 (N/%)	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	0,7±0,5	0,9±0,6	0,5±0,5	0,7±0,7	0,6±0,6	0,6±0,6
Frage 10.4: Ich habe in letzter Zeit Schwierigkeiten, mehrere Dinge im Straßenverkehr zu beachten.						
Anzahl (N)	46	10	25	14	49	95
nie = 0 (N/%)	16 / 34,8	4 / 40	16 / 64	6 / 42,9	26 / 53,1	42 / 44,2
eher selten = 1 (N/%)	30 / 65,2	5 / 50	9 / 36	8 / 57,1	22 / 44,9	52 / 54,7
eher häufig = 2 (N/%)	0 / 0,0	1 / 10	0 / 0,0	0 / 0,0	1 / 2,0	1 / 1,1
sehr häufig = 3 (N/%)	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	0,7±0,5	0,9±0,6	0,5±0,5	0,7±0,7	0,5±0,5	0,6±0,5
Frage 10.5: Ich fühle mich sehr angespannt.						
Anzahl (N)	45	10	26	13	49	94
nie = 0 (N/%)	11 / 24,4	0 / 0,0	11 / 42,3	5 / 38,5	16 / 32,7	27 / 28,7
eher selten = 1 (N/%)	30 / 66,7	7 / 70,0	15 / 57,7	7 / 53,8	29 / 59,2	59 / 62,8
eher häufig = 2 (N/%)	4 / 8,9	3 / 30,0	0 / 0,0	1 / 7,7	4 / 8,2	8 / 8,5
sehr häufig = 3 (N/%)	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	0,8±0,6	1,3±0,5	0,6±0,5	0,7±0,6	0,8±0,6	0,8±0,6

	C N=48	HE0 N=10	mHE N=27	oHE N=14	Z N=51	Gesamt N=99
Frage 10.6: Ich finde das Autofahren in letzter Zeit zunehmend anstrengend						
Anzahl (N)	45	10	26	14	50	95
nie = 0 (N/%)	20 / 44,4	5 / 50,0	14 / 53,8	5 / 35,7	24 / 48,0	44 / 46,3
eher selten = 1 (N/%)	22 / 48,9	3 / 30,0	9 / 34,6	7 / 50,0	19 / 38,0	41 / 43,1
eher häufig = 2 (N/%)	2 / 4,4	2 / 20,0	3 / 11,5	2 / 14,3	7 / 14,0	9 / 9,5
sehr häufig = 3 (N/%)	1 / 2,2	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	1 / 1,1
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	0,6 \pm 0,7	0,7 \pm 0,8	0,6 \pm 0,7	0,8 \pm 0,7	0,7 \pm 0,7	0,7 \pm 0,7
Frage 11: Wie beurteilen Sie Ihr fahrerisches Können im Vergleich mit anderen Personen Ihres Alters?						
Anzahl (N)	46	10	26	14	50	96
sehr gut = 1 (N/%)	9 / 19,6	2 / 20,0	3 / 11,5	0 / 0,0	5 / 10,0	14 / 14,6
gut = 2 (N/%)	35 / 76,1	7 / 70,0	23 / 88,5	14 / 100,0	44 / 88,0	79 / 82,3
eher schlecht = 3 (N/%)	2 / 4,3	1 / 10,0	0 / 0,0	0 / 0,0	1 / 2,0	3 / 3,1
sehr schlecht = 4 (N/%)	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	1,8 \pm 0,5	1,9 \pm 0,6	1,9 \pm 0,3	2,0 \pm 0,0	1,9 \pm 0,3	1,9 \pm 0,4
Frage 12: Haben Sie manchmal Schwierigkeiten beim Autofahren?						
Anzahl (N)	46	10	26	14	50	96
ich habe keine Schwierigkeiten = 0	36 / 78,3	3 / 30,0	19 / 73,1	10 / 71,4	32 / 64,0	68 / 70,8
ich habe hin und wieder Schwierigkeiten = 1	7 / 15,2	7 / 70,0	4 / 15,4	2 / 14,3	13 / 26,0	20 / 20,8
ich habe häufiger Schwierigkeiten, kann aber gut damit umgehen = 2	3 / 6,5	0 / 0,0	3 / 11,5	2 / 14,3	5 / 10,0	8 / 8,3
ich kann nicht immer mit meinen Schwierigkeiten umgehen = 3	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0	0 / 0,0
Score ($\bar{x} \pm \sigma$)	0,3 \pm 0,6	0,7 \pm 0,5	0,4 \pm 0,7	0,4 \pm 0,8	0,5 \pm 0,7	0,4 \pm 0,6

G.3.3.2 Auswertung der Realfahrt

G.3.3.2.1 Gesamtfahrdauer

Versuchsdauer	C N=40	HE0 N=7	mHE N=22	oHE N=12	Z N=41	Gesamt N=81
Versuchsdauer in sek. ($\bar{x} \pm \sigma$)	3.131 ± 373	3.109 ± 331	3.538 ± 586 **	3.755 ± 735 ** / ▲	3.528 ± 626 ***	3.332 ± 541
Versuchsdauer in min:sek ($\bar{x} \pm \sigma$)	52:11 ± 6:13	51:49 ± 5:31	58:59 ± 9:46 **	62:35 ± 12:15 ** / ▲	58:48 ± 10:26 ***	55:32 ± 9:01
Versuchsdauer Max. (min:sek)	77:07	61:05	86:34	90:49	90:49	90:49
Versuchsdauer Min. (min:sek)	44:21	44:21	45:19	48:11	44:21	44:21

G.3.3.2.2 Fahrlehrerbemerkungen

Fahrlehrer- bemerkungen Anzahl	C N=45	HE0 N=8	mHE N=25	oHE N=13	Z N=46	Gesamt N=91
1 = Aufgabenstellung musste mehrfach wiederholt werden (N)	1	0	1	1	2	3
2 = Aufgabe verweigert (N)	1	1	1	2	4	5
3 = Aufgabe abgebrochen (N)	0	0	2	2	4	4
4 = Aufgabe abgebrochen und wiederholt (N)	0	0	0	1	1	1
5 = Ball/Schild nicht registriert (N)	2	0	10	5	15	17
6 = Verkehrsschilder beachtet (N)	0	0	1	0	1	1
7 = abwesend, unkonzentriert (N)	0	0	1	1	2	2
8 = Erschöpfungs- zustand gegen Fahrtende (N)	0	0	1	1	2	2
9 = verbaler Eingriff während der Fahrt (N)	1	0	0	1	1	2
10 = aktiver Eingriff während der Fahrt (N)	3	1	5	4	9	13
11 = mehrmaliger aktiver Eingriff während der Fahrt (N)	0	0	1	1	2	2
12 = mehrmaliger verbaler Eingriff während der Fahrt (N)	3	0	3	1	4	7
13 = überfordert (N)	1	2	6	2	10	11
Anzahl aller Bemerkungen (N)	12	4	32	22	58	70

Fahrlehrer- bemerkungen Anzahl	C N=45	HE0 N=8	mHE N=25	oHE N=13	Z N=46	Gesamt N=91
Anzahl Max. Bemerkungen (N)	7	3	7	5	7	7
Anzahl Min. Bemerkungen (N)	0	0	0	0	0	0
Anzahl aller Bemerkungen/ Teilnehmer ($\bar{x}\pm\sigma$)	0,27±1,07	0,5±1,07	1,28±1,84 ***	1,69±1,8 ***	1,26±1,73 ***	0,77±1,52
Anzahl aller gravierenden Bemerkungen (N)	7	3	15	8	26	33
Anzahl gravierender Bem./ Teilnehmer ($\bar{x}\pm\sigma$)	0,16±0,42	0,38±0,74	0,6±0,96 *	0,62±0,77 **	0,57±0,86 **	0,36±0,71
Anzahl kritischer Bemerkungen (N)	4	1	16	13	30	34
Anzahl kritischer Bem./ Teilnehmer ($\bar{x}\pm\sigma$)	0,09±0,6	0,13±0,35	0,64±1,19 ***	1,0±1,15 ***/♣	0,65±1,1 ***	0,37±0,93
Anzahl neutraler Bemerkungen (N)	1	0	1	1	2	3
Anzahl neutraler Bem. / Teilnehmer ($\bar{x}\pm\sigma$)	0,02±0,15	0±0	0,04±0,2	0,08±0,28	0,04±0,21	0,03±0,18
Anzahl Probanden mit dem Fahrlehrer-Urteil: „tauglich“ = 2 (N/%)	39 / 86,7	6 / 75,0	12 / 48,0	5 / 38,5	23 / 50,0	62 / 68,1
Anzahl Probanden mit dem Fahrlehrer-Urteil: „fraglich“ = 1 (N/%)	0 / 0,0	0 / 0,0	4 / 16,0	2 / 15,4	6 / 13,0	6 / 6,6
Anzahl Probanden mit dem Fahrlehrer-Urteil: „nicht tauglich“ = 0 (N/%)	6 / 13,3	2 / 25,0	9 / 36,0	6 / 46,1	17 / 37,0	23 / 25,3
Score ($\bar{x}\pm\sigma$)	1,73±0,69	1,5±0,93	1,12±0,93 **	0,92±0,95 ***	1,13±0,93 ***	1,43±0,87

