

Fahreignung neuro- logischer Patienten – Untersuchung am Beispiel der hepatischen Enzephalopathie

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 198

bast

Fahreignung neuro- logischer Patienten – Untersuchung am Beispiel der hepatischen Enzephalopathie

von
Anja Knoche

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 198

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 02431 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen:
Fahreignungsbeurteilung neurologischer Patienten am Beispiel einer Fahreignungsuntersuchung von Patienten mit hepatischer Enzephalopathie

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9315
ISBN 978-3-86509-861-0

Bergisch Gladbach, November 2008

Kurzfassung – Abstract

Fahreignung neurologischer Patienten – Untersuchung am Beispiel der hepatischen Enzephalopathie

Psychometrische Testverfahren oder eine fahrlehrerbegleitete Fahrprobe reichen oftmals nicht aus, um bei einer neurologischen Erkrankung ein Fehlverhalten im Straßenverkehr zu prognostizieren.

Ein Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, relevante Kriterien für die reale Fahrprobe bezüglich neuropsychologischer Funktionsstörungen im Rahmen von Testfahrten auf einem abgesperrten Gelände herauszuarbeiten und die Ergebnisse der Realfahrtleistung den Ergebnissen einer computerpsychometrischen Testbatterie zu vergleichen. Als Probandengruppe wurden Patienten mit hepatischer Enzephalopathie (HE) ausgewählt, da diese im frühen Krankheitsstadium die für viele neurologische Erkrankungen typischen Leistungsausfälle zeigen.

Ab welchem Krankheitsstadium der HE mit neuropsychologischen Defiziten gerechnet werden muss, die eine Fahreignung ausschließen, ist bislang nicht geklärt und war daher Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Von den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung werden neben den testdiagnostischen Empfehlungen auch Empfehlungen zur Beurteilung der Fahreignung von Patienten mit einer hepatischen Enzephalopathie abgeleitet.

Die eingesetzten Testverfahren zeigen übereinstimmend, dass mit zunehmendem Krankheitsfortschritt stärkere Leistungsdefizite in verkehrssicherheitsrelevanten Parametern auftreten, die sich in den Eignungsbeurteilungen widerspiegeln.

Ab dem Stadium der minimalen HE-Erkrankung neigen die Patienten zu einer drastischen Leistungsüberschätzung ihres Fahrvermögens, wobei sie die schlechtesten Ergebnisse in der Realfahrt erreichten. Sowohl die verkehrssicherheitsrelevanten Leistungen in den Fahraufgaben als auch das Eignungsurteil des Fahrlehrers zeigen einen deutlichen Leistungsabfall im Fahrvermögen im Vergleich zu den klinisch unauffällig HE-Erkrankten. Somit sollte zumindest ab dem Stadium einer mini-

malen HE eine Fahreignungsprüfung durchgeführt werden.

In den computerpsychometrischen Testverfahren erreichten die minimal HE-Erkrankten mit den klinisch unauffällig HE-Erkrankten vergleichbar häufig den Eignungszuspruch, wohingegen die Fahrlehrereinschätzungen seltener zu einer positiven Eignungsbeurteilung führten. Dies könnte darauf deuten, dass das computerpsychometrische Testverfahren nicht sensitiv genug ist, um die Mangelleistungen von Patienten mit minimaler HE zu erfassen. Daher empfiehlt sich für diese Patienten die Durchführung einer praktischen Fahrprobe. Zusätzlich sollte die Selbsteinschätzung des eigenen Fahrvermögens überprüft werden, wobei im Zweifel der Eignungsbeurteilung eine unzureichende Selbsteinschätzung zum Abspruch der Fahreignung führen sollte.

Da der Anteil der klinisch unauffälligen HE-Patienten, die sowohl durch den Fahrlehrer als auch aufgrund der Ergebnisse der Computerpsychometrie als ungeeignet klassifiziert wurden sehr gering ist, bleibt es fraglich, ob bereits in diesem Stadium grundsätzlich eine Fahreignungstestung erfolgen müsste. Zudem verfügen sie über eine äußerst kritische Selbstbeurteilung ihres Fahrvermögens – eine wesentliche Voraussetzung für kompensatorisches Fahrverhalten. So kann man annehmen, dass diese Patienten ihre Leistungsmängel selbst im Falle kleiner Leistungseinbußen oder bei Überbeanspruchung während längerer oder anstrengender Fahrten wahrnehmen und mit einem angepassten, verkehrssicheren Verhalten reagieren.

Driving ability of neurological patients – an investigation using hepatic encephalopathy as an example

Psychometric test methods or a driving test with an accompanying driving instructor are often not sufficient to predict the inappropriate behaviour of drivers with neurological diseases in road traffic.

The aim of the current investigation was to identify criteria concerning neuropsychological dysfunctions for a real driving test by performing test drives on a separated test range and

comparing the actual driving performance with the results of a computerised, psychometric test battery. Patients with hepatic encephalopathy (HE) were selected as test persons, as they already show many of the dysfunctions that are typical for neurological diseases in the early stages of their illness.

It had previously not been determined from what stage of HE onwards the expected neuropsychological dysfunctions are incompatible with the ability to drive. This issue was therefore investigated in the current study.

The current investigation was used to derive test-diagnostic recommendations as well as recommendations for evaluating the driving ability of patients with hepatic encephalopathy.

All test methods used indicated that performance deficits with regard to parameters relevant for traffic safety increase with the advance of the disease. This is reflected in the driving ability evaluations.

Beginning with the state of minimum HE affliction, patients tend to overestimate their ability to drive very strongly. The worst results were obtained during actual drives. The traffic safety performance during the driving exercises as well as the evaluation of driving ability by a driving instructor show a clear decrease in driving ability compared to HE sufferers without clinical symptoms. Driving ability tests should therefore at least be performed from the state of minimal HE onwards.

In computerised psychometric tests, the number of driving ability approvals of patients with minimum HE affliction was comparable to that of patients without clinical symptoms. The judgements of the driving instructor led to fewer positive assessments. This might indicate that the computerised psychometric test method is not sensitive enough to detect the performance deficits of patients with minimum HE affliction. The performance of a practical driving test is therefore recommended for these patients. In addition, the self-assessment of the driver's own ability should be investigated. If the driving ability is in doubt, insufficient self-assessment should lead to denial of the driving licence.

The proportion of HE patients without clinical symptoms who were classified as unsuitable by the driving instructor as well as by the results of the computerised psychometric test, is very small. It is

therefore questionable whether a driving ability test should be compulsory at this stage already. The patients assess their driving ability very critically – an important requirement for compensatory driving behaviour. It can therefore be assumed that these patients will notice a reduction in performance even when the effects are small or in the event of overload during long and stressful drives and respond with adapted, safe traffic behaviour.

Inhalt

1	Einleitung	7	4.3	Versuchsfahrt auf dem ADAC-Verkehrsübungs- gelände in Kaarst	28
1.1	Fahreignungsrelevante Faktoren bei neurologischen Erkrankungen ...	7	4.4	Auswertung der Fahraufgaben	28
1.2	Neuropsychologische Funktionen und ihr Einfluss auf das Fahr- vermögen	8	4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Fahraufgaben	40
1.3	Fahreignungsbeurteilung neurolo- gischer Patienten	9	4.5.1	Motorische Leistungen	41
			4.5.2	Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung	42
2	Theoretische Grundlagen	9	4.6	Einschätzung des Fahrlehrers	43
2.1	Hepatische Enzephalopathie	9	4.7	Auswertung der Computer- psychometrie	45
2.2	Untersuchungen und rechtliche Grundlagen zur Fahreignungs- beurteilung bei hepatischer Enzephalopathie	11	5	Zusammenhänge zwischen Realfahrt und Laborunter- suchungen	46
2.3	Entwicklung der Hypothesen zur vorliegenden Untersuchung	13	5.1	Statistische Verfahren	46
2.3.1	Hypothesen der vorliegenden Untersuchung	14	5.2	Faktorielle Struktur der Realfahrt- aufgaben	47
3	Methoden	15	5.3	Gruppenvergleiche der extrahierten Faktoren	49
3.1	Stichprobencharakterisierung	15	5.4	Korrelationen zwischen den Faktoren der Realfahrt und den Variablen der Laborunter- suchungen	50
3.2	Forschungsinstrumentarium	16	5.5	Zusammenhang zwischen den Faktoren der Realfahrt und den Eignungsurteilen (Psychometrie und Fahrlehrer)	53
3.2.1	Laboruntersuchungen	16	5.6	Zusammenhang zwischen dem Eignungsurteil des Fahrlehrers und dem psychometrischen Test- ergebnis	54
3.2.2	Fragebogen zur Erfassung persönlicher Daten	17	6	Diskussion	56
3.2.3	Die Real-Fahrt	17	6.1	Überprüfung der Unterschieds- hypothesen	57
3.2.3.1	Das Untersuchungsfahrzeug	17	6.2	Überprüfung der Zusammenhangs- hypothesen	58
3.2.3.2	Die Entwicklung der Fahraufgaben für die Realfahrt	17	6.3	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	59
3.2.3.3	Beschreibung der Fahraufgaben	20			
3.2.3.4	Beurteilungen des Fahrlehrers	24			
3.3	Versuchsplan	25			
3.4	Statistische Verfahren	25			
4	Ergebnisse	26			
4.1	Stichprobenbeschreibung	26			
4.2	Fahrbiografische Daten	26			

6.3.1	Empfehlungen zur Konzeption der Fahreignungstestung von neurologischen Patienten	59
6.3.2	Fahreignung von Patienten mit HE in Abhängigkeit des Krank- heitsstadiums	61
	Danksagung	63
	Literatur	63

1 Einleitung

Gehirn und Nervensystem des Menschen gehören wohl mit zu den erstaunlichsten Organen, die das Leben hervorgebracht hat. Das etwa 100 Milliarden Zellen umfassende komplexe Nervengewebe, verantwortlich für Wahrnehmung, Bewegung, Denken, Empfinden, Lernen und Erinnern, arbeitet mit großer Präzision. Voraussetzung dafür ist, dass die komplexe Struktur von Gehirn und Nervensystem intakt ist und die Stoffwechselprozesse störungsfrei ablaufen. Mögliche Unregelmäßigkeiten und Beeinträchtigungen in diesem komplizierten System können zwar bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden, doch dem sind Grenzen gesetzt. Wird die Hirnstruktur geschädigt oder treten schwere Störungen der elektrischen und biochemischen Vorgänge auf, führt dies häufig zu neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen, die auch einen Einfluss auf die Fahreignung ausüben können. Vor allem Störungen der visuellen Wahrnehmung und der Aufmerksamkeitsfunktionen können sich negativ auf ein sicheres Fahrverhalten auswirken. Wenn diese Leistungseinbußen von Persönlichkeitsveränderungen begleitet werden, kann auch die Möglichkeit, durch Kompensationsstrategien ein verantwortungsbewusstes, sicheres Fahren zu erzielen, eingeschränkt sein.

1.1 Fahreignungsrelevante Faktoren bei neurologischen Erkrankungen

Als die zwei häufigsten neurologischen Erkrankungen sind der Schlaganfall und das Schädel-Hirn-Trauma zu nennen.

Rund die Hälfte aller neurologisch erkrankten Patienten erlitt einen Schlaganfall. Je nachdem, welches Hirnareal dabei betroffen wurde, prägt sich ein spezifisches Störungsbild aus. In den häufigsten Fällen leiden diese Patienten an kortikalen Schädigungen, die die sensorische Verarbeitung oder gar höhere kognitive Prozesse, wie das planerische Denken, beeinträchtigen. Außerdem können durch den Schlaganfall subkortikale Strukturen betroffen sein. Ein Infarkt im Bereich der Basalganglien etwa kann hyper- oder hypokinetische Bewegungsstörungen bedingen. Eine Besonderheit in dieser Krankheitsgruppe stellt das Multi-Infarkt-Syndrom dar, da es aufgrund seines stark progressiven Verlaufs die Ausformung einer Demenz verursachen kann.

Der neurologisch häufigste Befund bei unter 40-Jährigen ist das Schädel-Hirn-Trauma. Hiervon betroffen sind meist Männer zwischen 15 und 30 Jahren. Schädel-Hirn-Traumen verursachen oftmals Schädigungen des Frontallappens. Gedeckte Schädel-Hirn-Traumen sind dabei häufig inferiorfrontal zu lokalisieren. Läsionen in diesem Bereich können zu Persönlichkeitsveränderungen mit gravierenden Folgen für das Verhalten im Straßenverkehr führen. Ungeduld, Reizbarkeit, Aggressivität und erhöhte Risikobereitschaft gefährden die Verkehrssicherheit ebenso wie ein durch die Persönlichkeitsveränderung ausgeformtes zu striktes regelkonformes Verhalten. Durch den bei einem Schädel-Hirn-Trauma oft nachfolgenden Contre-Coup-Effekt ist meist auch der okzipitale Kortex betroffen. Hierbei treten nicht selten visuelle Verarbeitungsstörungen auf. Zudem führen Vernarbungen nach einem Schädel-Hirn-Trauma häufig zu epileptischen Anfällen.

Im Hinblick auf demografische Entwicklungen sind für die Fahreignungsdiagnostik zudem mehr und mehr altersbedingte Demenzen relevant: In der Alterskohorte zwischen 65 und 70 Jahren sind bis zu 5 %, in der über 85-Jährigen bereits 25 % demenz.

Bezüglich der Fahreignungsbeurteilung haben die Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2000) eine Reihe von neurologischen Erkrankungen zufrieden stellend erfasst. Jedoch sind die daraus resultierenden neurologischen Funktionsstörungen und deren Einfluss auf die Fahreignung bislang nicht ausreichend beschrieben¹.

Das liegt zum einen daran, dass spezifische Krankheitsbilder fehlen – wie z. B. die hepatische Enzephalopathie oder das oben beschriebene Syndrom nach Schädigung des Frontallappens. Andererseits stellt sich in der Praxis die Frage, ob eine Unterteilung in verschiedene Erkrankungen des Zentralnervensystems (ZNS) in Bezug auf die Fahreignungsbegutachtung zielführend ist. Betrachtet man z. B. die Patientengruppen mit den höchsten Inzidenzen (Schlaganfall- und Infarktpatienten), wird schnell

¹ Die Überarbeitung und Weiterentwicklung der Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung wird von der BAST fortgeschrieben. Es ist u. a. geplant, das Kapitel 3.9 „Erkrankungen des Nervensystems“ auf Grundlage des aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes zu überarbeiten.

deutlich, dass man keine grundsätzlich abschließende Aussage zur Fahreignung treffen kann, nur weil ein Infarkt oder ein Schlaganfall diagnostiziert wurde. Es kommt vielmehr darauf an, welches Hirnareal betroffen ist und welche Funktionsstörung daraus resultiert. Bei diesen Patienten kann also nicht allein die Diagnose/Differentialdiagnose als Kriterium zur Fahreignungsbeurteilung herangezogen werden, da unabhängig von der Krankheitsätiologie die neuropsychologischen Funktionsausfälle einen wesentlichen Beurteilungsfaktor stellen. Leitlinien, die den Ärzten und Psychologen eine Hilfestellung zur Fahreignungsbegutachtung dieser Patienten geben können, sollten demnach die neuropsychologischen Funktionsstörungen verstärkt fokussieren, unabhängig von dem zugrunde liegenden Krankheitsbild.

Diesem Paradigmenwechsel stellt sich die vorliegende Untersuchung. Am Beispiel von Patienten mit hepatischer Enzephalopathie und ihren wie auch für viele ZNS-Erkrankungen oder -Schädigungen typischen neuropsychologischen Funktionsstörungen soll die Fahreignung überprüft werden. Diese Patientengruppe eignet sich besonders, da hier nicht weitere Folgeerscheinungen wie z. B. Lähmung oder Agnosien² auftreten, wohl aber mit Fortschreiten der Erkrankung eine zunehmende Anosognosie³ festgestellt werden kann, was eine negative Auswirkung auf die Selbsteinschätzung bezüglich des Autofahrens hat.

1.2 Neuropsychologische Funktionen und ihr Einfluss auf das Fahrvermögen

Neuropsychologische Funktionsstörungen können sich in unterschiedlichem Schweregrad als perzeptive (z. B. Gesichtsfeldausfall), kognitive (z. B. Aufmerksamkeits-, Gedächtnisdefizite), exekutive (z. B. Störungen höherer Informationsverarbeitung, Handlungsplanung) oder emotionale (z. B. gesteigerte Aggressivität, Persönlichkeitsstörung) Störungsmuster manifestieren. Im Folgenden wer-

den die Funktionsstörungen, die am häufigsten auftreten und die Fahreignung einschränken können, benannt.

Eine häufige Folge erworbener Hirnschäden sind cerebral bedingte Sehstörungen, wobei am häufigsten Gesichtsfeldausfälle diagnostiziert werden. So führt ein Posteriorinfarkt – ein Infarkt in der hinteren der drei Hauptarterien – oftmals zu einem Gesichtsfeldausfall (Läsion in Area 17 oder postchiasmatische Läsion), wobei die Größe des Ausfalls zwischen einem kleinen Feld bis hin zum halbseitigen Gesichtsfeld (Hemianopsie) variieren kann. Visuell-räumliche Störungen können zu fehlerhafter Distanzschätzung führen (Läsionen in Area 18/19). Visuo-konstruktive Störungen können sich auf das Spurhalten negativ auswirken (Läsion in Area 19). Selbst der Visus kann nach spezifischer Läsion der Area 17 vermindert sein, betrifft die Läsion das Areal, in dem die fovealen Sehnerven terminieren. Obwohl der zum Führen eines Kraftfahrzeuges erforderliche Visus in den Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung klar determiniert ist, sind kortikal bedingte Visuseinbußen, die also nicht durch eine Brille kompensiert werden können, nicht erfasst.

Kognitive Störungen, die als häufige Folge neurologischer Erkrankungen in Erscheinung treten, sind Störungen in der Informationsverarbeitung, wobei zumeist eine generelle Verlangsamung festzustellen ist. Folge dieser basalen, kognitiven Leistungsstörung können Aufmerksamkeits- und Gedächtnisdefizite – wobei für das sichere Fahren wohl vor allem das Kurzzeitgedächtnis und das Arbeitsgedächtnis relevant sind – sein. Eine verlangsamte Informationsverarbeitung allein muss aber noch nicht die Fahreignung ausschließen. Hier spielt es auch eine Rolle, ob der Patient das Autofahren erst erlernen muss oder ob er bereits vor seiner Erkrankung über ausreichend Fahrpraxis verfügte. Kontrollierte Verarbeitung ist langsam, seriell, anstrengend und erfordert ein hohes Maß an Aufmerksamkeitskapazität, wohingegen automatisch ablaufende Informationsprozesse schnell, parallel und mit einem geringen Maß an Aufmerksamkeitskapazität ablaufen. Hierauf sollte auch bei der Fahreignungsuntersuchung von neurologischen Patienten – zumeist mittels neuropsychologischer Testverfahren – geachtet werden, zudem psychometrische Testergebnisse nicht unbedingt die Ergebnisse einer Realfahrt widerspiegeln (HANNEN, 1998). Ein großer Unterschied zwischen der Durchführung psychometrischer Tests und dem Autofahren liegt in

² Teilweise oder vollkommene Unfähigkeit, sensorische Reize wahrzunehmen, nicht bedingt durch einen Defekt elementarer Empfindungen oder durch ein erniedrigtes Vigilanzniveau

³ Unfähigkeit eine Krankheit oder ein körperliches Defizit zur Kenntnis zu nehmen

der Übungszeit und Erfahrung der Patienten. Autofahren unterliegt einem automatischen Prozess, wobei viele Leistungen zu Routineaufgaben geworden sind, wohingegen die Durchführung neuropsychologischer Tests oder die künstliche Situation am Fahrsimulator nicht routiniert sind.

Als letzte Gruppe fahreignungsrelevanter neuropsychologischer Störungen sollen hier die Persönlichkeitsstörungen aufgeführt werden. Meist bedingt durch progressive Krankheitsverläufe, aber auch durch Schädigung spezifischer Hirnareale, kann eine Persönlichkeitsstörung zu gravierendem Fehlverhalten in Bezug auf eine sichere Verkehrsteilnahme führen, wie z. B. eine verminderte Impulskontrolle nach Frontalhirnläsionen. Vor allem Patienten, die an einer Anosognosie (besonders stark ausgeprägt nach rechtshemisphärischen oder frontalen Läsionen) gekoppelt mit visuellen Störungen leiden, können einen großen Gefahrenfaktor im Straßenverkehr stellen. Bei dieser Patientengruppe sollte das Testverfahren zur Fahreignungsüberprüfung wohl überlegt sein. Psychometrische Testverfahren oder eine von einem Fahrlehrer begleitete Fahrprobe reichen oftmals nicht aus, um ein Fehlverhalten im Straßenverkehr zu prognostizieren, wenn die Persönlichkeitsstörung nur in bestimmten, kritischen Situationen zu Tage tritt. Labortests sollten zur Fahreignungsprüfung nur eingesetzt werden, wenn sie über ein hohes Maß an externer Validität verfügen. Je mehr diese Verfahren die Realität abbilden und testen können, desto eher sollten sie einer Realfahreignungsprüfung vorzuziehen sein. Denn mit dem Einsatz standardisierter Labor- oder Simulatortests können eine bessere Bedingungskontrolle und somit eine höhere interne Validität und Reliabilität erzielt werden als bei der Durchführung von Realfahrten.

1.3 Fahreignungsbeurteilung neurologischer Patienten

Wie bereits angedeutet ist es keine leichte Aufgabe, die Fahreignung nach einer Hirnschädigung zu beurteilen. Die neuropsychologische Testdiagnostik hat nur eine begrenzte Aussagekraft hinsichtlich der Fahreignung, und die praktische Fahrprobe beinhaltet keine standardisierten Gefahrensituationen, sodass eine hirnschädigungsbedingte Reaktionsverlangsamung hier nicht erfasst werden kann (NIEMANN & DÖHNER, 1999; HARTJE, 2001). In welcher Weise eine Fahreignungsbeurteilung vor-

genommen werden soll, bleibt bislang weitgehend offen und muss im Einzelfall entschieden werden, wobei die Entscheidung zur Untersuchung der Verantwortung des einzelnen Kraftfahrers überlassen wird: Nach § 2 der Fahrerlaubnisverordnung (FeV) sind sowohl der Bewerber als auch der Inhaber einer Fahrerlaubnis verpflichtet, eigenverantwortlich Vorsorge zu treffen, dass er sich und andere nicht gefährdet. Ärzte sind zwar verpflichtet, ihre Patienten über die jeweilige Problematik zu informieren und hinsichtlich des weiteren Vorgehens zu beraten, doch unterliegen sie letztlich der Schweigepflicht, und eine grundsätzliche Meldepflicht besteht nicht (BURGARD et al., 2004). Follow-up-Untersuchungen zeigen, dass ca. 30-50 % der neurologischen Patienten ohne vorherige Fahreignungsbegutachtung wieder Auto fahren (DETTMERS, 2001; HANNEN et al., 1991), was gerade bei der nach Hirnschädigungen nicht immer gegebenen adäquaten Selbsteinschätzung gravierende Folgen haben kann. Vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung und einer zunehmenden Motorisierung wird die Relevanz der Fahreignungsdiskussion nach altersbedingten Erkrankungen wie dem Schlaganfall deutlich. Während jedes Jahr ca. 500.000 Menschen einen Schlaganfall oder eine Gehirnblutung erleiden, leben insgesamt ca. eine Million Menschen in Deutschland mit den Folgen einer Hirnschädigung.

Gemessen an der Bedeutsamkeit dieser Problematik gibt es bislang nur wenig Forschung auf diesem Sektor. Zudem ist der neuropsychologische Faktor selten Untersuchungsgegenstand im Bereich der Unfall- und Sicherheitsforschung.

Die vorliegende Arbeit widmet sich daher der Fragestellung nach der Fahreignungsbeurteilung neurologischer Patienten am Beispiel der hepatischen Enzephalopathie und rückt auch die Testdiagnostik in den Untersuchungsfokus.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Hepatische Enzephalopathie

In Deutschland leiden ca. 1,5-2,5 Millionen Menschen an einer chronischen Lebererkrankung. Davon haben ca. 300.000 eine gesicherte Leberzirrhose. Schätzungen gehen jedoch von annähernd 1 Million Menschen mit einer Leberzirrhose in Deutschland aus. Ein Großteil – ca. 65 % –

dieser Erkrankungen sind alkoholtoxisch induziert. Darüber hinaus sind derzeit in Deutschland ca. 500.000 Patienten an einer Hepatitis C und ca. 200.000 Patienten an einer Hepatitis B erkrankt. Beide Erkrankungen können sich, wenn es nicht gelingt, das Virus zu eliminieren, chronifizieren. Dies kann im Verlaufe von Jahren zur Fibrosierung und schließlich zur Zirrhose der Leber führen, was eine neurologische Leistungsverminderung bedingen kann.

Neurologische Komplikationen, hier vor allem neuropsychologische Leistungseinbußen, die Auswirkungen auf die Fahreignung der Patienten haben können, ergeben sich durch die Ausprägung einer hepatischen Enzephalopathie.

Die hepatische Enzephalopathie (HE) ist eine häufige extrahepatische Komplikation bei chronischen Leberkrankheiten. Die kranke Leber kann das im Stoffwechsel anfallende Ammoniak und andere Toxine nicht mehr effizient aus dem Blut eliminieren, womit das toxische Ammoniak in hoher Konzentration in das Gehirn gelangt, was primär zu einer Störung der Astrozytenfunktion im Sinne einer Hydratationsstörung mit nachfolgender neuronaler Dysfunktion führt (BUTTERWORTH, 1994; COPPER & PLUM, 1987).

Die Symptome einer HE reichen von minimalen Beeinträchtigungen des Bewusstseins, der Persönlichkeit oder subtilen Störungen der intellektuellen Fähigkeit bis hin zu schweren Verwirrheitszuständen und zum Koma. Die neuropsychologischen Störungen im Rahmen einer HE gehen sowohl mit einer Beeinträchtigung perzeptiver und/oder kognitiver Funktionen als auch mit Veränderungen der Persönlichkeit und des Bewusstseins einher. Häufige Auffälligkeiten und klinische Symptome sind: verminderte visuelle Selektionsleistung, ungenauere Wahrnehmung visueller Zeichen, verlängerte

Reaktionszeiten, Dissimulationsneigung, verschlechterte Selbstkontrolle und Eigenkritikfähigkeit, reduzierte affektive Belastbarkeit, teils auch Tendenz zu vorsichtsbetonten Verhaltensweisen. Recht uniforme Symptome insbesondere einer manifesten HE bei kompensierten Zirrhosen sind eine schnelle Ermüdbarkeit, eine verringerte Daueraufmerksamkeit und eine Reduktion der Vigilanz dieser Patienten (BLEI & CORDOBA, 1996; ELSASS et al., 1987).

Das Krankheitsstadium wird anhand der klinischen Symptomatik und der Ergebnisse aus psychometrischen Testverfahren bestimmt. Sowohl klinisch als auch neurologisch unauffällige Patienten mit zirrhotischer Lebererkrankung, die auch unauffällige psychometrische Testergebnisse in der HE-Diagnostik erzielen, werden dem Krankheitsstadium HE0 – keine HE – zugeordnet. Basierend auf den West-Haven-Kriterien⁴ unter Einbezug psychometrischer Testverfahren (z. B. der in dieser Untersuchung angewandte PSE-Summenscore⁵; ENNEN et al., 1994) kann die hepatische Enzephalopathie in fünf Stadien unterteilt werden (s. Tabelle 1).

Die Grenzen zwischen diesen Stadien sind fließend, was die Eingruppierung des einzelnen Patienten erschwert. Vor allem sollte ein besonderes Augenmerk auf die Frühdiagnose der hepatischen Enzephalopathie gelegt werden, um rechtzeitig therapeutische Maßnahmen in die Wege leiten zu können, sodass ein Fortschreiten in höhergradige Stadien frühzeitig verhindert werden kann. Hierzu stehen einige wirksame und gut verträgliche Medikamente wie Ornithin-Aspartat oder Lactulose zur Verfügung (HELD et al., 1996; KIRCHEIS et al., 1997).

Betrachtet man die Symptomatik der verschiedenen HE-Krankheitsstadien, wird schnell ersichtlich, dass die höheren HE-Stadien eine Fahreignung per se ausschließen (Tabelle 1). Die verkehrsrechtliche Fragestellung nach der Zusprennung der Fahreignung von Patienten mit hepatischer Enzephalopathie stellt sich vornehmlich bei der Gruppe von Leberpatienten, die in der klinischen Anamnese unauffällige Befunde aufweisen.

1970 wurde zum ersten Mal über die latente hepatische Enzephalopathie berichtet. Dieses Stadium der Latenz der hepatischen Enzephalopathie wird definiert als eine zerebrale Funktionsstörung bei Leberzirrotikern, bei der man trotz des Fehlens von klinisch eindeutigen neurologischen Zeichen in psychometrischen Testverfahren auffällige Tester-

⁴ Die Diagnose der manifesten hepatischen Enzephalopathie erfolgt anhand des klinischen Bildes, wobei die Stadieneinteilung entsprechend den West-Haven-Kriterien (Bewusstseinsgrad, intellektuelle Kapazität, neurologische Defizite) vorgenommen wird. Als derzeitiger Standard zur Diagnostik der minimalen hepatischen Enzephalopathie wird die Anwendung des PSE-Scores empfohlen.

⁵ Der PSE-Summenscore besteht aus fünf Variablen der psychometrischen Untertests: Zahlenverbindungstest-A und -B, Liniennachfahrttest (Zeit und Fehler), Test „Kreise- Punktieren“ und Zahlensymbol-Test und erlaubt eine gezielte mHE-Diagnostik (WEISSENBORN, 2002). Die Scores aller Untertests werden addiert zum PSE-Summenscore.

Krankheitsstadium	Symptomatik
HE0	<ul style="list-style-type: none"> • klinisch und neurologisch unauffällig • keine bzw. nur in einem psychometrischen Test auffällige Ergebnisse
mHE	<ul style="list-style-type: none"> • klinisch und neurologisch unauffällig • in mindestens zwei der psychometrischen Tests auffällige Ergebnisse
HE1	<ul style="list-style-type: none"> • vermehrtes Schlafbedürfnis • deutliche Antriebsstörung • Abnahme der intellektuellen Leistungsfähigkeit • Störungen der Feinmotorik • verlangsamter Bewegungsablauf
HE2	<ul style="list-style-type: none"> • Apathie subtile Persönlichkeitsveränderungen • psychomotorische Verlangsamung • Orientierungs-, Gedächtnisstörungen • Verarmung des Gefühlslebens • feinschlägiges Händezittern • erhöhte Muskelspannung
HE3	<ul style="list-style-type: none"> • Praekoma, Somnoleszens • Orientierungsverlust, Verwirrtheit • verminderte Reaktion auf Schmerzreize • erhöhte Muskelspannung bis hin zur „Muskelsteife“ (Spastik) • Stuhl- und Harninkontinenz • Gang- und Standunsicherheit
HE4	<ul style="list-style-type: none"> • Bewusstlosigkeit bis zum Koma

Tab. 1: Symptomatische Ausprägungen der Krankheitsstadien bei hepatischer Enzephalopathie⁶

gebnisse findet. Derzeit besteht allerdings kein Konsens über ein diagnostisches Standardverfahren. Diese Ausprägung der hepatischen Enzephalopathie wird im Folgenden als minimal hepatische Enzephalopathie (mHE) bezeichnet. Patienten mit einer mHE berichten über allmählich fortschreitende Aufmerksamkeits- und Konzentrationschwächen oder Gedächtniseinbußen, die über das gewöhnliche und bisher bekannte individuelle Maß hinausgehen. Dazu können sich eine Abnahme der Reaktionsfähigkeit, Antriebsstörungen oder leichte feinmotorische Störungen gesellen, die die Lebensqualität und den Alltag der Patienten merklich beeinflussen können.

Geht man nur von der bekannten Zahl der gescherten Leberzirrhotiker aus, sind ca. 100.000 bis

200.000 Menschen in Deutschland mit den Folgen einer minimalen HE konfrontiert, den oben angegebenen Schätzungen nach müsste die Anzahl allerdings eine halbe Million betragen. Die Fahreignungsrelevanz dieses Krankheitsbildes ist bislang nicht geklärt. Verschiedene Untersuchungen kamen zu unterschiedlichen, sich teilweise widersprechenden Ergebnissen, wie im folgenden Kapitel beschrieben wird.

2.2 Untersuchungen und rechtliche Grundlagen zur Fahreignungsbeurteilung bei hepatischer Enzephalopathie

Bereits die Befunde aus der ärztlichen Praxis, die mittels psychometrischer Verfahren Leistungseinbußen bei neurologischen Erkrankungen aufdecken, geben Hinweise in Bezug auf die Fahreignung. Kognitive Leistungsdefizite werden insbesondere im Bereich der Aufmerksamkeit und Konzentration, die von wesentlicher Bedeutung fürverkehrssicherheitsrelevante Leistungen sind, evident. Jedoch wurde der Einfluss neuropsychologischer Symptome bei Patienten mit einer Leberzirrhose auf das Fahrverhalten bislang nur in wenigen Untersuchungen beschrieben.

Zunächst deuteten die Studienergebnisse darauf hin, dass die Genese der Lebererkrankung selbst einen Einfluss auf kognitive Leistungen und somit auch auf ein sicheres Fahrvermögen haben kann (SCHOMERUS et al., 1981). So erzielten Patienten mit einer alkoholtoxisch bedingten Leberzirrhose eine schlechtere Prognose in Bezug auf die Fahreignung als Patienten mit einer nicht-alkoholtoxisch bedingten Zirrhose. In dieser Untersuchung wurden insgesamt nur 15 % der untersuchten Zirrhosepatienten als fahrgerecht eingestuft und bei ihnen war die Ursache der Lebererkrankung nicht alkoholtoxisch bedingt.

Diesem Ursachenzusammenhang eines Einflusses einer alkoholtoxischen Genese wurde in weiteren Studien widersprochen. Der Fokus der Untersuchungen wurde auf den Krankheitsverlauf mit seiner Ausprägung auf neuropsychologische fahreignungsrelevante Faktoren gerichtet. Eine sensitivere HE-Diagnostik sollte die Schwelle zwischen fahrgerecht und ungeeignet ermitteln.

⁶ Eine Einteilung in klinisch Unauffällige (HE0) und minimal HE-Erkrankte (mHE) erfolgte nach AMODIO et al. (2004).

WATANABE et al. (1995) untersuchten Patienten mit einer kompensierten Leberzirrhose mittels neu-

ropsychologischer Testverfahren in Bezug auf ihre Fahreignung. Diese Patienten sind klinisch stabil und unauffällig. Ihren kognitiven Leistungen entsprechend können sie dem Krankheitsstadium HE0 oder mHE zugeordnet werden. Die Untersuchungsergebnisse zeigten einen Zusammenhang zwischen dem Krankheitsstadium und der Fahreignungszusprechung. Während zwei Drittel aller Patienten (HE0, mHE) als fahrgerecht beurteilt wurden, erzielte nur knapp die Hälfte der mHE-Patienten dieses Ergebnis. Unterschiede zwischen Zirrhotikern mit und ohne alkoholtoxische Genese ihrer Lebererkrankung ergaben sich nicht. Auch in weiteren Untersuchungen wurden keine Unterschiede in den psychometrischen Leistungen zwischen Zirrhotikern mit und ohne alkoholische Genese ihrer Lebererkrankung gefunden (SCHOMERUS et al., 1998; EDWIN et al., 1999; McCREA et al., 1996).

Bislang existieren nur zwei Real-Fahrt-Studien, die zu einer unterschiedlichen Bewertung des Einflusses einer mHE auf die Fahreignung kommen.

SRIVASTAVA et al. (1994) nutzten zunächst eine neuropsychologische Testbatterie, um die mHE zu diagnostizieren und von Leberzirrhotikern mit unauffälligen neuropsychologischen Testergebnissen (HE0) zu unterscheiden. In den anschließenden Simulations- und Realfahrten zeigten sich allerdings keine Unterschiede in den Fahrleistungen von Zirrhosepatienten (HE0 und mHE) im Vergleich zu der gesunden Kontrollgruppe.

Zu einem anderen Schluss führten die Ergebnisse einer jüngeren Studie mit einer größeren Anzahl von Patienten mit einer Leberzirrhose, die entweder keine (HE0) oder nur eine minimale Ausprägung (mHE) der HE aufwies (WEIN et al., 2004). Innerhalb einer einstündigen Stadt- und Autobahnfahrt beurteilte der beisitzende Fahrlehrer nach standardisierten Kriterien das Fahrvermögen der Testpersonen. Patienten mit einer diagnostizierten mHE erzielten signifikant schlechtere Ergebnisse als Patienten ohne mHE. Innerhalb dieser Studie wurden aber auch Testwerte in einem abgeschlossenen Gelände erhoben, die keine Unterschiede in den Leistungen dieser Patientengruppen zeigten. Allerdings wurde diese geschlossene Kursfahrt nicht näher beschrieben.

Die Zahl dieser Studien ist sehr gering und zudem zeigen ihre jeweiligen Ergebnisse ein heterogenes Bild bezüglich der Beurteilung der Fahreignung von Patienten mit einer Leberzirrhose. Konkrete gesetzliche Richtlinien oder Verordnungen zur Fahreig-

nungsbeurteilung von Patienten mit Leberzirrhosen und neuropsychologischen Auffälligkeiten existieren bislang nicht. So werden die hepatische Enzephalopathie und ihre möglichen Auswirkungen auf ein verkehrssicheres Verhalten in den „Begutachtungs-Leitlinien zur Krafftahereignung“ (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2000) auch nicht beschrieben. Lediglich in dem Kapitel 3.11.2 „Alkoholabhängigkeit“ wird auf einen alkoholtoxisch bedingten chronischen Leberschaden hingewiesen, wobei hier aber die Leberdiagnostik zur Überprüfung eines Abstinenznachweises im Vordergrund steht.

So heißt es:

„Hierzu sind regelmäßige ärztliche Untersuchungen erforderlich einschließlich der relevanten Labordiagnostik, unter anderen Gamma-GT, GOT, GPT, MCV, CDT und Triglyzeride. Bei Verdacht auf chronischen Leberschaden, z. B. nach langjährigem Alkoholmissbrauch, nach Hepatitis oder bei anderen relevanten Erkrankungen ist die Labordiagnostik entsprechend zu erweitern. Die besonderen Anforderungen und Risiken für die Fahrer der Klasse 2 sind gemäß Anlage 5 zur Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) zu berücksichtigen“.

In Anlage 5 Nr. 2 FeV werden besondere Anforderungen an Fahrerlaubnisinhaber der Klassen D, D1, DE, D1E sowie an Fahrgastbeförderer gestellt. Zur Erteilung sowie zur Verlängerung (hier ab einem Lebensalter von 50 bzw. 60 Jahren) dieser Fahrerlaubnisse müssen die Bewerber bestimmte Leistungen in wissenschaftlich standardisierten und unter Aspekten der Verkehrssicherheit validierten Testverfahren erbringen.

