Aus dem Institut für Medizinische Psychologie

der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Ernst Pöppel

Fahrkompetenz im Alter

Die Aussagekraft diagnostischer Instrumente bei Senioren und neurologischen Patienten

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Humanbiologie
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Esther Burgard

Bad Heilbrunn

2005

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. Ernst Pöppel
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. M. Graw
	Prof. Dr. A. Danek
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. Miklós Kiss
Dekan:	Prof. Dr. med. D. Reinhardt
Tag der mündlichen Prüfung:	06.07.2005

Zusammenfassung

Im Zuge der zunehmenden Mobilität erfährt das Thema der Fahrkompetenz im Alter und bei neurologischen Erkrankungen eine wachsende Relevanz. Hinsichtlich der diagnostischen Abklärung der Fahrfähigkeit sind einige Fragen offen, da Testverfahren oftmals ausschließlich an jüngeren, gesunden Probanden validiert werden. Der Bedeutung ausgewählter kognitiver, psychologischer und sensorischer Einzelfunktionen für die Vorhersage der Fahrleistung wird in dieser Studie nachgegangen. Mit einer Batterie standardmäßig eingesetzter Verfahren, die neben der Untersuchung von Seh-, Informationsverarbeitungs- und Aufmerksamkeitsleistungen auch eine Fahrt im Simulator sowie eine reale Fahrprobe umfassten, wurden jüngere und ältere Fahrer sowie Patienten mit erlittener Schädigung des Zentralnervensystems untersucht. Die Ergebnisse bestätigen den viel diskutierten Leistungsabfall der beiden Untersuchungsgruppen im Vergleich zu jüngeren Gesunden. Im Falle der Älteren lag der Fokus der Einschränkungen eher auf Prozessen der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und der Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf mehrere Reize aufzuteilen, im Falle der Patienten standen motorische Einschränkungen sowie eine Beeinträchtigung der Erfassung eines visuellen Felds im Vordergrund. Die festgestellten spezifischen Schwächen fanden sich in den den jeweiligen Anforderung entsprechenden Skalen der Fahrverhaltens-beobachtung wieder. Allerdings fielen die testpsychologischen Daten vor allem für die Gruppe der Senioren negativer aus, als die tatsächliche Fahrerbeobachtung. Dies deutet auf das Greifen von kompensatorischen Strategien hin und spricht im Falle der Notwendigkeit einer diagnostischen Beurteilung für eine zusätzliche Durchführung von Fahrproben. Die Aussagekraft der verschiedenen diagnostischen Instrumente sowie die Relevanz von zentralen und peripheren Sehfunktionen wird diskutiert.

Schlagwörter:

Fahrkompetenz; Fahreignung; Senioren; Methodenstudie; Fahrsimulator; Fahrverhaltensbeobachtung; periphere Wahrnehmung.

Keywords:

Driving ability; elderly drivers; methods; driving simulator; standardized on-road-test; peripheral vision.

Inhaltsverzeichnis

1 Zur aktuellen Diskussion der Fahrkompetenz ... 13
1.1 Fahrkompetenz als mehrdimensionales Modell ... 14
1.2 Relevante Fähigkeiten und Kompetenzen – Befunde gerontologischer und verkehrswissenschaftlicher Grundlagenforschung ... 16
1.2.1 Kognitive Kompetenzen ... 19
1.2.2 Physische / Motorische Kompetenzen ... 21
1.2.3 Sehfunktionen ... 22
1.2.4 Charakterliche Kompetenzen ... 26
1.3 Ältere Menschen im Straßenverkehr – Vorurteile und Fakten ... 27
1.3.1 Demographischer Wandel ... 28
1.3.2 Unfallstatistiken ... 29
1.3.3 Stärken und Schwächen des älteren Autofahrers ... 31
1.4 Kompetenz als interaktiver Begriff: die Rolle von Verkehrsumwelt und der technischen Fahrassistenz ... 40
1.5 Zum Begriff der Fahreignung: Rechtliche Situation in Deutschland ... 41
1.6 Fahreignung nach Hirnschädigung ... 42
1.6.1 Die Problematik einer Grauzonenregelung ... 43
1.6.2 Beratungsangebot in den Kliniken ... 44
1.6.3 Ergebnisse einer Interviewstudie ... 45
2 Messung von Fahrkompetenz – auf dem Weg zu prädiktiven Kriterien ... 51
2.1 Außenkriterium: Unfallzahlen oder Fahrverhalten ... 51
2.2 Die verschiedenen Testmethoden ... 52
2.2.1 Fahrverhaltensbeobachtung ... 52
2.2.2 Fahrsimulator ... 53
2.2.3 Neuropsychologische und verkehrspsychologische Tests ... 54
2.3 Zu Fragen der Validität ... 55
2.4 Vergleichende Darstellung verschiedener Studien – ein Review ... 57
3 Fragestellungen und Aufbau der Studie ... 59
3.1 Ausgewählte Testverfahren ... 61
3.1.1 Tölzer Fahrprotokoll ... 61
3.1.2 GRP-Fahrsimulator ... 63
3.1.3 Neuropsychologische und Verkehrspsychologische Testbatterie ... 64
3.1.4 Fragebögen ... 67
3.1.5 Sehfunktionen ... 67
3.2 Vorstudie „Übungseffekte im Fahrsimulator bei Gesunden und neurologischen Patienten“ ... 70
3.3 Resultate der Vorstudie zu Übungseffekten im Simulator ... 71
3.4 Deskription der Stichprobe der Methodenstudie ... 77
3.4.1 Demographische- und Fahrexpositionsanalyse der Methodenstudie ... 79
4 Ergebnisse der Methodenstudie ... 81
4.1 Fragebogen zur subjektiven Sicherheit und Vermeidungsverhalten ... 81
4.2 Auswertung der Fahrprobe ... 82
4.2.1 Inter-Rater-Reliabilität und interne Konsistenz ... 82
4.2.2 Gruppenunterschiede in den Hauptvariablen ... 83
4.2.3 Gruppenunterschiede in den Fehlerhäufigkeiten ... 83
4.2.4 Geschlechtsunterschiede ... 86
4.2.5 Regression der Fahrprobenvariablen: ... 86
4.3 Auswertung der Simulatordaten ... 87
4.4 Auswertung der verkehrs- und neuropsychologischen Daten ... 88
4.4.1 Gruppenunterschiede in den einzelnen Tests ... 88