G.3.3.2.3 Fahraufgaben

Aufgabe 2: Cognitrone

Aufgabe 2, Cognitrone	C N=43	HE0 N=8	mHE N=23	oHE N=12	Z N=43	Gesamt N=86
Anzahl Richtige Antworten ($\bar{x} \pm \sigma$)	12,21±1,78	11,75±2,55	9,87±2,93 **	9,58±1,83 ***	10,14±2,66 ***	11,17±2,48
Max. Richtiger Antworten (N)	14	14	14	12	14	14
Min. Richtiger Antworten (N)	6	8	4	7	4	4

Aufgaben 12 und 13: Wiener Determinationstest im Stand und während der Fahrt

Aufgabe 12, Wiener Determinationstest im Stand	C N=45	HE0 N=10	mHE N=27	oHE N=14	Z N=51	Gesamt N=96
Anteil Richtiger Reizantworten in % ($\bar{x} \pm \sigma$)	98,4±2,1	98,8±1,9	97,1±3,7	96,9±4,8	97,4±3,8	97,9±3,1
Max. Richtiger Reizantworten in %	100	100	100	100	100	100
Min. Richtiger Reizantworten in %	89	94	84	82	82	82
Mediane Reaktionszeit in ms ($\bar{x} \pm \sigma$)	792±101	793±91	954±191 *** / ♣	1.059±171 *** / ♣♣♣ / ♥	951±191 ***	877±174
Aufgabe 13, Wiener Determinationstest während der Fahrt	C N=34	HE0 N=7	mHE N=20	oHE N=11	Z N=38	Gesamt N=72
Anteil Richtiger Reizantworten in % ($\bar{x} \pm \sigma$)	98,3±2,1	99,1±1,2	97,5±3,3	96,5±6,7	97,5±4,3	97,9±3,5
Max. Richtiger Reizantworten in %	100	100	100	100	100	100
Min. Richtiger Reizantworten in %	89	97	85	77	77	77
Mediane Reaktionszeit in ms ($\bar{x} \pm \sigma$)	957±150	926±126	1.098±195 ** / ♣	1.279±219 *** / ♣♣ / ♥	1.119±224 ***	1.042±208
Reaktionszeit- Differenzen Stand/Fahrt in ms ($\bar{x} \pm \sigma$)	152±84	153±44	146±105	255±111 ** / ♣ / ♥	178±108	166±98

G.3.4 Vergleich der Realfahrt-Fahreignung mit der CPM-Fahreignung

Realfahrt-Fahreignung		CPM-Fahreignung		
		Ungeeignet N / % der Gruppe	Geeignet N / % der Gruppe	Gesamt N / % aller Teilnehmer
Nicht- tauglich	C	0 / 0	6 / 14,3	6 / 6,6
	HE0	1 / 100	1 / 14,3	2 / 2,2
	mHE	2 / 50,0	7 / 33,3	9 / 9,9
	oHE	5 / 50,0	1 / 33,3	6 / 6,6
	Z	8 / 53,3	9 / 29,0	17 / 18,7
	Gesamt	8 / 44,4	15 / 20,5	23 / 25,3
Fraglich	C	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	HE0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	mHE	1 / 25,0	3 / 14,3	4 / 4,4
	oHE	2 / 20,0	0 / 0	2 / 2,2
	Z	3 / 20,0	3 / 9,7	6 / 6,6
	Gesamt	3 / 16,7	3 / 4,1	6 / 6,6
Tauglich	C	3 / 100	36 / 85,7	39 / 42,9
	HE0	0 / 0	6 / 85,7	6 / 6,6
	mHE	1 / 25,0	11 / 52,4	12 / 13,2
	oHE	3 / 30,0	2 / 66,7	5 / 5,5
	Z	4 / 26,6	19 / 61,3	23 / 25,3
	Gesamt	7 / 38,9	55 / 75,3	62 / 68,1
Gesamt N / % aller Teilnehmer		18 / 19,8	73 / 80,2	91 / 100

Tab.12: Vergleich von Realfahrtstest mit CPM-Test nach FEV 5.

Realfahrt-Fahreignung		CPM-Fahreignung		
		Ungeeignet N / % der Gruppe	Geeignet N / % der Gruppe	Gesamt N / % aller Teilnehmer
Fraglich / Nicht- tauglich	C	0 / 0 *	6 / 14,3	6 / 6,6
	HE0	1 / 100 *	1 / 14,3	2 / 2,2
	mHE	3 / 75,0 *	10 / 47,6	13 / 14,3
	oHE	7 / 70,0 *	1 / 33,3	8 / 8,8
	Z	11 / 73,3 *	12 / 38,7	23 / 25,3
	Gesamt	11 / 61,1 *	18 / 24,7	23 / 31,9
Tauglich	C	3 / 100	36 / 85,7 **	39 / 42,9
	HE0	0 / 0	6 / 85,7 **	6 / 6,6
	mHE	1 / 25,0	11 / 52,4 **	12 / 13,2
	oHE	3 / 30,0	2 / 66,7 **	5 / 5,5
	Z	4 / 26,6	19 / 61,3 **	23 / 25,3
	Gesamt	7 / 38,9	55 / 75,3 **	62 / 68,1
Gesamt N / % aller Teilnehmer		18 / 19,8	73 / 80,2	91 / 100

Tab.13: Zusammengefasst als Vierfeldertafel („Fraglich“ und „Nicht-Tauglich“ vs. der „Geeigneten“ und ungeeigneten im CPM-Fahreignungstest

* Prozentwert entspricht der Test-Sensitivität bezogen auf die Gruppe

** Prozentwert entspricht der Test-Spezifität bezogen auf die Gruppe

G.4 Korrelationen

G.4.1 Korrelationen der Einfluss- mit den Kontrollgrößen

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahrtauglichkeit
Gruppenzugehörigkeit (1=C; 2=HE0; 3=mHE; 4=oHE)								
Correlation Coefficient	1,000							
Sig. (2-tailed)	,							
N	99							
Alter (y)								
Correlation Coefficient	0,064	1,00						
Sig. (2-tailed)	0,526	,						
N	99	99						
Geschlecht (1=m; 2=w)								
Correlation Coefficient	-0,160	-0,052	1,00					
Sig. (2-tailed)	0,113	0,610	,					
N	99	99	99					
Child-Pugh-Klassifikation (1=Child A; 2=Child B; 3=Child C)								
Correlation Coefficient	0,588	0,141	-0,084	1,000				
Sig. (2-tailed)	0,000	0,339	0,572	,				
N	48	48	48	48				
CPM, N auff. Tests (AG) (N)								
Correlation Coefficient	0,620	0,068	-0,097	0,393	1,000			
Sig. (2-tailed)	0,000	0,506	0,341	0,006	,			
N	99	99	99	48	99			
CFF (Hz)								
Correlation Coefficient	-0,435	-0,313	0,146	-0,434	-0,230	1,000		
Sig. (2-tailed)	0,000	0,002	0,152	0,002	0,023	,		
N	98	98	98	47	98	98		
CPM-Fahreignung (1=ungeeignet; 2=geeignet)								
Correlation Coefficient	-0,563	-0,301	0,121	-0,464	-0,526	0,320	1,000	
Sig. (2-tailed)	0,000	0,002	0,235	0,001	0,000	0,001	,	
N	99	99	99	48	99	98	99	
Realfahrt-Fahreignung (1=nicht tauglich; 2=fraglich; 3=tauglich)								
Correlation Coefficient	-0,403	-0,164	0,017	-0,143	-0,283	0,234	0,344	1,000
Sig. (2-tailed)	0,000	0,120	0,873	0,361	0,006	0,026	0,001	,
N	91	91	91	43	91	90	91	91