Diese Leistungsbereiche – optische Orientierung, Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und Belastbarkeit – stehen im Einklang mit den in Kapitel 2.5 der Begutachtungs-Leitlinien zur Krafftahereignung beschriebenen „Anforderungen an die psychische Leistungsfähigkeit“. Für die eingesetzten Testverfahren werden hier zudem Grenzwerte in Form von altersunabhängigen Prozenträngen für Führerscheininhaber der Gruppe 1⁷ und Gruppe 2⁸ definiert. Während für

⁷ Gruppe 1: Führer von Fahrzeugen der Klassen A, A1, B, BE, M, L und T

⁸ Gruppe 2: Führer von Fahrzeugen der Klassen C, C1, CE, C1E, D, DE, D1E und Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung

Gruppe 1 in allen eingesetzten Leistungstests mindestens der Prozentrang 16 erreicht sein muss, gilt für Gruppe 2 die erhöhte Anforderung, dass in der Mehrzahl der eingesetzten Verfahren mindestens der Prozentrang 33 und in den relevanten Verfahren mindestens der Prozentrang 16 erreicht werden muss. Wie viele Testverfahren eingesetzt werden sollen oder welche von diesen die relevanten sind, ist nicht beschrieben. Ebenso werden Kompensationsmöglichkeiten bei Grenzwertunterschreitungen durch weitere Testverfahren nicht konkretisiert. Hier heißt es für die Gruppe 1: „Grenzwertunterschreitungen sind zwar nicht als situationsbedingt anzusehen, werden aber durch stabile Leistungen in den anderen Verfahren ausgeglichen, sodass eine Mängelkumulation ausgeschlossen ist.“ Ausnahmen für Minderleistungen bei Gruppe 2 können erteilt werden, wenn in einzelnen Untertests Kompensationsmöglichkeiten gegeben sind und wenn eine Mängelkumulation ausgeschlossen ist.

Insgesamt ist die Beurteilung der Fahreignung von Patienten mit neuropsychologischen Störungen jedoch unstandardisiert, und da die oben beschriebenen Studien neben der heterogenen Ergebnislage teilweise eingeschränkte methodische Untersuchungsdesigns aufweisen, ist der Auswahl der Testverfahren für die vorliegende Untersuchung ein eigenes Kapitel gewidmet (Kapitel 3.2).

2.3 Entwicklung der Hypothesen zur vorliegenden Untersuchung

Trotz der Verfügbarkeit einer Vielzahl von Tests – sowohl Paper-Pencil-Tests als auch verschiedener technischer oder computergestützter Verfahren – herrscht in der Beurteilung der Fahreignung bei Patienten mit neuropsychologischen Leistungsstörungen eine erhebliche Unsicherheit.

Eine differentialdiagnostische Untersuchung bei Patienten mit einer hepatischen Enzephalopathie allein kann nicht als ausreichendes Kriterium zur Fahreignungsbeurteilung angesehen werden. Wie bereits angesprochen bedient sich die HE-Diagnostik der West-Haven-Kriterien und des PSE-Summenscores. Das Hauptproblem der PSE-Testbatterie ist jedoch, dass alle Untertests die gleichen basalen, perceptiven (visuell-räumlich) und kognitiven oder psychomotorischen Funktionseinschränkungen reflektieren. Die Gesamtheit der neuropsychologischen Störungen einer HE wird somit durch diese Tests nicht erfasst. Defizite dieser Paper-

Pencil-Tests werden insbesondere in basalen Anforderungsbereichen wie der Aufmerksamkeit und Konzentration, die von wesentlicher Bedeutung für verkehrssicherheitsrelevante Leistungen sind, evident. Zudem liegen bislang keine validen Untersuchungsergebnisse über die basalen neuropsychologischen Funktionsstörungen von HE-Patienten vor, wodurch eine Klassifizierung und Bewertung dieser speziellen Patientengruppe in Bezug auf ihre Fahreignung erschwert werden. Eine homogene Fahreignungsbeurteilung auf der Grundlage der in der ärztlichen Praxis eingesetzten Testverfahren ist ebenfalls nicht gegeben, da die Ärzte oder anderes Klinikpersonal nicht nach einem einheitlichen Anleitungsmodus vorgehen.

Blicken wir daher nun über den Rand der ärztlichen Fahreignungsbegutachtung und wenden uns der Testdiagnostik der bundesdeutschen Begutachtungsstellen für Fahreignung zu, die pro Jahr rund 112.000 Klienten untersuchen (KNOCHE, 2006). Hier wird im Rahmen medizinisch-psychologischer Untersuchungen (MPU) eine Reihe von psychometrischen Testverfahren eingesetzt, die inzwischen weitgehend standardisiert und validiert sind.

Daher wurde in der vorliegenden Untersuchung neben den Paper-Pencil-Tests oder anderen in der ärztlichen Praxis verwandten psychometrischen Tests zur Fahreignungsprüfung die verkehrspsychologische Testbatterie nach SCHUHFRIED verwandt, welche als Testverfahren im Rahmen der Anlage 5 (2) FeV in allen Bundesländern anerkannt ist und auch im Rahmen einer MPU eingesetzt wird.

Verschiedene Studien zeigten jedoch, dass psychometrische Tests nur in begrenztem Maße eine Vorhersage der Fahrleistungen in einer standardisierten Fahrverhaltensprobe ermöglichen (HARTJE et al., 1991a). Entsprechende Ergebnisse finden sich bei HANNEN et al. (1998), NIEMANN und DÖHNER (1999), van ZOMEREN et al. (1987), van ZOMEREN et al. (1988) und BROUWER et al. (1990). Aus diesem Grund wird von mehreren Autoren zusätzlich die Durchführung einer Fahrverhaltensprobe zur Fahreignungsbeurteilung empfohlen (BARTHELMESS 1974; BROUWER et al., 1990; JONES et al., 1983; WILSON & SMITH, 1983; van WOLFFELAAR, 1988). Als problematisch bei einer praktischen Fahrverhaltensprobe erweist sich jedoch, dass nur ein Teil sicherheitsrelevanter Verhaltensweisen geprüft werden kann und eine Konfrontation mit riskanten Verkehrssituationen nicht gegeben ist. In einer Diskussionsrunde mit

Fachärzten aus den Gebieten der Hepatologie und Neurologie sowie Neuropsychologen und Testentwicklern für computerisierte Testverfahren, die der vorliegenden Untersuchung vorausging, wurde deutlich, dass selbst innerhalb einer standardisierten Fahrprobe die Mangleistungen von perceptiven, kognitiven und vor allem emotionalen Funktionen nicht umfassend detektiert werden können. Daher wurden für die Realfahrt in einem abgesperrten Gelände standardisierte Fahrleistungsaufgaben konzipiert. Um die bei neurologischen Patienten oftmals geminderte Belastungs- und somit auch Fahrleistungsgrenze zu ermitteln, wurden in einige Fahraufgaben verdeckte oder offene Dual-Task-Elemente⁹ integriert. Das zugrunde liegende Konzept und die daraus resultierende Ableitung der einzelnen Fahraufgaben sind im Methodenteil Kapitel 3.2.3.2 beschrieben. Um eine weitere Einschätzung der Fahreignung der jeweiligen Probanden zu gewinnen, wurden die Fahrlehrerbemerkungen nach definierten Kriterien ausgewertet. Das Fahrverhalten in kritischen Situationen ohne reale Gefährdung sollte zudem mit dem Einsatz eines Fahr-simulators getestet werden.

2.3.1 Hypothesen der vorliegenden Untersuchung

Die in der Praxis verwandten Verfahren (psychometrische Testverfahren und Realfahrtprobe) zur Überprüfung der Fahreignung neurologischer Patienten sollen in der vorliegenden Untersuchung verglichen werden. Als Untersuchungsklientel wurden Patienten mit einer hepatischen Enzephalopathie ausgewählt. Eine zentrale Fragestellung ist hierbei, ab welchem Krankheitsgrad der HE eine Fahreignung nicht mehr gegeben ist (Unterschiedshypo-

thesen). Weiterhin soll untersucht werden, ob die in dieser Untersuchung eingesetzten Verfahren (psychometrische Testverfahren, Leistungsprofil der Realfahrt, Fahrlehrerbeurteilung) in ihren Ergebnissen mit der Fahreignungsbeurteilung übereinstimmen (Zusammenhangshypothesen).

Unterschiedshypothesen

1. Die Leistungen der Versuchsgruppen unterscheiden sich in Abhängigkeit vom Krankheitsgrad der HE in den Realfahraufgaben.
2. Die Leistungen der Versuchsgruppen unterscheiden sich in Abhängigkeit vom Krankheitsgrad der HE in den psychometrischen Testverfahren.
3. Die Fahrlehrerbeurteilungen zur Fahreignung unterscheiden sich in Abhängigkeit vom Krankheitsgrad der HE.

Zusammenhangshypothesen

In weiteren Analysen sollen die Zusammenhänge der verwandten Testverfahren berechnet werden.

4. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der einzelnen Subtests der Laboruntersuchungen¹⁰ (klinische und psychometrische) und den Ergebnissen der Realfahrtaufgaben: Eine negative Eignungsbeurteilung aufgrund psychometrischer Testergebnisse geht einher mit einem defizitären Leistungsprofil in der Realfahrt. Die klinisch erhobenen Daten zeigen einen Zusammenhang zu dem Leistungsprofil der Realfahrt.
5. Die Fahrlehrerbeurteilung der Fahreignung spiegelt sich im Leistungsprofil der Realfahrtaufgaben: Eine negative Eignungsbeurteilung geht einher mit einem defizitären Leistungsprofil in der Realfahrt.
6. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den psychometrischen Ergebnissen und den Eignungsbeurteilungen des Fahrlehrers: Eine negative Eignungsbeurteilung aufgrund psychometrischer Testergebnisse geht einher mit einer negativen Eignungsbeurteilung des Fahrlehrers.

⁹ Das Dual-Task-Paradigma ist eine häufig genutzte Methode in der kognitiven Psychologie zur Überprüfung und Evaluation von Automatisierungsgraden, Hemisphärenlokalisationen von zerebralen Loci und kognitiver Interferenz zweier Prozesse. Diese Methode dient z. B. der Überprüfung der Aufmerksamkeitskapazität. Indem zwei Aufgaben gleichzeitig ausgeführt werden und der Anspruch in der Erstaufgabe konstant gehalten wird, ist die Leistung in der Zweitaufgabe ein Gradmesser für die verbleibenden kognitiven Ressourcen.

¹⁰ Unter dem Begriff Laboruntersuchungen werden sowohl die klinischen als auch die psychometrischen Untersuchungen der Universitätsklinik Düsseldorf zusammengefasst. In Kapitel 3.2 werden die psychometrischen Verfahren (Computerpsychometrie) und die Erhebung der klinischen Daten (Blutuntersuchung, Flimmerverschmelzungsfrequenz) beschrieben.

3 Methoden

3.1 Stichprobencharakterisierung

In Kooperation mit der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie (Direktor: Prof. Dr. Häussinger) der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wurden in dem Zeitraum von Mai 2003 bis Juni 2005 unter der Leitung von Herrn Dr. med. Kircheis Patienten mit Leberzirrhosen, die einem der oben genannten HE-Stadien entsprechen (HE0, mHE, oHE¹¹) als Versuchspersonen akquiriert.

Die Versuchsgruppe der gesunden Kontrollpersonen (KG) wurde durch Ausschreibung auf der Universitätshomepage sowie durch Plakatierung in öffentlichen Einrichtungen geworben. Bei der Auswahl der Kontrollgruppe wurde auf eine mit den Patientengruppen vergleichbare Alters- und Geschlechterverteilung geachtet. Bei einigen Probanden der Kontrollgruppe wurde mittels der durchgeführten Eingangsuntersuchungen eine Fettleber diagnostiziert, womit sie als gesunde Kontrollpersonen ausgeschlossen werden mussten. Probanden, bei denen eine Steatohepatose (Fettleber) festgestellt wurde, bildeten eine eigene Versuchsgruppe (SH), die getrennt von den Zirrhosepatienten und den gesunden Kontrollen ausgewertet wurde.

Alle Versuchspersonen mussten sich zu Beginn der Studie einer ärztlichen Untersuchung unterziehen, bei welcher klinische, neurologische und biochemische Parameter erhoben wurden. Die Routineblutuntersuchung wurde zur Bestimmung folgender Parameter vorgenommen: Na⁺, K⁺, Cl⁻, Kreatinin, Harnstoff, N-Harnstoff, Gamma-GT, AST (GOT), ALT (GPT), AP, ACTH, Gesamt-Eiweiß, Albumin, Bilirubin, Quick, PTT, Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten, NH3-TP ohne Proteinbelastung.

Die Untersuchung diente der Überprüfung zum Einschluss eines Probanden in die Studie. Der Proband durfte zudem keines der folgenden Ausschlusskriterien erfüllen:

- Minderjährigkeit,

- nicht geschäftsfähige bzw. präkomatöse/komatöse Patienten (HE-Grad > 2),
- Vorliegen einer akuten alkoholischen Hepatitis,
- Vorliegen eines bekannten Alkohol-/Drogen- oder Medikamentenabusus,
- Vorliegen einer Schwangerschaft, einer Stillzeit sowie Teilnahme einer Patientin im gebärfähigen Alter ohne sichere Kontrazeption,
- Vorliegen anderer schwerer Grunderkrankungen wie dekompensierter Herzinsuffizienz, Niereninsuffizienz (Kreatinin > 3 mg/dl) bzw. akuter Stoffwechsellentgleisungen (z. B. dekompensierter Diabetes mellitus, dekompensierter Hypertonus etc.),
- Vorliegen anderer neurologischer oder psychischer Erkrankungen,
- weniger als 6 Wochen zurückliegende Oesophagusvarizenblutung bzw. Blutung im oberen Gastrointestinaltrakt,
- Vorliegen nicht korrigierbarer Elektrolytstörungen unter Diuretikagabe,
- weniger als 10 Tage zurückliegende Einnahme folgender Präparate:
BCAA, schwer resorbierbare Antibiotika, Benzodiazepine, Benzodiazepinantagonisten, Kortikosteroide, Interferone, Zink, Wismutpräparate, Psychopharmaka, Sedativa, Neuroleptika, Psychostimulantien, Antidepressiva,
- Teilnahme an einer anderen Arzneimittelstudie innerhalb der letzten 30 Tage,
- Personen, die niemals eine Fahrerlaubnis erworben haben.

Nach Überprüfung der Ausschlusskriterien und Auswertung aller Laboruntersuchungen konnten die Patienten und die gesunden Kontrollpersonen mit Hilfe psychometrischer Testverfahren fünf Probandengruppen zugeordnet werden (wie in Kapitel 2.1 beschrieben). Die Häufigkeitsverteilung in den einzelnen Gruppen zeigt Tabelle 2.

Gesund	HE0	mHE	SH	oHE	N
48	10	27	10	14	109

Tab. 2: Verteilung der Versuchspersonen auf Patienten- und Kontrollgruppen

¹¹ In der oHE-Gruppe (overt HE) werden Patienten mit einer manifesten HE zusammengefasst, die zumeist dem Krankheitsgrad HE1, teilweise aber auch HE2 zuzuordnen sind.

3.2 Forschungsinstrumentarium

In diesem Kapitel werden die eingesetzten Verfahren – Fragebogen zur Erfassung persönlicher Daten, Laboruntersuchungen (Blutuntersuchung, Computerpsychometrie, Flimmerfrequenzanalysator¹²), Fahraufgaben auf definierter Strecke, Fahrlehrereinschätzung – beschrieben (s. Tabelle 3).

3.2.1 Laboruntersuchungen

Routineblutuntersuchung

Allen Probanden wurde zu Beginn der Untersuchung Blut entnommen. Das Blut wurde zur Bestimmung der in Tabelle 3 angeführten Parameter analysiert. Die Daten der Routineblutuntersuchung wurden ausschließlich in die Analyse der Zusammenhangshypothesen einbezogen.

Computerpsychometrie

Zur Fahreignungsbeurteilung wurden entsprechend den in den Begutachtungs-Leitlinien zur Krafftfahrereignung und den in Anlage 5 der FeV aufgeführten krafftfahrtspezifischen Leistungsbereichen folgende Untertest (s. Tabelle 4) der verkehrspsychologischen Testbatterie nach SCHUHFRIED ausgewählt.

Gemäß den Begutachtungs-Leitlinien zur Krafftfahrereignung wurde dann eine Fahreignung nach Gruppe 1 ausgesprochen, wenn in allen eingesetzten Leistungstests der Prozentrang 16, bezogen auf altersunabhängige Normwerte, erreicht wurde. Bei Grenzwertunterschreitungen in einem Test wurde dem Probanden auch dann das Urteil fahrgerecht gegeben, wenn er in den anderen Verfahren stabile Leistungen zeigte. Zur Auswertung der computerpsychometrischen Ergebnisse wurde das Bedienungsmanual von SCHUHFRIED herangezogen. Als maßgebliche Indikatoren zur Eignungsüberprüfung wird hier die Betrachtung der jeweiligen Hauptvariablen der eingesetzten Testverfahren empfohlen. Die Leistungsprofile der Nebenvariablen dienten der Falzifitätsüberprüfung und wurden ebenfalls zur Fahreignungsdiagnostik herangezogen.

Methoden	Eingesetzte Verfahren	Erfasste Parameter/ Merkmale
Laboruntersuchungen	Routineblutuntersuchung	Na+, K+, Kreatinin, PTT, Harnstoff, Gamma-GT, AST (GOT), ALT (GPT), AP, Albumin, Bilirubin, Quick
	Computerpsychometrie	Verkehrspsychologische Testbatterie nach SCHUHFRIED (für die einzelnen Tests s. Tabelle 4)
	Flimmerfrequenzanalysator	Flimmerverschmelzungsfrequenz
Selbstauskunft des Probanden	Schriftlicher Fragebogen	Soziodemografie, Fahrbiografie, Selbsteinschätzung des Fahrvermögens, gegenwärtige Befindlichkeit
Realfahrt	Fahraufgaben auf definierter Strecke (Parcours)	Reaktionszeit, Spurhalten, Gedächtnisleistungen, (Beschreibung der Aufgaben und erfasster Parameter s. Kapitel 3.3.2)
	Fahrlehrereinschätzung	Häufigkeit und Art von Eingriffen, festgestellte Auffälligkeiten im Fahrverhalten

Tab. 3: Eingesetzte Verfahren der vorliegenden Untersuchung

Testverfahren	Leistungsbereich
Linienverfolgungstest (LVT)	Orientierungsleistung
Cognitrone (COG)	Konzentrationsleistung
Wiener Reaktionstest (RT)	Reaktionsfähigkeit
Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTM)	Aufmerksamkeit
Wiener Determinationstest (WDT)	Belastbarkeit

Tab. 4: Auswahl der Testverfahren für die definierten Leistungsbereiche

gen. Als zusätzliches Testverfahren bei zweifelhaftem Eignungsurteil wurde der Corsi-Block-Test (CORSI) verwandt.

Eine Fahreignung nach Gruppe 2 wurde ausgesprochen, wenn in mindestens drei dieser Tests ein Prozentrang größer als 33 und in den übrigen Tests mindestens der Prozentrang 16 erreicht wurde. Auch hier wurden Ergebnisse mit der altersunabhängigen Normstichprobe verglichen.

Flimmerfrequenzanalysator

Mit dem von der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infekt der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf entwickelten Flimmerfrequenzanalysator wurde bei allen Versuchspersonen die Flimmerverschmelzungsgrenze in einem aufsteigenden und absteigenden Verfahren identifiziert. Hierzu wird mittels eines Flimmerfrequenzanalysators eine in-

¹² Mit Hilfe der Ermittlung der Flimmerfrequenz – einem in der neurologischen und neurophysiologischen Diagnostik seit langem etablierten Verfahren zur Erfassung zentralnervöser Aktiviertheitszustände – eröffnete sich in der Diagnostik der geringgradigen Formen der hepatischen Enzephalopathie eine neue diagnostische Option zur Optimierung der Schweregraduierung (KIRCHEIS et al., 2003).

trafoveale Lichtreizung erzeugt, wobei einer Testperson das definierte Licht im Bereich von 25-60 Hz in Schritten von 0,1-0,5 Hz in absteigender Richtung vorgegeben wird. Die kritische Frequenz, bei der im absteigenden Verfahren der Eindruck des Gleichlichts in den des Flimmerns übergeht, ist als Flimmerfrequenz definiert. Die gemessene visuelle Diskriminationsfähigkeit gibt im Sinne der Aktivierungstheorie das aktuelle Arousal der Testperson an. Die Daten der Flimmerverschmelzungsfrequenz wurden ausschließlich in die Analyse der Zusammenhangshypothesen einbezogen.

3.2.2 Fragebogen zur Erfassung persönlicher Daten

Der Fragebogen beinhaltet 15 Fragen mit insgesamt 41 Items zum soziodemografischen Hintergrund des Probanden sowie zu seiner Fahrbiografie, Selbsteinschätzung des Fahrvermögens und der aktuellen persönlichen Befindlichkeit. Die Antworten sollen sowohl den zurückliegenden Zeitraum als auch den Zeitraum innerhalb der letzten drei Monate vor der Studienteilnahme beleuchten.

3.2.3 Die Real-Fahrt

Die Realfahrten fanden auf dem Verkehrsübungsplatz in Kaarst statt, der in der Zeit der Testdurchführung für die Öffentlichkeit gesperrt war. Die Außenfahrbahn der Fahrstrecke hatte eine Gesamtlänge von 1.225 m. Die Versuchspersonen mussten einen Parcours mit insgesamt 14 Aufgaben durchfahren. In den Vortests, die dieser Untersuchung vorausgingen, betrug die Gesamtdurchfahrt und Absolvierung aller Fahraufgaben ca. 1 Stunde. Die Fahrten wurden in dem Zeitraum von Mai 2003 bis Juni 2005 durchgeführt. Dabei wurden die Versuchsfahrten so durchgeführt, dass alle Versuchsgruppen bei annähernd gleichen Witterungs- bzw. Straßenzustandsbedingungen gefahren sind.

3.2.3.1 Das Untersuchungsfahrzeug

Die Fahrten wurden mit dem so genannten Fahrzeug zur Interaktionsforschung im Straßenverkehr (FIS) der Bundesanstalt für Straßenwesen durchgeführt. Es birgt Platz für den Fahrer (Versuchsperson), einen Beifahrer mit zweiter Pedalarie (Fahrlehrer) sowie eine rückwärtige Begleitperson (Beobachter, Versuchsleiter). Der übrige Raum wird von der Bordtechnik eingenommen. Auf dem Rücksitz sind dem Versuchsleiter alle steuerungsrelevanten Einheiten wie Bildschirme, Displays und Terminals zu-

gänglich, die ihrerseits vom umgebenden Verkehr nicht gesehen werden können. Das Fahrumfeld und der Fahrerraum werden von fünf versteckten Spezialkameras aufgezeichnet, die Aufzeichnungseinheiten und weitere elektronische Versorgungseinrichtungen befinden sich im Kofferraum. Es ist zudem ein Tonaufzeichnungssystem vorhanden. Die Bildauswertung erlaubt u. a. Abstandsmessungen im gesamten aufgezeichneten Umfeld.

Das Fahrzeug selbst ist ein VW-Passat mit 79 kW und 184 km/h Höchstgeschwindigkeit, in dessen Bordcomputer folgende Daten mit einer Abtastrate von 50 Hz aufgezeichnet wurden:

- Zeit (max. Auflösung: 2 ms);
- zurückgelegter Weg (max. Auflösung: 0,04 m);
- Lenkwinkel im Gesamtbereich (max. Auflösung: 0,36°);
- Bremskraft (Auflösung 0,1 kp);
- Gaspedalstellung, Weg 0-100 (Auflösung 0,1);
- eingelegter Gang (1-5, R);
- Blinker rechts/links (ja/nein) und
- Bremslicht (ja/nein).

Die Eigengeschwindigkeit wird fortlaufend über Zeit und Weg bestimmt. Ihre Auflösung ist von der Aufzeichnungsfrequenz und der Geschwindigkeit abhängig; sie liegt bei ca. 0,01 km/h. Zusätzliche Kanäle erlauben die zeitgleiche Ableitung weiterer Parameter, etwa Innenraumtemperatur oder Pulsfrequenz, Augenmuskelaktivität (EOG) und Hautwiderstand (PGR) des Fahrers, sie wurden jedoch nicht belegt.

3.2.3.2 Die Entwicklung der Fahraufgaben für die Realfahrt

Das Konstrukt „Fahreignung“ basiert auf dem komplexen Zusammenwirken sensorischer, kognitiver und motorischer Fertigkeiten, die anhand einzelner neuropsychologischer Leistungen charakterisiert werden können. Um ein umfassendes Leistungsprofil zu erstellen, welches die für die Führung eines Fahrzeugs notwendigen komplexen Leistungen erfasst, wurden die standardisierten Fahrleistungsaufgaben so konzipiert, dass sie den nach DONGES (1978) und WALLENTOWITZ et al. (2001) beschriebenen drei Hierarchieebenen „Navigation“, „Bahnführung“ und „Stabilisierung“ zugeordnet werden können. In Tabelle 5 wird das zugrunde liegende Konzept, nach welchem neuropsy-

Fahrzeugführung nach DONGES (1987) und WALLENTOWITZ et al. (2001)	Neuropsychologische Leistungskomponente	Realfahrtaufgabe	Operationalisierung (abhängige Variable)
Stabilisierung	Perzeption		
	Akustische Wahrnehmung	Ton-Reiz-Reaktionsaufgabe im Stand (A12)	Anzahl und Reaktionszeit korrekter Tastendrucke
	Visuelle Wahrnehmung	Balleinrollen (A03, A14)	Ball wahrnehmen: Ja/Nein
		Farb-Reiz-Reaktionsaufgabe im Stand (A12)	Anzahl und Reaktionszeit korrekter Tastendrucke
	Aufmerksamkeit		
	Selektive Aufmerksamkeit	Zahlenaufgabe (A06) Reiz-Reaktionsaufgabe in der Fahrt (A13)	Spurhalten: Strecke und Dauer des Überfahrens des Mittel- oder Randstreifens
	Geteilte Aufmerksamkeit und Vigilanz	Reiz-Reaktionsaufgabe im Stand (A12), in der Fahrt (A13)	Fehleranzahl und Reaktionszeit der Tastendrucke
	Daueraufmerksamkeit	Balleinrollen: Verhältnis (A03 zu A14)	Probandenanteil der Nicht-Reagierer und Ballüberfahrer
	Motorik		
	Motorische Kontrolle	Balleinrollen (A03, A14)	Reaktionszeit
		Reiz-Reaktionsaufgabe in der Fahrt (A13)	Spurhalten: Strecke und Dauer des Überfahrens des Mittel- oder Randstreifens
	Visuomotorische Kontrolle	Balleinrollen (A03, A14)	Ball wahrgenommen, aber überfahren: Ja/Nein
		Reiz-Reaktionsaufgabe im Stand (A12)	Reaktionszeit bei richtigen Tastendrucke
		Slalom (A07)	Anzahl angefahrener Pylone
Kassette einlegen (A10) Walkie-Talkie (A05)		Anzahl angefahrener Pylone, Länge und Zeit der gefahrenen Strecke	
Ausweichmanöver (A11)	Pylon angefahren: Ja/Nein		
Bahnführung	Gedächtnis: Langzeit (LZG) und Kurzzeit (KZG)		
	LZG prozedural	Wenden im Hof (A04)	Anzahl der Fahrzüge
		Slalom (A07)	Anzahl angefahrener Pylone
	LZG semantisch deklarativ	Proberunde (A01)	Anzahl korrekt beachteter Verkehrsschilder, -regeln (deklarativ)
		Richtungssymboltest (A02)	Anzahl korrekt benannter Richtungssymbole
	KZG visuell	Kurzzeitgedächtnistest (A09)	Anzahl korrekt benannter Symbole
	Motorik		
	Visuomotorische Koordination	Walkie-Talkie (A05) Slalom (A07) Kassette einlegen (A10)	Anzahl angefahrener Pylone, Dauer des Kassetteneinlegens bzw. der Walkie-Talkie-Übergabe
Tracking	Proberunde (A01) Richtungssymboltest (A02) Zahlenaufgabe (A06) Reiz-Reaktionsaufgabe in der Fahrt (A13)	Spurhalten: Strecke und Dauer des Überfahrens des Mittel- oder Randstreifens	
	Walkie-Talkie (A05) Kassette einlegen (A10)	Abweichung von der berechneten Idealspur	
Navigation	Kognition		
	Logisches Denken (Arithmetik)	Richtungssymboltest im Stand (A02)	Anzahl korrekt benannter Richtungssymbole
		Zahlenaufgabe (A06)	Fehlerquote durchgeführter Subtraktionen
	LZG deklarativ	Langzeitgedächtnistest (A15)	Anzahl korrekt benannter Symbole
	Mentale Flexibilität	Richtungssymboltest in der Fahrt (A02)	Erkennungszeit: Benennung der Richtung bis Passieren des Schildes
	Situativ bedingtes Agieren nach Entwicklung eines Handlungsplans		
	LZG prozedural, Semantisch deklarativ	s. o.	s. o.
	Adäquates Umsetzen des Handlungsplans	Zielbremsung (A08)	Bremsbeginn, Abweichung zur Idealgeschwindigkeit, Abstand zum Ziel
Slalom (A07)		Anzahl angefahrener Pylone	
Wenden im Hof (A04)		Anzahl der Fahrzüge, Überfahren der Wendehammerbegrenzung, Pylon angefahren	

Tab. 5: Theoretisches Konzept zur Entwicklung und Operationalisierung der Fahraufgaben

chologische Leistungskomponenten den drei Hierarchieebenen zugeordnet und in definierten Fahraufgaben operationalisiert worden sind, erläutert.

Auf der Ebene der Navigation finden planerische Prozesse vor und während der Fahrt statt. Vor Fahrtantritt sowie während der Fahrt muss ein vorausschauender Routenplan im Gedächtnis behalten werden und abrufbar sein. Bei der Planung vor Fahrtbeginn ist ein Abruf visuell-räumlicher Informationen aus dem Langzeitgedächtnis (z. B. Streckenführung, Verkehrsaufkommen, Straßensperrungen etc.) von großer Bedeutung. Während der Fahrt müssen die notwendigen Informationen zur Einhaltung der Route (Verkehrsschilder, Richtungshinweise etc.) wahrgenommen, verstanden und berücksichtigt werden. So müssen zur Interpretation und Handlungsumsetzung von Verkehrsschildern aus dem Gedächtnis abgerufene Informationen mit situationsbedingten Anforderungen verknüpft und ein erforderliches Anpassen an die eingetretene Situation erreicht werden. Um eine situationsbedingte Anpassung während der Fahrt vorzunehmen, ist ein gewisses Maß an mentaler Flexibilität erforderlich.

In die Versuchsfahrt wurden verschiedene Tests zur Überprüfung des Langzeitgedächtnisses integriert, sowie verschiedene Aufgaben, die nach der Entwicklung eines Handlungsplans ein situationsbedingtes Agieren erforderten.

Auf der nächstuntergeordneten Ebene der Bahnführung wird die Fahrweise an den wahrgenommenen Straßenverlauf und den umgebenden Verkehr angepasst. Hierunter verstehen WALLENTOWITZ et al. (2001) zum einen das Folgen des Straßenverlaufes innerhalb des jeweilig gewählten Fahrstreifens (z. B. Spurhalten) und zum anderen die Wahl einer adäquaten Fahrgeschwindigkeit. Für ein sicheres Spurhalten sollten die visuomotorische Koordination und eine gute Trackingfähigkeit garantiert sein. Viele motorische Prozesse bei der Quer- und Längsführung verlaufen dabei scheinbar automatisch bzw. unbewusst. Dafür ist ein Abruf dieser motorischen Prozesse aus dem prozeduralen Gedächtnis, d. h. dem Gedächtnis für automatisierte Fähigkeiten und Fertigkeiten (MILNER et al., 1998), erforderlich. Von besonderer Bedeutung sind zusätzlich deklarative Gedächtnisprozesse. Um z. B. Verkehrszeichen zu beachten, ist es nicht nur erforderlich, diese wahrzunehmen, sondern sie müssen auch gedeutet werden. Ist das geschehen, muss diese Bedeutung über eine begrenzte Zeit-

spanne im Gedächtnis behalten werden, was ein intaktes Kurzzeitgedächtnis erfordert.

In die Versuchsfahrt wurden verschiedene Tests zur Überprüfung des Langzeitgedächtnisses, des Kurzzeitgedächtnisses sowie Aufgaben, in denen das Tracking operationalisiert als Spurhalten gemessen wurde, integriert.

Die unterste Ebene der Stabilisierung beschreibt die Umsetzung der Zielgrößen des Fahrerwunsches in Bezug auf die Fahrzeugbewegung. Das erfordert eine adäquate Bedienung der Steuerelemente wie Lenkrad, Gaspedal oder Bremsen, die an die jeweiligen situativen Erfordernisse angepasst wird. Voraussetzung einer Situationsanpassung ist das stetige Wahrnehmen und Bewerten der Umgebungsbedingungen, damit ein plötzlich auftauchendes Hindernis als solches erkannt und umfahren wird. Dazu sind auf motorischer Seite eine gute Kontrolle der Feinmotorik und eine möglichst kurze Reaktionszeit notwendig. Zum Verfolgen wichtiger visueller Stimuli ist zudem eine gute Kontrolle der Augenbewegung erforderlich. Auf sensorischer Ebene spielt insbesondere die visuelle, weniger die auditorische Wahrnehmung eine wichtige Rolle. Um auf Störgrößen reagieren zu können und aus den unzähligen visuellen Einflüssen während des Fahrens die relevanten herauszufiltern, bedarf es einer adäquaten selektiven Aufmerksamkeitskapazität. Dagegen erfordert das parallele Monitoring verschiedener Stellgrößen (Fahrzeug- und Umgebungsinformationen) die geteilte Aufmerksamkeit. Und wie wohl jeder aus eigener Erfahrung bestätigen kann, wird es umso schwieriger, sich auf die Fahrstrecke zu konzentrieren, je länger die Fahrt dauert. Die Daueraufmerksamkeit gehört somit auch in das Anforderungsprofil der Fahreignung.

In die Versuchsfahrt wurden Tests zur Überprüfung der verschiedenen Aufmerksamkeitsfunktionen und der auf die Umgebungsanforderungen angepassten motorischen Kontrolle integriert.

Über alle Fahraufgaben hinweg wurden Basisparameter wie die Geschwindigkeit und das Spurhalten erfasst und ausgewertet. Das Spurhalten wird durch die Zeit und zurückgelegte Wegstrecke des Überfahrens der Mittellinie sowie des Abkommens von der Fahrbahn operationalisiert. In zwei der nachfolgend beschriebenen Aufgaben ist das Spurhalten in der Abweichung von einer errechneten Idealspur definiert.

3.2.3.3 Beschreibung der Fahraufgaben

A01 Proberunde

Alle Versuchspersonen absolvierten zunächst eine vom Fahrlehrer definierte Proberunde, um sich mit dem Versuchsfahrzeug vertraut zu machen (Bild 1). Die Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h wurde vom Fahrlehrer vorgegeben, sowie der Hinweis, dass die normalen Verkehrsregeln beachtet werden sollen. Zu dieser Zeit war sich keiner der Probanden darüber bewusst, dass keine weiteren Fahrzeuge auf dem Gelände fahren. Die Proberunde von ca. 1.225 m wurde nach einem kurzen Stopp zweimal gefahren. Zur Post-hoc-Analyse des Videomaterials wurden pro Rundendurchfahrt an 16 Streckentestpunkten definierte Fahrverhaltensparameter erhoben. Die Verkehrsbeachtung an Kreuzungen, Einmündungen und im Kreisverkehr wurde durch Verhaltensparameter wie Spiegelblick (Innen- und Außenspiegel), Blick nach rechts und links, Schulterblick und Blinken operationalisiert. Ein definierter Streckenpunkt beinhaltete das Rückwärtsfahren um eine Kurve. Die ordnungsgemäße Beachtung der Verkehrsschilder floss ebenfalls in die Auswertung ein. Die Einhaltung der Verkehrsregeln wurde untergliedert in drei Stufen, und die folgenden Bewertungen wurden pro definiertem Streckenpunkt vergeben:

1. Verkehrsregeln beachtet: Alle Schilder und Verkehrsregeln wurden beachtet,

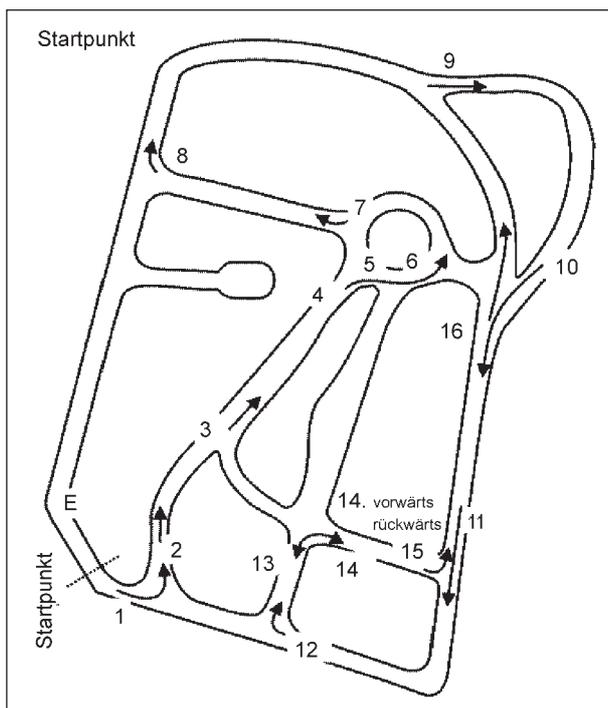


Bild 1: A01 Proberunde

2. Verkehrsregeln nicht ausreichend beachtet: sobald eine Regel, z. B. Schild, nicht beachtet wurde,
3. Verkehrsregeln nicht beachtet: wenn alle Verkehrsregeln an dem jeweiligen Testpunkt nicht beachtet wurden, z. B. Stoppschild überfahren.

Die Geschwindigkeit, die Steuer-Entropie¹³ und das Spurhalten wurden über beide Proberunden ausgewertet. Für das Spurhalten wurden die Länge – in Zeit und Weg – des Überfahrens und Berührens des Mittelstreifens sowie das Abkommen von der Fahrbahn über den Randstreifen gemessen.

Für alle nachfolgenden Aufgaben gab der Fahrlehrer die Anweisung, die Verkehrsschilder nicht mehr zu beachten.

A02 Richtungssymboltest

In Anlehnung an den Untertest „Cognitrone“ des Wiener Testsystems von SCHUHFRIED wurden 15 Richtungssymbolschilder entwickelt und an Kreuzungen und Abzweigungen auf dem ADAC-Platz aufgestellt. Aus der Anordnung der Symbole auf den Schildern sollte die Fahrtrichtung erschlossen werden. In der oberen Reihe befanden sich vier Symbole und in der unteren Reihe zwei. Die Probanden sollten anhand des Abgleichs der Symbole aus oberer und unterer Reihe die Fahrtrichtung wie folgt benennen: Ist ein Symbol aus der oberen Reihe in der unteren Reihe rechts angeordnet, sollten sie nach rechts fahren. Bei gleichem Symbol unten links sollte nach links gefahren werden. Waren in der unteren Reihe zwei Symbole aus der oberen Reihe zu sehen, galt es, geradeaus zu fahren (s. Bild 2).

Diese Symbolschilder wurden den Probanden anhand von sechs Testkarten vor Antritt der Fahrt vom Fahrlehrer erklärt, mit weiteren neun Testkarten wurde das Verständnis der Aufgabe überprüft und gesondert ausgewertet. Während der Fahrt sollten die Probanden, sobald sie ein Symbolschild entzifferten, die Fahrtrichtung benennen und nachfahren. Wurde die Fahrtrichtung falsch erkannt, wurden die Probanden erneut am jeweiligen Schild vorbei geführt und hatten so die Möglichkeit, sich zu korri-

¹³ Die Steuer-Entropie berechnet die Abweichungen zwischen vorhergesagtem und tatsächlichem Lenkwinkel und wurde nach den Formeln von NAKAYAMA et al. (1999) berechnet. Sie dient als Maß für das Spurhalten.