4.4.2 Verfahren zur Dimensionsreduktion ... 92
4.5 Auswertung der visuellen Tests ... 93
4.6 Auswertung des Persönlichkeitsfragebogens ... 94
4.7 Zusammenhänge zwischen Fahrprobenergebnissen, Alter und Fahrexposition ... 95
4.8 Zusammenhänge zwischen Fahrprobe und Testpsychologie ... 97
4.9 Zusammenhänge zwischen Fahrprobe und Simulator ... 100
4.10 Herauspartialisierung des Alterseffekts ... 101
4.11 Die Bedeutung der verschiedenen Variablen für die Vorhersage ... 102
4.12 Klassifikation der Fahrprobenergebnisse anhand der testpsychologischen Daten ... 106
5 Diskussion ... 108
5.1 Die wichtigsten Fahrfehler und ihre Entsprechungen in den diagnostischen Instrumenten ... 108
5.2 Unterschiede in den wichtigsten Funktionsbereichen ... 111
5.3 Die Vorhersagekraft der verschiedenen Verfahren ... 113
5.4 Einsatz eines Fahrsimulators zu diagnostischen Zwecken ... 116
5.5 Die Relevanz der verschiedenen Sehfunktionen ... 118
5.6 Persönlichkeitspsychologische Implikationen für die Fahrkompetenz ... 118
6 Zusammenfassung und Ausblick ... 120
7 Literaturverzeichnis ... 122
8 Anhang ... 130
8.1 Abkürzungsverzeichnis ... 130
8.2 Tabellarische Darstellung von Studien zur Fahreignung ... 131
8.3 Tölzer Fahrprotokoll ... 134
8.4 Datenblatt Fahrsimulator ... 138
8.5 Ergebnistabellen ... 140
8.5.1 Ergebnisse zur Fahrprobe ... 140
8.5.2 Simulator ... 147
8.5.3 Testpsychologie ... 149
8.5.4 Zusammenhänge zwischen den neuro- und verkehrspsychologischen Variablen: Faktorenanalyse ... 161
8.5.5 Korrelationen zwischen Perimetrie, R-Kontrast und Alter ... 163
8.5.6 Korrelationen zwischen den Variablen des WTS und der Fahrprobe ... 164
8.5.7 Korrelationen zwischen TAP und Fahrprobe ... 165
8.5.8 Zusammenhänge zwischen Fahrprobenergebnis und Simulatorvariablen ... 166
8.5.9 Partialkorrelationen ... 167
8.5.10 Ergebnisse der Diskriminanzanalysen ... 168

Vorwort

Unsere Gesellschaft altert. Ältere Autofahrer sind das am schnellsten wachsende Segment der Bevölkerung. Das Thema Autofahren im Alter ist daher in zweifacher Hinsicht aktuell: die demographische Entwicklung verlangt dringend nach einer Beschäftigung mit altersrelevanten Fragestellungen, zugleich besitzt das Thema Mobilität und vor allem die Auto-Mobilität nach wie vor höchste Aktualität. Immer mehr Menschen verbringen immer mehr Zeit mit dem Autofahren. In neuem Selbstbewusstsein fordern ältere Fahrer ihre Mobilitätsinteressen ein, ein mobiles Leben wird als Steigerung von Autonomie und Selbstbestimmtheit gesehen und trägt auch nachweislich zu höherer Lebensqualität bei. Diese gesteigerten Mobilitätsansprüchen der „neuen Alten“ werden Gesellschaft, Verkehrspolitik, Autohersteller, Mediziner und Gesetzgeber in den nächsten Jahren zunehmend mit neuen Herausforderungen konfrontieren.