G.4.2 Korrelationen der Fragebogenauswertung

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Frage 4: Seit wann besitzen Sie eine Fahrerlaubnis für PKW?								
(y)								
Correlation Coefficient	0,008	0,927	-0,062	0,096	-0,028	-0,255	-0,234	-0,142
Sig. (2-tailed)	0,937	0,000	0,550	0,525	0,787	0,013	0,023	0,187
N	95	95	95	46	95	94	95	88
Frage 5: Seit wann fahren Sie regelmäßig Auto?								
(y)								
Correlation Coefficient	0,029	0,885	-0,082	0,119	-0,002	-0,254	-0,279	-0,093
Sig. (2-tailed)	0,782	0,000	0,430	0,435	0,987	0,014	0,006	0,392
N	95	95	95	45	95	94	95	87
Frage 6: Fahren sie noch selbst mit dem Auto?								
(1=ja; 2=nein)								
Correlation Coefficient	0,254	-0,188	-0,078	-0,047	0,283	-0,062	-0,231	-0,271
Sig. (2-tailed)	0,011	0,062	0,442	0,752	0,004	0,545	0,021	0,009
N	99	99	99	48	99	98	99	91
Frage 7: Wie viele Kilometer sind Sie in den letzten 12 Monaten selbst mit dem Auto gefahren?								
(km)								
Correlation Coefficient	-0,322	0,012	-0,122	-0,213	-0,302	0,170	0,378	0,335
Sig. (2-tailed)	0,001	0,910	0,233	0,146	0,002	0,096	0,000	0,001
N	98	98	98	48	98	97	98	90
Frage 8: Wie oft waren Sie als Autofahrer bisher an einem Unfall beteiligt?								
(N)								
Correlation Coefficient	-0,238	-0,131	-0,182	-0,105	-0,170	0,153	0,280	0,197
Sig. (2-tailed)	0,018	0,196	0,072	0,479	0,093	0,132	0,005	0,061
N	99	99	99	48	99	98	99	91
Frage 9.1: Ich bin aus Versehen über eine Kreuzung gefahren, obwohl die Ampel schon von Gelb auf Rot umgesprungen ist.								
(0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	-0,045	-0,234	0,098	-0,324	0,012	-0,060	0,146	0,062
Sig. (2-tailed)	0,674	0,027	0,360	0,039	0,907	0,578	0,170	0,573
N	90	90	90	41	90	89	90	84
Frage 9.2: Ich habe beim Rechtsabbiegen fast einen Radfahrer übersehen.								
(0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	0,026	0,025	0,043	0,168	-0,050	0,010	-0,061	-0,011
Sig. (2-tailed)	0,811	0,815	0,691	0,300	0,641	0,927	0,572	0,919
N	89	89	89	40	89	88	89	83
Frage 9.3: Ich bin nach dem Genuss von Alkohol selbst Auto gefahren.								
(0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	-0,055	-0,024	-0,237	-0,080	0,052	-0,099	0,147	0,105
Sig. (2-tailed)	0,606	0,825	0,025	0,621	0,626	0,355	0,167	0,341
N	90	90	90	41	90	89	90	84

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auf. Tests	CFE	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Frage 9.4: Ich habe beim Überholen die Geschwindigkeit eines entgegenkommenden Fahrzeuges eher unterschätzt. (0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	0,128	-0,217	0,033	-0,105	0,133	-0,039	0,019	0,042
Sig. (2-tailed)	0,232	0,041	0,762	0,518	0,213	0,717	0,859	0,706
N	89	89	89	40	89	88	89	83
Frage 9.5: Ich habe beim Zurücksetzen einen Gegenstand angefahren, den ich vorher nicht gesehen habe. (0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	0,120	0,149	-0,036	0,121	0,000	-0,175	-0,119	-0,127
Sig. (2-tailed)	0,261	0,162	0,739	0,450	0,996	0,100	0,264	0,249
N	90	90	90	41	90	89	90	84
Frage 9.6: Ich bin die falsche Fahrspur geraten, als ich mich einer Kreuzung näherte. (0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	-0,033	-0,059	0,042	-0,213	-0,107	-0,038	0,088	-0,055
Sig. (2-tailed)	0,756	0,581	0,692	0,182	0,314	0,726	0,407	0,618
N	90	90	90	41	90	89	90	84
Frage 9.7: Ich habe auf einer rutschigen oder nassen Straße zu scharf gebremst und bin ins Schleudern geraten. (0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	0,118	-0,086	-0,045	-0,265	0,129	-0,196	0,110	-0,159
Sig. (2-tailed)	0,269	0,422	0,671	0,094	0,227	0,066	0,302	0,149
N	90	90	90	41	90	89	90	84
Frage 9.8: Ich habe an einer Kreuzung plötzlich nicht mehr gewusst, wer nun zuerst Vorfahrt hat. (0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	-0,004	-0,019	-0,128	-0,021	-0,122	-0,050	0,117	0,213
Sig. (2-tailed)	0,973	0,859	0,235	0,896	0,259	0,648	0,278	0,055
N	88	88	88	40	88	87	88	82
Frage 9.9: Ich habe beim Spurwechsel nicht den Kopf gewendet. (0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	-0,096	-0,042	-0,110	0,073	0,011	-0,130	0,050	-0,016
Sig. (2-tailed)	0,373	0,697	0,304	0,654	0,918	0,226	0,639	0,887
N	89	89	89	40	89	88	89	84
Frage 9.10: Ich habe an einer Kreuzung jemandem unbeabsichtigt die Vorfahrt genommen. (0=nein; 1=ja)								
Correlation Coefficient	0,127	0,034	-0,099	-0,046	0,098	-0,155	-0,009	0,031
Sig. (2-tailed)	0,237	0,755	0,355	0,780	0,362	0,150	0,932	0,783
N	89	89	89	40	89	88	89	84
Summe Fehler. (N)								
Correlation Coefficient	-0,093	-0,072	-0,008	-0,098	-0,092	-0,181	0,194	0,064
Sig. (2-tailed)	0,388	0,502	0,941	0,542	0,392	0,091	0,068	0,567
N	89	89	89	41	89	88	89	83
Frage 10.1: Ich fühle mich richtig wohl. (0=nie; 1=eher selten; 2=eher häufig; 3=sehr häufig)								

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auf. Tests	CFE	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Correlation Coefficient	-0,077	-0,059	-0,071	-0,219	-0,151	0,056	0,130	0,264
Sig. (2-tailed)	0,462	0,572	0,495	0,143	0,148	0,594	0,211	0,014
N	94	94	94	46	94	93	94	87
Frage 10.2: Ich fühle mich vor Antritt einer Autofahrt körperlich erschöpft. (0=nie; 1=eher selten; 2=eher häufig; 3=sehr häufig)								
Correlation Coefficient	-0,050	-0,188	-0,006	-0,056	-0,001	0,009	0,097	0,193
Sig. (2-tailed)	0,633	0,068	0,952	0,712	0,988	0,931	0,350	0,072
N	95	95	95	46	95	94	95	88
Frage 10.3: ich kann mich nicht so gut auf den Verkehr und das Fahren konzentrieren. (0=nie; 1=eher selten; 2=eher häufig; 3=sehr häufig)								
Correlation Coefficient	-0,054	-0,180	0,149	-0,309	0,032	0,090	0,054	0,077
Sig. (2-tailed)	0,603	0,081	0,148	0,037	0,755	0,387	0,604	0,477
N	95	95	95	46	95	94	95	88
Frage 10.4: Ich habe in letzter Zeit Schwierigkeiten, mehrere Dinge im Straßenverkehr zu beachten. (0=nie; 1=eher selten; 2=eher häufig; 3=sehr häufig)								
Correlation Coefficient	-0,163	-0,024	0,137	-0,055	-0,019	0,105	-0,002	0,000
Sig. (2-tailed)	0,115	0,817	0,186	0,716	0,853	0,314	0,988	1,000
N	95	95	95	46	95	94	95	88
Frage 10.5: Ich fühle mich sehr angespannt. (0=nie; 1=eher selten; 2=eher häufig; 3=sehr häufig)								
Correlation Coefficient	-0,158	-0,147	0,095	-0,175	-0,280	0,294	0,157	-0,009
Sig. (2-tailed)	0,129	0,158	0,360	0,246	0,006	0,004	0,131	0,937
N	94	94	94	46	94	93	94	86
Frage 10.6: Ich finde das Autofahren in letzter Zeit zunehmend anstrengend. (0=nie; 1=eher selten; 2=eher häufig; 3=sehr häufig)								
Correlation Coefficient	0,027	0,021	0,096	-0,187	0,058	-0,015	0,026	-0,155
Sig. (2-tailed)	0,798	0,844	0,354	0,208	0,578	0,885	0,801	0,152
N	95	95	95	47	95	94	95	87
Frage 11: Wie beurteilen Sie Ihr fahrerisches Können im Vergleich mit anderen Personen Ihres Alters? (1=sehr gut; 2=gut; 3=eher schlecht; 4=sehr schlecht)								
Correlation Coefficient	0,117	-0,043	0,203	0,182	0,150	-0,062	-0,051	0,015
Sig. (2-tailed)	0,256	0,678	0,047	0,221	0,146	0,550	0,621	0,891
N	96	96	96	47	96	95	96	88
Frage 12: Haben Sie manchmal Schwierigkeiten beim Autofahren? (0=hab keine Schwierigkeiten; 1=hab hin und wieder Schwierigkeiten; 2=hab häufiger Schwierigkeiten, kann aber gut damit umgehen; 3=kann nicht immer mit meinen Schwierigkeiten umgehen)								
Correlation Coefficient	0,084	-0,167	0,235	-0,222	0,133	0,075	-0,048	-0,276
Sig. (2-tailed)	0,416	0,104	0,021	0,133	0,197	0,472	0,643	0,009
N	96	96	96	47	96	95	96	88