Bild 2: A02 Richtungssymbolschilder

gieren. Nach einem zweiten Fehlversuch wurde die Fahrtrichtung vom Fahrlehrer angesagt.

Ausgewertet wurden hier die Richtigkeit und der Zeitpunkt des Erkennens – gemessen in Weg und Zeit von der Benennung der Richtung bis zum Passieren des Schildes – und das Spurhalten sowie die Geschwindigkeit.

A03 Balleinrollen

Diese Situation traf die Probanden unvorbereitet, da sie nach Anweisung des Fahrlehrers mit 30 km/h eine Entspannungsrunde um den Platz fahren sollten.

Zur Durchführung dieser Aufgabe wurde in einer Kurve am rechten Seitenrand eine für die Probanden nicht sichtbare Ballwurfmaschine installiert (s. Bild 3). Nach Durchfahren einer Lichtschranke 33 m vor der Ballwurfmaschine wurde die Arretierung des Balls auf der Rampe gelöst und dieser rollte über die Fahrbahn. Gemessen wurden hier die Reaktionszeiten und -wege von der für den Probanden ersten Sichtbarkeit des Balls bis zur Betätigung der Bremse bzw. des Drosselns der Geschwindigkeit. Ein Ausweichmanöver sowie das Überfahren des Balls wurden gesondert erfasst. Diese Aufgabe wurde am Ende der Versuchsfahrt (s. Aufgabe 14) noch einmal wiederholt.

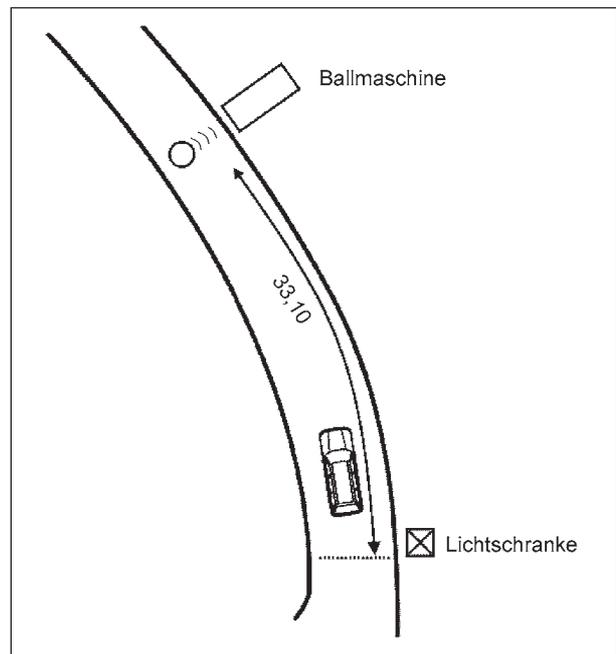


Bild 3: A03 + A14 Balleinrollen

A04 Wenden im Hof

Bei dieser Fahraufgabe fährt der Proband zwischen zwei Pylonen in einen Wendehammer, wo er mit möglichst wenigen Fahrzügen wenden und vorwärts wieder zwischen den Pylonen herausfahren soll (s. Bild 4). Die Pylone dürfen beim Ein- und Ausfahren nicht berührt werden.

Hier wurden die Anzahl der Fahrzüge, das Abkommen von der asphaltierten Fläche beim Vor- und Zurücksetzen, die gefahrene Zeit und Strecke sowie das Berühren der Pylone erfasst.

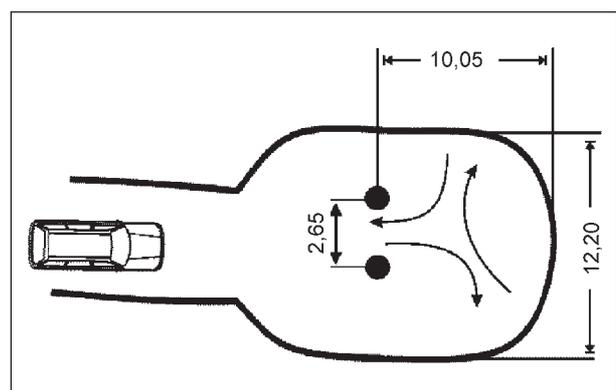


Bild 4: A04 Wenden im Hof

A05 Walkie-Talkie

Die Versuchspersonen sollten, ohne anzuhalten, eine 2,47 m breite Spurgasse gebildet von sieben Pylonenpaaren im Abstand von 7 m durchfahren (s. Bild 5). Bei Durchquerung des ersten Pylonenpaars klingelte ein Walkie-Talkie in der Seitentür

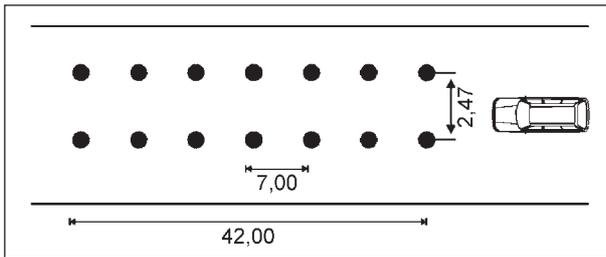


Bild 5: A05 Walkie-Talkie

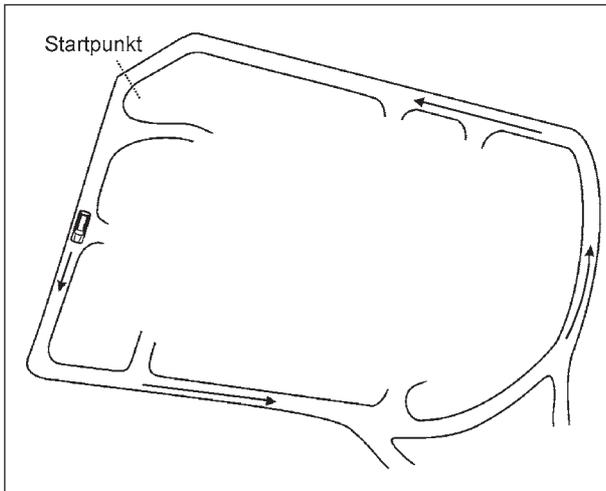


Bild 6: A06 Zahlenaufgabe (100 - 7...)

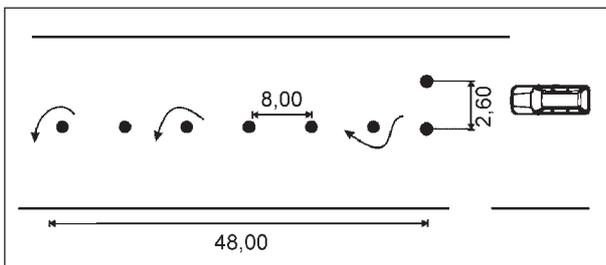


Bild 7: A07 Slalom

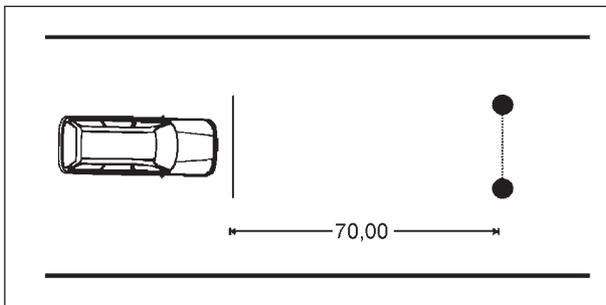


Bild 8: A08 Zielbremsung

des Fahrers und der Proband wurde vom Fahrlehrer aufgefordert, ihm dieses zu übergeben. Ausgewertet wurden hier die Geschwindigkeit, die Entropie, das Spurhalten in der Pylonengasse sowie das Berühren oder Umfahren der Pylone. Außerdem

wurden Zeit und Weg der zurückgelegten Strecke zwischen Klingeln und Griff zum Walkie-Talkie gemessen.

A06 Zahlenaufgabe (100 - 7...)

Bei dieser Aufgabe sollten die Probanden mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h die Außenrunde der Teststrecke von ca. 590 m (s. Bild 6) fahren und währenddessen eine Subtraktionskette, bei der fortwährend 7 subtrahiert werden sollte, laut berechnen. Die Ausgangszahl war 100. Wurde diese Aufgabe gelöst, bevor eine Platzumrundung beendet war, sollte erneut eine Subtraktionskette mit der Ausgangszahl 102 durchgeführt werden.

Ausgewertet wurden die Geschwindigkeit, die Steuer-Entropie, das Spurhalten über die gesamte Strecke sowie die Anzahl und die Fehlerquote der durchgeführten Subtraktionen.

A07 Slalomfahren

Für die Slalomfahrt wurden auf einem Streckenabschnitt außerhalb der Teststrecke sechs Pylone im Abstand von 8 m aufgestellt. Die Probanden wurden angewiesen, möglichst zügig und fehlerfrei den Parcours zu durchfahren. Ausgewertet wurde die Länge und Zeit der gefahrenen Strecke, die Geschwindigkeit und das Berühren oder Umfahren der Pylone (Bild 7).

A08 Zielbremsung

Ziel dieser Aufgabe war es, auf einer 70 m langen Strecke, deren Ende durch zwei Pylone gekennzeichnet war, das Fahrzeug auf 50 km/h zu beschleunigen und es durch eine Vollbremsung so nah wie möglich vor den Pylonen zum Stehen zu bringen (s. Bild 8). Gemessen wurden hier der Bremsbeginn, die Geschwindigkeit und der Abstand zum Ziel. Diese Aufgabe wurde wie die Slalomfahrt außerhalb der eigentlichen Teststrecke durchgeführt.

A09 Kurzzeitgedächtnistest

Zur Messung des Kurzzeitgedächtnisses wurden an einem Streckenabschnitt acht Schilder im Abstand von acht Metern mit verschiedenen Symbolen aufgestellt. Die Probanden wurden vom Fahrlehrer aufgefordert, im Schritttempo an den Schildern vorbeizufahren und sich die Symbole einzuprägen. Am Ende des Streckenabschnittes sollten

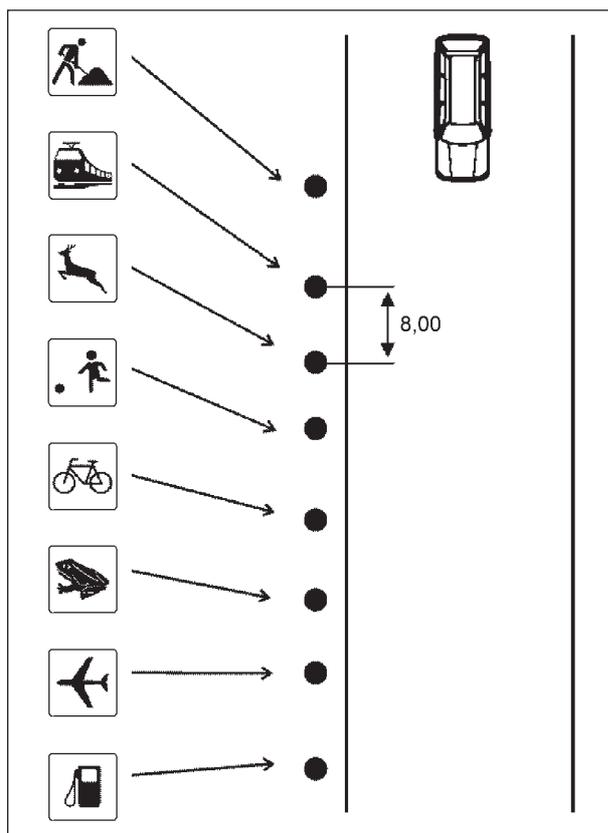


Bild 9: A09 Kurzzeitgedächtnis

die Probanden die Symbole, die sie sich gemerkt hatten, aufzählen (Bild 9).

A10 Kassette einlegen

Diese Fahrt führte in umgekehrter Richtung durch dieselben Gasse wie bei der Walkie-Talkie-Aufgabe und endete in einem Kreisverkehr (Bild 10).

Die Probanden wurden während der Fahrt aufgefordert, eine durchsichtige Musikkassette aus der Mittelkonsole, in der sich vier weitere, schwarze Kassetten befanden, zu suchen, in den Kassettenrecorder einzulegen und so lange im Kreisverkehr zu fahren, bis die Musik ertönte.

Ausgewertet wurden hier die Geschwindigkeit, das Spurhalten in der Pylonengasse sowie das Berühren oder Umfahren der Pylone und im Kreisverkehr der Abstand zum rechten Seitenrand. Außerdem wurden Zeit und Weg der zurückgelegten Strecke zwischen der Anweisung des Fahrlehrers und dem Ertönen der Musik gemessen.

A11 Ausweichmanöver

Bei dieser Aufgabe sollte ein Ausweichmanöver simuliert werden. Zu diesem Zweck wurden in einem

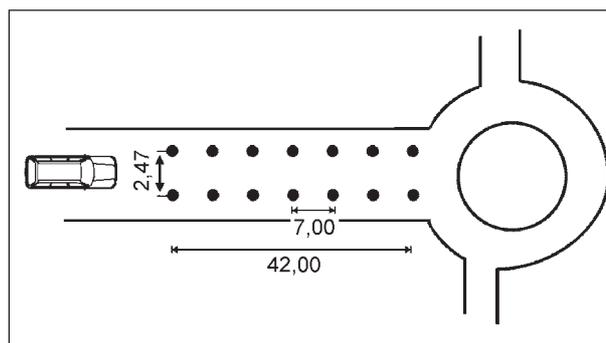


Bild 10: A10 Kassette einlegen

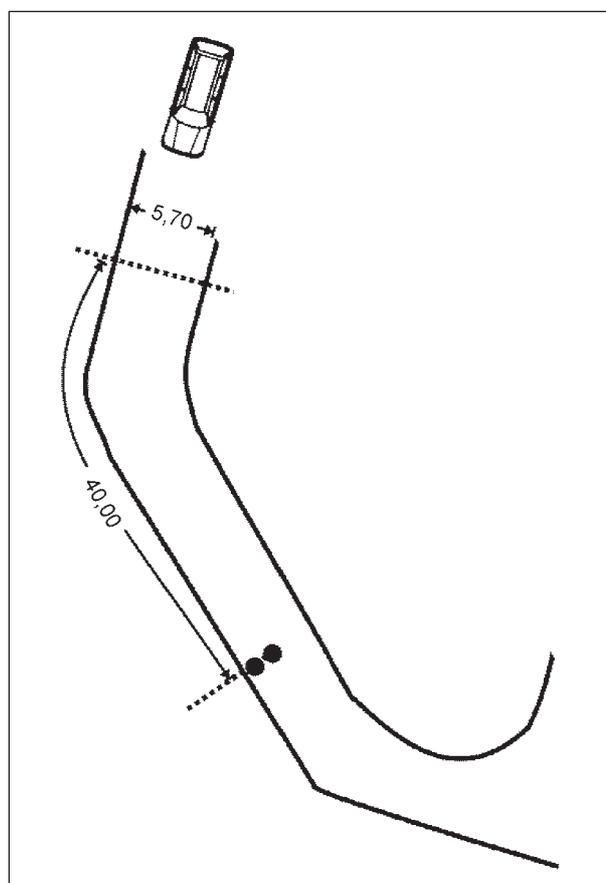


Bild 11: A11 Ausweichmanöver

Kurvenbereich auf der rechten Fahrbahn zwei Pylone als Hindernis aufgestellt (s. Bild 11). Da die Sicht durch die Pylone nicht beeinträchtigt war, so dass z. B. entgegenkommende Fahrzeuge frühzeitig erkannt werden konnten, hätten alle Probanden links am Hindernis vorbeifahren können. Es wurde das Verhalten der Probanden beim Auftauchen des Hindernisses erfasst. Bei Probanden, die vor dem Pylon stoppten, wurde der Frontabstand, bei Probanden, die um den Pylon herumfahren, der Seitenabstand zum Hindernis gemessen. Des Weiteren wurde erfasst, wenn ein Proband den Pylon berührte oder ihn überfuhr.

A12 Reiz-Reaktions-Test im Stand

In Anlehnung an den „Wiener Determinationstest“ von SCHUHFRIED wurde ein Mehrfachreiz-Reaktionstest, bei dem sowohl akustische Signale als auch Farbreize mittels Tastendruck beantwortet werden mussten, in das Versuchsfahrzeug installiert. Dieses Gerät besteht aus einem Universalpanel auf dem Lenkrad sowie aus einer Leuchtdiodenleiste auf dem Armaturenbrett (s. Bild 12). Den Farben Weiß, Gelb, Rot, Grün und Blau sind Reaktionstasten auf dem Universalpanel zugeordnet. Mit zwei weiteren Tasten auf dem Panel musste auf akustische Reize reagiert werden. Insgesamt waren 180 Tastendrucke möglich. Um sich mit diesem Gerät vertraut zu machen, wurde der Test zuerst im Stand durchgeführt.

Ausgewertet wurden hier die Latenz und die Anzahl reizadäquater Reaktionen.

A13 Reiz-Reaktions-Test während der Fahrt

Bei dieser Aufgabe sollten die Probanden mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h die Außenrunde der Teststrecke (590 m) fahren und währenddessen das oben beschriebene Mehrfachreiz-Reaktionsgerät bedienen. Hier wurde neben Latenz und Anzahl reizadäquater Reaktionen auch das Spurhalten gemessen.

A14 Ballwurfmaschine

Bei einer angeblichen Entspannungsrunde wurde hier die eingangs unter A03 beschriebene Ballaufgabe wiederholt.

A15 Langzeitgedächtnis

Am Ende der Testfahrt wurden die Probanden gebeten, noch einmal die Symbole der Aufgabe Kurzzeitgedächtnis (A09) aufzuzählen. Die Auswertung erfolgte wie beim Kurzzeitgedächtnis, die Probanden sollten die Symbole, die sie sich gemerkt hatten, aufzählen.

Alle Aufgaben wurden nach Anweisungen und Erläuterungen des Fahrlehrers durchgeführt.

3.2.3.4 Beurteilungen des Fahrlehrers

Am Ende der Versuchsfahrten füllte der Fahrlehrer einen Fragebogen zum Fahrverhalten der Probanden aus. Hier konnten gravierende Fahrmängel wie die Notwendigkeit des Eingreifens des Fahrlehrers



Bild 12: A12 + A13 Reiz-Reaktions-Testgerät

während der Fahrt sowie sonstige Auffälligkeiten der Probanden eingetragen werden. Auch eine Einschätzung des Fahrlehrers zur körperlich-mentalenen Beanspruchung des Probanden während der Versuchsfahrt wurde abgegeben. Die in den Fragebogen eingetragenen Fahrlehrerbemerkungen wurden post hoc verwendet, um eine Beurteilung der Fahreignung vorzunehmen.

Folgende Kriterien dienten der abschließenden Fahreignungsbeurteilung des Fahrlehrers:

Eingreifen des Fahrlehrers:

- Ein- oder mehrmaliger aktiver Eingriff (z. B. Griff ins Lenkrad oder Benutzung der Bremspedalarie),
- ein- oder mehrmaliger verbaler Eingriff.

Sonstige Auffälligkeiten:

- Ausführung der Aufgabe wurde verweigert,
- Aufgabe wurde abgebrochen,
- entgegen der Anweisung wurden Verkehrsschilder beachtet,
- Ball oder Schild wurde nicht registriert,
- Aufgabenstellung musste wiederholt werden,
- Proband wirkte nervös, angespannt und überfordert,
- Proband war abwesend und unkonzentriert, großer Erschöpfungszustand gegen Fahrende.

Anhand der festgestellten Bemerkungen konnte der Fahrlehrer die Probanden zum Fahreignungsurteil den drei Rubriken „geeignet“, „fraglich“ und „ungeeignet“ zuteilen, wobei das Urteil „geeignet“ nur ge-

fällt wurde, wenn keine Bemerkung verzeichnet war oder die Probanden ausschließlich die Bemerkungen „entgegen der Anweisung wurden Verkehrsschilder beachtet“ oder „Ausführung der Aufgabe wurde verweigert“ erhielten.

Als ungeeignet beurteilt wurden Probanden, die mindestens einen aktiven Eingriff oder die Bemerkung „nervös/angespannt/überfordert“ erhielten.

Wenn mindestens eine der folgenden Bemerkungen: „Aufgabe abgebrochen und wiederholt“, „Ball/Schild nicht registriert“, „abwesend/unkonzentriert“, „mehrmaliger verbaler Eingriff“ festgehalten wurde, bestanden Zweifel an der Fahreignung.

Fahrsimulator

Ursprünglich war geplant, auch Daten mit dem Smart-Simulator N10PC-3/61 zu erheben. Dieser Simulator verfügt über eine Vibrationseinrichtung, die gemäß der Drehzahl des nachgebildeten Motors den Wagen in eine vorbildgetreue Erschütterung versetzt. Mit diesem kinetischen Feedback soll neben einem natürlicheren Fahrgefühl auch die allgemein bekannte Simulatorkrankheit gedämpft werden. Dennoch musste die Versuchsdurchführung am Fahrsimulator nach 10 Probanden abgebrochen werden. Alle 10 Probanden klagten über extreme Übelkeit und keiner war in der Lage, die einstündige Simulatorfahrt bis zum Ende durchzuführen. Aus diesen Gründen liegen keine Daten vor und somit konnte auch keine Auswertung erfolgen.

3.3 Versuchsplan

Alle der insgesamt 109 Versuchspersonen wurden über den Zweck und den Ablauf der Untersuchung aufgeklärt. Da das Untersuchungsdesign neben der umfassenden ärztlichen Untersuchung jeweils zweistündige Testphasen für die psychometrischen Testverfahren und die Realfahrt sowie eine einstündige Testphase im Fahrsimulator vorsah, wurde die Gesamtuntersuchung auf zwei Untersuchungstage innerhalb einer Woche verteilt (Tabelle 6). Um einen tageszeitlichen Einfluss auf die Leistungen in den unterschiedlichen Testverfahren auszugleichen, wurde versucht, die Versuchsgruppen so aufzuteilen, dass Probanden aus jeder Gruppe zu verschiedenen Tageszeiten an den unterschiedlichen Testverfahren teilnahmen.

Die Erhebung der Routinelabordaten und des PSE-Summenscores am ersten Untersuchungstag dien-

Untersuchungstag 1	
8.00 Uhr	Erhebung der Routinelabordaten Leberwerte Mangan, Zink, Benzodiazepine, Taurin etc. PSE-Index (z. T. EEG) Sonografie klinische Untersuchung
9.00-10.00	PSE-Summenscore
10.00-12.00	Psychometrie oder Fahrsimulation oder Realfahrt
14.00-16.00	Psychometrie oder Fahrsimulation oder Realfahrt
Untersuchungstag 2	
10.00-12.00	Psychometrie oder Fahrsimulation oder Realfahrt

Tab. 6: Zeitlicher Versuchsablauf

te der Überprüfung des aktuellen gesundheitlichen Zustandes sowie der zuvor eingeteilten Probandengruppen. Jeweils vor Beginn der Realfahrt füllten die Versuchspersonen einen Fragebogen zur Erhebung soziodemografischer und fahrbioграфischer Daten sowie zur Erfassung der aktuellen Befindlichkeit aus. Die ärztlichen Untersuchungen, psychometrischen Erhebungen und die Fahrsimulation wurde in der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infekt der Universität Düsseldorf durchgeführt. Die Realfahrten fanden auf dem Verkehrsübungsplatz in Kaarst statt.

3.4 Statistische Verfahren

Auswertung des Fragebogens

Zur Auswertung des Fragebogens wurden deskriptive Verfahren wie Mittelwert-, Median-, Minimum-, Maximumberechnungen herangezogen. Zur besseren Veranschaulichung wurden im Text sowie in den Darstellungen trotz der kleinen Gruppengrößen keine absoluten Werte sondern Prozentwerte angegeben. Diese Entscheidung beruht auf der Tatsache, dass die jeweilige Probandenanzahl in den Gruppen stark differiert und sich dem Leser deskriptive Unterschiede und daher auch die Darstellung der jeweiligen Probandenanteile klarer erschließen.

Auswertung der Realfahrt

In Abhängigkeit vom Skalenniveau der betrachteten Variablen wurden bei den Vergleichen zwischen den Probanden-Gruppen einheitlich folgende Auswertungsstrategien verfolgt. Bei kategorialen Variablen wurde neben der Kreuztabellierung mit den Proban-

den-Gruppen jeweils ein exakter Randomisations-Test gerechnet, da die Voraussetzungen für den approximativen χ^2 -Test vielfach nicht erfüllt sind.

Bei metrischen Variablen wurden zusätzlich zur Tabellierung der nach Gruppen getrennten Verteilungskennwerte (Mittelwert, Streuung, Median, Minimum, Maximum) einfaktorische Varianzanalysen gerechnet.

Zur Illustration deskriptiver Unterschiede wurden Balkendiagramme erstellt. Auch hier wurden zum Teil, wenn es der Veranschaulichung von Gruppenunterschieden diente, trotz der kleinen Gruppengrößen keine absoluten Werte, sondern Prozentwerte angegeben.

Sämtliche Signifikanztests wurden ungerichtet auf jeweils $\alpha = 0,05$ durchgeführt. Im Falle signifikanter Ergebnisse werden grundsätzlich der jeweilige p-Wert sowie die empirische Effektgröße genannt. Im Rahmen der Varianzanalyse wird als Effektgröße η^2 (Anteil der aufgeklärten Varianz der abhängigen Variablen), bei Häufigkeitsanalysen als globales Zusammenhangsmaß Cramers V angegeben.

Im Anschluss signifikanter Ergebnisse der Varianzanalysen wurden nach BONFERRONI korrigierte Paarvergleiche gerechnet. Sämtliche in diesen Vergleichen gefundenen Unterschiede werden im Text berichtet. Das bei diesen Vergleichen zu unterschreitende korrigierte Niveau liegt bei $\alpha' = 0,05/10 = 0,005$.

4 Ergebnisse

4.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt ist es gelungen, die 109 Probanden den jeweiligen Versuchsgruppen so zuzuordnen, dass diese hinsichtlich der Verteilung der soziodemografischen Merkmale vergleichbar sind. Auch wenn weniger Frauen ($n = 22$) an der Untersuchung teilgenommen haben als Männer ($n = 87$), war die Geschlechterverteilung über die verschiedenen Krankheitsstufen weitestgehend homogen. Insgesamt haben jedoch mehr gesunde Frauen als Männer an der Untersuchung teilgenommen. So konnten 59 % der Frauen und 40 % der Männer der gesunden Kontrollgruppe zugeordnet werden. Demzufolge haben weniger weibliche als männliche Leberpatienten an der Untersuchung teilgenommen. Der Frauenanteil in der manifesten HE-Gruppe (oHE) war ca. 10 Prozentpunkte und in der Fettleber-

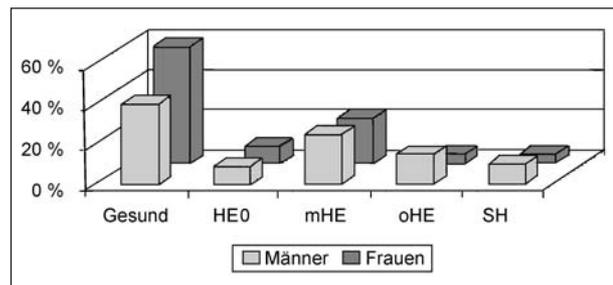


Bild 13: Geschlechterverteilung über die fünf Versuchsgruppen

	Gesund	HE0	mHE	oHE	SH
n	48	10	27	14	10
Mittelwert	54,63	51,50	53,11	60,43	59,70
Streuung	12,0	9,6	11,6	9,8	11,8
Minimum	31	39	36	44	40
Maximum	76	66	81	72	74

Tab. 7: Altersverteilung der Probandengruppen

Gruppe (SH) ca. 5 Prozentpunkte kleiner als der Männeranteil (Bild 13).

Die Probanden sind im Durchschnitt 55 Jahre alt (Min: 31, Max: 81, SD: 11,6) und ihre Altersverteilung ist über alle Versuchsgruppen homogen (s. Tabelle 7), wobei die Probanden mit einer manifesten HE (oHE) mit durchschnittlich 60 Jahren die älteste und die klinisch unauffälligen Probanden (HE0) mit durchschnittlich 52 Jahren die jüngste Versuchsgruppe gebildet haben.

Die meisten Hauptschulabsolventen finden sich mit 57 % in der Probandengruppe mit manifester HE (oHE), gefolgt von jeweils 30 % der Probanden aus den Gruppen mit einer minimalen HE (mHE) oder Fettleber (SH). Dementsprechend befinden sich die meisten Abiturienten unter den Gesunden (43 %) und klinisch unauffälligen Probanden (HE0; 50 %).

Zum Zeitpunkt der Untersuchung sind 60 % der Gesunden, 50 % der klinisch Unauffälligen (HE0), 33 % der minimal Erkrankten (mHE), 30 % der Fettleberpatienten (SH) und 21 % der Probanden mit manifester HE (oHE) erwerbstätig.

4.2 Fahrbiografische Daten

Sowohl der Besitz des Führerscheins wie auch die Dauer der Fahrpraxis unterscheiden sich zwischen den Gruppen nicht. So sind alle Probanden im Schnitt seit 35 Jahren (Min: 6, Max: 64, SD: 11,5) im Besitz eines Führerscheins und haben durch-

schnittlich 33 Jahre Fahrpraxis (Min: 7, Max: 64, SD: 11,2), wobei Probanden mit einer unauffälligen HE (HE0) die geringste Fahrpraxis mit durchschnittlich 31 Jahren und die Probanden mit einer manifesten HE (oHE) mit durchschnittlich 39 Jahren die längste Fahrpraxis haben. Rund ein Zehntel aller Probanden gibt an, seit mindestens sechs Monaten nicht mehr selbst gefahren zu sein, wobei hier sechs Probanden mit minimaler HE (mHE) den größten Anteil an Nicht-Fahrern stellen. Nur jeweils ein Gesunder und ein Fettleberproband (SH) sowie zwei Probanden mit manifester HE (oHE) sind seit mindestens einem Jahr nicht mehr selbst gefahren.

Bei den gefahrenen Kilometerangaben innerhalb des letzten Jahres heben sich mit mindestens dreimal so hohen Kilometerangaben im Vergleich zu den anderen Gruppen die Probanden mit minimaler HE (mHE) ab.

Auffällig sind die Angaben zum bisherigen Unfallgeschehen. So geben 43 % Prozent der Probanden mit manifester HE (oHE) an, niemals in ihrem Leben an einem Unfall beteiligt gewesen zu sein, gefolgt von Probanden mit minimaler HE (mHE, 37 %) (s. Bild 14).

Bezieht man die Frage der Unfallvorgeschichte auf den Zeitraum zwischen Krankheitsbeginn und dem Zeitpunkt der Untersuchung, gaben alle Patienten mit einer unauffälligen HE (HE0), 93 % mit einer manifester HE (oHE), 90 % der Fettleberpatienten und 89 % der Probanden mit einer minimaler HE (mHE) an, nicht an einem Unfall beteiligt gewesen zu sein (s. Bild 15).

Auch wenn alle Probanden mit manifester HE (oHE) angegeben haben, seit Krankheitsbeginn an keinem Unfall beteiligt gewesen zu sein, so geben doch 43 % von ihnen an, innerhalb der letzten drei Monate beim Zurücksetzen einen Gegenstand angefahren zu haben, den sie vorher nicht gesehen haben. Diesen Fahrfehler beschreiben auch 40 % der Fettleberpatienten, aber nur 23 % der Gesunden, 20 % der klinisch Unauffälligen (HE0) und 19 % der minimalen HE-Patienten (mHE).

Durch selbst verschuldetes Verhalten in kritische Verkehrssituationen innerhalb der letzten 3 Monate gekommen zu sein, wurde von allen Leberpatienten tendenziell häufiger bejaht, so gibt z. B. die Hälfte der Probanden mit unauffälliger HE (HE0) an, beim Heranfahren an eine Kreuzung in die falsche Fahrspur geraten zu sein, wohingegen nur 29 % der oHE-, 22 % der mHE- und 10 % der SH-Probanden

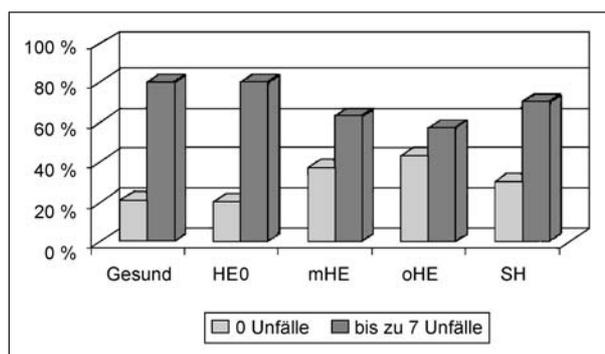


Bild 14: Angaben zur Unfallvorgeschichte aller Versuchsgruppen

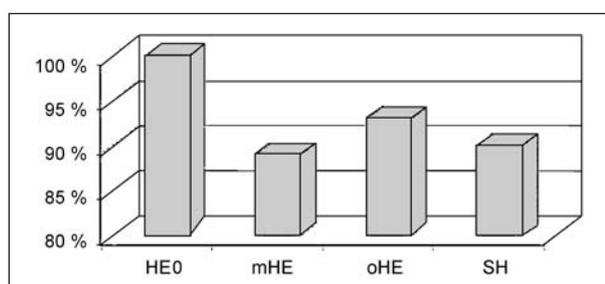


Bild 15: Unfallfreiheit seit Krankheitsbeginn der 4 Leberpatientengruppen

diesen Fahrfehler angaben (Gesunde: 33 %). In der gleichen Reihenfolge fielen auch die Antworten zu der Frage, ob man sich gut auf den Verkehr konzentrieren kann, aus. So gaben 80 % der SH-, 48 % der mHE-, 43 % der oHE-Probanden und 35 % der Gesunden an, niemals unkonzentriert während des Fahrens zu sein, wohingegen nur 20 % der klinisch Unauffälligen (HE0) keine Konzentrationschwächen angaben.

Auffällig ist, dass alle Fragen innerhalb dieser Rubrik „selbst verschuldetes Verhalten“ von rund 20 % der Probanden mit minimaler HE (mHE) und von rund 15 % der Probanden mit manifester HE (oHE) unbeantwortet blieben. Die klinisch Unauffälligen (HE0) bejahen am häufigsten Fragen zu selbst erlebten Problemen beim Autofahren, so gibt auch nur ein Drittel von ihnen an, keine Schwierigkeiten beim Autofahren zu haben (s. Bild 16).

Bei der Selbstbeurteilung des Fahrvermögens im Vergleich zu Personen gleichen Alters geben nur einige Gesunde (4,2 %) und klinisch unauffällige HE-Probanden (HE0, 10 %) an, schlechter abzuschneiden (s. Bild 17).

Ihren augenblicklichen persönlichen Zustand beurteilen die gesunden und minimalen HE-Probanden (mHE) am besten. Dagegen fühlen sich die übrigen Leberpatienten eher matt oder müde.

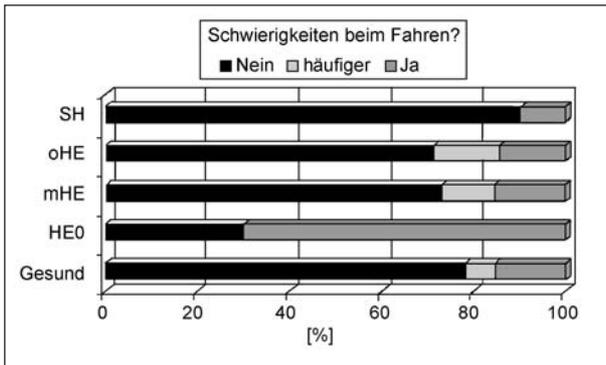


Bild 16: Angabe zum Auftreten von Fahr Schwierigkeiten aller Versuchsgruppen

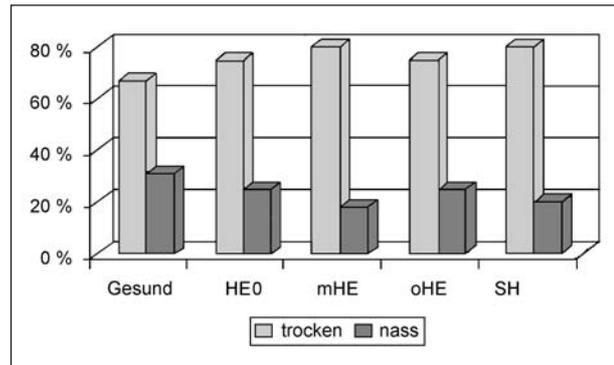


Bild 18: Straßenzustand über die gesamte Versuchszeit für alle Gruppen

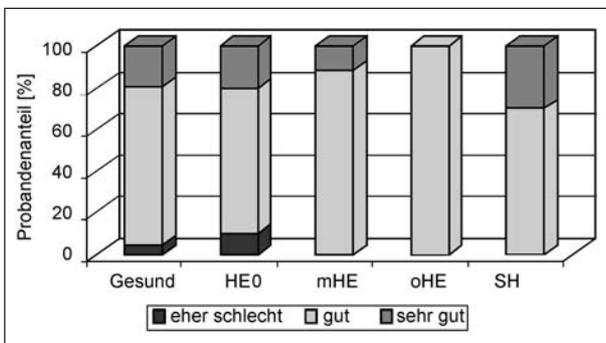


Bild 17: Selbstbeurteilung des Fahrvermögens im Altersvergleich

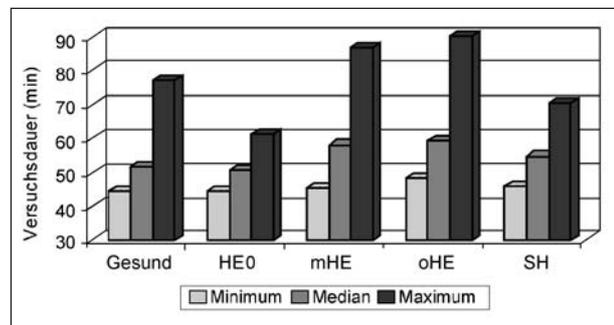


Bild 19: Minimum, Median und Maximum der Versuchsdauer (in min) gesamt

4.3 Versuchsfahrt auf dem ADAC-Verkehrsübungs Gelände in Kaarst

Es ist gelungen, die Versuchstage so zu wählen, dass alle Gruppen zu vergleichbaren Witterungsbedingungen gefahren sind bzw. dass die Witterungs- und Straßenzustandsbedingungen über alle Gruppen annähernd gleichverteilt waren (Bild 18).

In Bild 18 sind die Daten über die Witterungsverhältnisse „es regnet leicht/nieselt“ und „nasser Straßenzustand nach Regen“ in der Rubrik „nass“ zusammengefasst. Bei stärkerem Regen oder Schneefall wurde nicht gefahren.

Gesamtversuchsdauer

In den Vortests, die dieser Untersuchung vorausgingen, betragen die Gesamtdurchfahrt und Absolvierung aller Fahraufgaben ca. 1 Stunde, was in der Regel von den Probanden auch eingehalten werden konnte.

Dennoch unterscheidet sich die Gesamtversuchsdauer signifikant zwischen den Gruppen ($\eta^2 = 0,19$; $p = 0,00$), wobei die Probanden mit manifester (oHE) und minimaler HE (mHE) die längsten Zeiten

aufweisen und im Paarvergleich jeweils signifikant von den Gesunden abweichen (s. Bild 19).

4.4 Auswertung der Fahraufgaben

Einige Messwerte wurden bei allen bzw. mehreren Realfahraufgaben erhoben und einheitlich zu den in Tabelle 8 aufgeführten Kennwerten berechnet.