Der Wandel macht sich auch in der Forschung bemerkbar: seit 15 Jahren weckt der ältere Autofahrer ein wachsendes Forschungsinteresse. Angeheizt durch drastische Einzelfalldarstellungen erfährt das Thema nicht selten eine Polemisierung. Die nachlassende Leistungsfähigkeit der Sinneswahrnehmung und der Informations-verarbeitung ist zwar durch viele Studien belegt. In Unfallstatistiken schlägt sich diese ungünstige Entwicklung jedoch kaum nieder, ältere Autofahrer fallen nicht als besonders unfallträchtige Gruppe auf. Eine Betrachtung, die dem Alternsprozess gerecht wird, muss Kompensationsmöglichkeiten durch Fahrroutine oder bewusstes Risikomanagement mit einbeziehen. Dies ist auch die Stelle, an der Trainingsprogramme oder Informationsmaßnahmen ansetzen können.

Eine Hirnschädigung in Folge eines Schlaganfalls oder eines Schädel-Hirn-Traumas ist eine häufige Erkrankung, mit der alternden Bevölkerung wird die Prävalenz in den kommenden Jahren noch steigen. Im Falle von Patienten mit Schädigungen des zentralen Nervensystems ist die Untersuchung der Fahreignung oft ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Rehabilitation. Bezüglich der anzuwendenden diagnostischen Instrumente herrscht jedoch bislang noch kein Konsens. Da eine Vielzahl an kognitiven, sensorischen und psychologischen Faktoren auf die Fahrfähigkeit Einfluss nehmen, ist die Bandbreite der eingesetzten Diagnoseinstrumente entsprechend groß. Da verschiedene Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse ineinander greifen, erzielen eindimensionale Verfahren wie die bloße Messung von Reaktionszeiten oder von zentraler Tagessehschärfe nur wenig Vorhersagekraft für die Varianz der tatsächlichen Fahrleistung.

Autofahren stellt einen komplexen Informationsverarbeitungsprozess dar. Bislang sind die beteiligten Funktionsbereiche hinsichtlich ihrer Relevanz nur unzureichend erforscht. Vor allem die Rolle der peripheren Aufmerksamkeitsleistung wird häufig noch unterschätzt. Eine Validierung von

diagnostischen Verfahren und Kriterien erfolgt noch zu selten spezifisch für bestimmte Fahrergruppen wie die der älteren Fahrer oder der neurologischen Patienten. Diesem Forschungsbedarf nimmt sich die vorliegende Untersuchung an.

In dieser Arbeit wird zunächst ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand gegeben. In einem Methodenvergleich werden sodann verschiedene diagnostische Instrumente auf ihre Aussagekraft hinsichtlich der Fahrkompetenz untersucht. Dabei werden besonders die Leistungsmöglichkeiten und Anforderungen älterer Fahrer und neurologischer Patienten untersucht und mit den Leistungen jüngerer, gesunder Fahrer verglichen. Mittels statistischer Analysen wird versucht, die für die jeweiligen Gruppen aussagekräftigsten Verfahren zu bestimmen.

1 Zur aktuellen Diskussion der Fahrkompetenz

Autofahren gehört zu den überlernten Tätigkeiten, die man in wenig anspruchsvollen Situationen in der Regel nebenbei und ohne große bewusste Aufmerksamkeit ausführen kann. Genauer betrachtet spielen bei dieser Tätigkeit eine ganze Reihe an Teilfähigkeiten und Funktionen eine Rolle, die alle zu der Gesamtfähigkeit beitragen. Man spricht etwa davon, jemand sei ein guter oder schlechter Autofahrer; dabei bleiben die Bewertungsmaßstäbe oder Beurteilungskategorien implizit. Im folgenden wird unterschieden zwischen Fahreignung und Fahrkompetenz. Nach dem Straßenverkehrsgesetzt ist zum Führen von Kraftfahrzeugen geeignet, „wer die nötigen körperlichen und geistigen Voraussetzungen erfüllt(...)“ (Straßvenverkehrsgesetz § 2 IV. Der Eignungsbegriff beinhaltet körperliche, geistige und charakterliche Voraussetzungen. Der ebenfalls häufig verwendete Begriff der Fahrtauglichkeit referiert auf die aktuelle Verfassung eines Fahrers und meint die situative und zeitlich definierte körperlich-geistige Sicherheit zum Führen eines Fahrzeugs. Bei einer rechtskräftigen Beurteilung der **Fahreignung** liegt eine detaillierte Definition zugrunde, wobei je nach Untersuchungsstandart und Fragestellung der Katalog an Leistungen und Funktionen variiert, ebenso wie die Methoden, mit denen gemessen wird. Dabei stellt sich immer die Frage der Validität – zum einen des Konstrukts und zum andern die der Messmethoden: tragen diese ausgewählten Funktionen wesentlich zur Gesamtfähigkeit bei? Lässt mit diesen oder jenen Methoden tatsächlich vorhersagen, wer zum Autofahren geeignet ist?