G.4.3 Korrelationen zu Laborparametern

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Natrium (mmol/l)								
Correlation Coefficient	-0,298	0,186	0,127	-0,278	-0,217	0,188	0,187	0,104
Sig. (2-tailed)	0,005	0,081	0,237	0,062	0,041	0,079	0,079	0,356
N	89	89	89	46	89	88	89	81
Kalium (mmol/l)								
Correlation Coefficient	-0,017	0,098	-0,126	0,133	-0,017	-0,200	0,076	-0,050
Sig. (2-tailed)	0,877	0,361	0,238	0,377	0,872	0,061	0,479	0,655
N	89	89	89	46	89	88	89	81
Kreatinin (mg/dl)								
Correlation Coefficient	0,045	0,126	-0,397	-0,063	0,096	-0,160	0,022	0,055
Sig. (2-tailed)	0,677	0,240	0,000	0,678	0,370	0,136	0,838	0,628
N	89	89	89	46	89	88	89	81
Harnstoff (mg/dl)								
Correlation Coefficient	0,090	0,232	-0,291	-0,025	0,174	-0,178	-0,028	0,006
Sig. (2-tailed)	0,433	0,041	0,010	0,881	0,127	0,122	0,811	0,959
N	78	78	78	39	78	77	78	72
Albumin (g/dl)								
Correlation Coefficient	-0,657	-0,066	0,010	-0,629	-0,368	0,278	0,526	0,460
Sig. (2-tailed)	0,000	0,553	0,929	0,000	0,001	0,012	0,000	0,000
N	82	82	82	45	82	81	82	74
Bilirubin (mg/dl)								
Correlation Coefficient	0,524	0,037	-0,157	0,438	0,395	-0,123	-0,437	-0,279
Sig. (2-tailed)	0,000	0,727	0,141	0,002	0,000	0,253	0,000	0,012
N	89	89	89	46	89	88	89	81
GOT (U/l)								
Correlation Coefficient	0,556	-0,017	-0,132	0,303	0,324	-0,158	-0,336	-0,324
Sig. (2-tailed)	0,000	0,875	0,219	0,041	0,002	0,141	0,001	0,003
N	89	89	89	46	89	88	89	81
GPT (U/l)								
Correlation Coefficient	0,179	-0,066	-0,198	-0,044	-0,016	0,055	0,001	-0,149
Sig. (2-tailed)	0,093	0,539	0,063	0,773	0,882	0,611	0,992	0,185
N	89	89	89	46	89	88	89	81
γ-GT (mg/dl)								

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Correlation Coefficient	0,658	-0,208	-0,235	0,145	0,448	-0,189	-0,330	-0,251
Sig. (2-tailed)	0,000	0,051	0,026	0,336	0,000	0,077	0,002	0,024
N	89	89	89	46	89	88	89	81
Alkalische Phosphatase (U/l)								
Correlation Coefficient	0,520	-0,109	-0,087	0,309	0,390	-0,203	-0,403	-0,137
Sig. (2-tailed)	0,000	0,315	0,423	0,039	0,000	0,060	0,000	0,228
N	87	87	87	45	87	86	87	79
Quick (%)								
Correlation Coefficient	-0,590	0,026	0,143	-0,529	-0,386	0,154	0,461	0,324
Sig. (2-tailed)	0,000	0,815	0,194	0,000	0,000	0,165	0,000	0,004
N	84	84	84	45	84	83	84	77

G.4.4 Korrelationen zu CPM-Variablen

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	Fahreignung CPM	Fahreignung Real
1.1 LVT, Richtige Antworten (N)								
Correlation Coefficient	-0,183	-0,247	-0,056	-0,057	-0,475	0,137	0,261	-0,012
Sig. (2-tailed)	0,070	0,014	0,580	0,699	0,000	0,179	0,009	0,910
N	99	99	99	48	99	98	99	91
1.2 LVT, Richtige Antworten (PRG), HE,								
Correlation Coefficient	-0,182	-0,247	-0,056	-0,057	-0,475	0,136	0,261	-0,014
Sig. (2-tailed)	0,071	0,014	0,580	0,699	0,000	0,181	0,009	0,898
N	99	99	99	48	99	98	99	91
1.3 LVT, Zeit/Richtige Antworten (ms)								
Correlation Coefficient	0,419	0,265	-0,064	0,203	0,410	-0,298	-0,524	-0,377
Sig. (2-tailed)	0,000	0,008	0,526	0,166	0,000	0,003	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
1.4 LVT, Zeit/Richtige Antworten (PRG)								
Correlation Coefficient	-0,427	-0,251	0,075	-0,171	-0,448	0,288	0,506	0,371
Sig. (2-tailed)	0,000	0,012	0,462	0,246	0,000	0,004	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
1.5 LVT, Score (N)								
Correlation Coefficient	-0,458	-0,283	0,082	-0,380	-0,435	0,264	0,516	0,248
Sig. (2-tailed)	0,000	0,005	0,418	0,008	0,000	0,009	0,000	0,018
N	99	99	99	48	99	98	99	91
1.6 LVT, Score (PRG)								

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auf. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Correlation Coefficient	-0,445	-0,292	0,095	-0,380	-0,444	0,245	0,511	0,239
Sig. (2-tailed)	0,000	0,003	0,348	0,008	0,000	0,015	0,000	0,023
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.1 COG, Treffer (N)								
Correlation Coefficient	-0,036	-0,233	0,069	-0,341	-0,265	0,193	0,060	0,022
Sig. (2-tailed)	0,723	0,020	0,500	0,018	0,008	0,057	0,555	0,833
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.2 COG, Treffer (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,012	-0,179	0,075	-0,329	-0,241	0,156	0,033	-0,008
Sig. (2-tailed)	0,909	0,076	0,463	0,023	0,016	0,125	0,744	0,942
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.3 COG, Zeit/Treffer (sec)								
Correlation Coefficient	0,459	0,254	-0,047	0,353	0,482	-0,322	-0,530	-0,406
Sig. (2-tailed)	0,000	0,011	0,643	0,014	0,000	0,001	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.4 COG, Zeit/Treffer (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,464	0,183	0,016	-0,273	-0,469	0,119	0,418	0,312
Sig. (2-tailed)	0,000	0,070	0,878	0,061	0,000	0,244	0,000	0,003
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.5 COG, Korrekte Zurückweisung (N)								
Correlation Coefficient	-0,088	-0,193	0,053	-0,176	-0,396	0,125	0,213	0,114
Sig. (2-tailed)	0,384	0,056	0,600	0,233	0,000	0,219	0,035	0,283
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.6 COG, Korrekte Zurückweisung (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,088	-0,032	0,039	-0,143	-0,391	0,047	0,176	0,100
Sig. (2-tailed)	0,384	0,756	0,702	0,332	0,000	,644	0,082	0,345
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.7 COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (sec)								
Correlation Coefficient	0,488	0,214	-0,044	0,332	0,489	-0,320	-0,563	-0,375
Sig. (2-tailed)	0,000	0,034	0,665	0,021	0,000	0,001	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.8 COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,469	0,235	0,006	-0,260	-0,458	0,128	0,450	0,299
Sig. (2-tailed)	0,000	0,019	0,949	0,075	0,000	0,211	0,000	0,004
N	99	99	99	48	99	98	99	91
2.9 COG, Zeit/Korrekte Zurückweisung (PRG)								
Correlation Coefficient	-0,488	-0,215	0,040	-0,329	-0,486	0,321	0,559	0,375
Sig. (2-tailed)	0,000	0,033	0,693	0,022	0,000	0,001	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.1 DT, Richtige (N)								
Correlation Coefficient	-0,489	-0,491	0,053	-0,358	-0,519	0,371	0,631	0,427