Zur Bestimmung der Steuer-Entropie (vgl. Aufgabe 1 und Aufgabe 6) wurden zunächst für alle Probanden die Verteilungen der Abweichungen zwischen vorhergesagten und tatsächlichen Lenkwinkeln nach den Formeln von NAKAYAMA et al. (1999) berechnet. Als individueller α -Wert wurde der Mittelwert des 95%-Quantils und dem Betrag des 5%-Quantils der Prognosefehlerverteilungen gewählt. Die Entropiewerte wurden anschließend für alle Probanden auf Basis des mittleren α -Wertes der Gesunden berechnet, d. h. für alle Personen auf Basis ein und desselben α -Wertes.

Die Aufbereitung der für die einzelnen Aufgaben spezifischen Messwerte wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

Aufgaben	Variablen der Rohdatensätze	Kennwerte
1-8; 10; 11; 13; 14	[zeit] Zeit ab Abfahrt	Zeitdauer in Sekunden
	[weg] Zurückgelegte Wegstrecke	Gesamtstrecke in Metern
	[geschw] Geschwindigkeit km/h	Arithmetisches Mittel der Geschwindigkeit Minimum, Median und Maximum der Geschwindigkeit
	[strzu] Straßenzustand	Vorwiegender Straßenzustand („nass“ oder „trocken“ unter Einbezug der Witterungsverhältnisse)
1; 2; 3; 6; 13; 14	[spurh] Spurhalten	Anzahl der Ereignisse des Abkommens von der Fahrbahn durch Mittel- oder Randstreifenüberfahrt Gesamtdauer (Zeit zwischen jeweiligem Ereignisbeginn und -ende) gesamt zurückgelegte Wegstrecke (analog zur Gesamtdauer)

Tab. 8: Auswertungsschema

A01 Proberunde

In dieser Aufgabe sollten die Probanden bei einer vorgegebenen Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h den Richtungsanweisungen des Fahrlehrers folgen und dabei die Verkehrsregeln und Verkehrsschilder beachten.

Geschwindigkeit

Die mittlere Geschwindigkeit unterscheidet sich zwischen den Gruppen, wobei die Probanden mit manifester (oHE) und minimaler HE (mHE) am langsamsten fahren ($\eta^2 = 0,10$; $p = 0,04$) (s. Tabelle 9).

Die auf $\alpha' = 0,005$ nach BONFERRONI korrigierten Paarvergleiche sind trotz der Gesamtsignifikanz hier sämtlich nicht signifikant.

Entropie

Es wurde erwartet, dass insbesondere Probanden mit manifester HE (oHE) höhere Werte der Steuerentropie aufweisen als gesunde Probanden. Entgegen dieser Erwartung zeigt sich hier jedoch, dass die Probanden mit manifester HE (oHE) die geringsten Entropiewerte aufweisen.

Da die Entropiewerte mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit korrelieren ($r = 0,55$, $p = 0,00$), wurde eine Varianzanalyse mit der Geschwindigkeit als Kovariate durchgeführt. Aber auch dann weisen die so geschätzten Mittelwerte darauf hin, dass Probanden mit manifester HE (oHE) im Mittel tendenziell die geringsten Entropiewerte haben (s. Tabelle 10).

Spurhalten

Das Spurhalten („Überfahren der Mittellinie“) unterscheidet sich zwischen den Probandengruppen im

	Gültige n	Mittelwert	Streuung	Minimum	Median	Maximum
Gesund	n = 41	19,22	1,95	15,61	19,36	23,18
HE0	n = 8	19,27	1,71	16,64	19,17	22,50
oHE	n = 12	17,51	2,68	11,98	17,71	22,46
SH	n = 10	18,77	1,75	16,02	18,88	21,01
mHE	n = 21	17,92	2,05	15,10	18,11	23,18
Gesamt	n = 92	18,66	2,11	11,98	18,46	23,18

Tab. 9: (A01) Durchschnittliche Geschwindigkeit

	Gültige n	Mittelwert	Streuung	Minimum	Median	Maximum
Gesund	n = 41	,46	,05	,38	,45	,60
HE0	n = 8	,45	,05	,36	,45	,50
oHE	n = 12	,41	,06	,34	,41	,52
SH	n = 10	,46	,04	,40	,46	,51
mHE	n = 21	,46	,04	,39	,45	,54
Gesamt	n = 92	,45	,05	,34	,45	,60

Tab. 10: (A01) Steuerentropie

Hinblick auf die aufsummierte Dauer ($\eta^2 = 0,17$; $p = 0,00$) und die zurückgelegte Wegstrecke ($\eta^2 = 0,13$; $p = 0,02$). Die Patienten mit einer minimalen (mHE) oder manifester Form der HE (oHE) überfahren durchschnittlich länger die Mittellinie als die übrigen Probandengruppen (s. Bild 20). In der Post-hoc-Analyse der zeitlichen Dauer des Mittellinienüberfahrens zeigt sich, dass die Signifikanz auf den Unterschied zwischen Gesunden und Probanden mit manifester HE (oHE) zurückzuführen ist. Die Paarvergleiche der zurückgelegten Wegstrecken sind hingegen alle nicht signifikant.

Das Spurhalten wurde getrennt nach der Fahrtrichtung ausgewertet. Für die Rückwärtsfahrt ergeben sich signifikante Unterschiede bezüglich des „Ab-

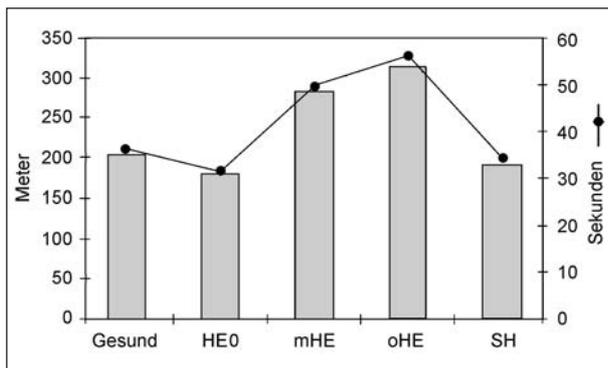


Bild 20: (A01) Mittelwerte „Mittellinie überfahren“ in Metern (Säulen) und Sekunden (Punktlinie)

kommens von der Fahrbahn“ ($\eta^2 = 0,29$; $p = 0,03$), wobei die Probanden mit minimaler HE (mHE) am häufigsten von der Fahrbahn abkommen.

Verkehrsbeachtung

Die ordnungsgemäße Beachtung der Verkehrsschilder floss ebenfalls in die Auswertung ein. Die Einhaltung der Verkehrsregeln wurde untergliedert in drei Stufen und die folgenden Bewertungen wurden pro definiertem Streckenpunkt vergeben:

1. Verkehrsregeln beachtet: Alle Schilder und Verkehrsregeln wurden beachtet,
2. Verkehrsregeln nicht ausreichend beachtet: sobald eine Regel, z. B. Schild, nicht beachtet wurde,
3. Verkehrsregeln nicht beachtet: wenn alle Verkehrsregeln an dem jeweiligen Testpunkt nicht beachtet wurden, z. B. Stoppschild überfahren.

Deskriptiv deutet sich an, dass Probanden mit manifester (oHE) und minimaler HE (mHE) etwas häufiger den Verkehr nicht oder nicht ausreichend beachten.

A 02 Richtungssymboltest

Auf dem Testgelände waren 15 Richtungssymbol Schilder aufgestellt, denen die Probanden folgen sollten. Aus der Anordnung der Symbole auf den Schildern sollte die Fahrtrichtung erschlossen, benannt und anschließend befolgt werden.

Richtungssymboltest im Fahrzeugstand

Diese Aufgabe diente als Baseline-Erhebung, um das Aufgabenverständnis zu überprüfen. Bevor diese Aufgabe während der Fahrt durchgeführt

wurde, sollten die Probanden ihnen vorgelegte Richtungssymbolschilder identifizieren (links, rechts, geradeaus). Die Anzahl der korrekten Richtungsansagen bei Fahrzeugstillstand unterscheidet sich zwischen den Gruppen nicht signifikant. Alle Probanden haben im Mittel sieben von neun Richtungsanzeigen¹⁴ korrekt benannt. Somit konnte garantiert werden, dass alle Probanden die Zielsetzung der Aufgabe verstanden haben und anwenden können.

Richtungssymboltest während der Fahrt

Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten zwischen den Gruppen unterscheiden sich ($\eta^2 = 0,15$; $p = 0,01$), wobei hier, wie auch in Aufgabe A01, die Probanden mit manifester HE (oHE) am langsamsten fahren und sich signifikant im Post-hoc-Vergleich von den Gesunden unterscheiden. Zu beachten ist aber, dass die Probanden aufgrund wiederholter Aufgabenstellung bei falscher Bearbeitung unterschiedlich lange Strecken gefahren sind.

Richtungsansage

Die Probanden sollten, sobald sie die aus den 14 Symbolschildern zu identifizierende Fahrtrichtung erkannten, diese laut benennen.

Gesunde Probanden erzielen die meisten korrekten Richtungsansagen ($\eta^2 = 0,23$; $p = 0,00$). In der Post-hoc-Analyse nach BONFERRONI sind hier die Unterschiede zwischen Gesunden und Patienten mit einer minimalen (mHE) oder manifester Form (oHE) der HE signifikant (s. Bild 21).

Erkennungszeitraum

Diese Variable spiegelt die Zeit wider, die ein Proband benötigt, um das Symbolschild zu erkennen und die identifizierte Richtung zu benennen. Gemessen wird hier der Zeitraum zwischen Richtungsansage und Erreichen des Schilds.

Da die Probandengruppen unterschiedlich schnell gefahren sind, wird zur Auswertung des Erkennungszeitraums die jeweilige Entfernung zum Schild zum Zeitpunkt der Fahrtrichtungsansage gemessen. Es zeigen sich hierbei tendenzielle Unter-

¹⁴ Die meisten richtigen Antworten geben die Gesunden mit 7 im Mittelwert, und die Gruppe der Fettleberpatienten mit 6,2 im Mittel identifizierte die wenigsten Symbole.

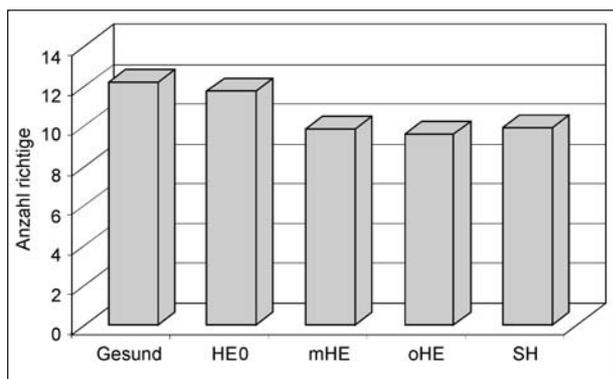


Bild 21: (A02) Mittelwerte der Anzahl korrekter Richtungsansagen

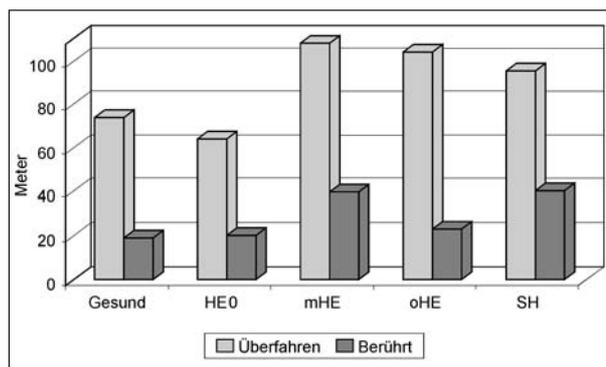


Bild 23: (A02) Mittelwerte des Berührens und Überfahrens der Mittellinie in Metern

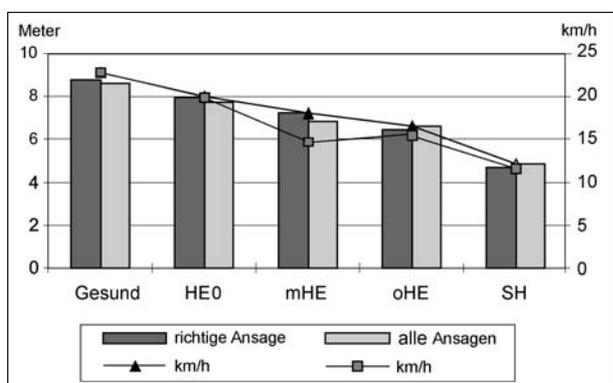


Bild 22: (A02) Mittelwerte des Abstands zum Symbolschild (Säulen) und der Geschwindigkeit (Punktlinie) zum Zeitpunkt der korrekten Richtungsansage (hellgrau) und zum Zeitpunkt korrekter und falscher Richtungsansagen (dunkelgrau)

schiede zwischen den Gruppen ($p = 0,08$), wobei die Gesunden trotz höchster Fahrtgeschwindigkeit die korrekte Fahrtrichtung in der größten Entfernung zum Schild erkennen und benennen. Je ausgeprägter das Krankheitsbild der HE ist, desto näher und langsamer fahren die Probanden an das Schild heran, um die Fahrtrichtung zu identifizieren. Die Fettleberpatienten schneiden bei dieser Aufgabe am schlechtesten ab (s. Bild 22).

Berücksichtigt man in dieser Auswertung auch die Daten der falschen Richtungsansagen, so zeigt sich, dass Patienten mit einer minimalen HE (mHE) bei Schildern, die sie falsch identifizierten, langsamer gefahren sind als bei korrekter Identifizierung. Alle anderen Probandengruppen sind bei korrekter und falscher Identifizierung vergleichbar schnell gefahren.

Spurhalten

Beim direkten Vergleich der Variablen zum Spurhalten („Berühren der Mittellinie“) zeigen sich signifi-

fikante Unterschiede hinsichtlich der Dauer ($\eta^2 = 0,10$; $p = 0,05$) und der Länge der berührten Strecke ($\eta^2 = 0,10$; $p = 0,04$). Auch hinsichtlich des „Überfahrens der Mittellinie“ deuten sich Unterschiede zwischen den Gruppen an (Anzahl: $\eta^2 = 0,10$; $p = 0,05$; Zeit: $\eta^2 = 0,09$; $p = 0,06$). So haben Patienten mit einer minimalen HE (mHE), gefolgt von Patienten mit manifester HE (oHE) und den Fettleberpatienten (SH) am längsten die Mittellinie überfahren (s. Bild 23).

Da aber Probanden, die in die falsche Richtung gefahren sind, die jeweiligen Schilder wiederholt ansteuern mussten, unterscheiden sich die insgesamt zurückgelegten Wegstrecken erheblich. Zudem sind die Korrelationen zwischen Gesamtzeit und -strecke mit den Variablen des Spurhaltens durchweg positiv und signifikant. Daher wurden die Zeiten und Strecken der einzelnen Variablen zum Spurhalten an der Gesamtfahrtzeit bzw. -strecke relativiert. Die sich hier ergebenden Unterschiede sind insgesamt klein und nicht signifikant.

A03 und A14 Balleinrollen

In dieser Aufgabe wurde nach Durchfahren einer Lichtschranke unvorhergesehen das Balleinrollen auf die Fahrbahn ausgelöst. Die Anweisung des Fahrlehrers lautete, dass die Probanden in einer Entspannungsrunde mit 30 km/h die Außenrunde des Parcours entlang fahren sollten. Erfasst wurde hier das Reaktionsverhalten der Probanden.

Geschwindigkeit

Erster Streckenabschnitt bis zum Einrollen des Balls auf die Fahrbahn:

Die Fettleberpatienten (SH) fahren zu Beginn dieser Aufgabe im Mittel etwa 2 km/h schneller als die

anderen Gruppen. Zum Zeitpunkt des Balleinrollens (erstmögliche Ballsicht) fahren die Fettleberpatienten (SH) immer noch 1,4 km/h schneller und die Probanden mit minimaler HE (mHE) 0,9 km/h langsamer als das Gesamtmittel aller Gruppen. Alle anderen Gruppen fahren zum Zeitpunkt des Balleinrollens ein vergleichbares Tempo. Bei Wiederholung der Ballaufgabe (A14) gibt es im Mittel keine wesentlichen Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Gruppen.

Zweiter Streckenabschnitt ab dem Einrollen des Balls auf die Fahrbahn:

Zwischen dem Einrollen des Balls (erstmögliche Ballsicht) und dem Erreichen der Ballmaschine reduzieren alle Gruppen die Geschwindigkeit, wobei die Gesunden sowie die Probanden mit klinisch unauffälliger HE (HE0) das Tempo in beiden Aufgaben stärker drosseln als die anderen Gruppen (Aufgabe 3: $\eta^2 = 0,09$; $p = 0,10$; Aufgabe 14: $\eta^2 = 0,03$; $p = 0,57$).

Beim erstmaligen Durchführen der „Ballaufgabe“ (A03) unterscheiden sich die Gruppen signifikant hinsichtlich der Häufigkeiten, mit denen vom Gas gegangen ($\eta^2 = 0,36$; $p = 0,02$) bzw. gebremst wurde ($\eta^2 = 0,39$; $p = 0,01$) (s. Bild 24). Analog zum Vergleich der Temporeduktion zeigt sich, dass der Anteil von Probanden, die nach erstmöglicher Ballsicht vom Gas gegangen sind oder auch gebremst haben, in den Gruppen von Probanden mit klinisch unauffälliger HE (HE0, je 88 %) und gesunden Probanden (je über 60 %) am größten ist. Von den Fettleberpatienten (SH) drosseln nur 22 % ihre Geschwindigkeit und nur die Hälfte von diesen leitet weiterhin einen Bremsvorgang ein, obwohl sie mit der vergleichsweise höchsten Geschwindigkeit fahren. Von den manifesten HE-Probanden (oHE) rea-

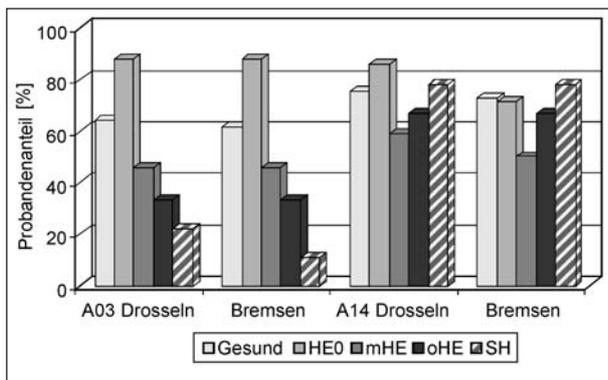


Bild 24: (A03 + A14) Prozentualer Probandenanteil pro Versuchsgruppe, die vom Gas gehen (drosseln) und bremsen

gierten 33 %, von den minimalen HE-Probanden 45 % mit einer Geschwindigkeitsreduktion zum Zeitpunkt der erstmöglichen Ballsicht.

Bei wiederholter Aufgabenstellung (A14) hat sich im Vergleich zum ersten Durchlauf (A03) der Anteil von Probanden, die nach erstmöglicher Ballsicht vom Gas gegangen sind oder auch gebremst haben, in fast allen Gruppen erhöht. Dabei weist die Gruppe der minimalen HE-Probanden (mHE) den größten Anteil der „Nicht-Reagierer“ auf. Nur in der Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0) bremsen und drosselten bei der Aufgabenwiederholung (A14) weniger Probanden. Die Gruppenunterschiede sind hier im Gegensatz zu Aufgabe 03 nicht signifikant (Drosseln: $\eta^2 = 0,21$; $p = 0,42$; Bremsen: $\eta^2 = 0,18$; $p = 0,60$).

Reaktionszeiten und -wege

In diese Auswertung können nur die Daten der Probanden eingehen, die die Geschwindigkeit drosseln oder abbremsen. Die Reaktionszeiten und -wege, gemessen über die Abstände zwischen dem Einrollen des Balls auf die Fahrbahn (erstmögliche Ballsicht) und Eintritt des Ereignisses „Drosseln“ oder „Bremsen“ unterscheiden sich zwischen den Gruppen nicht signifikant, wobei man bedenken muss, dass hier auch der Einfluss der reduzierten Gruppengrößen eine Rolle spielt.

Deskriptiv deuten sich größere Unterschiede bei der Aufgabenwiederholung (A14) an. Die Probanden mit manifester HE (oHE) reagieren sowohl im Vergleich zu den anderen als auch im Vergleich zum ersten Aufgabendurchgang langsamer. Alle

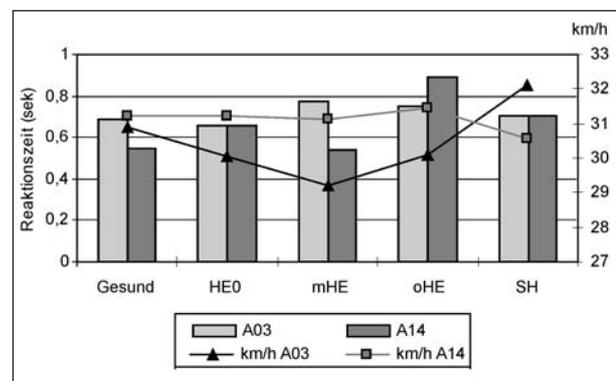


Bild 25: (A03 + A14) Mittelwerte der Reaktionszeiten von erstmöglicher Ballsicht bis zum Drosseln oder Einleiten des Bremsvorgangs (hellgraue Säulen A03, dunkelgraue Säulen A14) und der durchschnittlichen Geschwindigkeit (rechte Skalierung) zum Zeitpunkt erstmöglicher Ballsicht (schwarze Linie A03, hellgraue Linie A14)

anderen Gruppen unterscheiden sich in ihrer Reaktionszeit zum ersten Durchgang nicht (HE0, SH) oder reagieren schneller (Gesunde, mHE) (Bild 25).

Auffällig ist weiterhin, dass Probanden mit minimaler HE (mHE) bei erstmaligem Aufgabendurchlauf (A03) mit einer wesentlich niedrigeren Geschwindigkeit die längsten Reaktionszeiten im Vergleich zu den anderen Gruppen aufweisen. Die Gruppe der Fettleberpatienten (SH) zeigt auch trotz hoher Geschwindigkeit im ersten Durchlauf (A03) ein konstantes und mit den Gesunden vergleichbares Reaktionszeitniveau.

Ball überfahren

Das Kriterium „Ball überfahren“ sollte nicht als Einzelleistung interpretiert werden, da ein Unterschied in der Ausgangsgeschwindigkeit dazu führen kann, dass der Ball (nicht) überfahren wird.

Die Gruppen unterscheiden sich nicht wesentlich in beiden Aufgabendurchgängen (A03 + A14) hinsichtlich ihres Anteils an Probanden, die den Ball überfahren haben (Aufgabe A03: $\eta^2 = 0,15$; $p = 0,86$; Aufgabe A14: $\eta^2 = 0,14$; $p = 0,85$). Dennoch zeigen sich in beiden Durchgängen deskriptive Unterschiede, die im Folgenden in Zusammenhang mit den oben beschriebenen Ergebnissen und den Fahrlehrerbemerkungen erläutert werden (s. Bild 26).

Im ersten Durchgang überfahren die Zirrhosepatienten (HE0: 25 %; oHE: 25 %; mHE: 32 %) den Ball weniger oft als die Gesunden (36 %) und bedeutend seltener als die Probanden mit Fettlebern (SH: 56 %). Der hohe Anteil der Ballüberfahrer bei den Fettleberpatienten (SH) könnte auf den Umstand zurückzuführen sein, dass diese im Vergleich zu

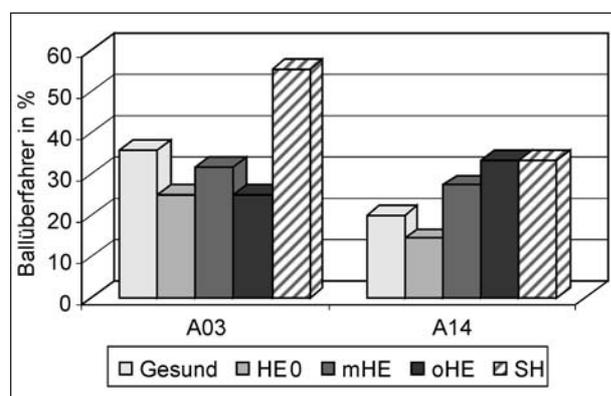


Bild 26: (A03 + A14) Prozentualer Anteil an Probanden pro Versuchsgruppe, die den Ball überfahren haben („Ball-Überfahrer“)

den anderen Gruppen mit der höchsten Ausgangsgeschwindigkeit führen. Trotzdem bleibt es auffällig, dass diese Gruppe ihre vergleichsweise hohe Geschwindigkeit ab dem Zeitpunkt des Balleinrollens am wenigsten reduzierte.

Bei der Aufgabenwiederholung am Ende der Versuchsfahrt verbessern sich die Leistungen von allen Gruppen bis auf die der manifesten HE-Probanden, von denen nun einer mehr den Ball überfährt. Die Gesunden verbessern sich auf nur noch 20 % gefolgt von den Fettleberpatienten mit einem Anteil von 33 % an Ballüberfahrern. Unter den klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) findet sich in beiden Aufgaben der geringste Anteil an Ballüberfahrern (25 % bzw. 14 %). Zieht man hinzu, dass diese Probanden auch am stärksten ihre Geschwindigkeit beim Einrollen des Balls drosselten, so kann man folgern, dass sie die Aufgabe am besten gelöst haben.

Mittelt man den prozentualen Probandenanteil beider Aufgabendurchgänge, so schneiden die Gesunden (28 %) dicht gefolgt von den minimalen und manifesten HE-Probanden (mHE, 30 %; oHE, 29 %) besser als die Fettleberpatienten mit 44 % Ballüberfahrern ab.

Zur Interpretation dieser Ergebnisse sollten aus den Bemerkungen des Fahrlehrers (Kapitel 3.2.3.4) die Daten über die Probanden, die den Ball nicht wahrgenommen haben, einbezogen werden (s. Bild 27). Die Ball-Wahrnehmung unterscheidet sich in beiden Aufgabendurchläufen signifikant zwischen den Gruppen (A03: $\eta^2 = 0,316$; $p = 0,01$; A14: $\eta^2 = 0,273$; $p = 0,04$).

In dem ersten Durchlauf dieser Aufgabe (A03) nehmen 22 % bzw. 21 % der Probanden aus den Gruppen der minimalen HE (mHE) bzw. der manifesten

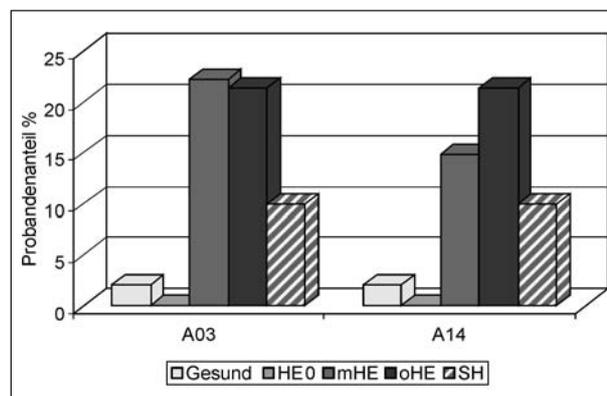


Bild 27: (A03 + A14) Prozentualer Probandenanteil pro Versuchsgruppe, die den Ball nach Aussage des Fahrlehrers nicht registriert haben („Ball-nicht-Wahrnehmer“)

HE (oHE) den auf der Fahrbahn rollenden Ball nicht wahr. 10 % der Fettleberprobanden und 2 % der Gesunden haben den Ball ebenfalls nicht registriert. Nur die klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) können in beiden Aufgabendurchläufen dem Fahrlehrer jedes Mal das Balleinrollen bestätigen.

Während der Anteil derjenigen, die den Ball nicht wahrgenommen haben, bei den minimal HE-Erkrankten (mHE) in dem wiederholten Aufgabendurchlauf (A14) auf 15 % sinkt, bleibt er für alle anderen Probandengruppen gleich, womit auch bei der Wiederholung die minimal und manifest HE-Erkrankten den Ball am häufigsten nicht wahrnehmen.

Da zumindest einige wenige der minimalen (mHE) und manifesten HE-Probanden (oHE) auch das Überfahren oder Anfahren des Balls nicht registrieren, können die „Ball-Überfahrer“ und „Ball-nicht-Wahrnehmer“ nicht addiert werden. Dennoch führt eine gemeinsame Betrachtung beider Ergebnisse für die Fettleberpatienten (SH) und vor allem für die minimalen (mHE) und manifesten HE-Probanden (oHE) zu einer wesentlich schlechteren Gesamtleistung dieser Aufgabe.

A04 Wenden im Hof

In dieser Aufgabe sollten die Probanden in einem Wendehammer mit möglichst wenigen Fahrzügen wenden. Beim Ein- und Ausfahren sollten sie durch zwei Pylone fahren, ohne diese zu berühren.

Die benötigte Zeit ($\eta^2 = 0,11$; $p = 0,03$) wie auch die benötigte Wegstrecke ($\eta^2 = 0,11$; $p = 0,03$) unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen, die Anzahl der benötigten Fahrzüge hingegen nicht ($\eta^2 = 0,04$; $p = 0,44$). Von den nach BONFERRONI korrigierten Paarvergleichen ist hinsichtlich der Zeiten (s. Bild 28) der Unterschied zwischen Gesunden und Probanden mit minimaler HE (mHE), hinsichtlich der Wegstrecken der Unterschied zwischen Gesunden und Probanden mit Fettleber (SH) signifikant.

Berühren und Überfahren von Rand und Pylon

Hier wurden die Anzahl der Fahrzüge, das Abkommen von der asphaltierten Fläche beim Vor- und Zurücksetzen sowie das Berühren der Pylone erfasst.

Insgesamt sechs Probanden – gleichverteilt über die Versuchsgruppen bis auf die Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0), die keinen Pylon berühr-

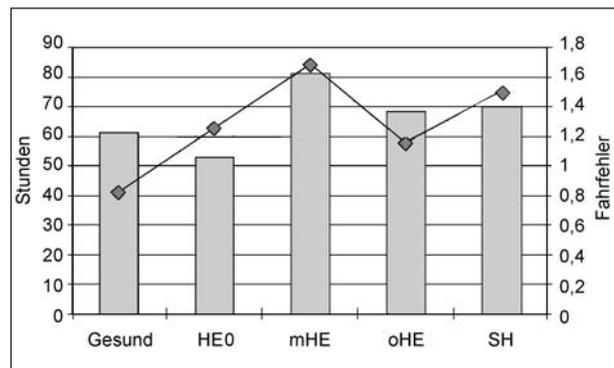


Bild 28: (A04) Mittelwert der benötigten Wendezeit (Säulen) und Mittelwert der Fahrfehler (Linie)

ten – berührten einen der beiden Pylone, die zu Aufgabenbeginn durchfahren werden sollten.

Die Leberzirrhosepatienten (HE0, mHE und oHE) überfahren die Wendehammerbegrenzung zur Wiese zu jeweils über 70 % und somit um mindestens 12 Prozentpunkte mehr als die Gesunden und bis zu 27 Prozentpunkten mehr als die Fettleberpatienten (SH).

Für die Fahrfehler ergeben sich hingegen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($\eta^2 = 0,18$; $p = 0,00$), wobei die Gesunden die Mittel am wenigsten und die Gruppe mit minimaler HE (mHE) die meisten Fahrfehler aufweisen (s. Bild 28). Post hoc ergibt sich zwischen diesen beiden Gruppen auch ein signifikanter Unterschied bezüglich der benötigten Wendezeit, wobei die Gesunden in kürzerer Zeit wendeten.

A05 Walkie-Talkie

Die Versuchspersonen sollten, ohne anzuhalten eine Spurgasse gebildet von 7 Pylonenpaaren durchfahren. Bei Durchquerung des ersten Pylonenpaars klingelte ein Walkie-Talkie in der Seitentür des Fahrers und der Proband wurde vom Fahrlehrer aufgefordert, ihm dieses zu übergeben.

Geschwindigkeit und Entropie

Sowohl die mittleren Geschwindigkeiten ($\eta^2 = 0,05$; $p = 0,29$) als auch die Entropiewerte ($\eta^2 = 0,07$; $p = 0,15$) unterscheiden sich zwischen den Gruppen nicht wesentlich. Die Gruppe der klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) fährt mit 20,3 km/h am schnellsten und die Gruppe mit minimaler HE (mHE) mit 15,6 km/h am langsamsten durch die Spurgasse (s. Bild 29).

Handlungsdauer

Ebenso gibt es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Handlungsdauer (Klingeln bis Greifen nach dem Walkie-Talkie) ($\eta^2 = 0,08$; $p = 0,17$) und der dabei zurückgelegten Wegstrecke ($\eta^2 = 0,04$; $p = 0,54$).

Spurhalten

Bis auf einen Fettleberpatienten (SH) haben alle Probanden die Gasse ohne Berühren oder Überfahren der Pylone passiert.

Das Spurhalten¹⁵ hingegen unterscheidet sich zwischen den Gruppen signifikant, wobei die Gesunden und die klinisch unauffälligen Probanden (HE0) am wenigsten von dieser geraden Spur abweichen (Bild 29). Für die Strecke zwischen Pylon 2 bis Pylon 7 ergibt sich ein $\eta^2 = 0,1$ ($p = 0,05$), für den individuell berechneten Abschnitt „Klingeln bis Pylon 7“ ein $\eta^2 = 0,09$ ($p = 0,07$).

A06 Zahlenaufgabe

Während einer Subtraktionskettenaufgabe sollten die Probanden mit 40 km/h die Außenrunde der Versuchsstrecke befahren.

Geschwindigkeit und Entropie

Sowohl die mittleren Geschwindigkeiten ($\eta^2 = 0,04$; $p = 0,48$) als auch die Entropiewerte ($\eta^2 = 0,03$;

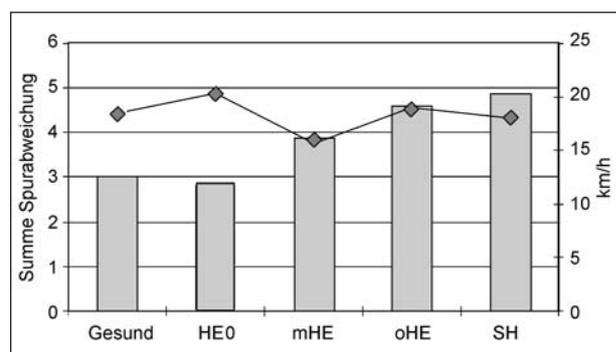


Bild 29: (A05) Summe der Spurabweichungen (Säulen) und Geschwindigkeiten (Linie) ab dem Zeitpunkt des Klingelns bis zum Greifen nach dem Walkie-Talkie

¹⁵ Das Spurhalten berechnet sich hier über die absoluten Abweichungen von einem geraden Kurs, dieser Kurs wurde über eine lineare Regression der „Abstände zu den Pylonen nach rechts“ auf die gleich abständigen „Pylone“ berechnet, wobei hier der erste Pylon außer Acht gelassen wird, da die Gasseneinfahrt aus einer Kurve heraus erfolgte.

$p = 0,64$) unterscheiden sich zwischen den Gruppen nicht wesentlich.

Subtraktionsergebnisse

Die Leistungen im Subtrahieren unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen ($\eta^2 = 0,26$; $p = 0,00$). Die Gruppe der Fettleberpatienten (SH) schneidet hier durch einen Ausreißer am schlechtesten ab. Vergleicht man die robusteren Mediane, sieht man, dass die Patienten mit der manifesten HE (oHE) am häufigsten falsch subtrahieren. Die Leistungen der Fettleberpatienten (SH) und der Probanden mit manifester HE (oHE) sind signifikant schlechter als die Leistungen der Gruppe mit minimaler HE (mHE) und der Gesunden.

Spurhalten

Neben der Berührung oder dem Überfahren des Mittelstreifens konnte in einigen Fällen auch das Abkommen von der Fahrbahn nach rechts festgestellt werden. Die Häufigkeiten der beobachteten Ereignisse zum Spurhalten wurden relativ zu der Gesamtfahrzeit der Aufgabe ausgewertet. Hinsichtlich der an der Gesamtfahrzeit bzw. -strecke relativierten Werte zeigen sich Unterschiede zwischen den Gruppen (Zeit: $\eta^2 = 0,12$; $p = 0,02$). Manifeste (oHE) und minimale (mHE) HE-Probanden überfahren die Mittellinie länger als die übrigen Gruppen, wobei in der Post-hoc-Analyse nur der Vergleich zwischen Gesunden und Patienten mit manifester HE signifikant ist (Bild 30).

Bezieht man in die Auswertung zudem das Abkommen von der Fahrbahn nach rechts ein (s. Bild 30), ergibt sich das gleiche Ergebnis, wobei nun auch die Probanden mit klinisch unauffälliger HE (HE0) etwas schlechter als die Gesunden abschneiden.

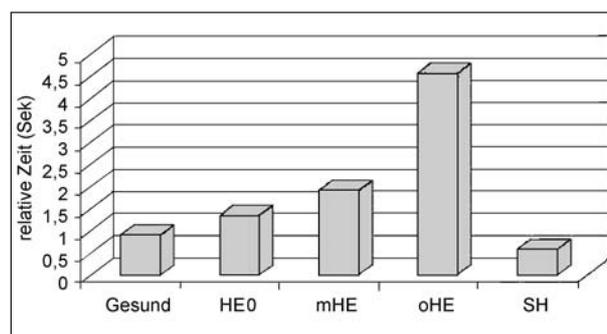


Bild 30: (A06) Mittelwerte der Zeit (sek) des Überfahrens der Mittellinie oder des Abkommens von der Fahrbahn nach rechts

A07 Slalom

Für die Slalomfahrt wurden auf einem Streckenabschnitt außerhalb der Teststrecke sechs Pylone im Abstand von 8 m aufgestellt. Die Probanden wurden angewiesen, möglichst zügig und fehlerfrei den Parcours zu durchfahren.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt ca. 10 km/h über alle Versuchsgruppen. Zwischen den Gruppen liegen ferner keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich Zeit und benötigter Strecke für die Slalomfahrt vor. Das heißt, diese Aufgabe konnte hinsichtlich des Slalomfahrverhaltens von Gesunden und Patienten mit oder ohne Leberzirrhose gleich gut gelöst werden.

Leichte Unterschiede zeigen sich jedoch bezüglich des Berührens, Umfahrens oder Auslassens von Pylonen.

Die überwiegende Mehrheit der Probanden hat die Slalomstrecke fehlerfrei absolviert. In allen Gruppen bis auf die der klinisch unauffälligen Form der HE (HE0) wurden vereinzelt Pylone umgefahren oder ausgelassen. Die Probanden mit minimaler HE (mHE) berührten oder überfuhren die meisten Pylone.

A08 Zielbremsung

Ziel dieser Aufgabe war es, auf einer 70 m langen Strecke, deren Ende durch zwei Pylone gekennzeichnet war, das Fahrzeug auf 50 km/h zu beschleunigen und durch eine Vollbremsung so nah wie möglich vor den Pylonen zum Stehen zu bringen.

Maximale Geschwindigkeit und Entfernung zum Ziel

Die durchschnittlichen maximalen Geschwindigkeiten liegen zwischen 42 km/h (oHE) und 47 km/h (HE0) ($\eta^2 = 0,07$, $p = 0,13$). Auffällig ist hier, dass die manifestesten HE-Probanden (oHE) trotz der geringsten maximalen Geschwindigkeit im Vergleich zu den anderen Leberpatientengruppen mit 21 Metern am weitesten vor der Ziellinie vom Gas gehen, während die klinisch unauffälligen Probanden (HE0) mit der höchsten maximalen Geschwindigkeit erst bei einer Distanz von 18 Metern zur Ziellinie die Geschwindigkeit drosseln.