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,604	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.2 DT, Richtige (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,504	0,019	0,102	-0,378	-0,565	0,230	0,550	0,306
Sig. (2-tailed)	0,000	0,856	0,317	0,008	0,000	0,023	0,000	0,003
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.3 DT, Richtige (PRG)								
Correlation Coefficient	-0,490	-0,496	0,051	-0,358	-0,518	0,374	0,630	0,431
Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,613	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.4 DT, Falsche (N)								
Correlation Coefficient	-0,190	-0,042	0,025	-0,077	-0,056	0,138	0,158	0,074
Sig. (2-tailed)	0,059	0,677	0,808	0,605	0,583	0,175	0,119	0,484
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.5 DT, Falsche (PRA)								
Correlation Coefficient	0,213	0,019	-0,021	0,065	0,076	-0,152	-0,169	-0,088
Sig. (2-tailed)	0,034	0,852	0,835	0,661	0,456	0,135	0,094	0,408
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.6 DT, Ausgelassene (N)								
Correlation Coefficient	0,215	-0,042	-0,150	0,290	0,264	-0,124	-0,266	-0,072
Sig. (2-tailed)	0,033	0,681	0,138	0,045	0,008	0,224	0,008	0,500
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.7 DT, Ausgelassene (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,230	0,035	0,157	-0,297	-0,278	0,123	0,272	0,082
Sig. (2-tailed)	0,022	0,733	0,122	0,041	0,005	0,227	0,006	0,441
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.8 DT, Mediane Reaktionszeit (ms)								
Correlation Coefficient	0,448	0,569	0,013	0,282	0,413	-0,379	-0,558	-0,433
Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,902	0,052	0,000	0,000	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.9 DT, Reize (N)								
Correlation Coefficient	-0,489	-0,551	0,010	-0,349	-0,482	0,391	0,612	0,439
Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,922	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
3.10 DT, Reaktionen (N)								
Correlation Coefficient	-0,481	-0,508	0,035	-0,385	-0,500	0,388	0,605	0,420
Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,734	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.1 MLS-Aiming, Fehlerzahl (N)								
Correlation Coefficient	0,229	-0,054	-0,235	0,374	0,249	-0,150	-0,175	-0,080
Sig. (2-tailed)	0,023	0,595	0,019	0,009	0,013	0,140	0,084	0,449

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.2 MLS-Aiming, Trefferzahl (N)								
Correlation Coefficient	0,069	0,119	-0,048	0,239	-0,021	0,025	-0,144	0,094
Sig. (2-tailed)	0,499	0,240	0,640	0,102	0,834	0,804	0,156	0,377
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.3 MLS-Aiming, Fehlerdauer (sec)								
Correlation Coefficient	0,292	-0,054	-0,204	0,367	0,240	-0,219	-0,170	-0,055
Sig. (2-tailed)	0,003	0,597	0,043	0,010	0,017	0,030	0,093	0,603
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.4 MLS-Aiming, Gesamtdauer (sec)								
Correlation Coefficient	0,446	0,327	-0,169	0,259	0,409	-0,310	-0,399	-0,108
Sig. (2-tailed)	0,000	0,001	0,095	0,075	0,000	0,002	0,000	0,308
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.5 MLS-Aiming, Gesamtdauer (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,397	0,165	0,167	-0,138	-0,408	0,124	0,259	-0,071
Sig. (2-tailed)	0,000	0,102	0,099	0,351	0,000	0,226	0,010	0,504
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.6 MLS-Steadiness, Fehlerzahl (N)								
Correlation Coefficient	0,317	0,159	-0,217	0,297	0,448	-0,246	-0,417	-0,210
Sig. (2-tailed)	0,001	0,117	0,031	0,040	0,000	0,015	0,000	0,046
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.7 MLS-Steadiness, Fehlerzahl (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,278	0,207	0,232	-0,243	-0,441	0,091	0,315	0,087
Sig. (2-tailed)	0,005	0,040	0,021	0,096	0,000	0,373	0,001	0,411
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.8 MLS-Steadiness, Fehlerdauer (sec)								
Correlation Coefficient	0,336	0,105	-0,213	0,264	0,483	-0,233	-0,405	-0,243
Sig. (2-tailed)	0,001	0,302	0,034	0,070	0,000	0,021	0,000	0,020
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.9 MLS-Steadiness, Fehlerdauer (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,312	0,230	0,229	-0,284	-0,488	0,092	0,316	0,144
Sig. (2-tailed)	0,002	0,022	0,023	0,051	0,000	0,370	0,001	0,174
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.10 MLS-LN, Fehlerzahl (N)								
Correlation Coefficient	0,305	0,280	-0,244	0,261	0,358	-0,269	-0,366	-0,158
Sig. (2-tailed)	0,002	0,005	0,015	0,073	0,000	0,007	0,000	0,135
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.11 MLS-LN, Fehlerzahl (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,340	0,145	0,259	-0,201	-0,391	0,122	0,271	0,063
Sig. (2-tailed)	0,001	0,151	0,010	0,171	0,000	0,231	0,007	0,556
N	99	99	99	48	99	98	99	91

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFE	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
4.12 MLS-LN, Fehlerdauer (sec)								
Correlation Coefficient	0,386	0,303	-0,102	0,247	0,462	-0,350	-0,408	-0,162
Sig. (2-tailed)	0,000	0,002	0,317	0,090	0,000	0,000	0,000	0,124
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.13 MLS-LN, Fehlerdauer (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,371	0,053	0,107	-0,148	-0,477	0,236	0,311	0,107
Sig. (2-tailed)	0,000	0,602	0,290	0,316	0,000	0,019	0,002	0,314
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.14 MLS-LN, Gesamtdauer (sec)								
Correlation Coefficient	0,245	-0,039	-0,035	0,027	0,133	0,030	-0,118	-0,021
Sig. (2-tailed)	0,014	0,698	0,734	0,854	0,190	0,770	0,247	0,840
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.15 MLS-LN, Gesamtdauer (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,250	0,130	0,030	0,021	-0,128	-0,063	0,096	-0,026
Sig. (2-tailed)	0,013	0,200	0,771	0,887	0,207	0,540	0,345	0,810
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.16 MLS-Tapping, Treffer (N)								
Correlation Coefficient	-0,397	-0,265	-0,065	-0,246	-0,383	0,283	0,397	0,170
Sig. (2-tailed)	0,000	0,008	0,524	0,092	0,000	0,005	0,000	0,108
N	99	99	99	48	99	98	99	91
4.17 MLS-Tapping, Treffer (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,407	-0,038	-0,051	-0,222	-0,394	0,235	0,368	0,088
Sig. (2-tailed)	0,000	0,707	0,616	0,129	0,000	0,020	0,000	0,407
N	99	99	99	48	99	98	99	91
5.1 CORSI, Unmittelbare Blockspanne (N)								
Correlation Coefficient	-0,245	-0,362	0,011	-0,200	-0,225	0,252	0,352	0,226
Sig. (2-tailed)	0,014	0,000	0,914	0,173	0,025	0,012	0,000	0,031
N	99	99	99	48	99	98	99	91
5.2 CORSI, Richtige (N)								
Correlation Coefficient	-0,343	-0,464	0,030	-0,204	-0,326	0,286	0,426	0,314
Sig. (2-tailed)	0,001	0,000	0,767	0,165	0,001	0,004	0,000	0,002
N	99	99	99	48	99	98	99	91
5.3 CORSI, Falsche (N)								
Correlation Coefficient	-0,007	0,019	0,049	-0,172	0,008	-0,002	-0,017	0,010
Sig. (2-tailed)	0,942	0,852	0,632	0,244	0,938	0,984	0,870	0,925
N	99	99	99	48	99	98	99	91
6.1 RT, Mediane Reaktionszeit (ms)								
Correlation Coefficient	0,313	0,351	-0,012	0,266	0,285	-0,211	-0,474	-0,259
Sig. (2-tailed)	0,002	0,000	0,909	0,067	0,004	0,037	0,000	0,013
N	99	99	99	48	99	98	99	91
6.2 RT, Mediane Reaktionszeit (PRA)								