Bei den Entfernungen zur Ziellinie zum Zeitpunkt der maximalen Geschwindigkeit fällt insbesondere der zu allen anderen Gruppen deutlich kleinere

Wert von 14,4 Metern der Probanden mit minimaler HE (mHE) ins Auge ($\eta^2 = 0,13$; $p = 0,01$). Das bedeutet, dass diese Probanden den Bremsvorgang am spätesten einleiten (s. Bild 31). In der Post-hoc-Analyse zeigt sich auch hier ein signifikanter Unterschied zu den Gesunden. Im Vergleich zu allen anderen Gruppen sind die Patienten mit minimaler HE (mHE) aber auch am langsamsten gefahren und haben die geringste Maximalgeschwindigkeit (V_{max}) erreicht.

Distanz zur Ziellinie

Die Aufgabe A08 „Zielbremsung“ war dann am besten gelöst, wenn der Abstand zur Ziellinie beim Stopp des Fahrzeugs möglichst gering war. Die gemessenen Distanzen zur Ziellinie bei Fahrzeugstopp unterscheiden sich zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,00$), wobei die Gesunden im Mittel – wegen der Ausreißerwerte ist hier der Median betrachtet worden – am nächsten zur Ziellinie anhalten konnten und die Probanden mit minimaler HE (mHE) mit der größten Entfernung vor oder hinter der Ziellinie hielten (s. Bild 32). Dieser Paarvergleich ist auch in den Bonferroni-korrigierten Analysen signifikant.

Die kategorisierten Distanzen (\leq oder > 1 m; s. Bild 33) machen deutlich, dass die Gesunden am ehesten in der Lage sind, nahe der Ziellinie zu halten ($\eta^2 = 0,30$; $p = 0,01$).

Betrachtet man diese Leistung in Zusammenhang mit den oben angegebenen Maximalgeschwindigkeiten und Entfernungen zur Ziellinie bei maximaler Geschwindigkeit, kann man folgern, dass die Gruppe der minimalen HE-Erkrankten (mHE) in dieser Aufgabe am schlechtesten abschnitt, da sie die geforderte Maximalgeschwindigkeit am stärksten unterschritten und am weitesten entfernt von der Ziellinie stoppen konnten.

Theoretischer vs. verfügbarer Anhalteweg

Die Probanden hatten die Aufgabe, möglichst hoch zu beschleunigen und möglichst nah vor der Ziellinie zu halten. Zur Beurteilung des Bremsvorgangs wurde die Differenz zwischen dem (theoretischen) Anhalteweg bei zum Bremsbeginn gegebener Geschwindigkeit und der Entfernung zur Ziellinie bei Bremsbeginn (verfügbarer Anhalteweg) berechnet. Der theoretische Anhalteweg wurde nach folgender Formel berechnet: $BW = v^2/(2a)$, wobei v die Geschwindigkeit in km/h ist und a die Bremsverzögerung.

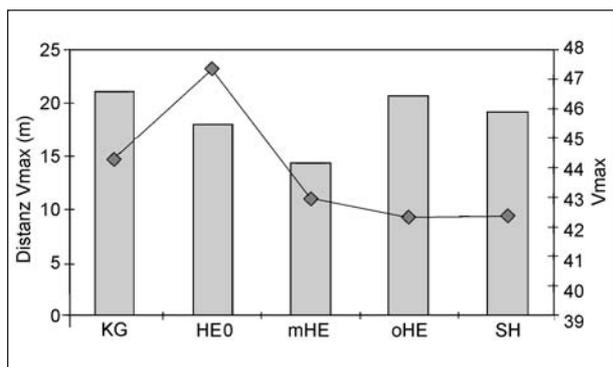


Bild 31: (A08) Distanz (Säulen) zur Ziellinie bei maximaler Geschwindigkeit (Linie)

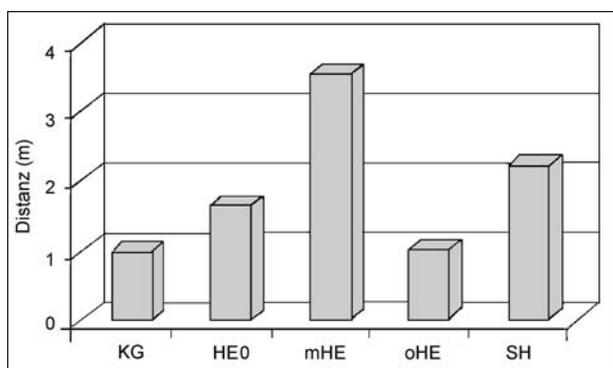


Bild 32: (A08) Median der Distanz (m) zur Ziellinie bei Stopp des Fahrzeugs

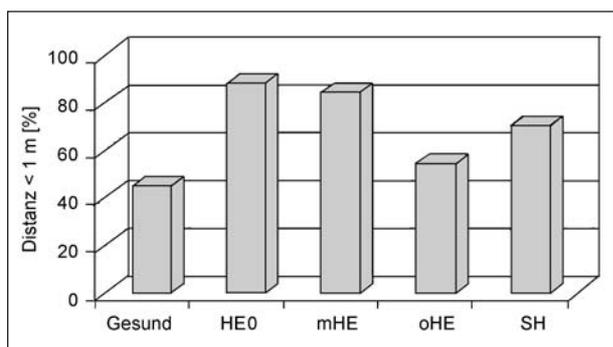


Bild 33: (A08) Prozentualer Anteil der Probanden, die bei Fahrzeugstopp eine Distanz zur Ziellinie > 1 m erzielten

	Gültige n	Mittelwert	Streuung	Minimum	Median	Maximum
Gesund	n = 44	-2,38	7,17	-21,22	-1,44	13,36
HE0	n = 8	-,36	4,96	-7,11	1,10	6,50
oHE	n = 13	-4,94	5,63	-11,52	-6,61	4,83
SH	n = 10	-4,63	8,70	-22,19	-4,70	7,85
mHE	n = 23	1,49	7,74	-12,76	1,73	18,42

Tab. 11: (A08) Differenz zwischen theoretischem und verfügbarem Anhalteweg

Die Differenzen deuten an ($\eta^2 = 0,09$; $p = 0,06$), dass die Probanden mit manifester HE (oHE) das Ziel dieser Aufgabe am wenigsten und die klinisch Unauffälligen (HE0) am erfolgreichsten absolvierten (s. Tabelle 11). Die Probanden mit minimaler HE (mHE) zeigen bei dieser Berechnung zwar auch gute Ergebnisse, doch konnten sie trotz der geringsten Maximalgeschwindigkeit im Vergleich zu den anderen Gruppen am weitesten entfernt von der Ziellinie stoppen (s. Bild 33). Somit haben sie das Ziel dieser Aufgabe verfehlt.

Die Differenzen deuten an ($\eta^2 = 0,09$; $p = 0,06$), dass die Probanden mit manifester HE (oHE) das Ziel dieser Aufgabe am wenigsten und die klinisch Unauffälligen (HE0) am erfolgreichsten absolvierten (s. Tabelle 11). Die Probanden mit minimaler HE (mHE) zeigen bei dieser Berechnung zwar auch gute Ergebnisse, doch konnten sie trotz der geringsten Maximalgeschwindigkeit im Vergleich zu den anderen Gruppen am weitesten entfernt von der Ziellinie stoppen (s. Bild 33). Somit haben sie das Ziel dieser Aufgabe verfehlt.

A09 und A15 Gedächtnisleistung

Zur Messung des Kurzzeitgedächtnisses (A09) wurden an einem Streckenabschnitt acht Schilder im Abstand von acht Metern mit verschiedenen Symbolen aufgestellt. Die Probanden wurden vom Fahrlehrer aufgefordert, im Schrittempo an den Schildern vorbeizufahren und sich die Symbole einzuprägen. Am Ende des Streckenabschnittes sollten die Probanden die Symbole, die sie sich gemerkt hatten, aufzählen. Eine erneute Abfrage der Symbole erfolgte am Ende der Testfahrt. Diese zweite Erhebung diente der Messung des Langzeitgedächtnisses (A15).

Es unterscheiden sich weder die Kurzzeitgedächtnisleistungen (KZG) noch die des Langzeitgedächtnisses (LZG) zwischen den Gruppen (KZG: $\eta^2 = 0,03$; LZG: $\eta^2 = 0,06$). Alle Gruppen haben im Mittel fünf der sieben Symbolschilder direkt wiedergegeben, gegen Ende des Versuchs konnten die Probanden sich im Mittel an vier Symbolschilder erinnern. Die Probanden mit klinisch unauffälliger HE (HE0) schnitten in beiden Tests am besten ab.

A10 Kassette einlegen

Die Probanden wurden während der Durchfahrt durch eine Pylonengasse aufgefordert, eine durchsichtige Musikkassette aus der Mittelkonsole, in der sich vier weitere, schwarze Kassetten befanden, zu suchen und in den Kassettenrecorder einzulegen.

Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeiten, gemessen zwischen Pylon 1 und Pylon 7, unterscheiden sich nicht signifikant

($\eta^2 = 0,07$; $p = 0,17$), wobei die Gruppe mit der manifestesten HE (oHE) mit 13,3 km/h am langsamsten und die Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0) mit 17 km/h am schnellsten gefahren sind.

Suchzeit und -weg

Als Suchzeit bzw. -weg wird die Zeit bzw. Strecke bezeichnet, die der Proband während der Fahrt durch eine Pylonengasse benötigt, um eine bestimmte Kassette aus der Konsole herauszusuchen und in das Kassettenfach einzuschieben. Die Suchzeiten ($\eta^2 = 0,16$; $p = 0,00$) und folglich auch die Suchwege ($\eta^2 = 0,11$; $p = 0,03$) unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen, wobei vor allem die Probanden mit manifester HE (oHE) länger als die anderen Gruppen benötigen, um die Kassette zu finden und einzulegen (s. Bild 34).

Für die Suchzeiten zeigt sich dies auch in der Post-hoc-Analyse, in welcher sich die Probanden mit manifester HE (oHE) von allen anderen Gruppen – bis auf die Probanden mit Fettleber – signifikant unterscheiden. Sie benötigen nicht nur doppelt so viel Zeit, sie fahren auch am langsamsten. Im Gegensatz dazu fahren die klinisch Unauffälligen (HE0) mit der höchsten Geschwindigkeit und legen am schnellsten die Kassette ein.

Spurhalten

Das Spurhalten in der Gasse, wiederum als Abweichung von einem über lineare Regression berechneten Kurs bestimmt, unterscheidet sich zwischen den Gruppen nicht signifikant ($\eta^2 = 0,04$; $p = 0,37$). Wie in Aufgabe 5 (Walkie-Talkie) aber sind es auch hier die Gesunden und die klinisch unauffälligen Probanden (HE0), die am wenigsten von einer geraden Spur abweichen (s. Bild 35).

Pylon überfahren

Insgesamt sechs Probanden – gleichverteilt über die Versuchsgruppen – haben Pylone berührt oder überfahren. Nur die Probanden mit klinisch unauffälliger HE (HE0) haben die Spurgasse fehlerfrei durchfahren.

A11 Ausweichmanöver

Bei dieser Aufgabe sollte ein unangemeldetes Ausweichmanöver simuliert werden. Zu diesem Zweck wurden in einem Kurvenbereich auf der rechten Fahrbahn zwei Pylone als Hindernis aufgestellt. Da

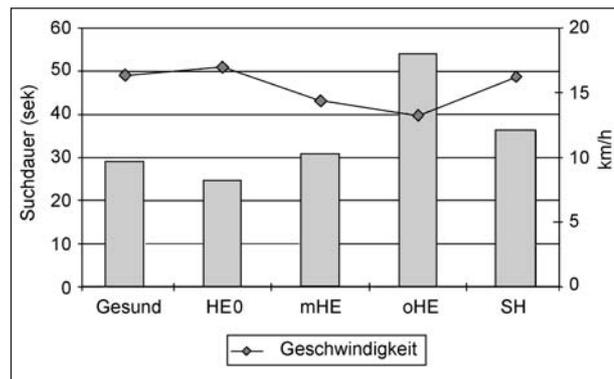


Bild 34: (A10) Mittelwerte der Suchdauer (Säulen) und der Fahrgeschwindigkeit (Linie)

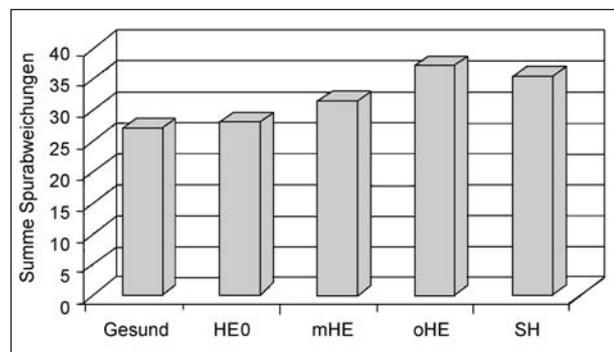


Bild 35: (A10) Summe der Spurabweichungen

die Sicht durch die Pylone nicht beeinträchtigt war, sodass z. B. entgegenkommende Fahrzeuge frühzeitig erkannt werden konnten, hätten alle Probanden links am Hindernis vorbeifahren können.

Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeiten zum Kurvenanfang ($\eta^2 = 0,05$) und zur Kurvenmitte ($\eta^2 = 0,05$) unterscheiden sich nicht signifikant.

Fahrverhalten

Das Verhalten (vor dem Pylon anhalten oder an dem Pylon vorbeifahren) unterscheidet sich zwischen den Probanden nicht signifikant ($\eta^2 = 0,19$; $p = 0,51$). Die Gesunden und die Probanden mit klinisch unauffälliger HE (HE0) sind im Vergleich zu den anderen Gruppen häufiger an dem Hindernis vorbeigefahren, anstatt davor zu anzuhalten. Die Häufigkeiten der eingeleiteten Bremsvorgänge unterscheiden sich nicht signifikant.

Abstände des Fahrzeugs zum Pylon

Die Abstände zu den Pylonen bei Vorbeifahrt unterscheiden sich zwischen den Gruppen nicht ($\eta^2 =$

0,02) (s. Tabelle 12). Für die Probanden, die gestoppt haben, deutet sich an, dass die Gesunden dichter an die Pylone herangefahren sind als die anderen Gruppen ($\eta^2 = 0,35$; $p = 0,06$), jedoch sind die Gruppengrößen hier jeweils sehr gering.

A12 Reiz-Reaktions-Test im Fahrzeugstand

Die Probanden waren angewiesen, auf die optischen und akustischen Signale eines Mehrfachreiz-Reaktionsgeräts, welches am Lenkrad angebracht war, durch adäquaten Tastendruck zu reagieren.

Korrektheit der Reaktionen und Reaktionszeiten

Bevor der Reiz-Reaktions-Test während der Fahrt durchgeführt wurde, sollten die Probanden diesen bei Fahrzeugstillstand ausführen. Diese Aufgabe diente als Baseline-Erhebung, um das Aufgabenverständnis zu überprüfen.

Während sich die Anzahl der reizadäquaten Reaktionen (s. Bild 36) zwischen den Gruppen nicht signifikant voneinander unterscheidet ($\eta^2 = 0,07$), sind die Reaktionszeiten der manifesten (oHE) und auch der minimalen HE-Probanden (mHE) signifikant länger als die der anderen Gruppen ($\eta^2 = 0,35$; $p = 0,00$).

Da sich die Anzahl der reizadäquaten Reaktionen zwischen den Gruppen nicht unterschied, konnte davon ausgegangen werden, dass alle Probanden die Aufgabe verstanden und richtig umgesetzt haben.

A13 Reiz-Reaktions-Test während der Fahrt

Die Probanden sollten nun mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h die Außenrunde der Teststrecke (590 m) fahren und währenddessen adäquat auf die Signale des Mehrfachreiz-Reaktionsgeräts reagieren.

Korrektheit der Reaktionen und Reaktionszeiten

Wie im Stand unterscheiden sich auch in der Fahrt die Reaktionszeiten zwischen den Gruppen signifikant voneinander ($\eta^2 = 0,34$; $p = 0,00$). In der Post-hoc-Analyse zeigt sich, dass fünf der insgesamt zehn Paarvergleiche signifikant sind (s. Bild 37 und Tabelle 13). Auch hier unterscheidet sich die Anzahl der reizadäquaten Reaktionen nicht voneinander.

	Gültige n	Mittelwert	Streuung	Minimum	Median	Maximum
Gesund	n = 7	183,14	161,15	20,00	170,00	500,00
HE0	n = 1	430,00	0,0	430,00	430,00	430,00
oHE	n = 4	420,00	145,37	250,00	435,00	560,00
SH	n = 4	255,00	127,93	70,00	300,00	350,00
mHE	n = 9	390,78	150,03	170,00	350,00	600,00

Tab. 12: (A11) Abstand zum Hindernis bei Stopp in cm

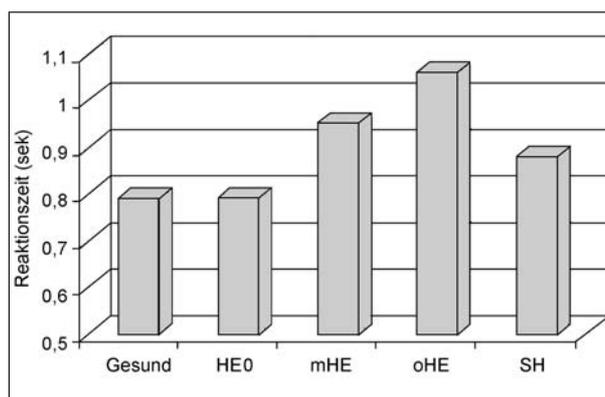


Bild 36: (A12) Reaktionszeit (sek) bei Fahrzeugstillstand

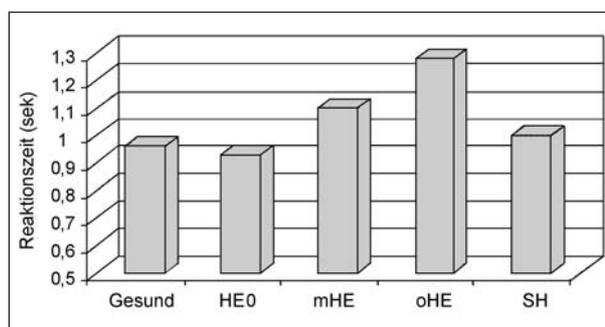


Bild 37: (A13) Reaktionszeit (sek) während der Fahrt

	Median Reaktionszeit	mHE	SH	oHE	HE0
Gesund	0,96	$p = 0,00$	n. s.	$p = 0,00$	n. s.
HE0	0,93	n. s.	n. s.	$p = 0,00$	
oHE	1,28	$p = 0,00$	$p = 0,00$		
SH	1,00	n. s.			
mHE	1,10				

Tab. 13: (A13) Median der Reaktionszeiten (sek) und p-Werte der Paarvergleiche zur Reaktionszeit ($\alpha' = 0,005$); n. s.: nicht signifikant

Wie Bild 37 gezeigt, reagieren die minimal (mHE) und manifest (oHE) Erkrankten signifikant langsamer als die Gesunden, Letztere auch signifikant langsamer als die klinisch Unauffälligen (HE0).

Die manifesten HE-Probanden (oHE) schnitten dazu noch signifikant schlechter als die Fettleberpatienten (SH) oder die minimal HE-Erkrankten (mHE) ab.

Differenzen der Reaktionszeiten von Aufgabe A12 und A13

Wie der Vergleich von Bild 36 und Bild 37 anzeigt (s. Bild 38), sind die Reaktionszeiten während der Fahrt erwartungsgemäß länger als im Stand (alle Paarvergleiche sind signifikant). Zudem stellt sich die Frage, ob diese Zunahme der Reaktionszeiten auch zwischen den Gruppen gleichermaßen ausfällt. Daher wurde eine Varianzanalyse über die Differenzwerte der Reaktionszeiten von Aufgabe 13 und Aufgabe 12 gerechnet, welche signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen aufzeigt ($\eta^2 = 0,18$; $p = 0,01$).

Die signifikanten Gruppenunterschiede gehen allein auf die deutlich größeren Differenzwerte der Probanden mit manifester HE (oHE) zurück, die sich von fast allen anderen Gruppen, bis auf die Probanden mit Fettleber, signifikant unterscheiden (s. Tabelle 14).

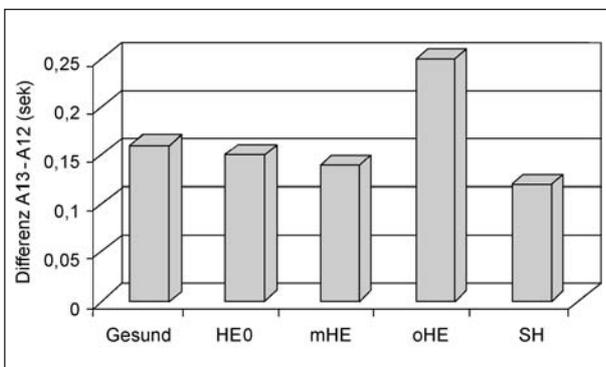


Bild 38: (A12 + A13) Differenz der Reaktionszeiten

	Median Reaktionszeit	mHE	SH	oHE	HE0
Gesund	0,17	n. s.	n. s.	$p = 0,00$	n. s.
HE0	0,14	n. s.	n. s.	n. s.	
oHE	0,22	$p = 0,00$	$p = 0,00$		
SH	0,12	n. s.			
mHE	0,15				

Tab. 14: (A12 + A13) Erhöhung der Reaktionszeit von A12 zu A13 in Sekunden und p-Werte der Paarvergleiche zur Differenz der Reaktionszeiten ($\alpha' = 0,005$); n. s.: nicht signifikant

Spurhalten

Deskriptiv deutet sich an, dass Probanden mit manifester HE (oHE) und Probanden mit minimaler HE (mHE) die Spur weniger gut halten als die anderen Probandengruppen. Außerdem kam es auch nur in diesen Gruppen vor, dass das Fahrzeug nach rechts von der Fahrbahn abgekommen ist.

4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse der Fahraufgaben

Aufgrund der Ergebnisfülle der ausgewerteten Realfahrtdaten soll in diesem Kapitel ein Überblick über die wesentlichen Ergebnisse der einzelnen Fahraufgaben gegeben und die auffälligsten und häufigsten Gruppenunterschiede zusammengefasst werden.

In zehn der 15 Fahraufgaben ergaben sich signifikante Gruppenunterschiede. Die im Anschluss durchgeführten Paarvergleiche zeigten in sieben der zehn Aufgaben signifikante Unterschiede. Da das bei diesen Paarvergleichen zu unterschreitende α aufgrund der erforderlichen Bonferroni-Korrektur ($\alpha = 0,005$) sehr klein ist und die Patientengruppen zudem eine geringe Probandenzahl aufwiesen, sollten auch nur die auffälligsten und häufigsten deskriptiven Ergebnisse in die inhaltliche Auswertung einbezogen werden.

Die verkehrssicherheitsrelevanten Leistungsmerkmale perceptiver, kognitiver und motorischer Fertigkeiten wurden in den verschiedenen Fahraufgaben operationalisiert, sodass je nach Aufgabenstellung unterschiedliche Variablen untersucht worden sind (vgl. Tabelle 5). Einheitlich wurden in allen Aufgaben, die in der Fahrt durchgeführt wurden, die Parameter Geschwindigkeit und Spurhalten erfasst. Die Analyse dieser beiden Variablen ergab in fast allen Aufgaben signifikante Gruppenunterschiede.

Die zusammenfassende Betrachtung der Fahrgeschwindigkeit zeigt, dass die minimalen und manifesten HE-Probanden (mHE, oHE) am langsamsten fuhren und somit durchschnittlich 10 Minuten länger als die Gesunden und die klinisch unauffälligen HE-Probanden für die Gesamtversuchsfahrt benötigten. Dieser Parameter allein lässt keine Aussage in Bezug auf ein leistungsschwaches Fahrverhalten zu und könnte zunächst für eine angepasstere Fahrweise aufgrund wahrgenommener Leistungsdefizite sprechen.

4.5.1 Motorische Leistungen

Spurhalten

Der für ein verkehrssicheres Fahren relevante Parameter „Spurhalten“ zeigte in drei von sechs Aufgaben, in denen er als abhängige Variable erhoben wurde, signifikante Gruppenunterschiede (A01 „Proberunde“, A05 „Walkie-Talkie“, A06 „Zahlenaufgabe“). Die deskriptiven Ergebnisse der restlichen drei Aufgaben (A02 „Richtungssymboltest“, A10 „Kassette einlegen“, A13 „Reiz-Reaktions-Test“) erzielen tendenziell vergleichbare Ergebnisse in Bezug auf das Spurhalten, sodass zusammenfassend gefolgert werden kann, dass die Probanden mit minimaler und manifester HE (mHE, oHE) Defizite im Spurhalten aufweisen. So überfahren sie am häufigsten die Mittellinie und kommen von der Fahrbahn ab, wobei die minimal Erkrankten (mHE) teilweise schlechtere Ergebnisse erzielten als die manifesten HE-Probanden (oHE). Die Fettleberpatienten (SH) zeigten in den Aufgaben A05 „Walkie-Talkie“ und A10 „Kassette einlegen“, in denen eine Pylonengasse durchfahren werden musste, ein mit den manifest HE-Erkrankten (oHE) vergleichbar schlechtes Ergebnis, während die klinisch Unauffälligen (HE0) in allen 6 Aufgaben ein mit den Gesunden vergleichbar gutes Ergebnis erzielten. Auffällig ist, dass die klinisch Unauffälligen (HE0) im Vergleich zu den Gesunden im ersten Drittel des Gesamtversuchs sogar bessere Leistungen im Spurhalten erbringen. Über die gesamte Versuchszeit ließen die klinisch Unauffälligen (HE0) verglichen mit den Gesunden in ihren zu Beginn besseren Spurhalte-Ergebnissen nach und folgten gegen Ende des Versuchs schlechter der Fahrspur als die Gesunden. Insofern kann angenommen werden, dass die Daueraufmerksamkeit oder Belastbarkeit der klinisch Unauffälligen (HE0) in dem Realfahrtversuch stärker beansprucht wird, als es bei Gesunden der Fall ist.

Für ein adäquates situationsangepasstes Reagieren muss eine ausreichende sensumotorische Kontrolle gegeben sein. Daher muss das Abkommen von der Fahrbahn oder in die entgegenführende Fahrbahn als Fahreignungskriterium stark bewertet werden, ebenso wie ein angemessenes Reagieren auf unvorhergesehene Reize.

Visuomotorische Kontrolle und Koordination

Eine Komponente der motorischen Kontrolle ist die Reaktionszeit, die in den Aufgaben A03 und A14 als

Dauer vom Balleinrollen auf die Fahrbahn bis zum Zeitpunkt der Geschwindigkeitsreduktion operationalisiert wurde. Während die Leberpatienten bei der erstmaligen Durchführung der Aufgabe in der Reihenfolge minimal, manifest HE-Erkrankte (mHE, oHE) und Fettleberpatienten (SH) die längsten Reaktionszeiten aufwiesen und die klinisch Unauffälligen (HE0) sogar kürzere Reaktionszeiten hatten als die Gesunden, zeigten die klinisch Unauffälligen (HE0) bei der Aufgabenwiederholung gegen Ende des Gesamtversuchs einen Leistungsabfall, da sie hier langsamer als die Gesunden und die Fettleberpatienten (SH) reagierten. Wohl aber bildeten sie (HE0) prozentual den größten Anteil an Probanden, die überhaupt auf das Balleinrollen reagierten, und überfuhren in beiden Aufgabendurchläufen auch am wenigsten häufig den Ball im Vergleich zu allen anderen Gruppen.

Weitere Aufgaben, in denen die motorische Kontrolle und die visuomotorische Koordination überprüft werden sollten, sind A07 „Slalom“ und die Dual-Task-Aufgaben A05 „Walkie-Talkie“ und A10 „Kassette einlegen“. Wurde während des Fahrens eine zusätzliche motorische Koordinationsaufgabe, wie das Heraussuchen und Einlegen einer bestimmten Kassette oder das Übergeben des Walkie-Talkies an den Fahrlehrer, gestellt, konnten die minimal und manifest HE-Erkrankten (mHE, oHE) sowie die Fettleberpatienten (SH) die Aufgabe zwar lösen, doch beanspruchte diese so viel Kapazität, dass es zu einer Abnahme der visuomotorischen Kontrolle kam, was sich in einer Verschlechterung der Spurhaltung äußerte. Die besten Leistungen in diesen beiden Dual-Task-Aufgaben erbrachten die klinisch Unauffälligen (HE0). Sie überfuhren die wenigsten Pylone und benötigten zudem noch die kürzeste Zeit zum Einlegen der Kassette. In Aufgabe A07 „Slalom“ erzielten die klinisch Unauffälligen (HE0) wiederum die besten Ergebnisse und die minimal HE-Erkrankten (mHE) zeigten hier die schlechtesten Leistungen, allerdings sind diese Unterschiede nur deskriptiv feststellbar. Dass keine Gruppenunterschiede in Bezug auf Dauer und Geschwindigkeit der Slalomfahrt zu finden sind, deutet auf eine ungestörte prozedurale Gedächtnisfunktion der Leberpatienten hin, zumindest sind ihre motorischen Leistungen beim Slalomfahren mit denen der Gesunden vergleichbar.

Auch wenn die Aufgabenstellung zur motorischen Kontrolle noch ein adäquates Umsetzen eines Handlungsplans wie in den Aufgaben A04 „Wenden im Hof“ und A08 „Zielbremsung“ fordert, erzielten

die klinisch Unauffälligen (HE0) die besten Ergebnisse in Bezug auf eine akkurate Aufgabenlösung. So brauchten sie die geringste Zeit und Strecke, um in den vorgeschriebenen Fahrzügen zu wenden, und konnten die Zielbremsung am genauesten durchführen, wobei sie zudem als einzige Versuchsgruppe die geforderte Maximalgeschwindigkeit erreichten. Die manifest HE-Erkrankten (oHE) absolvierten diese Aufgabe am ungenauesten und die minimal Erkrankten (mHE) überfuhren trotz der geringsten Maximalgeschwindigkeit die Ziellinie am weitesten.

Somit erzielen die klinisch Unauffälligen (HE0) die besten Leistungen in Situationen, in denen auf unvorhergesehene Reize reagiert, zusätzliche motorische Leistungen durchgeführt oder ein Handlungsplan umgesetzt werden musste.

4.5.2 Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung

Weitere hervorzuhebende Variablen aus den Bereichen Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung, die aufgrund der jeweiligen Aufgabenstellung nur in einzelnen Aufgaben erhoben werden können, sind in Aufgabe A01 „Proberunde“ die Variable „Verkehrsbeachtung“, in Aufgabe A02 „Richtungssymboltest“ die „Erkennungszeit“ und in den Aufgaben A03 und A14 „Balleinrollen“ die „Wahrnehmung des Balleinrollens“.

Auch hier fallen wiederum die minimal und manifest HE-Erkrankten (mHE, oHE) durch die schlechtesten Leistungen auf. So beachteten sie weniger häufig die Verkehrsregeln, benötigten die meiste Zeit, um die Richtungssymbolschilder zu erkennen, wobei sie zudem die häufigsten Fehlantworten gaben, und bildeten den größten Anteil an den Probanden, die das Einrollen des Balls nicht wahrgenommen haben. Die Fettleberpatienten (SH) zeigten nur im „Richtungssymboltest“ schlechtere Ergebnisse als die minimal und manifest HE-Erkrankten (mHE, oHE), indem sie am längsten zur Identifizierung der Richtung aus den Symbolschildern brauchten, wobei sie auf Höhe der aufgestellten Schilder auch am langsamsten gefahren sind. Die klinisch Unauffälligen (HE0) beachteten die Verkehrsregeln häufiger als die Gesunden und jeder von ihnen hat im Gegensatz zu allen anderen Gruppen in beiden Aufgabendurchläufen das Einrollen des Balls wahrgenommen.

In weiteren Aufgaben, in denen kognitive Leistungen wie Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfunctio-

nen getestet wurden, zeigten die minimal und manifest HE-Erkrankten (mHE, oHE) die schlechtesten Aufmerksamkeitsleistungen, wohingegen sich die Gedächtnisleistungen zwischen den Gruppen nicht unterschieden. Hier deuteten sich lediglich deskriptive Unterschiede an, wobei die klinisch Unauffälligen (HE0) zusammen mit den Gesunden die besten und die Fettleberpatienten (SH) zusammen mit den manifest HE-Erkrankten (oHE) die schlechtesten Kurzzeit- und Langzeit-Gedächtnisleistungen erzielten. Auffällig im Bereich der Aufmerksamkeitstestung, die in den Dual-Task-Aufgaben A06 „Zahlenaufgabe“ und A13 „Reiz-Reaktions-Test“ durchgeführt wurde, ist, dass die klinisch Unauffälligen (HE0) zwar die Fahrspur besser halten konnten als die manifest und minimal HE-Erkrankten (oHE, mHE), aber schlechter als die Gesunden und die Fettleberpatienten (SH) abschnitten. Die Fettleberpatienten (SH) wiesen in diesen beiden Aufgaben mehr Fehler und längere Reaktionszeiten in der Dual-Task auf als die klinisch Unauffälligen (HE0), doch ist für ein verkehrssicheres Fahren das Spurhalten von größerer Bedeutung als die exakte Durchführung der Dual-Task.

Somit erbrachten die klinisch Unauffälligen (HE0) in Bezug auf selektive und geteilte Aufmerksamkeit schlechtere Leistungen als die Gesunden und Fettleberpatienten (SH). Dem entgegen scheinen ihre Arousal¹⁶-Funktionen ungestört zu sein. Eine Aussage über den Zustand des Arousal erlaubt die Reaktion auf das „Einrollen des Balls“. Die klinisch Unauffälligen (HE0) erbrachten hier in beiden Aufgabendurchläufen die besten Leistungen von allen Gruppen, während unter den minimal und manifest HE-Erkrankten (mHE, oHE) die geringste Anzahl von Probanden war, die überhaupt auf den Ball reagiert haben. Diese haben zudem langsamer als die übrigen Gruppen reagiert. Dass die Leistung der klinisch Unauffälligen (HE0) bei der Wiederholung der Aufgabe gegen Ende des Versuchs nicht abfiel, spricht für ein gleich bleibend adäquates Aktivitätsniveau (Arousal).

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass die klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) zu meist mit den Gesunden vergleichbare, teilweise sogar bessere Leistungen erzielten. Durchgängig

¹⁶ Arousal bezeichnet den physiologischen und psychologischen Zustand des Wachseins und ist eine Basiskomponente zur Regulation von Aufmerksamkeitsprozessen und der Informationsverarbeitung.

bessere Leistungen als die Gesunden zeigten sie in allen Aufgaben zur motorischen Kontrolle und in den Aufgaben, in denen Wahrnehmung und deren kognitive Verarbeitung getestet werden. Auffällig sind allerdings die unterschiedlichen Ergebnisse ihrer Gesamtleistungen in den vier verschiedenen Dual-Task-Aufgaben (A05 „Walkie-Talkie“, A10 „Kassette einlegen“, A06 „Zahlenaufgabe“, A13 „Reiz-Reaktions-Test“). War der Anspruch der zusätzlichen Aufgabe gering (A05, A10), erzielten die klinisch Unauffälligen (HE0) die besten Fahrleistungsergebnisse, während sie bei kognitiv stark beanspruchenden Zusatzaufgaben (A06, A13) schlechter sind als die der Gesunden, teilweise sogar schlechter als die der Fettleberpatienten (SH).

Auch die Tatsache, dass die klinisch Unauffälligen (HE0) z. B. im Spurhalten gegen Versuchsende einen Leistungsabfall zeigten, deutet eine geringere Belastbarkeit dieser Probanden hin. Es ist aber auch denkbar, dass sich diese Versuchsgruppe besonders anstrengte, gute Ergebnisse zu erzielen, da sie sich über mögliche Fahrdefizite bewusst ist und sie somit schneller ihre Leistungsgrenzen erreichte.

Die Leistungen der manifest HE-Erkrankten waren zwar häufiger signifikant schlechter als die der minimal HE-Erkrankten, aber unter Berücksichtigung aller Ergebnisse zeigten die minimal HE-Erkrankten (mHE) in allen gemessenen Funktionsbereichen (Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung, Aufmerksamkeitsfunktionen, Motorik) schlechtere Leistungen als die Fettleberpatienten (SH), die Gesunden und die klinisch Unauffälligen (HE0). Teilweise erzielten sie (mHE) sogar schlechtere Leistungen als die manifest HE-Erkrankten (oHE). Die Fettleberpatienten (SH) bewegen sich mit ihren Leistungen meist im Mittelfeld oder im Bereich der Leistungen von minimal und manifest HE-Erkrankten (mHE, oHE).

Die für ein verkehrssicheres Verhalten erforderlichen psychischen Leistungsmerkmale wie Belastbarkeit und Selbsteinschätzung werden nach der Ergebnisdarstellung der Eignungsbewertung des Fahrlehrers im folgenden Kapitel diskutiert.

4.6 Einschätzung des Fahrlehrers

Der Fahrlehrer wusste zwar nicht, ob ein Proband erkrankt oder gesund war, doch wies die körperliche Symptomatik (aufgetriebener Bauch, Wasser-

einlagerungen in den Beinen) einiger manifesten HE-Patienten (oHE) auf eine Erkrankung hin.

Die Einschätzungen des Fahrlehrers basieren nicht auf den oben beschriebenen Post-hoc-Auswertungen der einzelnen Aufgaben der Realfahrt, sondern wurden während der Fahrt erhoben. Die Probanden wurden anhand der aufgelisteten Bemerkungen des Fahrlehrers (s. Kapitel 3.2.3.4) bezüglich ihrer Fahreignung als „geeignet“, „zweifelhaft“ oder „ungeeignet“ beurteilt.

Die Einschätzung „geeignet“ wurde nur dann gegeben, wenn keine Bemerkung verzeichnet war oder ausschließlich die Bemerkungen „entgegen der Anweisung wurden Verkehrsschilder beachtet“ oder „Ausführung der Aufgabe wurde verweigert“ festgehalten waren.

Als ungeeignet beurteilt wurden Probanden, die mindestens einen aktiven Eingriff oder die Bemerkung „nervös/angespannt/überfordert“ erhielten.

Wenn mindestens eine der Bemerkungen „Aufgabe abgebrochen und wiederholt“, „Ball/Schild nicht registriert“, „abwesend/unkonzentriert“, „mehrmaliger verbaler Eingriff“ festgehalten wurde, bestanden Zweifel an der Fahreignung.

Insgesamt betrachtet unterscheidet sich die Anzahl der Fahrlehrerbemerkungen zwischen den Gruppen, wobei zu den Probanden mit manifester HE (oHE) die meisten Bemerkungen festgehalten wurden ($\eta^2 = 0,30$; $p = 0,03$). Wesentlich zur Eignungsbeurteilung war aber nicht die Häufigkeit, sondern der Inhalt der Bemerkungen.

Der Fahrlehrer beurteilte den Großteil der Probanden mit manifester HE (oHE) zum Ende des Versuchs als stark erschöpft. Probanden mit minimaler HE (mHE), gefolgt von denen mit Fettleber (SH) wirkten angespannt oder unkonzentriert während der Fahrt. Weiterhin haben im Mittel über beide Aufgaben des „Balleinrollens“ (A03 und A14) jeweils ca. 20 % der manifest HE-Erkrankten (oHE) und der minimal HE-Erkrankten (mHE) sowie 10 % der Fettleberpatienten (SH) das Ballüberqueren nicht wahrgenommen (s. Bild 27). Nur die Gruppe der minimal HE-Erkrankten (mHE) steigerte ihre Leistung bei der Wiederholung der Aufgabe leicht um 5 Prozentpunkte.