	Gruppen- zugehörigkeit	Alter	Geschlecht	Child-Pugh- Klassifikation	CPM, N auff. Tests	CFF	CPM- Fahreignung	Realfahrt- Fahreignung
Correlation Coefficient	-0,271	-0,043	-0,031	-0,215	-0,254	0,121	0,370	0,193
Sig. (2-tailed)	0,007	0,676	0,763	0,143	0,011	0,234	0,000	0,066
N	99	99	99	48	99	98	99	91
6.3 RT, Mediane Reaktionszeit (PRG)								
Correlation Coefficient	-0,307	-0,341	0,004	-0,272	-0,288	0,208	0,472	0,257
Sig. (2-tailed)	0,002	0,001	0,966	0,062	0,004	0,039	0,000	0,014
N	99	99	99	48	99	98	99	91
6.4 RT, Mediane Motorische Zeit (ms)								
Correlation Coefficient	0,261	0,402	0,348	0,263	0,378	-0,314	-0,398	-0,383
Sig. (2-tailed)	0,009	0,000	0,000	0,071	0,000	0,002	0,000	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
6.5 RT, Mediane Motorische Zeit (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,230	-0,270	-0,378	-0,236	-0,371	0,263	0,336	0,359
Sig. (2-tailed)	0,022	0,007	0,000	0,106	0,000	0,009	0,001	0,000
N	99	99	99	48	99	98	99	91
7.1 TAVTMB, Richtige (N)								
Correlation Coefficient	-0,317	-0,520	0,033	-0,042	-0,387	0,287	0,348	0,262
Sig. (2-tailed)	0,001	0,000	0,750	0,780	0,000	0,004	0,000	0,012
N	98	98	98	47	98	97	98	90
7.2 TAVTMB, Richtige (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,308	0,102	0,094	-0,042	-0,398	0,106	0,240	0,098
Sig. (2-tailed)	0,002	0,316	0,352	0,778	0,000	0,301	0,017	0,357
N	99	99	99	48	99	98	99	91
7.3 TAVTMB, Falsche (N)								
Correlation Coefficient	0,156	0,276	0,148	0,240	0,186	-0,114	-0,260	-0,179
Sig. (2-tailed)	0,123	0,006	0,145	0,101	0,066	0,262	0,009	0,089
N	99	99	99	48	99	98	99	91
7.4 TAVTMB, Falsche (PRA)								
Correlation Coefficient	-0,133	-0,122	-0,148	-0,217	-0,178	0,052	0,209	0,139
Sig. (2-tailed)	0,190	0,230	0,145	0,138	0,079	0,611	0,037	0,188
N	99	99	99	48	99	98	99	91
7.5 TAVTMB, Überblicksgewinnung (N)								
Correlation Coefficient	-0,322	-0,387	-0,077	-0,074	-0,327	0,299	0,447	0,172
Sig. (2-tailed)	0,001	0,000	0,450	0,616	0,001	0,003	0,000	0,103
N	99	99	99	48	99	98	99	91
7.6 TAVTMB, Überblicksgewinnung (PRG)								
Correlation Coefficient	-0,322	-0,387	-0,077	-0,074	-0,327	0,299	0,447	0,172
Sig. (2-tailed)	0,001	0,000	0,450	0,616	0,001	0,003	0,000	0,103
N	99	99	99	48	99	98	99	91

¹ **Häussinger D, Blei AT.**

Chapter 7.8 Hepatic Encephalopathy.
The Textbook of Hepatology, 3rd Edition. 2007; 728-760.

² **Groeneweg M, Quero JC, De Bruijn I, Hartmann IJ, Essink-bot ML, Hop WC, Schalm SW.**

Subclinical hepatic encephalopathy impairs daily functioning.
Hepatology. 1998; 28: 45-49.

³ **Schubert GE, Bethke-Bedurftig BA, Bujnoch AW, Diem A.**

[Liver cirrhosis in autopsy material within 48 years. Changes of prevalence, regional differences]
Z Gastroenterol. 1982;20: 213-220. German.

⁴ **Bellentani S, Tiribelli C, Saccoccio G, Sodde M, Fratti N, De Martin C, Cristianini G.**

Prevalence of chronic liver disease in the general population of northern Italy: the Dionysos Study.
Hepatology. 1994; 20: 1442-1449.

⁵ **Schomerus H, Schreiegg J.**

Prevalence of latent portasystemic encephalopathy in an unselected population of patients with liver cirrhosis in general practice.

Z Gastroenterol. 1993;31: 231-234.

⁶ **Das A, Dhiman RK, Saraswat VA, Verma M, Naik SR.**

Prevalence and natural history of subclinical hepatic encephalopathy in cirrhosis.
J Gastroenterol Hepatol. 2001; 16: 531-535.

⁷ **Koch H, Schauder P, Schafer G, Dahme B, Ebel W, Vahldiek B, Konig F, Henning H.**

[Diagnosis and prevalence of latent hepatic encephalopathy].
Z Gastroenterol. 1990; 28: 610-615. German.

⁸ **Schomerus H, Hamster W.**

Quality of life in cirrhotics with minimal hepatic encephalopathy.
Metab Brain Dis. 2001; 16: 37-41.

⁹ **Marchesini G, Bianchi G, Amodio P, Salerno F, Merli M, Panella C, Loguercio C, et al.**

Factors associated with poor health-related quality of life of patients with cirrhosis.
Gastroenterology 2001; 120: 170-178.

¹⁰ **Arguedas MR, DeLawrence TG, McGuire BM.**

Influence of hepatic encephalopathy on health-related quality of life in patients with cirrhosis.
Dig Dis Sci. 2003; 48: 1622-1626.

¹¹ **Younossi ZM, Boparai N, Price LL, Kiwi ML, McCormick M, Guyatt G.**

Health-related quality of life in chronic liver disease: the impact of type and severity of disease.
Am J Gastroenterol. 2001; 96: 2199-2205.

¹² **Groeneweg M, Quero JC, De Bruijn I, Hartmann IJ, Essink-bot ML, Hop WC, Schalm SW.**

Subclinical hepatic encephalopathy impairs daily functioning.
Hepatology. 1998; 28: 45-49.

¹³ **Cordoba J, Blei AT.**

Brain edema and hepatic encephalopathy.
Semin Liver Dis. 1996; 16: 271-280.

-
- ¹⁴ **Nomura F, Ohnishi K, Terabayashi H, Nakai T, Isobe K, Takekoshi K, Okuda K.**
Effect of intrahepatic portal-systemic shunting on hepatic ammonia extraction in patients with cirrhosis.
Hepatology. 1994; 20: 1478-81.
- ¹⁵ **Häussinger D.**
Nitrogen metabolism in liver: structural and functional organization and physiological relevance.
Biochem J. 1990; 267: 281-290.
- ¹⁶ **Olde Damink SW, Deutz NE, Dejong CH, Soeters PB, Jalan R.**
Interorgan ammonia metabolism in liver failure.
Neurochem Int. 2002; 41: 177-188.
- ¹⁷ **Lockwood AH, Yap EW, Wong WH.**
Cerebral ammonia metabolism in patients with severe liver disease and minimal hepatic encephalopathy.
J Cereb Blood Flow Metab. 1991; 11: 337-341.
- ¹⁸ **Zieve L.**
Pathogenesis of hepatic encephalopathy.
Metab Brain Dis. 1987;2: 147-165.
- ¹⁹ **Lockwood AH, Ginsberg MD, Rhoades HM.**
Cerebral glucose metabolism after portacaval shunting in the rat. Patterns of metabolism and implications for the pathogenesis of hepatic encephalopathy.
J Clin Invest 1986; 78, 86-95.
- ²⁰ **Hawkins RA, Mans AM**
Brain metabolism in hepatic encephalopathy and hyperammonemia.
Adv Exp Med Biol; 1993, 341,13-19.
- ²¹ **Zemtsova I, Görg B, Keitel V, Bidmon HJ, Schrör K, Häussinger D.**
Microglia activation in hepatic encephalopathy in rats and humans.
Hepatology. 2011; 54:204-15.
- ²² **Häussinger D, Laubenberger J, vom Dahl S, Ernst T, Bayer S, Langer M, Gerok W, Hennig J.**
Proton magnetic resonance spectroscopy studies on human brain myo-inositol in hypo-osmolarity and hepatic encephalopathy.
Gastroenterology. 1994; 107: 1475-1480.
- ²³ **Häussinger D, Kircheis G, Fischer R, Schliess F, vom Dahl S.**
Hepatic encephalopathy in chronic liver disease: a clinical manifestation of astrocyte swelling and low-grade cerebral edema.
J Hepatol 2000; 32: 1035-1038.
- ²⁴ **Bachmann C.**
Mechanisms of hyperammonemia.
Clin Chem Lab Med. 2002; 40: 653-62.
- ²⁵ **Butterworth RF.**
Portal-systemic encephalopathy: a disorder of neuron-astrocytic metabolic trafficking.
Dev Neurosci 1993; 15: 313-318.
- ²⁶ **Blei AT.**
Infection, inflammation and hepatic encephalopathy, synergism redefined.
J Hepatol. 2004;40: 327-330.

-
- ²⁷ **Häussinger D, Schliess F.**
Astrocyte swelling and protein tyrosine nitration in hepatic encephalopathy.
Neurochemistry International, 2005: 64-70.
- ²⁸ **Görg B, Qvartskhava N, Bidmon HJ, Palomero-Gallagher N, Kircheis G, Zilles K, Häussinger D.**
Oxidative stress markers in the brain of patients with cirrhosis and hepatic encephalopathy. Hepatology. 2010 Jul;52(1):256-65.
- ²⁹ **Conn HO, Bircher J.**
Quantifying the severity of hepatic encephalopathy: syndromes and therapies. East Lansing MI: Hepatic encephalopathy: syndromes and therapies. Medi Ed Press 1993; p.13-26.
- ³⁰ **Adams RD, Foley JM.**
The neurological disorder associated with liver disease.
Assoc Res Nerv Ment Dis. 1953; 32: 198-237.
- ³¹ **Timmermann L, Gross J, Kircheis G, Haussinger D, Schnitzler A.**
Cortical origin of mini-asterixis in hepatic encephalopathy.
Neurology. 2002; 58: 295-298.
- ³² **Ferenci P, Lockwood A, Mullen K, Tarter R, Weissenborn K, Blei AT.**
Hepatic encephalopathy--definition, nomenclature, diagnosis, and quantification: final report of the working party at the 11th World Congresses of Gastroenterology, Vienna, 1998.
Hepatology. 2002; 35: 716-721.
- ³³ **Atterbury CE, Maddrey WC, Conn HO.**
Neomycin-sorbitol and lactulose in the treatment of acute portal-systemic encephalopathy. A controlled, double-blind clinical trial.
Am J Dig Dis. 1978; 23: 398-406.
- ³⁴ **Nicolao F, Efrati C, Masini A, Merli M, Attili AF, Riggio O.**
Role of determination of partial pressure of ammonia in cirrhotic patients with and without hepatic encephalopathy.
J Hepatol. 2003; 38: 441-446.
- ³⁵ **Felipo V, Urios A, Montesinos E, Molina I, Garcia-Torres ML, Civera M, Olmo JA, Ortega J, Martinez-Valls J, Serra MA, Cassinello N, Wassel A, Jordá E, Montoliu C.**
Contribution of hyperammonemia and inflammatory factors to cognitive impairment in minimal hepatic encephalopathy.
Metab Brain Dis. 2012 Mar;27(1):51-8.
- ³⁶ **Parsons-Smith BG, Summerskill WH, Dawson AM, Sherlock S**
The electroencephalograph in liver disease.
Lancet. 1957; 273: 867-871.
- ³⁷ **van der Rijt CC, Schalm SW.**
Quantitative EEG analysis and evoked potentials to measure (latent) hepatic encephalopathy.
J Hepatol. 1992; 14: 141-142.
- ³⁸ **Amodio P, Quero JC, Del Piccolo F, Gatta A, Schalm SW.**
Diagnostic tools for the detection of subclinical hepatic encephalopathy: comparison of standard and computerized psychometric tests with spectral-EEG.
Metab Brain Dis. 1996; 11: 315-327.

-
- ³⁹ **Kullmann F, Hollerbach S, Holstege A, Scholmerich J.**
Subclinical hepatic encephalopathy: the diagnostic value of evoked potentials.
J Hepatol. 1995 Jan; 22: 101-110.
- ⁴⁰ **Sandford NL, Saul RE.**
Assessment of hepatic encephalopathy with visual evoked potentials compared with conventional methods.
Hepatology. 1988; 8: 1094-1098.
- ⁴¹ **Davies MG, Rowan MJ, MacMathuna P, Keeling PW, Weir DG, Feely J.**
The auditory P300 event-related potential: an objective marker of the encephalopathy of chronic liver disease.
Hepatology. 1990; 12: 688-694.
- ⁴² **Amodio P, Valenti P, Del Piccolo F, Pellegrini A, Schiff S, Angeli P, Poci C, Mapelli D, Iannizzi P, Gatta A.**
P300 latency for the diagnosis of minimal hepatic encephalopathy: evidence that spectral EEG analysis and psychometric tests are enough.
Dig Liver Dis. 2005 ;37: 861-868.
- ⁴³ **Kahlbrock N, Butz M, May ES, Brenner M, Kircheis G, Häussinger D, Schnitzler A.**
Lowered frequency and impaired modulation of gamma band oscillations in a bimodal attention task are associated with reduced critical flicker frequency.
Neuroimage. 2012 Mar 1;61(1):216-227.
- ⁴⁴ **Zeegen R, Drinkwater JE, Dawson AM.**
Method for measuring cerebral dysfunction in patients with liver disease.
Br Med J. 1970; 13: 633-636.
- ⁴⁵ **Weissenborn K, Ruckert N, Hecker H, Manns MP.**
The number connection tests A and B: interindividual variability and use for the assessment of early hepatic encephalopathy.
J Hepatol. 1998; 28: 646-653.
- ⁴⁶ **Weissenborn K, Ennen JC, Schomerus H, Ruckert N, Hecker H.**
Neuropsychological characterization of hepatic encephalopathy.
J Hepatol. 2001; 34: 768-773.
- ⁴⁷ **Schomerus H, Weissenborn K, Hamster W, Rückert N, Hecker H.**
PSE-Syndrom-Test Manual.
Swets & Zeitlinger B.V, 1999, Frankfurt.
- ⁴⁸ **Amodio P, Wenin H, Del Piccolo F, Mapelli D, Montagnese S, Pellegrini A, Musto C, Gatta A, Umilta C.**
Variability of trail making test, symbol digit test and line trait test in normal people. A normative study taking into account age-dependent decline and sociobiological variables.
Aging Clin Exp Res. 2002;14: 117-131.
- ⁴⁹ **Kircheis G, Fleig WE, Görtelmeyer R, Grafe S, Häussinger D.**
Assessment of low-grade hepatic encephalopathy: a critical analysis.
J Hepatol. 2007;47: 642-650.
- ⁵⁰ **Amodio P, Del Piccolo F, Marchetti P, Angeli P, Iemmolo R, Caregaro L, Merkel C, Gerunda G, Gatta A.**
Clinical features and survival of cirrhotic patients with subclinical cognitive alterations detected by the number connection test and computerized psychometric tests.
Hepatology. 1999; 29: 1662-1667.
- ⁵¹ **Kato A, Kato M, Ishii H, Ichimiya Y, Suzuki K, Kawasaki H, Yamamoto SI, Kumashiro R, Yamamoto K, Kawamura N, Hayashi N, Matsuzaki S, Terano A, Okita K, Watanabe A.**

Development of quantitative neuropsychological tests for diagnosis of subclinical hepatic encephalopathy in liver cirrhosis patients and establishment of diagnostic criteria-multicenter collaborative study in Japanese. *Hepatology* 2004;30: 71-78.

⁵² **Watanabe A, Kuwabara Y, Okita H, Kato A.**

Computer-assisted quantitative neuropsychological tests for early detection of subclinical hepatic encephalopathy in patients with liver cirrhosis. *Res Commun Biol Psychol Psychiatry* 1997; 22: 25-38.

⁵³ **Tarter RE, Hegedus AM, Van Thiel DH, Schade RR, Galaver GS, Starzl TE.**

Nonalcoholic cirrhosis associated with neuropsychological dysfunction in absence of overt evidence of hepatic encephalopathy. *Gastroenterology* 1984; 86: 1421-1427.