Besonders relevant sind als Fahrlehrerbemerkungen die aktiven Eingriffe des Fahrlehrers in die Fahrt zu bewerten.

Die Notwendigkeit eines aktiven Eingriffs in die Fahrt war mit 43 % bei den Probanden mit manifester HE (oHE) am häufigsten gegeben, gefolgt von Eingriffen bei 22 % der minimal HE-Erkrankten (mHE) und 20 % der Fettleberpatienten (SH) (s. Bild 39).

Im Folgenden werden die Bemerkungen des Fahrlehrers in den drei Rubriken „geeignet“, „fraglich“ und „ungeeignet“ zusammengefasst, um eine zusätzliche Information über die Fahreignung der Probanden zu erlangen:

Die Fahreignungsurteile unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen ($V = 0,33$; $p = 0,01$), wobei die Gesunden mit 13 % am seltensten und die Probanden mit manifester HE (oHE) mit 46 % am häufigsten als ungeeignet beurteilt wurden. Zweifel an der Fahreignung erhielten nur die Probanden mit manifester HE (oHE, 15 %) und die Probanden mit minimaler HE (mHE, 16 %) und erhielten folglich am seltensten das Urteil „geeignet“ (s. Bild 40).

Fasst man die Fahrlehrerbemerkungen „fraglich“ und „ungeeignet“ zusammen, sieht man, dass 61 %

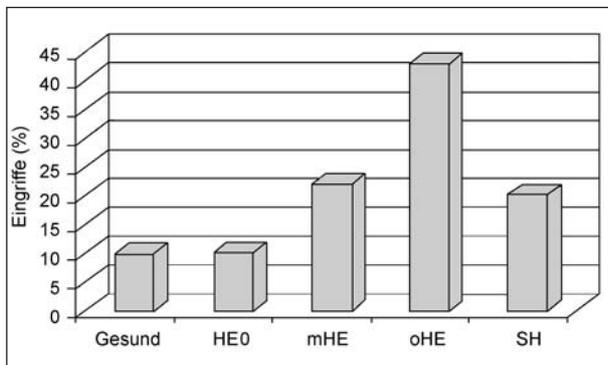


Bild 39: Prozentualer Anteil über alle Fahraufgaben, bei denen der Fahrlehrer in die Fahrt eingegriffen hat

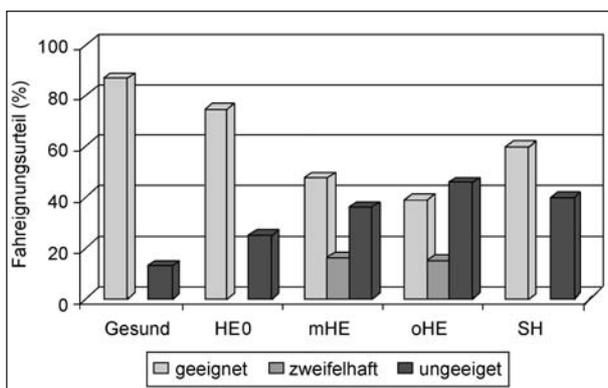


Bild 40: Fahreignungsbeurteilung nach Realfahrt gemäß Fahrlehrerbemerkungen

der Probanden mit einer manifester HE (oHE), 52 % mit einer minimalen HE (mHE) und 40 % der Fettleberpatienten (SH) als nicht geeignet beurteilt wurden. Demgegenüber erhielten nur 25 % der klinisch unauffälligen Probanden (HE0) und 13 % der Gesunden das Urteil „ungeeignet“.

Im Folgenden sollen die Einschätzungen des Fahrlehrers zur psychischen Belastbarkeit der Probanden der im Fragebogen ermittelten Selbsteinschätzung der Probanden gegenübergestellt werden, um so eine Aussage zu ihren verkehrssicherheitsrelevanten psychischen Leistungen zu treffen.

Belastbarkeit

Schon zu Beginn der Testfahrt fühlten sich die manifest Erkrankten (oHE) nach eigenen Angaben eher matt, nicht entspannt und nicht so selbstsicher wie die übrigen Leberpatienten.

Der Fahrlehrer beurteilte den Großteil der Probanden mit manifester HE (oHE) zum Ende des Versuchs als sehr erschöpft. Probanden mit minimaler HE (mHE), gefolgt von denen mit Fettleber (SH), wirkten angespannt oder unkonzentriert während der Fahrt. So benötigten diese drei Patientengruppen auch die längste Zeit, um alle Aufgaben zu lösen.

Die Dual-Task-Aufgaben hatten zum einen den Zweck, selektive und geteilte Aufmerksamkeitsleistungen zu testen, zum anderen wurde durch die starke zusätzliche Beanspruchung aber auch die Leistungsgrenze der Probanden auf die Probe gestellt. Vergleicht man z. B. die Leistungen beider Ball-Aufgaben, so weisen die manifest HE-Erkrankten (oHE) am Ende der Versuchsfahrt durch häufigeres Ballüberfahren oder Nicht-Wahrnehmen die stärkste Leistungsminderung auf.

Man kann davon ausgehen, dass die Versuchsfahrt alle Leberpatienten bis auf die Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0) stark beansprucht und an ihre Leistungsgrenze geführt hat. In diesem Stadium muss mit Defiziten in allen Aufmerksamkeitsfunktionen gerechnet werden, sodass es in plötzlich erhöhten Anforderungs- oder Belastungssituationen zu defizitärer Wahrnehmung mit entsprechender Fehlreaktion kommen kann.

Selbsteinschätzung

Auffällig sind die Probandenangaben zum bisherigen Unfallgeschehen. So geben fast die Hälfte der

manifest Erkrankten (oHE) und ein Drittel der minimal Erkrankten an, niemals in ihrem Leben an einem Unfall beteiligt gewesen zu sein. Bezieht man die Frage der Unfallvorgeschichte auf den Zeitraum zwischen Krankheitsbeginn und der vorliegenden Untersuchung, geben fast alle Leberpatienten vollkommene Unfallfreiheit an.

Befragt man sie aber nach kritischen Fahrsituationen innerhalb der letzten drei Monate, so berichtet fast die Hälfte der manifest Erkrankten (oHE) und der Fettleberpatienten (SH), beim Zurücksetzen einen Gegenstand angefahren zu haben, den sie vorher nicht gesehen haben. Ob selbst verschuldetes Verhalten zu kritischen Verkehrssituationen führte, bejahten zwar alle Leberpatienten tendenziell häufiger, aber vor allem die Probanden mit unauffälliger HE (HE0) schilderten die meisten Probleme beim Autofahren. So gibt die Hälfte von ihnen an, beim Heranfahren an eine Kreuzung in die falsche Fahrspur geraten zu sein.

Bei der Selbstbeurteilung des Fahrvermögens im Vergleich zu Personen gleichen Alters geben nur einige Gesunde und klinisch unauffällige HE-Probanden (HE0) an, schlechter abzuschneiden. Alle manifest Erkrankten (oHE) beurteilen ihr Fahrvermögen eher gut und ein Drittel der Fettleberpatienten (SH) und 11 % der minimal HE-Erkrankten (mHE) sogar sehr gut im Vergleich zu ihren Altersgenossen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Fahrlehrerbewertung dem Krankheitsstadium der HE entspricht. Das heißt, es wurden im Anfangsstadium der HE mehr Probanden als geeignet beurteilt als in höheren Krankheitsstadien. Während zwei Drittel der klinisch Unauffälligen (HE0) als geeignet beurteilt wurden, erzielte dieses Urteil weniger als die Hälfte der minimal HE-Erkrankten (mHE mit 48 %) und der manifest HE-Erkrankten (oHE mit 39 %). Der Fahrlehrer beurteilte den Großteil der Probanden mit manifester HE (oHE) zum Ende des Versuchs als sehr erschöpft. Probanden mit minimaler HE (mHE), gefolgt von denen mit Fettleber (SH), wirkten angespannt oder unkonzentriert während der Fahrt. Das deutet darauf hin, dass die Versuchsfahrt alle Leberpatienten bis auf die Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0) stark beansprucht und an ihre Leistungsgrenze geführt hat. Doch auch die Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0) zeigt tendenzielle Belastungserscheinungen am Ende der Versuchsfahrt, wobei sie aber mit ihren Leistungen immer noch im Bereich

der gesunden Kontrollen liegen. Außerdem beurteilen sie (HE0) ihr Fahrvermögen sehr kritisch, wohingegen die minimal (mHE) und manifest HE-Erkrankten (oHE) ihre Fahrleistung eher überschätzen. Eine mangelhafte Selbstbeurteilung ist bei diesen Patientengruppen als stark einschränkendes Eignungskriterium zu werten.

4.7 Auswertung der Computerpsychometrie

Im Folgenden werden die Ergebnisse der sechs computerpsychometrischen Verfahren (CPM) aus der Verkehrspsychologischen Testbatterie nach SCHUHFRIED – Linienverfolgungstest (LVT), Cognitron (COG), Wiener Reaktionstest (RT), Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB), Wiener Determinationstest (DT), Corsi-Block-Test – dargestellt, die gemäß der Begutachtungs-Leitlinien zur Kraffahreignung bezüglich der Fahreignung relevant sind.

Hierzu wurden zum einen die Kategorien „geeignet“ und „ungeeignet“ und zum anderen die Kategorien „Eignung für Gruppe 1“, „Eignung für Gruppe 2“, „Zweifel an der Fahreignung“ und „ungeeignet“ gebildet.

Die Versuchsgruppen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer CPM-Fahreignungsurteile sowohl bezüglich der Einteilung „geeignet“ und „ungeeignet“ als auch in der Eignungszuordnung „Eignung für Gruppe 1“, „Eignung für Gruppe 2“, „Zweifel an der Fahreignung“ und „ungeeignet“ (Bild 41: $\eta^2 = 0,57$; $p = 0,00$; Bild 40: $\eta^2 = 0,40$; $p = 0,00$) signifikant.

Wie zu erwarten, erhält die Gruppe der manifesten HE-Probanden (oHE) nach den CPM-Ergebnissen mit 77 % am häufigsten das Fahreignungsurteil

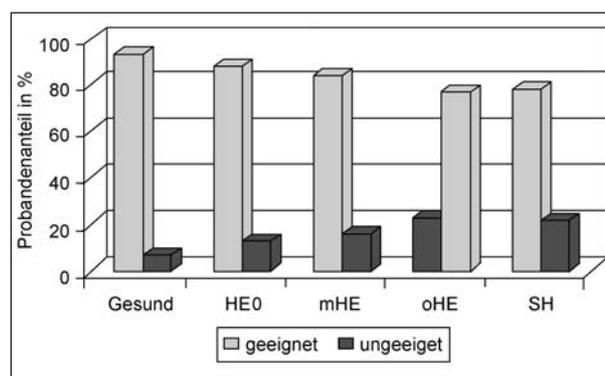


Bild 41: Prozentualer Probandengruppenanteil an Fahreignung (geeignet vs ungeeignet)

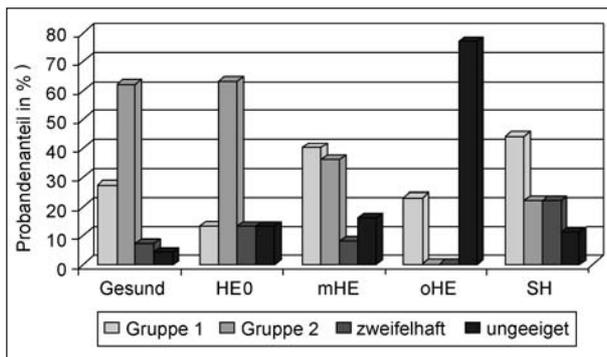


Bild 42: Prozentualer Anteil fahrgereigneter Probanden (geeignet: Gruppe 1 und Gruppe 2, zweifelhafte Eignung und ungeeignet)

„nicht geeignet“. In allen anderen Gruppen erreichen dieses Urteil zwischen 7 % (Gesunde) und 22 % (Fettleberpatienten). Die Probanden mit minimaler HE (mHE) liegen mit 16 % etwas höher als die Gruppe der klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) mit 13 % als ungeeignet beurteilt.

Differenziert man dieses Ergebnis noch in die Fahrernurteile für Gruppe 1 und 2 sowie in eine Gruppe, bei welcher eine Fahrernurteilung nicht zweifelsfrei ausgesprochen werden kann („zweifelhaft“), ergibt sich folgendes Bild (s. Bild 42).

Nach wie vor stellen die manifesten HE-Probanden (oHE) mit 77 % den größten Anteil an dem Fahrernurteilung „ungeeignet“ und keiner von ihnen wird im Gegensatz zu den anderen Gruppen als geeignet für die Gruppe 2 oder als zweifelhaft geeignet beurteilt. Die Gruppe der Gesunden bzw. klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) hat mit 62 % bzw. 63 % den größten Anteil an Personen, die nach dem CPM-Ergebnis eine Fahrerlaubnis für die Gruppe 2 erhalten würden. Immerhin erzielen aber auch 36 % der minimal HE-Erkrankten (mHE) und 22 % der Fettleberpatienten (SH) dieses Ergebnis.

Betrachtet man die Einzelergebnisse der jeweiligen Hauptvariablen der CPM-Tests (s. Tabelle 15), so sieht man insgesamt, dass für die Reaktionsfähigkeit (RT), gefolgt von der Belastbarkeit (DT) und danach der Konzentrationsfähigkeit (COG), die meisten Probanden einen Prozentrang von unter 16 erreichen. Wie auch in den Realfahrtaufgaben erreichen die Gesunden und die klinisch Unauffälligen (HE0) abwechselnd das beste oder zweitbeste Ergebnis, während die minimal HE-Erkrankten (mHE) vergleichbare oder schlechtere Ergebnisse als die Fettleberpatienten (SH) erzielen. So schneiden die Fettleberpatienten in ihrer Reak-

	COG	DT	TAVTMB	LVT	RT
Gesund	4 %	4 %	6 %	6 %	25 %
HE0	10 %	20 %	0 %	0 %	30 %
mHE	19 %	23 %	12 %	8 %	46 %
oHE	71 %	71 %	36 %	50 %	79 %
SH	20 %	30 %	10 %	0 %	20 %

Tab. 15: Prozentualer Probandenanteil mit PR < 16 in den jeweiligen Hauptvariablen der Tests

tionsfähigkeit (RT) und Orientierung (LVT) besser ab und die minimal HE-Erkrankten (mHE) in ihrer Belastbarkeit (DT).

Auffällig sind die Ergebnisse des Linienverfolgungstests (LVT), der die Orientierungsleistung misst, da bis auf die manifest HE-Erkrankten (oHE) nahezu alle Probanden ausreichende Ergebnisse erzielen. Weiterhin sind für alle Probanden bis auf die Fettleberpatienten (SH) und die klinisch Unauffälligen (HE0) die Ergebnisse der Konzentrations- (COG) und Belastbarkeitsaufgabe (DT) vergleichbar. Diese zwei Leberpatientengruppen zeigen größere Defizite in ihrer Belastbarkeit (DT).

In der Computerpsychometrie werden insgesamt weniger Probanden (20 %) als ungeeignet beurteilt als durch den Fahrlehrer (27 %), wobei sich die unterschiedliche Beurteilung nicht gleichmäßig über die Gruppen verteilt, was im Folgenden erörtert werden soll.

5 Zusammenhänge zwischen Realfahrt und Laboruntersuchungen

Dieses Kapitel widmet sich der Frage nach den Zusammenhängen von Ergebnissen der Computerpsychometrie, der Realfahrtaufgaben und der Fahrlehrerbeurteilung.

5.1 Statistische Verfahren

Der im Folgenden betrachtete Datensatz umfasst 570 Variablen der Realfahrtaufgaben sowie 179 Variablen der Laboruntersuchungen von N = 100 Probanden. Zur Reduktion dieser Vielzahl von Variablen und zur Beschreibung der Datenstruktur der Realfahrtaufgaben wurden Faktorenanalysen durchgeführt. Da die Zahl der Variablen die Zahl der Probanden deutlich übersteigt, wurde von einer si-

multanen Analyse aller Variablen Abstand genommen und für jede Realfahrt Aufgabe getrennt eine Hauptkomponentenanalyse mit orthogonaler Rotation (Varimax-Methode) auf Basis der Korrelationsmatrizen durchgeführt. Fehlende Werte wurden hierbei durch den Mittelwert der jeweiligen Variable ersetzt. Zur Bestimmung der Faktorenanzahl wurden sowohl die Kaiser-Gutman-Regel (Eigenwerte > 1) sowie der Screeplot herangezogen.

Um Anhaltspunkte für etwaige Zusammenhänge zwischen den Realfahrt Aufgaben und den Labordaten zu erhalten, wurden anschließend sämtliche bivariaten Korrelationen zwischen den Faktorwerten und den Labordaten berechnet. Weitere Anhaltspunkte hierfür ergeben die ferner berechneten Korrelationen zwischen den inhaltlich einfacher zu interpretierenden ursprünglichen Realfahrtvariablen und dem Gesamtergebnis der psychometrischen Untersuchung. Abschließend werden die Zusammenhänge zwischen den Fahreignungsurteilen aus der computerpsychometrischen Untersuchung und aus dem Fahrlehrerurteil analysiert.

5.2 Faktorielle Struktur der Realfahrt-aufgaben

A01 Probefahrt

52 Variablen von Aufgabe A01 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt, die Variablen der nach Runden getrennten Auswertung wurden ausgeschlossen. 13 Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 93 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer 9- oder 4-faktoriellen Lösung, welche 82 % bzw. 54 % Varianz aufklärt. Die weitere Betrachtung ergab fünf inhaltlich interpretierbare Faktoren, die sich wie folgt bezeichnen lassen: „Geschwindigkeit“ (5 Variablen), „Mittellinie überfahren“ (9 Variablen), „Mittellinie berührt“ (8 Variablen), „Beachtung Verkehr“ (4 Variablen), „Abkommen von der Fahrbahn“ (4 Variablen), welche zusammen 61 % Varianz aufklären. Diese fünf Faktoren werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den 52 Variablen 30 in die weiteren Auswertungen eingingen.

A02 Richtungssymboltest

39 Variablen von Aufgabe A02 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. 9 Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 85 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer vier-

faktoriellen Lösung, die noch 65 % der Varianz aufklärt. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich 3 Komponenten wie folgt bezeichnen: „Anzahl falscher Ansagen“ (16 Variablen), „Spurhalten“ (9 Variablen) und „Ansagezeit“ (2 Variablen). Der vierte Faktor ist inhaltlich nicht zu interpretieren. Diese drei Faktoren mit insgesamt 55 % Varianzaufklärung werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den 38 Variablen 27 in die weiteren Auswertungen eingingen.

A03 Balleinrollen (1)

47 Variablen von Aufgabe A03 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Elf Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 86 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer fünf-faktoriellen Lösung, die noch 64 % der Varianz aufklärt. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich zwei Komponenten inhaltlich interpretieren: „Geschwindigkeit“ (20 Variablen) und „Seitenabstand“ (2 Variablen). In den vierten Faktor ist im Wesentlichen die aktuelle Gesamtversuchsdauer eingeflossen. Dieser Faktor ist also nicht spezifisch für Aufgabe A03, sondern betrifft den gesamten Versuch. Diese Variable wird gesondert ausgewertet. Die zwei Faktoren „Geschwindigkeit“ und „Seitenabstand“ mit zusammen 29 % Varianzaufklärung werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den 47 Variablen 22 in die weiteren Auswertungen eingingen.

A04 Wenden im Hof

Zehn Variablen von Aufgabe A04 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Vier Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 64 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer einfaktoriellen Lösung, die nur noch 27 % der Varianz aufklärt. Aufgrund der Faktorenladungen lässt sich dieser Faktor als „Abkommen von der Fahrbahn“ bezeichnen (5 Variablen) und geht in die weiteren Analysen ein. Damit gehen fünf der zehn Variablen in die weiteren Auswertungen ein.

A05 Walkie-Talkie

Zehn Variablen von Aufgabe A05 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Vier Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 80 % der Gesamtvarianz auf. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich diese Komponenten wie folgt bezeichnen: „Entropie“ (3 Variablen), „Geschwin-

digkeit“ (2 Variablen), „Handlungsdauer“ (2 Variablen), „Spurhalten (2 Variablen)“. Diese 4 Faktoren werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den 10 Variablen 9 in die weiteren Auswertungen eingingen.

A06 Zahlenaufgabe

18 Variablen von Aufgabe A06 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Fünf Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 89 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer ein- oder vierfaktoriellen Lösung, die 35 % bzw. 81 % der Varianz aufklärt. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich vier Komponenten wie folgt bezeichnen: „Spurhalten“ (8 Variablen), „Bearbeitungszeit“ (3 Variablen), „Abkommen“ (3 Variablen), „Geschwindigkeit“ (4 Variablen). Diese vier Faktoren mit allen 18 Variablen werden in den weiteren Analysen berücksichtigt.

A07 Slalom

Drei Variablen von Aufgabe A07 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Eine Hauptkomponente hat einen Eigenwert größer 1 und klärt 55 % der Gesamtvarianz auf. Dieser Faktor kann mit „Geschwindigkeit“ (3 Variablen) beschrieben werden. Dieser Faktor wird in den weiteren Analysen berücksichtigt.

A08 Zielbremsung

29 Variablen von Aufgabe A08 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Sechs Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 89 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer dreifaktoriellen Lösung, die noch 75 % der Varianz aufklärt. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich diese Komponenten wie folgt bezeichnen: „Geschwindigkeit (12 Variablen)“, „Bremsbeginn“ (10 Variablen), „Bremsweg“ (2 Variablen). Diese drei Faktoren werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den 29 Variablen 24 in die weiteren Auswertungen eingingen.

A09 Kurzzeitgedächtnis und A15 Langzeitgedächtnis

Diese Aufgaben gingen nicht in die Faktorenanalyse ein, da sie nicht während der Fahrt erhoben wurden. Sie dienten der Überprüfung der Gedächtnisleistung.

A10 Kasette suchen

Sieben Variablen von Aufgabe A10 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Zwei Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 73 % der Gesamtvarianz auf. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich diese Komponenten als „Spurhalten“ (3 Variablen) und „Suchdauer“ (2 Variablen) bezeichnen. Diese zwei Faktoren werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den sieben Variablen fünf in die weiteren Auswertungen eingingen.

A11 Ausweichmanöver

Neun Variablen von Aufgabe A11 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Vier Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 85 % der Gesamtvarianz auf. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich diese Komponenten wie folgt bezeichnen: „Geschwindigkeit“ (4 Variablen), „Kurvengeschwindigkeit“ (2 Variablen), „Seitenabstand“ (2 Variablen), „Verhalten“ (1 Variable). Diese vier Faktoren werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass alle Variablen in die weiteren Auswertungen eingingen.

A13 Reiz-Reaktions-Test (in der Fahrt)

44 Variablen von Aufgabe A13 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Sieben Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 92 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer dreifaktoriellen Lösung, die noch 74 % der Varianz aufklärt. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich diese Komponenten wie folgt bezeichnen: „Mittellinie überfahren“ (25 Variablen), „Abkommen“ (9 Variablen), „Mittellinie berührt“ (6 Variablen). Diese drei Faktoren werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den 44 Variablen 40 in die weiteren Auswertungen eingingen.

A14 Balleinrollen (2)

47 Variablen von Aufgabe A14 wurden in der Faktorenanalyse berücksichtigt. Zwölf Hauptkomponenten haben Eigenwerte größer 1 und klären 87 % der Gesamtvarianz auf. Der Screeplot rät zu einer dreifaktoriellen Lösung, die noch 49 % der Varianz aufklärt. Aufgrund der Faktorenladungen lassen sich die ersten beiden Komponenten mit „Geschwindigkeit“ (18 Variablen) und „Kurvengeschwindigkeit“ (8 Variablen) bezeichnen, in den dritten Faktor sind hier die absoluten Versuchszeiten

(5 Variablen), das entspricht ungefähr der Gesamtdauer aller Realfahrten, eingegangen. Dieser Faktor ist also keine Eigenschaft von Aufgabe 14, sondern bezieht sich auf den gesamten Versuch. Die übrigen zwei Faktoren werden in den weiteren Analysen berücksichtigt. Das heißt, dass von den 47 Variablen 26 in die weiteren Auswertungen eingehen.

5.3 Gruppenvergleiche der extrahierten Faktoren

Insgesamt sind 315 Variablen in die berichteten Faktorenanalysen eingegangen, aus denen 43 Hauptkomponenten extrahiert wurden. Diese Faktoren klären durchschnittlich 68 % der Gesamtvarianz aller Aufgaben auf. Wie man Tabelle 16 entnehmen kann, sind die Faktoren „Geschwindigkeit“ und „Spurhalten“ in fast allen Aufgaben an der Varianzaufklärung beteiligt, wobei sich der Anteil ihrer Varianzaufklärung zwischen den Aufgaben unterscheidet.

Der für ein verkehrssicheres Fahren relevantere Faktor „Spurhalten“ erzielt in den Aufgaben A06 „Zahlenaufgabe“ mit 51 %, A10 „Kassette einlegen“ mit 44 % und in der Aufgabe A13 „Reiz-Reaktionsaufgabe“ mit 74 % die höchste Varianzaufklärung.

Weitere hervorzuhebende Faktoren, die aufgrund der jeweiligen Aufgabenstellung nur einzelnen Aufgaben zugeordnet werden können, sind in Aufgabe A01 „Proberunde“ der Faktor „Verkehrsbeachtung“ mit 10 % aufgeklärter Varianz und in Aufgabe A02 „Richtungssymboltest“ die „Anzahl falscher Richtungsansagen“ mit 29 % aufgeklärter Varianz. Auch die Dauer der Bearbeitungszeit der jeweiligen Aufgabenstellung bestimmt einen Anteil der Varianzaufklärung. In den drei Realfahrtaufgaben (A05 „Walkie-Talkie“, A06 „Zahlenaufgabe“, A10 „Kassette einlegen“), in denen die Bearbeitungszeit als Faktor ermittelt werden konnte, klärt dieser Faktor durchschnittlich 21 % der Gesamtvarianz pro Aufgabe auf.

Im Folgenden werden die varianzaufklärenden Faktoren über alle Aufgaben zusammengestellt und auf ihre Bedeutsamkeit zur Feststellung signifikanter Gruppenunterschiede geprüft (s. Tabelle 16).

Betrachtet man hierzu die in den letzten beiden Spalten der Tabelle 16 eingetragenen Ergebnisse der varianzanalytischen Gruppenvergleiche der Faktorwerte, sieht man, dass in sechs von den vier-

	Anzahl Var.	Faktor	Varianzaufklärung		Gruppenvergleiche	
			Pro Faktor	Gesamt	p	η^2
Aufgabe 1	52	1 <u>Geschwindigkeit</u>	17 %		0,27	0,05
		2 Mittellinie überfahren	16 %		0,00	0,17
		3 Mittellinie berührt	12 %		0,78	0,02
		4 Beachtung Verkehr	10 %		0,41	0,04
		5 Abkommen	7 %		0,09	0,08
		6 NN	6 %		0,94	0,01
		7 NN	5 %		0,61	0,03
		8 NN	5 %		0,15	0,07
		9 NN	4 %	82 %	0,70	0,02
Aufgabe 2	39	1 Anzahl falscher Ansagen	29 %		0,00	0,21
		2 Spurhalten	18 %		0,49	0,03
		3 NN	9 %		0,72	0,02
		4 Ansagezeit	9 %	65 %	0,60	0,03
Aufgabe 3	47	1 <u>Geschwindigkeit</u>	23 %		0,01	0,14
		2 NN	15 %		0,97	0,01
		3 NN	13 %		0,16	0,07
		4 [Versuchsdauer]	7 %		0,01	0,13
		5 Seitenabstand	6 %	64 %	0,80	0,02
Aufgabe 4	10	1 Abkommen	27 %	27 %	0,00	0,18
Aufgabe 5	10	1 Entropie	26 %		0,32	0,05
		2 <u>Geschwindigkeit</u>	23 %		0,09	0,08
		3 Handlungsdauer	17 %		0,18	0,06
		4 Spurhalten	13 %	80 %	0,48	0,04
Aufgabe 6	18	1 Spurhalten	35 %		0,17	0,06
		2 Bearbeitungszeit	18 %		0,23	0,06
		3 Abkommen	16 %		0,06	0,09
		4 <u>Geschwindigkeit</u>	13 %	81 %	0,40	0,04
Aufgabe 7	3	1 <u>Geschwindigkeit</u>	55 %	55 %	0,62	0,03
Aufgabe 8	29	1 <u>Geschwindigkeit</u>	37 %		0,16	0,06
		2 Bremsbeginn	28 %		0,00	0,21
		3 Bremsweg	10 %	75 %	0,01	0,12
Aufgabe 10	7	1 Spurhalten	44 %		0,38	0,04
		2 Suchdauer	29 %	73 %	0,01	0,13
Aufgabe 11	9	1 <u>Geschwindigkeit</u>	36 %		0,33	0,05
		2 <u>Kurven-geschwindigkeit</u>	24 %		0,21	0,06
		3 Seitenabstand	15 %		0,36	0,04
		4 Verhalten	11 %	85 %	0,52	0,03
Aufgabe 13	44	1 Mittellinie überfahren	41 %		0,25	0,07
		2 Abkommen	20 %		0,55	0,04
		3 Mittellinie berührt	13 %	74 %	0,81	0,02
Aufgabe 14	44	1 <u>Geschwindigkeit</u>	26 %		0,49	0,03
		2 <u>Kurven-geschwindigkeit</u>	14 %		0,60	0,03
		3 [Versuchsdauer (gesamt)]	9 %	49 %	0,00	0,16

Tab. 16: Faktorielle Struktur der Realfahrtaufgaben (alle Faktoren zur Geschwindigkeit sind unterstrichen, alle Faktoren zum Spurhalten fett gedruckt)

zehn Aufgaben signifikante Gruppenunterschiede hinsichtlich der oben genannten Faktoren ermittelt werden konnten. Auch der Faktor der „Versuchsdauer gesamt“, der über alle Aufgaben ermittelt wurde, weist signifikante Gruppenunterschiede auf.

Signifikante Gruppenunterschiede für das „Spurhalten“ finden sich nur in Aufgabe A01 „Proberunde“ für den Faktor „Mittellinie Überfahren“ und in Aufgabe A04 „Wenden im Hof“ für den Faktor „Abkommen von der Fahrbahn“. In Aufgabe A10 „Kassette einlegen“ ergeben sich für den Faktor „Suchdauer“ signifikante Gruppenunterschiede. Der Faktor „Anzahl falscher Ansagen“ in Aufgabe A02 „Richtungssymboltests“ ergibt ebenfalls signifikante Gruppenunterschiede.

Die sich anschließende Frage ist, ob und inwieweit die Ergebnisse der Computerpsychometrie und der Fahrlehrerbeurteilung die Ergebnisse der Realfahrt widerspiegeln. Bevor die Zusammenhänge von Fahrlehrer- und psychometrischer Eignungsbeurteilung mit den Realfahrtergebnissen berechnet werden (Kapitel 5.5), werden im Folgenden die Korrelationen zwischen den Realfahrtfaktoren und den Variablen der Laboruntersuchungen (Blutuntersuchung, Computerpsychometrie, Flimmerverschmelzungsfrequenz) beschrieben.

5.4 Korrelationen zwischen den Faktoren der Realfahrt und den Variablen der Laboruntersuchungen

Die Ergebnisse dieser Berechnung werden aufgrund der Datenfülle zusammengefasst. Korrelationen, deren Betrag größer als 0,2 ist, bilden den kritischen Wert für $N = 101$ und $\alpha = 0,05$. Von einer Auflistung dieser Korrelationen wird aus o. g. Grund ebenfalls abgesehen, sodass im Folgenden nur die herausragendsten Ergebnisse vor allem unter Berücksichtigung der zur Eignungsdiagnostik herangezogenen CPM-Verfahren und -Variablen erläutert werden. Bei den Blutuntersuchungen werden im Folgenden die Korrelationen der Variablen „Albumin“ und „Bilirubin“ hervorgehoben, da diese am häufigsten mit den Faktoren der Realfahrt korrelierten.

Flimmerfrequenz

Die Zusammenhänge zwischen den Faktoren der Realfahrtdaten und der Flimmerfrequenz sind insgesamt betrachtet gering. Nur fünf (siehe Aufgaben

A03, A05, A10 und A14) der 43 berechneten Korrelationen sind signifikant, der insgesamt größte Zusammenhang liegt mit $r = -0,30$ zum Faktor „Suchdauer“ von Aufgabe 10 vor. Das heißt, dass Probanden mit niedrigen Flimmerfrequenzwerten, wie sie beim Krankheitsfortschreiten der HE beobachtet werden, mehr Zeit benötigen, während des Fahrens eine Kassette herauszusuchen und einzulegen.

In den nachfolgenden Beschreibungen der korrelativen Zusammenhänge werden immer die Korrelationen der ermittelten Faktoren der Realfahrtaufgaben mit den Prozenträngen der Hauptvariablen¹⁷ der eignungsrelevanten CPM-Verfahren genannt. Ist eine Korrelation mit einer Nebenvariable oder einem Rohwert innerhalb eines CPM-Verfahrens höher, wird dies explizit erläutert.

A01 Proberunde

Von den Faktoren der Aufgabe A01 weist der Faktor „Mittellinie überfahren“ die meisten signifikanten Korrelationen auf. Die größten Zusammenhänge liegen hinsichtlich der Prozentränge der Nebenvariablen des Reaktionstests („Motorische Reaktionszeit“, $r = -0,41$), der Hauptvariablen des Linienverfolgungstests („Score“, $r = -0,38$) und des Determinationstests („Anzahl richtiger Antworten“, $r = -0,36$) vor. Demnach haben Probanden mit einer längeren Reaktionszeit, einer schlechteren Orientierung und einer niedrigeren Belastbarkeit länger die Mittellinie überfahren. Der Faktor „Mittellinie überfahren“ zeigt zudem signifikante Korrelationen zu den Laborwerten von Albumin ($r = -0,39$) und Bilirubin ($r = 0,36$), wobei die Mittellinie je länger überfahren wurde, desto höher die Bilirubin- oder/und desto niedriger die Albuminkonzentration im Blut der Probanden war. Auch der Faktor „Verkehrsbeachtung“ weist signifikante, wenn auch geringere Korrelationen auf, vor allem zu den Variablen des Cognitrone und des Determinationstests. Probanden, die sich bes-

¹⁷ Als maßgebliche Indikatoren zur Eignungsüberprüfung wird in dem Bedienungsmanual der verkehrspsychologischen Testbatterie von Schuhfried die Betrachtung der jeweiligen Hauptvariablen der eingesetzten Testverfahren empfohlen. Die Leistungsprofile der Nebenvariablen dienen der Falzfitätsüberprüfung und werden als zusätzliches Maß zur Fahr-eignungsdiagnostik herangezogen. Die Rohwerte der Haupt- und Nebenvariablen gingen mit in die Korrelationsanalysen ein, um Empfehlungen für die Anwendung und Auswertung dieses CPM-Verfahrens in der Fahreignungsdiagnostik von HE-Patienten zu geben.

ser konzentrieren konnten und belastbarer sind, haben auch häufiger die Verkehrsregeln beachtet.

A02 Richtungssymboltest

Bei Aufgabe A02 weist der Faktor „Anzahl falscher Ansagen“ durchweg signifikante Korrelationen mit den CPM-Variablen auf, wobei der größte Zusammenhang mit dem Determinationstest ($r = 0,52$) und mit der motorischen Zeit des Reaktionstests ($r = 0,44$) vorliegt. Mit der Hauptvariable des Reaktionstests („PR: Median Reaktionszeit“) beträgt die Korrelation immerhin noch $r = -0,28$. Das heißt, je mehr falsche Ansagen während der Realfahrt zum Richtungssymboltest gegeben wurden, desto weniger richtige Antworten wurden beim Determinationstest erzielt und desto länger war die Reaktionszeit (v. a. die motorische) im Reaktionstest. Auch die Orientierungsleistung korreliert mit der „Anzahl falscher Ansagen“ (LVT (PR): $r = -0,37$), sowie die Laborwerte von Albumin ($r = -0,34$) und Bilirubin ($r = 0,21$), wobei häufiger falsche Ansagen gegeben wurden, je höher die Bilirubin- oder/und je niedriger die Albuminkonzentration im Blut der Probanden ist. Die anderen Faktoren weisen keine systematischen Korrelationen zu den Labordaten auf.

A03 Balleinrollen (1)

Die Faktoren von Aufgabe A03 zeigen tendenziell kleine Zusammenhänge jeweils zwischen dem Faktor „Geschwindigkeit“ und den Variablen des Determinationstests sowie zum Alter der Probanden. Je besser die Ergebnisse im DT oder je jünger die Probanden sind, desto langsamer fahren sie.

A04 Wenden im Hof

Es ergeben sich signifikante Korrelationen zwischen dem Faktor „Abkommen von der Fahrbahn“ und vereinzelt psychometrischen Testvariablen, wobei diese aber insgesamt klein sind. Die maximale Korrelation liegt bei $r = 0,3$ für die NebenvARIABLE „Motorische Reaktionszeit“ des Reaktionstests. Ein häufigeres oder länger andauerndes Abkommen von der Fahrbahn sowie ein häufigeres Anfahren der Pylone entsprechen demnach einer längeren Reaktionszeit im RT.

A05 Walkie-Talkie

Von den vier Faktoren der Aufgabe A05 zeigen sich nur für den Faktor Geschwindigkeit systematisch

Korrelationen, wobei die größten Zusammenhänge mit der gemessenen Albuminkonzentration ($r = -0,41$), der motorischen Zeit des Reaktionstests ($r = 0,40$) und dem Determinationstest (PR Anzahl Richtige: $r = -0,33$) bestehen. Die Probanden mit einer höheren Albuminkonzentration und einer höheren Belastbarkeit fahren langsamer.

A06 Zahlenaufgabe

Die meisten signifikanten Zusammenhänge bestehen hier mit dem Faktor „Spurhalten“, wobei hier die Rohwerte des Reaktionstests ($r = 0,36$) und des Cognitrone ($r = 0,33$) zeigen, dass eine schnellere Reaktion und eine höhere Konzentration mit weniger Spurabweichungen korrelieren.

A07 Slalom

Signifikante Korrelationen mit der Geschwindigkeit treten hier nur hinsichtlich der „motorischen Reaktionszeit“ im RT ($r = 0,31$) und in der NebenvARIABLE des TAVTM (PR der falschen Antwort: $r = -0,25$) auf. Somit fahren diejenigen langsamer, die langsamer reagieren oder weniger falsche Antworten geben oder höhere Albuminwerte haben ($r = -0,34$).

A08 Zielbremsung

Die einzige nennenswerte Korrelation tritt hier zwischen dem Faktor „Geschwindigkeit“ und dem Rohwert der motorischen Zeit des Reaktionstests ($r = -0,44$) auf.

A09 „Kurzzeitgedächtnis“ und A15 „Langzeitgedächtnis“

Diese Aufgaben gingen nicht in die Korrelationsanalysen ein, da sie lediglich der Gedächtnisleistungsüberprüfung dienten und nicht während des Fahrens erhoben wurden.