⁵⁴ **Bajaj JS, Saeian K, Verber MD, Hirschke D, Hoffmann RG, Franco J, Varma RR, Rao SM.**

Inhibitory control test is a simple method to diagnose minimal hepatic encephalopathy and predict development of overt hepatic encephalopathy. *Am J Gastroenterol.* 2007; 102: 754-60.

⁵⁵ **Häussinger D, Kircheis G, Fischer R, vom Dahl S.**

Hepatic encephalopathy in chronic liver disease: a clinical manifestation of astrocyte swelling and chronic low grade cerebral edema? *J Hepatology* 2000; 32: 1035-1038.

⁵⁶ **Reichenbach A, Fuchs U, Kasper M, El-Hifnawi E, Eckstein AK.**

Hepatic retinopathy: morphological features of retinal glial (Müller) cells accompanying hepatic failure. *Acta Neuropathol* 1995; 90: 273-281.

⁵⁷ **Eckstein AK, Reichenbach A, Jacobi P, Weber P, Gregor M, Zrenner E.**

Hepatic retinopathy. Changes in retinal function. *Vision Res* 1997; 37: 1699-1706.

⁵⁸ **Timmermann L, Butz M, Gross J, Ploner M, Südmeyer M, Kircheis G, Häussinger D, Schnitzler A.**

Impaired cerebral oscillatory processing in hepatic encephalopathy. *Clin Neurophysiol.* 2008;119: 265-272.

⁵⁹ **Kircheis G, Wettstein M, Timmermann L, Schnitzler A, Häussinger D.**

Critical flicker frequency for quantification of low-grade hepatic encephalopathy. *Hepatology.* 2002; 35: 357-366.

⁶⁰ **Shah NJ, Neeb H, Kircheis G, Engels P, Häussinger D, Zilles K.**

Quantitative cerebral water content mapping in hepatic encephalopathy. *Neuroimage.* 2008; 41: 706-717.

⁶¹ **Ross BD, Danielsen ER, Bluml S.**

Proton magnetic resonance spectroscopy: the new gold standard for diagnosis of clinical and subclinical hepatic encephalopathy. *Dig Dis* 1996; 14: 30-39.

⁶² **Holsboer F, Gründner G, Benkert O.**

Handbuch der Psychopharmotherapie. Springer Verlag. 01.12.2007; 58; 1120-1121.

⁶³ **Laux G.**

Psychische Störungen und Fahrtauglichkeit,

Nervenarzt. 2002 Mar; 73: 231-238.

⁶⁴ **Madeaß B, Mußhoff F, Berghaus G.**

Verkehrsmedizin.

Deutscher Ärzte Verlag 2007, A.3.2.4; 77-82.

⁶⁵ **§§ 2 und 15 Fahrerlaubnis-Verordnung (FEV)**

vom 18. August 1998 (BGBl. I S. 2214), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Juli 2008 (BGBl. I S. 1338)

⁶⁶ **Lewrenz H.**

Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung.

Wirtschaftsverlag Bremerhaven, 2000.

⁶⁷ **FeV5: Anlage 5 der Fahrerlaubnis-Verordnung**

vom 18. August 1998 (BGBl. I S. 2214), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Juli 2008 (BGBl. I S. 1338)

⁶⁸ **Child CG, Turcotte JG.**

Surgery and portal hypertension. In: The liver and portal hypertension.

Edited by CG Child. Philadelphia: Saunders 1964:50-64.

⁶⁹ **Pugh RNH, Murray-Lyon IM, Dawson JL, Pietroni MC and Williams R.**

Transection of the esophagus for bleeding esophageal varices.

Brit. J. Surg. 1973; 60: 646-654

⁷⁰ **Dr. G. Schuhfried GmbH.**

Wiener Test System (WINWTS) Version 4.50.

Dr. G. Schuhfried GmbH, Mödling, Österreich: 1999

⁷¹ **Linke S.**

Untersuchungen zur psychischen Leistungsfähigkeit von Patienten mit Subklinisch Hepatischer Enzephalopathie anhand psychometrischer Verfahren.

Dissertationsschrift, Aachen 1998.

⁷² **Miese F, Kircheis G, Wittsack HJ, Wenserski F, Hemker J, Mödder U, Häussinger D, Cohnen M.**

1H-MR spectroscopy, magnetization transfer, and diffusion-weighted imaging in alcoholic and nonalcoholic patients with cirrhosis with hepatic encephalopathy.

AJNR Am J Neuroradiol. 2006; 27:1019-1026.

⁷³ **Karner T, Biehl B.**

Kriteriumsvalidierung Verkehrspsychologischer Verfahren: PC vs. ART90.

⁷⁴ **Karner T, Neuwirth W.**

Validation of traffic psychology tests by comparing with actual driving.

International Conference on Traffic and Transport Psychology, Berne, Switzerland., 9/2000.

⁷⁵ **Calé M.**

Minimal brain dysfunction and road accidents.

Driver Institute, Israel, 1992.

⁷⁶ **Karner T.**

Sind verkehrspsychologische Testverfahren geeignete Instrumente, um mögliche Leistungsminderungen alkoholauffälliger Kraftfahrer aufzuzeigen?

Report Psychologie, 9/2000.

⁷⁷ **Dr. G.Schuhfried GmbH**

Testmanual: Verkehrspsychologie, Testbatterie nach FeV Anlage 5.
Mödling, Austria, 2006.

⁷⁸ **Sommer M, Arendasy M, Olbrich A, Schuhfried G.**

Qualitätsverbesserung in der verkehrspsychologischen Diagnostik mit neuronalen Netzen: Eine Pilotstudie.
Zschr. f. Verkehrssicherheit 2004; 50: 193-198.

⁷⁹ **Eberhardt G.**

Flimmerfrequenz-Analysator. Automatische Messmethode. Version 3.00.
Dr. G. Schuhfried GmbH, Mödling, Austria:1994.

⁸⁰ **Cronin-Colomb A, Corkin S, Rizzo JF, Cohen J, Growdon JH, Banks K.**

Visual dysfunction in Alzheimer's disease: relation to normal aging.
Ann Neurol 1991; 29: 41-52.

⁸¹ **Salmi T.**

Critical flicker frequencies in Multiple Sclerosis patients with normal and abnormal pattern VEP.
Acta Neurol Scand 1985; 71: 354-358.

⁸² **Smith JM, Misiak H.**

Critical flicker frequency (CFF) and psychotropic drugs in normal human subjects - a review.
Psychopharmacology 1976; 47: 175-182.

⁸³ **Lehmann, E. L. and D'Abbrera, H. J. M.**

Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks, rev. ed. Englewood Cliffs,
NJ: Prentice-Hall, 1998; 292-323.

⁸⁴ **Schomerus H, Hamster W, Blunck H, Reinhard U, Mayer K, Dolle W.**

Latent portasystemic encephalopathy. I. Nature of cerebral functional defects and their effect on fitness to drive.
Dig Dis Sci. 1981; 26: 622-630.

⁸⁵ **Watanabe A, Tuchida T, Yata Y, Kuwabara Y.**

Evaluation of neuropsychological function in patients with liver cirrhosis with special reference to their driving ability.
Metab Brain Dis. 1995; 10: 239-248.

⁸⁶ **Srivastava A, Mehta R, Rothke SP, Rademaker AW, Blei AT.**

Fitness to drive in patients with cirrhosis and portal-systemic shunting: a pilot study evaluating driving performance.
J Hepatol. 1994; 21: 1023-1028.

⁸⁷ **Wein C, Koch H, Popp B, Oehler G, Schauder P.**

Minimal hepatic encephalopathy impairs fitness to drive.
Hepatology. 2004; 39: 739-45.

⁸⁸ **Bajaj JS, Saeian K, Schubert CM, Hafeezullah M, Franco J, Varma RR, Gibson DP, Hoffmann RG, Stravitz RT, Heuman DM, Sterling RK, Shiffman M, Topaz A, Boyett S, Bell D, Sanyal AJ.**

Minimal hepatic encephalopathy is associated with motor vehicle crashes: the reality beyond the driving test.
Hepatology 2009; 50: 1175-1183.

⁸⁹ **Bajaj JS, Saeian K, Hafeezullah M, Hoffmann RG, Hammeke TA.**

Patients with minimal hepatic encephalopathy have poor insight into their driving skills.
Clin Gastroenterol Hepatol. 2008; 6: 1135-1139.

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere an Eides statt, dass die Dissertation selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt worden ist und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

24. Oktober 2016, Frank Manhart