A10 Kasette einlegen

Es ergeben sich durchweg signifikante Korrelationen zum Faktor „Suchdauer“, die insbesondere mit dem Determinationstest relativ hoch sind (bis zu $r = 0,41$). Die NebenvARIABLE des Medians der Reaktionszeit im DT liegt mit $r = 0,55$ höher als die Hauptvariable. Ältere sowie weniger belastbare Probanden benötigen mehr Zeit, die richtige Kasette herauszusuchen und während der Fahrt einzulegen ($r = 0,35$). Der Faktor „Spurhalten“ korre-

liert vor allem mit der Nebenvariablen des TAVTMB „falsche Antwort“ (PR: $r = -0,34$) und dem Rohwert der Reaktionszeit im RT ($r = 0,33$), sodass die Spur von den Probanden besser gehalten wird, die schneller reagieren und weniger falsche Antworten geben.

A11 Ausweichmanöver

Insgesamt zeigen sich hier nur wenige signifikante und eher geringe Korrelationen. Der Faktor „Verhalten“ weist hier noch die meisten Zusammenhänge auf. Jedoch lässt dieser Faktor sich nicht eindeutig bezüglich seiner Verkehrssicherheitsrelevanz interpretieren, da bei dieser Aufgabenstellung nicht ermittelt werden konnte, ob es sicherer ist, dem Hindernis auszuweichen oder vorher abzubremesen.

A13 Reiz-Reaktions-Test

Der Faktor „Mittellinie überfahren“ weist durchgängig Korrelationen zu den Labordaten auf. Die höchste Korrelation mit den jeweiligen Hauptvariablen des Determinationstests ($r = -0,45$) und des Cognitrone ($r = -0,38$) weist darauf hin, dass die Mittellinie umso öfter überfahren wird, je geringer die Belastbarkeit und die Konzentration der Probanden sind. Geringe Korrelationen zeigen sich, indem ältere Probanden oder solche mit erhöhter Albuminkonzentration häufiger die Mittellinie überfahren ($r = 0,23$) oder auch nach rechts von der Straße abkommen ($r = 0,25$).

A14 Balleinrollen (2)

Wie bereits in dem ersten Durchlauf dieser Aufgabe (A03) weist der Faktor „Geschwindigkeit“ mit Variablen des Determinationstests („Reaktionszeit“) signifikante Korrelationen ($r = 0,35$) auf. Ebenfalls signifikante Korrelationen ($r = -0,31$) dieses Faktors bestehen mit der Hauptvariablen „falsche Antworten“ im TAVTMB. Je kürzer die Reaktionszeit im DT oder je mehr falsche Antworteingaben die Probanden erzielen, desto langsamer fahren sie.

Gesamtversuchsdauer

Im Vergleich zu den bisher betrachteten Variablen bzw. Faktoren der Realfahrt weist die Gesamtversuchsdauer die deutlichsten Zusammenhänge zu einer Vielzahl von Labordaten auf. Vor allem die Nebenvariablen im Determinationstest (Median Re-

aktionszeit: $r = 0,64$; Anzahl der Reize: $r = -0,62$) und die Nebenvariable des Reaktionstests (motorische Reaktionszeit: $r = 0,51$) sowie die Albuminkonzentration ($r = -0,44$) zeigen hohe Korrelationen zur Gesamtversuchsdauer. Da die Versuchsdauer auch mit dem Alter korreliert ($r = 0,4$), wurden zudem Partialkorrelationen mit dem Alter als Kontrollvariable berechnet. Es wird deutlich, dass die Zusammenhänge zwischen Versuchsdauer und Labordaten nicht auf das Alter zurückzuführen sind, im Gegenteil ergeben sich nach Herausparsieren des Alters insgesamt mehr signifikante Zusammenhänge.

Es ergeben sich auch bei den anderen Realfahrtvariablen keine nennenswerten Zusammenhänge mit dem Alter. So sind nur vereinzelt niedrige Korrelationen zwischen dem Alter der Fahrgeschwindigkeit oder dem Spurhalten (nur in A13) zu finden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle innerhalb der Realfahrt ermittelten Faktoren signifikante Zusammenhänge zu den verschiedenen Laborvariablen zeigen, wobei es sich allerdings durchgehend um niedrige Korrelationen handelt. Bei den klinischen Laborparametern zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen dem Spurhalten und den Bilirubin-, häufiger noch den Albuminwerten. Das Spurhalten ist umso schlechter, je höher die Bilirubin- oder je niedriger die Albuminkonzentration im Blut des Probanden ist. Niedrige Albumin- und hohe Bilirubinwerte kennzeichnen eine defizitäre Leberfunktion und zeigen im Gegensatz zu den anderen erhobenen „Leberwerten“ Gamma-GT, GOT und GPT nicht nur Korrelationen mit dem Spurhalten, sondern auch mit der Anzahl korrekt identifizierter Richtungsansagen.

Betrachtet man die Korrelation zwischen den verkehrssicherheitsrelevanten Faktoren in der Realfahrt (Mittellinie überfahren, nach rechts von der Fahrbahn abkommen und Spurhalten in der Pylonengasse) und den zur Fahreignungsbeurteilung herangezogenen psychometrischen Testvariablen, so finden sich die häufigsten signifikanten Ergebnisse mit der Hauptvariablen des Determinationstests und der Nebenvariable des Reaktionstests „motorische Reaktionszeit“. Diese Reaktionstestnebenvariable zeigt ebenso wie der Rohwert der Hauptvariablen „Reaktionszeit“ häufiger als die eigentliche Hauptvariable „PR Reaktionszeit“ einen Zusammenhang mit den in der Realfahrt ermittelten Faktoren wie dem Spurhalten oder dem Rich-

tungssymbolerkennen. Dabei kennzeichnen kürzere Reaktionszeiten besseres Spurhalten und mehr richtig identifizierte Richtungssymbole.

Der Determinationstest und die Hauptvariable des Cognitrone zeigen niedrigere, wenn auch signifikante Korrelationen zu der Verkehrsbeachtung. Auffällig ist auch, dass bei dem tachistoskopischen Verkehrsauffassungstest die Nebenvariable „falsche Aussage“ stärker mit den Realfahrtvariablen korreliert als die „Überblicksgewinnung“. Teilweise zeigen die Rohwerte der psychometrischen Testdaten stärkere Korrelationen als die Prozenträge.

5.5 Zusammenhang zwischen den Faktoren der Realfahrt und den Eignungsurteilen (Psychometrie und Fahrlehrer)

Die computerdiagnostischen Fahreignungsurteile („geeignet“, „ungeeignet“) werden den ermittelten Faktoren der einzelnen Realfahrtaufgaben gegenübergestellt und es wird berechnet, ob sich die Faktorwerte (z. B. das Spurhalten) zwischen den beiden Eignungsgruppen unterscheiden. In der Tabelle 17 werden pro Aufgabe nur die signifikanten bzw. deskriptiv auffälligen ($0,1 > p > 0,05$) Ergebnisse aufgeführt.

In Tabelle 18 wurden die Fahrlehrerbeurteilungen dichotomisiert, sodass in der Gruppe der „Ungeeigneten“ auch die Probanden mit „zweifelhafter Eignung“ aufgeführt sind. Auch hier werden wieder die Fahreignungsurteile den ermittelten Faktoren der einzelnen Realfahrtaufgaben gegenübergestellt und es wird berechnet, ob sich die Faktorwerte (z. B. das Spurhalten) zwischen den beiden Eignungsgruppen unterscheiden. In der Tabelle werden pro Aufgabe nur die signifikanten (fett) bzw. deskriptiv auffälligen ($0,1 > p > 0,05$) Ergebnisse aufgeführt.

Für fast alle durch die Faktorenanalyse ermittelten stärksten varianzaufklärenden Faktoren (vgl. mit Tabelle 16) der Realfahrtaufgaben zeigen die Eignungsbeurteilungen, die aus den CPM-Ergebnissen oder den Fahrlehrerbemerkungen gefällt wurden, signifikante Unterschiede zwischen den in „geeignet“ und „ungeeignet“ aufgeteilten Probandengruppen. Vor allem das Spurhalten oder auch die Einzelleistung „Mittellinie überfahren“ spiegelt sich in den Eignungsurteilen wider, wobei ein Proband umso eher als ungeeignet eingestuft wurde, je schlechter er die Spur halten konnte. Insgesamt ist der Zusammenhang zwischen den Fahrlehrerbeurteilungen und den Realfahrtfaktoren größer als zwischen der CPM-Eignungsbeurteilung und den Realfahrtfaktoren, so sind z. B. die Eignungsgruppenunterschiede für den Faktor Spurhalten öfter signifikant. Das Spurhalten in der Pylonengasse

		ungeeignet (N = 20)		geeignet (N = 80)		t	df	p
		Mittelwert	Streuung	Mittelwert	Streuung			
A01	Mittellinie überfahren	0,82	0,81	-0,20	0,95	4,84	33,19	0,00
A02	Anzahl falscher Ansagen	0,90	0,91	-0,22	0,90	4,93	29,13	0,00
A03	Geschwindigkeit	0,71	0,83	-0,19	0,96	4,21	32,77	0,00
	Seitenabstand	-0,37	0,93	0,10	1,01	-1,99	31,22	0,06
A05	Entropie	0,35	0,73	-0,09	1,05	2,21	40,91	0,03
	Spurhalten	0,50	1,05	-0,11	0,95	2,36	27,38	0,03
A06	Spurhalten	0,56	1,59	-0,14	0,75	1,92	21,14	0,07
	Abkommen	0,49	1,51	-0,12	0,80	1,74	21,77	0,10
A08	Bremsweg	-0,26	0,59	0,07	1,08	-1,82	55,13	0,07
A10	Suchdauer	0,87	1,50	-0,23	0,68	3,21	21,00	0,00
A11	Verhalten	0,33	0,92	-0,08	1,01	1,74	31,68	0,09
A13	Mittellinie überfahren	0,60	1,11	-0,19	0,89	2,81	25,82	0,01
A14	Geschwindigkeit	0,70	1,19	-0,17	0,88	3,07	24,36	0,01
Versuchsdauer (gesamt)		-0,63	0,99	0,16	0,95	-3,19	28,36	0,00

Tab. 17: Deskription und Testung (Welch-Test) der Faktorwerte getrennt nach CPM-Eignung

		Ungeeignet (N = 27)		Geeignet (N = 68)		Welch-Test		
		Mittelwert	Streuung	Mittelwert	Streuung	t	df	p
01	Mittellinie überfahren	0,47	1,24	-0,22	0,83	2,67	35,61	0,01
02	Anzahl falscher Ansagen	0,41	0,90	-0,25	0,89	3,21	47,42	0,00
03	Geschwindigkeit	0,46	1,03	-0,21	0,94	2,97	44,25	0,00
	[Versuchsdauer]	0,39	1,24	-0,18	0,84	2,21	35,83	0,03
04	Abkommen	0,63	1,20	-0,30	0,51	3,86	29,82	0,00
05	Entropie	0,34	0,89	-0,13	1,01	2,26	53,34	0,03
	Geschwindigkeit	0,63	0,93	-0,32	0,77	4,69	41,08	0,00
	Handlungsdauer	-0,27	0,75	0,05	0,96	-1,73	61,11	0,09
	Spurhalten	0,31	1,16	-0,15	0,91	1,86	39,31	0,07
06	Spurhalten	0,34	1,03	-0,20	0,75	2,47	37,53	0,02
07	Geschwindigkeit	0,27	0,99	-0,17	0,92	1,97	44,91	0,06
08	Geschwindigkeit	-0,28	0,85	0,13	1,05	-2,01	58,42	0,05
10	Suchdauer	0,49	1,19	-0,20	0,88	2,76	37,77	0,01
11	Verhalten	0,22	0,95	-0,16	0,90	1,76	45,25	0,09
13	Mittellinie überfahren	0,40	1,10	-0,26	0,87	2,58	37,30	0,01
14	Geschwindigkeit (1)	0,47	1,11	-0,23	0,89	2,93	40,03	0,01
[Versuchsdauer (gesamt)]		-0,31	1,01	0,19	0,90	-2,26	43,14	0,03

Tab. 18: Deskription und Testung (Welch-t-Test) der Faktorwerte getrennt nach Eignungsbeurteilung des Fahrlehrers

zeigt hier zwar nur für die durch CPM ermittelten Ergebnisse signifikante Unterschiede, in einer differenzierteren Analyse des Spurhaltens, bei der kleinere Fahrtstreckenabschnitte untersucht wurden, konnten aber ein signifikanter Gruppenunterschied für das Spurhalten in der Pylonengasse für Aufgabe A05 „Walkie-Talkie“ ($p = 0,00$) und ein deskriptiver Unterschied in Aufgabe A10 „Kassette einlegen“ ($p = 0,08$) für die Fahrlehrerbeurteilung ermittelt werden.

Die differenziertere Streckenanalyse zeigt, dass vor allem in den Kurven öfter die Mittellinie überfahren wurde und dass häufiger signifikante Gruppenunterschiede auftreten, wenn das Eignungsurteil durch den Fahrlehrer gefällt wurde.

In beiden Eignungsunterteilungen (CPM und Fahrlehrer) unterscheiden sich die Eignungsgruppen in der Dauer des „Kassetteneinlegens“ (A10) sowie in der Anzahl falsch erkannter Richtungsschilder (A02 „Richtungssymboltest“), wobei ein als ungeeignet beurteilter Proband die Richtung öfter falsch identifizierte und länger zum Einlegen der Kassette benötigte. Nur bei der Eignungsunterteilung durch den Fahrlehrer finden sich signifikante Gruppenunterschiede für das Abkommen von der Fahrbahn in Aufgabe A04 „Wenden in Hof“. Zudem

zeigt sich für das Fahrlehrerurteil in fast allen Aufgaben ein signifikanter Unterschied zwischen den jeweiligen Fahrgeschwindigkeiten der Eignungsgruppen.

Insgesamt belegt dieses Ergebnis, dass sich die Eignungsbeurteilungen (CPM und Fahrlehrer) mit den varianzanalytischen Gruppenvergleichen der Faktorwerte deckt und sich die Beurteilung in verkehrssicherheitsrelevanten Aspekten – wie z. B. dem Spurhalten – widerspiegelt, wobei die durch den Fahrlehrer eingeteilten Eignungsgruppen sich häufiger in ihren Realfahrleistungen unterscheiden. Daher wird dem Zusammenhang zwischen Fahrlehrerurteil und dem Eignungsurteil aus den CPM-Ergebnissen das nächste Kapitel gewidmet.

5.6 Zusammenhang zwischen dem Eignungsurteil des Fahrlehrers und dem psychometrischen Testergebnis

Zunächst wurden Korrelationen zwischen den Laboruntersuchungen (klinische Parameter und CPM-Ergebnisse) und den Fahrlehrerbeurteilungen (geeignet, zweifelhafte Eignung, ungeeignet) berech-

net. Insgesamt sind die Zusammenhänge zwischen der Fahrlehrerbeurteilung und den Variablen der Laboruntersuchungen eher gering. Die größten Zusammenhänge ergeben sich zu den Variablen des Determinationstests und der Albuminkonzentration. Auch hier zeigt sich wieder, dass die Nebenvariable des Reaktionstests (motorische Reaktionszeit) stärker zu bewerten ist als die Hauptvariable, da sie höher mit dem Fahrlehrerurteil korreliert. Wenn die Zusammenhänge insgesamt auch gering sind, so ergeben sich doch für alle Hauptvariablen der CPM-Tests signifikante Korrelationen mit der Fahrlehrerbeurteilung.

Die Tabellen 19 und 20 geben nun die Zusammenhänge der Eignungsbeurteilungen zwischen den CPM-Verfahren und den Fahrlehrerurteil wieder. Für die Berechnung der prozentualen Übereinstimmung wurden jeweils nur die eindeutigen Kategorien berücksichtigt, die zugehörigen Zellen sind grau unterlegt.

Insgesamt erhalten mehr Probanden durch die CPM-Diagnostik als durch den Fahrlehrer das Urteil geeignet.

		CPM-Fahreignung		Gesamt
		ungeeignet	geeignet	
Fahrlehrer- Beurteilung	ungeeignet	9	17	26
	fraglich	3	3	6
	geeignet	8	60	68
Gesamt		20	80	100

Tab. 19: Klassifikation der Fahreignungsurteile von Fahrlehrer und CPM (1)

Von 94 Probanden (ohne die „fraglich“ geeigneten) wurden 60 nach beiden Verfahren als geeignet und neun als ungeeignet beurteilt. Somit ergeben sich 73 % übereinstimmende Urteile. Während der Fahrlehrer aber acht Probanden als geeignet beurteilt, die durch die CPM-Ergebnisse als ungeeignet beurteilt wurden, hätte der Fahrlehrer in 17 Fällen im Gegensatz zu den psychometrischen Ergebnissen die Fahreignung verweigert. Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich, wenn man die psychometrische Fahreignungseinteilung noch in die zusätzlichen Gruppen „zweifelhaft“ und die Gruppe „geeignet“ in „Gruppe 1“ und „Gruppe 2“ aufteilt (Tabelle 20).

Hier stimmen 77 % der Urteile (ohne „zweifelhaft“ oder „fraglich“) überein. Auffällig ist, dass es keine Übereinstimmungen für Probanden gibt, die in beiden Urteilen ein zweifelhaftes oder fragliches Eignungsergebnis erzielen. Zudem werden nach den CPM-Ergebnissen sogar sieben Probanden für fähig befunden, eine Fahrerlaubnis der Gruppe 2 zu erhalten (Voraussetzung für Gruppe 2: Mehrzahl der eingesetzten Tests $PR > 33$), obwohl diese durch den Fahrlehrer als ungeeignet zum Führen eines Kraftfahrzeugs beurteilt wurden.

Eine Übereinstimmung von über 70 % zwischen beiden Beurteilungsverfahren erscheint zunächst recht hoch, doch die isolierte Betrachtung der Probanden, denen vom Fahrlehrer die Fahreignung abgesprochen wird, zeigt mit zwischen 35 % (Tabelle 21) und 39 % (Tabelle 22) wesentlich geringere Übereinstimmungen mit den CPM-Urteilen, wobei gerade bei diesen Probanden ein fehlerhaf-

		CPM-Fahreignung				Gesamt
		ungeeignet	zweifelhaft	geeignet (Gruppe 1)	geeignet (Gruppe 2)	
Fahrlehrer- Beurteilung	ungeeignet	9	3	7	7	26
	fraglich	3	0	3	0	6
	geeignet	6	5	20	37	68
Gesamt		18	8	30	44	100

Tab. 20: Klassifikation der Fahreignungsurteile von Fahrlehrer und CPM (2)

		CPM-Fahreignung									
		Gesund		HE0		mHE		oHE		SH	
		U	G	U	G	U	G	U	G	U	G
Fahrlehrer- Beurteilung	U		6	1	1	2	7	5	1	1	2
	F					1	3	2			
	G	3	36		6	1	11	3	2	1	5

Tab. 21: Zusammenhang der Fahreignungsurteile getrennt nach Gruppen; U = ungeeignet, F = fraglich, G = geeignet

		CPM-Fahreignung				
		ungeeignet		geeignet		
		fahre selbst	fahre nicht mehr selbst	fahre selbst	fahre nicht mehr selbst	
Fahrlehrerbeurteilung	Gesund	ungeeignet			6	
		geeignet	2	1	36	
	HE0	ungeeignet	1		1	
		geeignet			6	
	mHE	ungeeignet	1	1	5	2
		fraglich	1		3	
		geeignet	1		10	1
	oHE	ungeeignet	4	1		1
		fraglich	2			
		geeignet	3		2	
	SH	ungeeignet	1		1	1
		geeignet	1		5	

Tab. 22: Fahrpraxis getrennt nach Gruppen und Eignungsgruppen

tes Eignungsurteil als äußerst kritisch bewertet werden muss.

Fragt man nun nach der Übereinstimmung der Eignungsurteile in Bezug auf die Krankheitsabstufungen, ergibt sich die in Tabelle 21 gezeigte Darstellung.

Die größten Übereinstimmungen in beiden Eignungsurteilen liegen mit 88 % bei der Gruppe der klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) und den Gesunden (80 %). Am wenigsten Übereinstimmung findet sich bei den minimal Erkrankten (mHE: 62 %), dicht gefolgt von den anderen beiden Leberpatientengruppen (oHE: 64 % und SH: 67 %). Gerade die Gruppe der minimalen HE-Probanden (mHE) stellt ein bekanntermaßen für die Fahreignung schwer zu diagnostizierendes Klientel, umso kritischer erscheint es, dass fast ein Drittel dieser Patienten nach den psychometrischen Testverfahren die Fahreignung zugesprochen bekommt, während der Fahrlehrer ihnen diese abspricht.

Bringt man diese Ergebnisse in Zusammenhang mit den fahrbiografischen Daten, sieht man, dass gerade diese Gruppe der minimalen HE-Probanden (mHE) mit rund 22 % den größten Anteil an Führerscheinbesitzern stellt, die aus eigenem Anlass seit mindestens sechs Monaten vor dieser Untersuchung nicht mehr selbst fahren. Somit stellt sich die Frage, ob diese Patienten in der Lage sind, ihr fahrerisches Können adäquat einzuschätzen.

Zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchung geben sechs Probanden mit minimaler HE, die nach der Beurteilung des Fahrlehrers ungeeignet sind, und weitere vier, bei denen zumindest Zweifel an der Fahreignung bestehen, an, selbst zu fahren. Demgegenüber fahren nur drei mHE-Probanden, die nach der Fahrlehrerbeurteilung ungeeignet zum Führen eines Fahrzeugs sind, seit mindestens sechs Monaten vor dieser Untersuchung nicht mehr selbst. Nach der CPM-Eignungsbeurteilung überschätzen drei Probanden dieser Gruppe ihr Fahrvermögen, während drei weitere dieses unterschätzen, da sie nach den CPM-Ergebnissen geeignet wären, aber seit mindestens sechs Monaten nicht mehr selbst fahren. Durch beide Eignungsbeurteilungsverfahren werden Fehleinschätzungen von Seiten der mHE-Probanden bezüglich ihres Fahrvermögens aufgedeckt und zeigen, dass ein Teil dieser Probandengruppe trotz verkehrssicherheitsrelevanter Leistungseinbußen weiter ein Fahrzeug führt. Eine Erklärung hierfür wäre eine mangelhafte Selbsteinschätzung der eigenen Fahrleistung. So stufen alle mHE-Probanden ihr Fahrvermögen im Vergleich zu Altersgenossen eher gut oder sogar sehr gut ein, obwohl 26 % von ihnen angeben, innerhalb der letzten drei Monate Fahrschwierigkeiten zu haben und so z. B. beim Zurücksetzen des Fahrzeugs einen Gegenstand angefahren haben. Ein weiteres äußerst bedenkliches Ergebnis aus obiger Tabelle ist die Tatsache, dass sechs bzw. neun Probanden mit einer manifesten HE (oHE) weiterhin ein Fahrzeug selbst führen, obwohl diese nach beiden Beurteilungsverfahren dazu nicht mehr in der Lage wären. Auch hier schätzen sich alle Probanden eher gut im Vergleich zu ihren Altersgenossen ein.

6 Diskussion

Im Hinblick auf die in Kapitel 2.3.1 formulierten Hypothesen sollen zunächst die Gruppenunterschiede der Probanden innerhalb der eingesetzten Testverfahren beschrieben und diskutiert werden. Anschließend werden die einzelnen Prüfverfahren einander gegenübergestellt, sodass Empfehlungen zur Fahreignungsprüfung neurologischer Patienten im Allgemeinen und von Patienten mit einer hepatischen Enzephalopathie im Besonderen abgeleitet werden können.

Voraussetzung für eine Interpretation der Ergebnisse zu den Gruppenunterschieden ist die Vergleich-

barkeit der Untersuchungsbedingungen. Insgesamt ist es gelungen, 109 Probanden mit vergleichbaren fahrbiografischen (z. B. Fahrpraxis) und biografischen (z. B. Alter) Daten auf die Versuchsgruppen zu verteilen. Auch die Versuchsbedingungen, wie z. B. die Witterungsverhältnisse während der Realfahrten waren für alle Versuchsgruppen weitestgehend vergleichbar.

6.1 Überprüfung der Unterschiedshypothesen

Die in Kapitel 4.5 zusammengefassten Ergebnisse der Realfahrtaufgaben zeigen deutliche Unterschiede in den Leistungen der einzelnen Probandengruppen. So erzielten die klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) zumeist mit den Gesunden vergleichbare, teilweise sogar bessere Leistungen, wie z. B. in allen Aufgaben zur motorischen Kontrolle und in den Aufgaben, in denen Wahrnehmung und deren kognitive Verarbeitung getestet werden. Erst gegen Versuchende zeigen sie im Vergleich zu den Gesunden einen leichten Leistungsabfall, was für ein Erreichen ihrer mentalen Belastungsgrenze spricht.

Die Leistungen der manifest HE-Erkrankten wiesen zwar häufiger signifikante Mängel auf als die der minimal HE-Erkrankten, aber unter Berücksichtigung aller Ergebnisse zeigten die minimal HE-Erkrankten (mHE) in allen gemessenen Leistungsbe-reichen (Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung, Aufmerksamkeitsfunktionen, Motorik) schlechtere Leistungen als die der Fettleberpatienten (SH), der Gesunden und der klinisch Unauffälligen (HE0). Teilweise erzielten sie (mHE) sogar schlechtere Leistungen in den Aufgaben, in welchen eine sichere Fahrzeugbeherrschung (Reaktion, Spurhalten) gefordert war, als die manifest HE-Erkrankten (oHE).

Die Hypothese 1 ist somit bestätigt, dass sich in Abhängigkeit vom Krankheitsgrad der HE die Leistungen in den Realfahrtaufgaben unterscheiden. Dabei wiesen die manifest und minimal HE-Erkrankten (oHE, mHE) in den verkehrssicherheitsrelevanten Merkmalen deutliche Defizite auf und die klinisch Unauffälligen (HE0) liegen im Leistungsbe-reich der Gesunden.

Die Ergebnisse des computerpsychometrischen Verfahrens der verkehrspsychologischen Testbatte-rie nach SCHUHFRIED bestätigen die Hypothese 2 insofern, dass auch hier in Abhängigkeit vom

Krankheitsgrad der HE unterschiedliche Leistungen der Versuchsgruppen aufgezeigt wurden, womit sich eine unterschiedliche Verteilung in Bezug auf die Zusprechung der Fahreignung ergab.

Am weitaus häufigsten erhielten hier die Probanden mit einer manifesten HE (oHE mit 77 %) das Fahr-eignungsurteil „nicht geeignet“. Die Probanden mit minimaler HE (mHE) liegen mit 16 % etwas höher als die Gruppe der klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) mit 13 % der als ungeeignet Beurteilten und werden ca. doppelt so oft als „ungeeignet“ beurteilt wie die Gesunden.

Die Gruppe der Gesunden bzw. klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) hat mit 62 % bzw. 63 % den größten Anteil an Personen, die nach dem CPM-Ergebnis eine Fahrerlaubnis für die Gruppe 2 erhalten würden. Immerhin erzielten aber auch 36 % der minimal HE-Erkrankten (mHE) dieses gute Ergebnis.

Die Einzelergebnisse der jeweiligen Hauptvariablen der CPM-Tests zeigen, dass alle fünf Probandengruppen in den Tests zur Reaktionsfähigkeit (RT), gefolgt von der Belastbarkeit (DT) und der Konzentrationsfähigkeit (COG), die schlechtesten Leistungen in der verkehrspsychologischen Testbatterie erzielten. Auffällig sind die Ergebnisse des Linienverfolgungstests (LVT), der die Orientierungsleistung misst, da bis auf die manifest HE-Erkrankten (oHE) nahezu alle Probanden ausreichende Ergebnisse in Bezug auf das Fahreignungsurteil erzielten. Das könnte dafür sprechen, dass dieser Test die Probandengruppen am wenigsten differenzieren kann oder aber dass die Orientierungsleistung bei einer HE-Erkrankung keine relevanten Defizite aufweist. Die Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0) zeigt in den Orientierungsleistungen sowie in dem Aufmerksamkeitstest (TAVTMB) sogar bessere Ergebnisse als die Gesunden.

Die in Kapitel 4.6 beschriebene Eignungsbewertung des Fahrlehrers bestätigt die Hypothese 3, dass sich die Fahrlehrerbeurteilungen in Abhängigkeit vom Krankheitsgrad der HE unterscheiden.

Während zwei Drittel der klinisch Unauffälligen (HE0) als geeignet beurteilt wurden, erzielte dieses Urteil nicht einmal die Hälfte der minimal HE-Erkrankten (mHE mit 48 %) und der manifest HE-Erkrankten (oHE mit 39 %). Die Notwendigkeit eines aktiven Eingriffs in die Fahrt, welches als das gravierendste Fahrfehlverhalten gewertet werden muss, war bei den manifest HE-Erkrankten (oHE)

aber doppelt so häufig erforderlich wie bei den minimal HE-Erkrankten (mHE). Der Fahrlehrer beurteilte den Großteil der Probanden mit manifester HE (oHE) zum Ende des Versuchs als sehr erschöpft. Probanden mit minimaler HE (mHE), gefolgt von denen mit Fettleber (SH), wirkten angespannt oder unkonzentriert während der Fahrt. Das deutet darauf hin, dass die Versuchsfahrt alle Leberpatienten bis auf die Gruppe der klinisch Unauffälligen (HE0) stark beansprucht und an ihre Leistungsgrenze geführt hat.

Vergleicht man die Leistungsbeurteilung durch Realfahrt, computerpsychometrische Verfahren und den Fahrlehrer miteinander, so kann festgestellt werden, dass diese Verfahren alle ein Leistungsdefizit bei zunehmendem Krankheitsfortschritt diagnostizieren. Allerdings unterscheidet sich der Versuchsgruppenanteil der defizitären Leistungen über die drei Methoden. Daher sollen zunächst, bevor eine abschließende Bewertung zur Fahreignung von HE-Patienten getroffen werden kann, die Zusammenhangshypothesen der verwendeten Methoden geprüft werden.

6.2 Überprüfung der Zusammenhangshypothesen

Über alle innerhalb der Realfahrt ermittelten Faktoren zeigen sich signifikante Zusammenhänge zu den verschiedenen Laborvariablen, wobei es sich allerdings durchgehend um niedrige Korrelationen handelt. Das Leistungsprofil in der Realfahrt spiegelt sich in den Eignungsbeurteilungen der psychometrischen Testverfahren (CPM) wider und zeigt ebenfalls einen Zusammenhang zu einzelnen klinisch erhobenen Daten, womit die Hypothese 4 angenommen werden kann.

Bei den klinischen Laborparametern zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen dem Spurhalten und den Bilirubin-, häufiger noch den Albuminwerten. Das Spurhalten ist umso schlechter und die Anzahl korrekt identifizierter Richtungssymbole bleibt kleiner, je höher die Bilirubin- oder je niedriger die Albuminkonzentration im Blut des Probanden ist.

Betrachtet man die Korrelationen zwischen den verkehrssicherheitsrelevanten Faktoren in der Realfahrt (Mittellinie überfahren, nach rechts von der Fahrbahn abkommen und Spurhalten in der Pylonengasse) und den zur Fahreignungsbeurteilung

herangezogenen psychometrischen Testvariablen, so finden sich die häufigsten signifikanten Ergebnisse mit der Hauptvariablen des Determinationstests (DT) und der Nebenvariablen „motorische Reaktionszeit“ oder dem Rohwert der Hauptvariablen „Reaktionszeit“ des Reaktionstests (RT). Dabei gehen kürzere Reaktionszeiten (RT) und eine höhere Anzahl richtiger Reaktionen (DT) mit besserem Spurhalten und mehr richtig identifizierten Richtungssymbolen einher. Der Linienverfolgungstest und der Cognitrone zeigen nur in einer bzw. zwei Realfahrtaufgaben signifikante Korrelationen mit dem Spurhalten. Auffällig ist, dass bei dem tachistoskopischen Verkehrsauffassungstest die Nebenvariable „falsche Aussage“ stärker mit den Realfahrtvariablen korreliert als die Hauptvariable „Überblicksgewinnung“.

Die Hypothese 5 kann ebenfalls bestätigt werden, da sich die Eignungsbeurteilung des Fahrlehrers in dem Leistungsprofil der Realfahrt widerspiegelt. So zeigen sich in der Eignungsbeurteilung des Fahrlehrers für fast alle durch die Faktoranalyse ermittelten stärksten varianzaufklärenden Faktoren (vgl. mit Tabelle 16) der Realfahrtaufgaben signifikante Unterschiede zwischen den als „geeignet“ und „ungeeignet“ beurteilten Probanden. Vor allem das Spurhalten und die Einzelleistung „Mittellinie überfahren“ spiegeln sich in den Eignungsurteilen wider, wobei ein Proband umso eher als ungeeignet eingestuft wurde, je schlechter er die Spur halten konnte. Das Abkommen von der Fahrbahn, die Dauer des „Kassetteneinlegens“ sowie die Anzahl falsch erkannter Richtungssymbolschilder spiegeln sich in dem Fahrlehrerurteil wider, wobei ein als ungeeignet beurteilter Proband die Richtung öfter falsch identifizierte, länger zum Einlegen der Kassette benötigte und öfter von der Fahrbahn abkam.

Insgesamt belegen diese Ergebnisse, dass sich die Eignungsbeurteilungen (CPM und Fahrlehrer) mit den varianzanalytischen Gruppenvergleichen der Faktorwerte decken. Weiterhin spiegelt sich die Beurteilung in verkehrssicherheitsrelevanten Aspekten – wie z. B. dem Spurhalten – wider, wobei der Zusammenhang zwischen den Fahrlehrerbeurteilungen und den Realfahrtfaktoren größer ist als zwischen den CPM-Eignungsbeurteilungen und den Realfahrtfaktoren. Offen bleibt als Letztes die Frage, ob die Eignungsbeurteilungen des Fahrlehrers mit denen des CPM-Verfahrens übereinstimmen.

Betrachtet man zunächst die Korrelationen zwischen den einzelnen Variablen der Laboruntersu-

chungen (klinische Parameter und CPM-Ergebnisse) und den Fahrlehrerbeurteilungen (geeignet, zweifelhafte Eignung, ungeeignet), zeigen sich zwar kleine Zusammenhänge, doch korrelieren alle Hauptvariablen der CPM-Tests signifikant mit der Fahrlehrerbeurteilung. Die größten Zusammenhänge finden sich mit den Variablen des Determinationstests und der Albuminkonzentration. Auch hier zeigt sich wieder, dass die Nebenvariable des Reaktionstests (motorische Reaktionszeit) stärker zu bewerten ist als die Hauptvariable, da sie höher mit dem Fahrlehrerurteil korreliert.

Vergleicht man nun die Eignungsurteile des Fahrlehrers und der CPM-Verfahren, sieht man eine Übereinstimmung in 77 % der Fälle, womit die Hypothese 6 bestätigt ist. Eine negative Eignungsbeurteilung aufgrund der psychometrischen Testergebnisse geht einher mit einer negativen Eignungsbeurteilung des Fahrlehrers.

Insgesamt erhalten mehr Probanden durch die CPM-Diagnostik als durch den Fahrlehrer das Urteil „geeignet“. Zudem werden nach den CPM-Ergebnissen sogar sieben Probanden für fähig befunden, eine Fahrerlaubnis der Gruppe 2 zu erhalten, obwohl diese durch den Fahrlehrer als ungeeignet zum Führen eines Kraftfahrzeugs beurteilt wurden. Auffällig ist, dass es keine Übereinstimmungen für Probanden gibt, die in beiden Urteilen ein zweifelhaftes Eignungsergebnis erzielen.

Betrachtet man nun die Eignungsergebnisse der Fahrlehrerbeurteilung und der CPM-Verfahren in Bezug auf die Krankheitsabstufungen, so zeigt sich, dass die größten Übereinstimmungen in der Beurteilung von klinisch Unauffälligen (HE0) und die geringsten Übereinstimmungen in den Eignungsurteilen der minimal HE-Erkrankten (mHE) liegen. Gerade diese Gruppe der minimalen HE-Probanden (mHE) stellt bekanntermaßen ein hinsichtlich der Fahreignung schwer zu diagnostizierendes Klientel. Umso kritischer erscheint es, dass fast ein Drittel dieser Patienten aufgrund der psychometrischen Testverfahren die Fahreignung zugesprochen bekam, während der Fahrlehrer ihnen diese abspricht. Betrachtet man hierzu nun noch die Auswertung der fahrbiografischen Daten, sieht man außerdem, dass die Gruppe der minimalen HE-Probanden (mHE) ihr Fahrvermögen stark überschätzt, was bei einer falsch positiv Beurteilung ein zusätzliches Risiko birgt.

Zusammenfassend wird ersichtlich, dass die Eignungsbeurteilung des Fahrlehrers mit der Realfahrt

insgesamt, aber auch vor allem mit den verkehrssicherheitsrelevanten Parametern, wie z. B. dem Spurhalten, höher korreliert als die Eignungsbeurteilung durch die computerpsychometrischen Verfahren. Eine Übereinstimmung beider Beurteilungen (Fahrlehrer und CPM) zeigte sich zwar für die Gesunden oder klinisch unauffälligen HE-Patienten (HE0), aber große Differenzen ergaben sich bei der Beurteilung der übrigen Leberpatienten mit der geringsten Übereinstimmung bei Patienten mit minimaler HE (mHE).

6.3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Aus der abschließenden Betrachtung der Leistungsergebnisse der Probanden in Abhängigkeit ihres Krankheitsstadiums in den verschiedenen Testmethoden sowie aus dem Vergleich der angewandten Prüfverfahren sollen Empfehlungen zur Fahreignungsprüfung neurologischer Patienten im Allgemeinen und von Patienten mit einer hepatischen Enzephalopathie im Besonderen generiert werden.

6.3.1 Empfehlungen zur Konzeption der Fahreignungstestung von neurologischen Patienten

Eine standardisierte Realfahrtprobe ist sicherlich eine Methode, die einen hohen Grad externer Validität verspricht, doch dafür wesentlich aufwändiger durchzuführen ist als die Testung in einem Labor. Labortests sollten zur Fahreignungsprüfung nur eingesetzt werden, wenn sie an einem externen Kriterium validiert sind. Je mehr diese Verfahren die Realität abbilden und testen können, desto eher sollten sie einer Realfahrteignungsprüfung vorzuziehen sein, denn mit dem Einsatz standardisierter Labor- oder Simulatortests können eine bessere Bedingungskontrolle und somit eine höhere interne Validität erzielt werden als bei der Durchführung von Realfahrten.

Aus den Ergebnissen der dieser Untersuchung zugrunde liegenden Testverfahren sollen im Folgenden Empfehlungen zur Fahreignungsprüfung von Patienten mit neuropsychologischen Leistungsdefiziten abgeleitet werden.

Wie bereits in Kapitel 1.3 diskutiert, reichen psychometrische Testverfahren oder eine von einem Fahrlehrer begleitete Fahrprobe oftmals nicht aus,

um ein Fehlverhalten im Straßenverkehr zu prognostizieren, wenn das neuropsychologische Defizit, hier v. a. die Persönlichkeitsstörung, nur in bestimmten, kritischen Situationen zu Tage tritt. Kritische Situationen können durch das Eintreten unvorhergesehener Ereignisse evoziert werden. Aber auch wenn zusätzliche belastende Situationen in eine Fahrverhaltensprobe integriert werden, kann man innerhalb einer kurzen Messzeit die Klienten an ihre Leistungsgrenzen heranführen, um eventuelle verkehrssicherheitsrelevante Defizite aufzudecken.

Daher entschieden wir uns in der vorliegenden Untersuchung, mit standardisierten Fahraufgaben verschiedene Aspekte des Fahrvermögens zu testen. Im Unterschied zu einer in der Praxis üblichen Fahrverhaltensprobe konnten hier zudem Reaktionen auf ein plötzlich eintretendes Ereignis gemessen werden. Außerdem konnte durch die Dual-Task-Aufgaben das reale Auftreten einer zusätzlichen Anforderung außerhalb der planmäßigen Fahrt simuliert werden. Durch diese Aufgabenstellung traten die Gruppenunterschiede deutlicher hervor, und es konnte z. B. in mehreren Aufgaben ein Zusammenhang zwischen dem Spurhalten und dem Krankheitsgrad der HE demonstriert werden. Die Zweitaufgabe muss nicht kompliziert sein. Schon eine zusätzliche Subtraktionsaufgabe während des Fahrens kann deutliche verkehrssicherheitsrelevante Defizite aufdecken. Unsere Ergebnisse zeigten weiterhin, dass die Fahrleistung je nach Modus der Zweitaufgabe unterschiedlich beeinflusst wird. So führte der Einsatz kognitiver Zweitaufgaben zu anderen Resultaten als der motorischer Zweitaufgaben.

Fahraufgaben, die am wenigsten verkehrssicherheitsrelevante Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen aufzeigen konnten, waren das Slalomfahren und das Ausweichmanöver. Bei dem Einsatz eines plötzlich auftretenden Hindernisses, wie hier das Balleinrollen, muss auf eine weitestgehende Standardisierung der Versuchsbedingungen geachtet werden. So spielte die Fahrgeschwindigkeit eine große Rolle dafür, ob das Balleinrollen auf die Fahrbahn überhaupt ein riskantes Hindernis darstellte. Wenn die Probanden sich nicht an die Instruktion des Fahrlehrers gehalten haben und langsamer als gefordert gefahren sind, war ein Abbremsen nicht nötig und es bleibt unklar, ob diese Probanden auf ein plötzlich eintretendes Ereignis adäquat reagieren können. Außerdem sollte nicht alleine das Kriterium „Fehlreaktion“,

also das „Ball-Überfahren“, zu einer Fahrvermögensaussage herangezogen werden. Die Wahrnehmung des plötzlich eintretenden Ereignisses sowie die Reaktionszeit oder -stärke müssen auch bei dem Nicht-Eintreten der „Fehlreaktion“ mit analysiert werden.

Im Hinblick auf den in der Faktorenanalyse in allen Fahraufgaben ermittelten varianzaufklärenden Faktor „Spurhalten“ zeigten sich in weiteren Berechnungen signifikante Gruppenunterschiede und Korrelationen zur Fahrlehrerbeurteilung und teilweise auch zur Eignungsbeurteilung nach den CPM-Verfahren. Somit stellt die Variable „Spurhalten“ eine wesentliche Größe in der Beurteilung des Fahrvermögens im Realfahrtversuch dar.

Zur psychometrischen Fahreignungsbeurteilung wurden entsprechend den in den Begutachtungs-Leitlinien zur Kraffhahreignung und den in Anlage 5 der FeV aufgeführten krafffahrtspezifischen Leistungsbereichen folgende Untertest der verkehrspsychologischen Testbatterie nach SCHUHFRIED ausgewählt: Wiener Determinationstest (DT), Linienerfolgungstest (LVT), Cognitron (COG), Wiener Reaktionstest (RT), Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB). Zur Auswertung der computerpsychometrischen Ergebnisse wurde das Bedienungsmanual von SCHUHFRIED herangezogen. Als maßgeblicher Indikator zur Eignungsüberprüfung wird hier die Betrachtung der jeweiligen Hauptvariablen der eingesetzten Testverfahren empfohlen. Die Leistungsprofile der Nebenvariablen dienten der Falzifitätsüberprüfung und wurden ebenfalls zur Fahreignungsdiagnostik herangezogen.

Die Hauptvariablen der verkehrspsychologischen Testbatterie zeigten zwar in einzelnen Tests Übereinstimmungen mit dem Fahrverhalten, wurden zudem aber auch noch die Ergebnisse aller Nebenvariablen dieser Tests sowie weiterer Verfahren (motorische Leistungsserie) hinzugezogen, stiegen die Korrelationen vor allem mit dem Spurhalten. Da zudem teilweise die Rohwerte dieser Tests höhere Korrelationen mit den Realfahrtvariablen als die Prozentränge aufwiesen, sollte das Konzept der Prozentränge für die Fahreignungsbeurteilung überdacht werden.

Von den verwendeten computerpsychometrischen Prüfverfahren zeigen der Determinations- und Reaktionstest (DT, RT) die meisten Übereinstimmungen mit den Fahrleistungen in der Realfahrt. Vor allem die Nebenvariablen „motorische Reaktions-

zeit“ aus dem RT und „Anzahl der Reize“ aus dem DT korrelierten am höchsten mit dem Spurhalten. Die „motorische Reaktionszeit“ des RT korreliert zudem hoch mit der Wahrnehmung und der kognitiven Verarbeitung von Reizen in der Realfahrt. Im DT weist dagegen die Nebenvariable „Reaktionszeit“ die höchsten Korrelationen mit Wahrnehmung und kognitiver Verarbeitung in der Realfahrt auf. Auffällig ist, dass die Nebenvariable „falsche Antworten“ des tachistoskopischen Verkehrsauffassungstests in fast allen Aufgaben mit mehr Realfahrtvariablen korreliert oder höhere Korrelationen aufweist als die Hauptvariable. Der zusätzlich hinzugezogene Corsi-Test korrelierte mit den wenigsten Realfahrtparametern, sodass geschlossen werden kann, dass dieser Test keine verkehrssicherheitsrelevanten Parameter erfasst.

Somit sollten bei dem Einsatz der in der Untersuchung zur Fahreignungsprüfung eingesetzten CPM-Verfahren nicht nur die in dem Auswertungsmanual beschriebenen Hauptvariablen in die Auswertung einbezogen werden, sondern der Diagnostiker sollte auch die Rohwerte und Nebenvariablen dieser Testverfahren in die Analyse einbeziehen, um ein sichereres Urteil in Bezug auf die Fahreignung fällen zu können.

Ob die gewählten psychometrischen Testverfahren die in den Begutachtungs-Leitlinien geforderten Anforderungen der fünf Leistungsbereiche abdecken, bleibt unklar, da nur der Reaktionstest und der Determinationstest wesentliche Korrelationen mit der Realfahrt aufweisen. Doch muss man auch hinzufügen, dass die hier formulierten Begriffe der zu überprüfenden Leistungsbereiche unscharf sind und nicht dem derzeitigen wissenschaftlichen Sprachgebrauch entsprechen (GOLZ et al., 2004). Demzufolge ist eine wissenschaftlich eindeutige Zuordnung von psychometrischen Tests zu diesen Leistungsbereichen nicht möglich und es bleibt fraglich, ob diese unscharf formulierten Leistungsbereiche das Spektrum verkehrssicherheitsrelevanter Parameter abdecken. Unumstößlich ist, dass zur Überprüfung eines sicheren Fahrverhaltens mehrere Komponenten aus perzeptiven, kognitiven und psychomotorischen Leistungsbereichen gemessen werden sollten und dass die Selbsteinschätzung des Fahrvermögens eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt. Der Vorteil von standardisierten Fahraufgaben gegenüber einer in der Praxis üblichen Fahrprobe ist, Defizite gerade innerhalb dieser unterschiedlichen Leistungsbereiche herauszustellen und somit auch gezielter mögliche

Kompensationsstrategien zu überprüfen oder mit therapeutischen Interventionsmaßnahmen zu rehabilitieren.

Hinsichtlich der Laboruntersuchungen bei Patienten mit hepatischer Enzephalopathie muss der Stellenwert der biochemischen Laborparameter hervorgehoben werden. So ist neben der Bilirubinkonzentration vor allem die Höhe des Albuminspiegels im Blut der Probanden ein aussagekräftiger Indikator für sicherheitsrelevante Fahrverhaltensparameter. Niedrige Albumin- und hohe Bilirubinwerte kennzeichnen eine defizitäre Leberfunktion und zeigen im Gegensatz zu den anderen erhobenen „Leberwerten“ Gamma-GT, GOT und GPT Korrelationen mit dem Spurhalten und mit kognitiven Aufgabenstellungen, bei denen ein deklaratives Gedächtnis und logisches Schlussfolgern eine Rolle spielen.

6.3.2 Fahreignung von Patienten mit HE in Abhängigkeit des Krankheitsstadiums

Vergleicht man die Leistungsbeurteilung der eingesetzten Testmethoden miteinander, so kann festgestellt werden, dass diese Methoden alle bei zunehmendem Krankheitsfortschritt stärkere Leistungsdefizite bezüglich verkehrssicherheitsrelevanter Parameter diagnostizieren. Somit sind die Anteile der klinisch unauffälligen Patienten (HE0) nach Einschätzung des Fahrlehrers und aufgrund der Ergebnisse des CPM-Verfahrens vergleichbar in Bezug auf das Urteil „geeignet“. Doch schon in dem nächsten Krankheitsstadium der minimalen HE-Erkrankung (mHE) unterscheiden sich die Eignungsbeurteilungen maßgeblich. Daher sollen zunächst die erhobenen Leistungen in den Realfahrtaufgaben in Bezug auf die Fragestellung, ab welchem Krankheitsstadium von einer Fahreignungseinschränkung ausgegangen werden muss, diskutiert werden.

Eine allgemeine Beurteilung zur Fahreignung von Fettleberpatienten (SH) kann und sollte hier nicht getroffen werden. Sie bewegen sich mit ihren Leistungen meist im Mittelfeld oder im Bereich der Leistungen von minimal und manifest HE-Erkrankten und es bliebe im Einzelfall zu prüfen, ob bei ihnen eine Fahreignung gewährleistet ist oder nicht. Die Fettleberpatienten hatten sich als gesunde Kontrollen zur Studie gemeldet, mussten aber aufgrund unklarer Leberenzymerrhöhung (GOT/GPT/GGT) oder aufgrund einer sonografisch ermittelten erhöhten Echodichte der Leber in eine separate Versuchsgruppe aufgenommen werden.

Vergleicht man die verkehrssicherheitsrelevanten Fahrfertigkeiten auf der Basis des hierarchischen Modells nach WALLENTOWITZ et. al. (2001), so lassen sich auf allen drei Ebenen auffällige Gruppenunterschiede aufzeigen, auf deren Basis Empfehlungen zum Fahreignungsurteil abgeleitet werden können.

Auf der Ebene der Bahnführung und Stabilisierung sind die Minderleistungen vor allem von Patienten mit manifester (oHE), aber auch mit minimaler HE (mHE) so prägnant, dass bei ihnen weder ein sicheres Spurhalten noch ein reaktionsadäquates Fahrverhalten garantiert sind. Zieht man wie in Kapitel 3.2.3.2 beschrieben das prozedurale Gedächtnis als Leistungskomponente hinzu, zeigen die minimal HE-Erkrankten (mHE) auf der Ebene der Bahnführung eine weitere Leistungseinschränkung. Sowohl für selektive und geteilte Aufmerksamkeitsleistungen als auch eine situationsangepasste motorische Kontrolle, wie sie auf der Ebene der Stabilisierung für ein situationsangepasstes Agieren erforderlich sind, zeigen wiederum beide Patientengruppen die größten Defizite. Mangelhafte Leistungen erbringen die minimal HE-Erkrankten (mHE) zudem auf der Ebene der Navigation in der psychomotorischen Kontrolle und Umsetzung eines vorher erstellten Handlungsplans, wobei sie aber über ein leistungsstärkeres deklaratives Langzeitgedächtnis als die Fettleberpatienten (SH) und die manifest Erkrankten (oHE) verfügen.

Diese Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen der Realfahrtstudie von WEIN et al. (2004) überein, bei denen Patienten mit einer minimalen HE (mHE) signifikant schlechtere Ergebnisse in einer einstufigen Stadt- und Autobahnfahrt erzielten als Patienten ohne HE.

Auffällig in unserer Realfahrt ist, dass die klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) mit den Gesunden vergleichbare, teilweise aber auch bessere Leistungen, z. B. auf der Ebene der Navigation in dem situativ bedingten Agieren nach Entwicklung eines Handlungsplans oder in ihren Gedächtnisleistungen, erzielten. Die im Vergleich zu den Gesunden besseren Leistungen auf der Ebene der Bahnführung, z. B. im Spurhalten, erbringen die klinisch Unauffälligen HE-Probanden (HE0) in der ersten Hälfte des Gesamtversuchs. Danach fallen sie in ihren Leistungen ab, wobei der Unterschied zwischen ihnen und den Gesunden zwar nicht signifikant ist, aber darauf hindeutet, dass die klinisch unauffälligen HE-Probanden (HE0) durch die Ver-

suchsfahrt an ihre Leistungsgrenzen geführt wurden und nicht so belastbar sind wie die Gesunden. Da sie im Gesamtversuch in ihren Leistungen mit den Gesunden vergleichbar oder zeitweilig besser waren, tritt der Leistungsunterschied zwischen ihnen und den minimal HE-Erkrankten (mHE) deutlich hervor. Dieses Resultat unterstützt somit auch die Ergebnisse von WATANABE et al. (1995), der mittels neuropsychologischer Testverfahren minimal HE-Erkrankten (mHE) häufiger die Fahreignung absprach als den klinisch Unauffälligen (HE0).

Insgesamt betrachtet sind die in Kapitel 3.2.3.2 definierten verkehrssicherheitsrelevanten neuropsychologischen Leistungen der manifest HE-Erkrankten (oHE) zwar häufiger signifikant schlechter als die Leistungen der minimal HE-Erkrankten (mHE), doch unter Berücksichtigung aller Ergebnisse zeigten die minimal HE-Erkrankten (mHE) in allen gemessenen Leistungen (Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung, Aufmerksamkeitsfunktionen, Motorik) deutlich schlechtere Leistungen als die klinisch Unauffälligen (HE0), die mit den Gesunden vergleichbare oder sogar bessere Ergebnisse erzielten. Somit zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen diesen beiden aufeinanderfolgenden Krankheitsstadien (HE0 und mHE) in Bezug auf fahrrelevante Leistungen.

Daraus ist zu folgern, dass mindestens ab dem Stadium der minimalen HE-Erkrankungen eine Fahreignungsprüfung erfolgen sollte. Der Anteil der klinisch Unauffälligen (HE0), die sowohl durch den Fahrlehrer als auch in den CPM-Verfahren als ungeeignet klassifiziert wurden, ist sehr gering und somit bleibt es fraglich, ob bereits in diesem Stadium eine Fahreignungstestung erfolgen sollte, zudem in beiden Verfahren auch ein kleiner Anteil der Gesunden als ungeeignet klassifiziert wurde. Zur Klärung der Frage ab welchem Krankheitsstadium eine Fahreignungsprüfung anzuraten wäre, sollten die Ergebnisse zur Selbstbeurteilung des Fahrvermögens berücksichtigt werden. Die klinisch Unauffälligen (HE0) beurteilen ihr Fahrvermögen überaus kritisch und verfügen somit über eine wichtige Voraussetzung für kompensatorisches Fahrverhalten. Es kann angenommen werden, dass diese Patienten ihre Leistungsmängel selbst im Falle kleiner Leistungseinbußen oder bei Überbeanspruchung während längerer oder anstrengender Fahrten wahrnehmen und mit einem angepassten, verkehrssicheren Verhalten reagieren.

Weiterhin sollte aus den vorliegenden Ergebnissen auch nicht gefolgert werden, dass ab dem Stadium der manifesten HE-Erkrankung per se eine Fahr-eignung abgesprochen werden muss, da es auch vorkam, dass diese Patienten (oHE) in beiden Test-verfahren als fahrgeeignet beurteilt wurden.

Da sich hohe Übereinstimmungen in beiden Test-verfahren für die Beurteilung der klinisch Unauffälligen (HE0) ergaben, müsste eine CPM-Diagnostik für die Fahreignungsbeurteilung von dieser Patienten-gruppe ausreichen.

Im Fall der minimal HE-Erkrankten (mHE) zeigten sich allerdings die wenigsten Übereinstimmungen in der Eignungsbeurteilung beider Verfahren, wobei durch das CPM-Verfahren mehr minimal HE-Erkrankte (mHE) ein positives Eignungsurteil erhielten als durch die Bewertung des Fahrlehrers. Da bislang in anderen Untersuchungen gerade diese Patientengruppe uneinheitlich bezüglich der Fahr-eignung beurteilt wurde und diese zudem noch starke Defizite in den in dieser Untersuchung erhobenen Leistungsparametern des Fahrvermögens aufweist, wird hier eine praktische Fahrprobe empfohlen. Zumindest war das der Untersuchung zugrunde liegende psychometrische Testverfahren nicht sensitiv genug, um diese Patientengruppe (mHE) bezüglich ihrer Fahreignung so einzustufen, dass die Ergebnisse mit der Fahrlehrerbeurteilung oder den Realfahrtleistungen übereinstimmen.

Voraussetzung für ein angepasstes verkehrssicheres Verhalten auch im Sinne eines kompensatorischen Mängelausgleichs durch therapeutische Interventionsmaßnahmen ist die Einsicht in die bestehende Leistungsminderung. Nur eine adäquate Selbsteinschätzung gerade bei neurologischen Patienten gewährleistet den Zuspruch zur Fahreignung.

Im Falle des Vorliegens einer hepatischen Enzephalopathie muss man allerdings feststellen, dass eine adäquate Selbsteinschätzung für das eigene Fahrvermögen ab dem Stadium der minimalen HE (mHE) nicht mehr gegeben sein kann, sodass im Zweifel der Beurteilung eine mangelhafte Selbsteinschätzung zum Absprechen der Fahreignung führen sollte.

Abschließend soll noch angemerkt werden, dass neuropsychologische Defizite durch rehabilitative Maßnahmen oder durch ein kompensatorisches Fahrverhalten bis zu einem gewissen Maß ausgeglichen werden können. Vor allem Aufmerksam-

keitsstörungen, die initial bei 80 % aller neurologischen Patienten vorliegen, können durch therapeutische Interventionsmaßnahmen vermindert werden (KARBE et al., 2006). Auch bei perzeptiven Störungen wie der Hemianopsie können therapeutische Maßnahmen helfen, wenn die Patienten lernen, ihre Aufmerksamkeit gezielt in das blinde Gesichtsfeld zu lenken (NETZ, 2004). Wenn man bedenkt, dass eine berufliche Reintegration ohne gültige Fahrerlaubnis in einen Arbeitsmarkt, der Flexibilität fordert, stark erschwert wird, sollte künftig die Möglichkeit therapeutischer Intervention mehr Beachtung finden. Voraussetzung für die Umsetzung der in der Therapie erlernten Defizitausgleiche ist allerdings die Einsicht in die bestehende Leistungsminderung sowie eine adäquate Selbsteinschätzung (KUNERT & LÖHRER, 2005).

Danksagung

Diese Untersuchung war nur möglich durch die Kooperation mit Herrn Dr. med. Kircheis, Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie (Direktor: Prof. Dr. Häussinger) der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Der Verkehrsübungsplatz wurde uns freundlicherweise vom ADAC (Herr Ruppert) kostenfrei zur Verfügung gestellt. Das Wiener D-Gerät wurde eigens für diese Untersuchung von Herrn Rood entwickelt. Weiterer Dank gilt den Mitarbeitern der PACE GmbH.

Zu dem Gelingen dieser Studie haben viele weitere Personen beigetragen: Katharina Hansen, Ralf Gottwald, Josef Flach und Angelika Müffeler-Römer.

Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Literatur

- AMODIO, P., MONTAGNESE, S., GATA, A. & MORGAN, M. (2004): Characteristics of minimal hepatic encephalopathy. *Metabolic Brain disorders*, 19, S. 253-267
- BARTHELMES, W. (1974): Zur Methodik der Probefahrt. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 20, S. 46-57
- BLEI, A. T. & CORDOBA, J. (1996): Subclinical encephalopathy. *Digestive Diseases*, 14 (Suppl. 1), S. 2-11

- BROUWER, W. H., ZOMEREN, A. H. van & WOLFFELAAR, P. C. van (1990): Traffic behaviour after severe traumatic brain injury. In: B. G. DEELMAN, R. J. SAAN & A. H. van ZOMEREN (Eds.), *Traumatic brain injury, clinical, social and rehabilitational aspects* (pp. 89-100). Lisse: Swets and Zeitlinger
- Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.) (2000): *Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 115). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- BURGARD, E., SICK, C.-D., HIPPEL, B. & KISS, M. (2004): Fahreignung nach Hirnschädigung [Themenheft]. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 3
- BUTTERWORTH, R. F. (1994): Hepatic Encephalopathy. In: I. M. ARIAS, J. L. BOYER, N. FAUSTO, W. B. JAKOBY, D. A. SCHACHTER & D. A. SHAFRITZ (Eds.), *The Liver: Biology and Pathobiology* (3rd ed., pp. 1193-1209). New York: Raven Press
- COPPER, A. J. L. & PLUM, F. (1987): Biochemistry and physiology of brain ammonia. *Physiological Reviews*, 67, S. 440-519
- DETTMERS, C. (2001): Fahreignung nach Hirninfarkt und Schädel-Hirntrauma. *Neurologische Rehabilitation*, 7 (5), S. 245-246
- DONGES, E. (1978): Ein regelungstechnisches Zwei-Ebenen-Modell des menschlichen Lenkverhaltens im Kraftfahrzeug. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 24, S. 98-112
- EDWIN, D., FLYNN, L., KLEIN, A. & THULUVATH, P. J. (1999): Cognitive impairment in alcoholic and nonalcoholic cirrhotic patients. *Hepatology*, 30 (6), S. 1363-1367
- ELSASS, P., LUND, Y. & RANEK, L. (1987): Encephalopathy in patients with cirrhosis of liver – A neuropsychological study. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 13, S. 241-247
- ENNEN, J., WEISSENBORN, K., RÜCKERT, N., HECKER, H. & SCHOMERUS, H. (1994): Der PSE-Syndrom-Test – Ein Beitrag zur Standardisierung der Diagnostik der latenten portosystemischen Enzephalopathie (PSE). *Zeitschrift für Gastroenterologie*, 81 (5), S. 149-151
- FEV Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung): Verkehrsblatt-Dokument Nr. B 3208 – Vers. 03/00. Dortmund: Verkehrsblatt-Verlag
- GOLZ, D., HUCLER, S., JÖRG, A. & KÜST, J. (2004): Beurteilung der Fahreignung. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 15, S. 157-167
- HANNEN, P., HARTJE, W. & SKRECZEK, W. (1998): Beurteilung der Fahreignung nach Hirnschädigung. *Nervenarzt*, 69, S. 864-872
- HARTJE, W., PACH, R., WILLMES, K., HANNEN, P. & WEBER, E. (1991): Fahreignung hirngeschädigter Patienten. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 2, S. 100-114
- HARTJE, W. (2001): Die neuropsychologische Testdiagnostik hat nur eine begrenzte Aussagekraft für die Fahreignung. *Neurologische Rehabilitation*, 7 (5), S. 248-249
- HELD, C., GÖRTELMAYER, R., KIRCHEIS, G. & RÜHLE, R. (1996): Correlation between therapeutic efficacy and driving capability in non-alcoholic cirrhotic patients with Hepatic Encephalopathy (HE). *Journal of Hepatology*, 25 (Suppl. 1), 175
- JONES, R., DIDDENS, H. & CROFT, D. (1983): Assessment and training of brain-damaged drivers. *American Journal of Occupational Therapy*, 37, 754-760
- KARBE, H., JACOBS, U. & KÜST, J. (2006): Fahreignung nach neurologischen Erkrankungen: Quantitative Analyse unter Berücksichtigung der beruflichen Reintegrationsperspektive. In: NRW-Forschungsverbund Rehabilitationswissenschaften (Hrsg.), *Abschlussbericht des NRW-Forschungsverbundes Rehabilitationswissenschaften 2002-2006* (S. 157-167). Verfügbar unter: http://rehaforschung-nrw.de/forsch_proj/documents/Abschlussbericht_2002_2006_Inter.net.pdf [21.11.2007]
- KIRCHEIS, G., NILIUS, R., BERNDT, H., BUCHNER, M., HELD, C., HENDRICKS, R., KRÜGER, B., KUKLINSKI, B., MEISTER, H., OTTO, H.-J., STAUCH, S., RINK, C. & RÖSCH, W. (1997): Therapeutic efficacy of L-ornithine-L-aspartate infusion concentrate in patients with liver cirrhosis and hepatic encephalopathy: A placebo-controlled double-blind study. *Hepatology*, 25, pp. 1351-1360

- KIRCHEIS, G., HEMKER, J. & HÄUSSINGER, D. (2003): Hepatische Enzephalopathie: Neue Diagnostik und Standards der Therapie. *Klinikerarzt*, 32 (8), S. 277-283
- KNOCH, A. (2006): Begutachtung der Fahreignung – Jahresstatistik 2005. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 4, S. 208-209
- KUNERT, H. J. & LÖHRER, F. (2006): Neuropsychologische Aspekte bei der Beurteilung der Fahreignung. Welche Funktionen benötigt der Kraftfahrzeuglenker? *Blutalkohol*, 42, S. 340-353
- McCREA, M., CORDOBA, J., VESSEY, G., BLEI, A. T. & RANDOLPH, C. (1996): Neuropsychological characterization and detection of subclinical hepatic encephalopathy. *Archives of Neurology*, 53 (8), pp. 758-63
- MILNER, B., SQUIRE, L. R. & KANDEL, E. R. (1998): Cognitive neuroscience and the study of memory. *Neuron*, 20, S. 445-468
- MÜLLER, C. P., TOPIC, B., HUSTON, J. P., STROHBECK-KÜHNER, P., LUTZ, B., SKOPP, G. & ADERJAN, R. (2006): Cannabis und Verkehrssicherheit (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 182). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- NETZ, J. (2001): Gibt es eine spezielle Rehabilitation der Fahreignung? *Neurologische Rehabilitation*, 7 (5), S. 250-252
- NIEMANN, H. & DÖHNER, A. (1999): Fahreignung von Patienten mit Schädigung des ZNS. In: B. SCHLAG (Hrsg.), *Empirische Verkehrspsychologie* (S. 69-90). Berlin: Pabst Science Publishers
- SCHOMERUS, H., HAMSTER, W. & BLUNK, H. (1981): Latent portosystemic encephalopathy. I. Nature of cerebral functional defects and their effect on fitness to drive. *Digestive Diseases and Sciences*, 26, pp. 622-630
- SCHOMERUS, H. & HAMSTER, W. (1998): Neuropsychological aspects of portal-systemic encephalopathy. *Metabolic Brain Disease*, 13 (4), pp. 361-377
- SRIVASTAVA, A., METHA, R., ROTHKE, S. P., RADEMAKER, A. W. & BLEI, A.T. (1994): Fitness to drive in patients with cirrhosis and portal-systemic shunting: a pilot study evaluating driving performance. *Journal of Hepatology*, 21, pp. 1023-1028
- WALLENTOWITZ, H., EHMANN, D., NEUNZIG, D., WEILKES, M., STEINHAEUER, B., BÖLLING, F., RICHTER, A. & GAUPP, W. (2001): Sicherheitsanalyse der Systeme zum automatischen Fahren (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Fahrzeugtechnik, Heft F 35). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- WATANABE, A., TUCHIDA, T., YATA, Y. & KUWABARA, Y. (1995): Evaluation of neuropsychological function in patients with liver cirrhosis with special reference to their driving ability. *Metabolic Brain Disease*, 10, pp. 239-248
- WEIN, C., KOCH, H., POPP, B., OEHLER, G. & SCHAUDER, P. (2004): Minimal Hepatic encephalopathy impairs fitness to drive. *Hepatology*, 39, pp. 739-745
- WEISSENBORN, K. (2002): Minimal hepatic encephalopathy: a permanent source of discussion. *Journal of Hepatology*, 35, pp. 494-496
- WILSON, T. & SMITH, T. (1983). Driving after Stroke. *International Rehabilitation Medicine*, 5, pp. 170-177
- WOLFFELAAR, P. C. van (1988): Assessment of fitness to drive of brain damaged persons. In: T. ROTHENGATTER & R. de BRUIN (Eds.), *Road user behavior – Theory and research* (pp. 302-309). Wolfeboro, NH: Van Gorcum
- ZOMEREN, A. H., BROUWER, W. H. van & MINDERHOUD, J. M. (1987): Acquired brain damage and driving: a review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 68, pp. 697-705
- ZOMEREN, A. H. van, BROUWER, W. H., ROTHENGATTER, J. A. & SNOEK, J. W. (1988): Fitness to drive a car after recovery from severe head injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 69, pp. 90-96

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

2002

- M 135: **Nutzung von Inline-Skates im Straßenverkehr**
Alrutz, Gündel, Müller, Brückner, Gnielka, Lerner,
Meyhöfer € 16,00
- M 136: **Verkehrssicherheit von ausländischen Arbeitnehmern
und ihren Familien**
Funk, Wiedemann, Rehm, Wasilewski, Faßmann, Kabakci,
Dorsch, Klapproth, Ringleb, Schmidtpott € 20,00
- M 137: **Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern**
Assing € 15,00
- M 138: **Beteiligung, Verhalten und Sicherheit von Kindern und
Jugendlichen im Straßenverkehr**
Funk, Faßmann, Büschges, Wasilewski, Dorsch, Ehret, Klapproth,
May, Ringleb, Schießl, Wiedemann, Zimmermann € 25,50
- M 139: **Verkehrssicherheitsmaßnahmen für Kinder – Eine Sichtung
der Maßnahmenlandschaft**
Funk, Wiedemann, Büschges, Wasilewski, Klapproth,
Ringleb, Schießl € 17,00
- M 140: **Optimierung von Rettungseinsätzen – Praktische und
ökonomische Konsequenzen**
Schmiedel, Moecke, Behrendt € 33,50
- M 141: **Die Bedeutung des Rettungsdienstes bei Verkehrsunfällen
mit schädel-hirn-traumatisierten Kindern – Eine retrospektive Auswertung
von Notarzteinsatzprotokollen in Bayern**
Brandt, Sefrin € 12,50
- M 142: **Rettungsdienst im Großschadensfall**
Holle, Pohl-Meuthen € 15,50
- M 143: **Zweite Internationale Konferenz „Junge Fahrer und Fahrerinnen“**
€ 22,50
- M 144: **Internationale Erfahrungen mit neuen Ansätzen zur
Absenkung des Unfallrisikos junger Fahrer und Fahranfänger**
Willmes-Lenz € 12,00
- M 145: **Drogen im Straßenverkehr – Fahrsimulationstest, ärztliche
und toxikologische Untersuchung bei Cannabis und Amphetaminen**
Vollrath, Sachs, Babel, Krüger € 15,00
- M 146: **Standards der Geschwindigkeitsüberwachung im Verkehr
– Vergleich polizeilicher und kommunaler Überwachungsmaßnahmen**
Pfeiffer, Wiebusch-Wothge € 14,00
- M 147: **Leistungen des Rettungsdienstes 2000/01 – Zusammenstellung
von Infrastrukturdaten zum Rettungsdienst 2000 und Analyse
des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2000 und 2001**
Schmiedel, Behrendt € 15,00

2003

- M 148: **Moderne Verkehrssicherheitstechnologie – Fahrdaten-
speicher und Junge Fahrer**
Heinzmann, Schade € 13,50
- M 149: **Auswirkungen neuer Informationstechnologien auf das
Fahrverhalten**
Färber, Färber € 16,00
- M 150: **Benzodiazepine: Konzentrationen, Wirkprofile und Fahr-
tätigkeit**
Lutz, Stroheck-Kühner, Aderjan, Mattern € 25,50

- M 151: **Aggressionen im Straßenverkehr**
Maag, Krüger, Breuer, Benmimoun, Neunzig, Ehmanns € 20,00
- M 152: **Kongressbericht 2003 der Deutschen Gesellschaft für Ver-
kehrsmedizin e. V.** € 22,00
- M 153: **Grundlagen streckenbezogener Unfallanalysen auf Bun-
desautobahnen**
Pöppel-Decker, Schepers, Koßmann € 13,00
- M 154: **Begleitetes Fahren ab 17 – Vorschlag zu einem fahrpraxis-
bezogenen Maßnahmenansatz zur Verringerung des Unfallri-
sikos junger Fahranfängerinnen und Fahranfänger in Deutschland**
Projektgruppe „Begleitetes Fahren“ € 12,50

2004

- M 155: **Prognosemöglichkeiten zur Wirkung von Verkehrssicher-
heitsmaßnahmen anhand des Verkehrszentralregisters**
Schade, Heinzmann € 17,50
- M 156: **Unfallgeschehen mit schweren Lkw über 12 t**
Assing € 14,00
- M 157: **Verkehrserziehung in der Sekundarstufe**
Weishaupt, Berger, Saul, Schimunek, Grimm, Pleßmann,
Zügenrucker € 17,50
- M 158: **Sehvermögen von Kraftfahrern und Lichtbedingungen im
nächtlichen Straßenverkehr**
Schmidt-Clausen, Freiding € 11,50
- M 159: **Risikogruppen im VZR als Basis für eine Prämiendif-
ferenzierung in der Kfz-Haftpflicht**
Heinzmann, Schade € 13,00
- M 160: **Risikoorientierte Prämiendifferenzierung in der Kfz-Haft-
pflichtversicherung – Erfahrungen und Perspektiven**
Ewers(+), Growitsch, Wein, Schwarze, Schwintowski € 15,50
- M 161: **Sicher fahren in Europa – 5. Symposium** € 19,00
- M 162: **Verkehrsteilnahme und -erleben im Straßenverkehr bei
Krankheit und Medikamenteneinnahme**
Holte, Albrecht € 13,50
- M 163: **Referenzdatenbank Rettungsdienst Deutschland**
Kill, Andrä-Welker € 13,50
- M 164: **Kinder im Straßenverkehr**
Funk, Wasilewski, Eilenberger, Zimmermann € 19,50

2005

- M 165: **Förderung der Verkehrssicherheit durch differenzierte An-
sprache junger Fahrerinnen und Fahrer**
Hoppe, Tekaas, Woltring € 18,50
- M 166: **Förderung des Helmtragens Rad fahrender Kinder und
Jugendlicher – Analyse der Einflussfaktoren der Fahrradhelmut-
zung und ihrer altersbezogenen Veränderung**
Schreckenberg, Schlittmeier, Ziesenis € 16,00
- M 167: **Fahrausbildung für Behinderte**
Zawatzky, Dorsch, Langfeldt, Lempp, Mischau € 19,00
- M 168: **Optimierung der Fahrerlaubnisprüfung – Ein Reformvor-
schlag für die theoretische Fahrerlaubnisprüfung**
Bönninger, Sturzbecher € 22,00
- M 169: **Risikoanalyse von Massenunfällen bei Nebel**
Debus, Heller, Wille, Dütschke, Normann, Placke,
Wallentowitz, Neunzig, Benmimoun € 17,00
- M 170: **Integratives Konzept zur Senkung der Unfallrate junger
Fahrerinnen und Fahrer – Evaluation des Modellversuchs im Land
Niedersachsen**
Stiensmeier-Pelster € 15,00
- M 171: **Kongressbericht 2005 der Deutschen Gesellschaft für
Verkehrsmedizin e. V. – 33. Jahrestagung** € 29,50
- M 172: **Das Unfallgeschehen bei Nacht**
Lerner, Albrecht, Evers € 17,50

M 173: Kolloquium „Mobilitäts-/Verkehrserziehung in der Sekundarstufe“ € 15,00

M 174: Verhaltensbezogene Ursachen schwerer Lkw-Unfälle Evers, Auerbach € 13,50

2006

M 175: Untersuchungen zur Entdeckung der Drogenfahrt in Deutschland Iwersen-Bergmann, Kauert € 18,50

M 176: Lokale Kinderverkehrssicherheitsmaßnahmen und -programme im europäischen Ausland Funk, Faßmann, Zimmermann, unter Mitarbeit von Wasilewski, Eilenberger € 15,00

M 177: Mobile Verkehrserziehung junger Fahranfänger Krampe, Großmann € 15,50

M 178: Fehlerhafte Nutzung von Kinderschutzsystemen in Pkw Fastenmeier, Lehnig € 15,00

M 179: Geschlechtsspezifische Interventionen in der Unfallprävention Kleinert, Hartmann-Tews, Combrink, Allmer, Jüngling, Lobinger € 17,50

M 180: Wirksamkeit des Ausbildungspraktikums für Fahrlehrer-anfänger Friedrich, Brünken, Debus, Leutner, Müller € 17,00

M 181: Rennspiele am Computer: Implikationen für die Verkehrssicherheitsarbeit – Zum Einfluss von Computerspielen mit Fahrzeugbezug auf das Fahrverhalten junger Fahrer Vorderer, Klimmt € 23,00

M 182: Cannabis und Verkehrssicherheit – Mangelnde Fahreignung nach Cannabiskonsum: Leistungsdefizite, psychologische Indikatoren und analytischer Nachweis Müller, Topic, Huston, Strohbeck-Kühner, Lutz, Skopp, Aderjan € 23,50

M 183: Hindernisse für grenzüberschreitende Rettungseinsätze Pohl-Meuthen, Schäfer, Gerigk, Moecke, Schlechtriemen € 17,50

2007

M 184: Verkehrssicherheitsbotschaften für Senioren – Nutzung der Kommunikationspotenziale im allgemeinmedizinischen Behandlungsalltag Kocherscheid, Rietz, Poppelreuter, Riest, Müller, Rudinger, Engin € 18,50

M 185: 1st FERSI Scientific Road Safety Research-Conference Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden € 24,00

M 186: Assessment of Road Safety Measures Erstellt im Rahmen des EU-Projektes ROSEBUD (Road Safety and Environmental Benefit-Cost and Cost-Effectiveness Analysis for Use in Decision-Making) € 16,00

M 187: Fahrerlaubnisbesitz in Deutschland Kalinowska, Kloas, Kuhfeld € 15,50

M 188: Leistungen des Rettungsdienstes 2004/05 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2004 und 2005 Schmiedel, Behrendt € 15,50

2008

M 189: Verkehrssicherheitsberatung älterer Verkehrsteilnehmer – Handbuch für Ärzte Henning € 15,00

M 190: Potenziale zur Verringerung des Unfallgeschehens an Haltestellen des ÖPNV/ÖPSV

Baier, Benthaus, Klemps, Schäfer, Maier, Enke, Schüller € 16,00

M 191: ADAC/BAST-Symposium "Sicher fahren in Europa" – Referate des Symposiums vom 13. Oktober 2006 in Baden-Baden Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden. € 24,00

M 192: Kinderunfallatlas Neumann-Opitz, Bartz, Leipnitz € 14,50

M 193: Alterstypisches Verkehrsrisiko Schade, Heinzmann € 14,50

M 194: Wirkungsanalyse und Bewertung der neuen Regelungen im Rahmen der Fahrerlaubnis auf Probe Debus, Leutner, Brünken, Skottke, Biermann € 14,50

M 195: Kongressbericht 2007 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin (DGVM e.V.) – zugleich 50-jähriges Jubiläum der Fachgesellschaft DGVM – 34. Jahrestag € 28,00

M 196: Psychologische Rehabilitations- und Therapiemaßnahmen für verkehrsauffällige Kraftfahrer Follmann, Heinrich, Corvo, Mühlensiep, Zimmermann, Klipp, Bornwasser, Glitsch, Dünkel € 18,50

M 197: Aus- und Weiterbildung von Lkw- und Busfahrern zur Verbesserung der Verkehrssicherheit Frühauf, Roth, Schygulla € 15,50

M 198: Fahreignung neurologischer Patienten – Untersuchung am Beispiel der hepatischen Enzephalopathie Knoche € 15,00

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.