Im folgenden wird der Terminus der Fahreignung nur verwendet, wenn rechtliche Aspekte angesprochen sind. Generell wird hier dem Begriff der **Fahrkompetenz** Vorzug gegeben. Zum einen liegt dem Wort „Kompetenz“ ein erweiterter Fähigkeitsbegriff zu Grunde, der einer komplexen und interaktiven Tätigkeit wie dem Autofahren eher gerecht wird. Des weiteren ist dem Begriff eine Selbstorganisationsdisposition immanent, die die unterschiedliche Erfüllung von Anforderungen je nach situativer Ausgangslage erklären kann. Die für einen Aktionskontext relevante Handlungskompetenz wird von Ulich (1998) beschrieben mit den vier Teilkompetenzen: Sach- und Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und Selbst-, Human- oder Persönlichkeitskompetenz. Wer im Straßenverkehr kompetent handelt, braucht mehr als gutes Reaktionsvermögen und Fahrzeugbedienung (Fach- und Methodenkompetenz). Sozialkompetenzen (angepasste Fahrweise) spielen ebenso wie Persönlichkeitskompetenzen (etwa adäquate Selbsteinschätzung: „wie fit bin ich aktuell?“) eine Rolle. Schließlich kommt der Kompetenzbegriff besonders bei Fragestellungen in Bezug auf Alter oder Gesundheit ins Spiel. Laut Olbrich (1992) hat die Kompetenz eines Menschen einen starken Bezug zu situativen Belastungen und deren Wahrnehmung und Bewertung und stellt somit die Fähigkeit zur Erfüllung altersspezifischer Anforderungen dar. Gerade die gerontologische Forschung sieht Kompetenz nicht

als invariate Größe, sondern als Interaktion zwischen einer Person und den Anforderungen ihres Lebens. Eines der bedeutendsten Modelle in diesem Zusammenhang ist das „ökologische Modell des Alterns“ von Lawton (Lawton 1998). Das Verhalten älterer Menschen wird darin als eine Funktion von Person und Umwelt betrachtet, wobei die Person sich durch ihre jeweilige Kompetenz und die Umwelt sich durch den Anforderungscharakter einer Situation unterscheiden. Die Kompetenz beinhaltet verschiedene Fähigkeiten zur Alltagsbewältigung, welche wiederum bestimmt sind durch sensorische und kognitive Fähigkeiten, mittels derer die jeweiligen Anforderungen bewältigt werden. Altern wird somit als Prozess einer kontinuierlichen Anpassungsleistung betrachtet. Je kompetenter ein Mensch ist, desto weniger lässt er sich durch Umweltbedingungen beeinflussen. Je mehr Einschränkungen jedoch auf der Personenseite vorhanden sind, desto eher kann eine Umgebung die Handlung einschränken oder auch erleichtern (Lawton 1998). Nur wenn die persönliche Kompetenz und die Umweltanforderung sich im Gleichgewicht befinden, ist ein optimales Adaptationsniveau erreicht. Andernfalls kommt es zu einer Über- oder Unterforderung. Dieser Zusammenhang erfährt vor allem im Alter besondere Bedeutung, da ein möglicher alterskorrelierter Kompetenzrückgang den Stellenwert der Umwelt erhöht. Ältere Menschen können so zunehmend einem „Umweltdruck“ ausgesetzt werden (vgl. Wahl 2000). Dieses Kompetenz-Modell erlaubt, übertragen auf das Thema Mobilität, den lebensumweltlichen Kontext zu berücksichtigen und ermöglicht somit eine umfassendere Stellungnahme zur Thematik.

1.1 Fahrkompetenz als mehrdimensionales Modell

Fahrkompetenz besteht aus einer Vielzahl von Wahrnehmungs- und Handlungskompetenzen. Der Fahrer muss Informationen über die Straße, andere Verkehrsteilnehmer, Witterungsverhältnisse, das Fahrzeug und über sich selbst in schneller und adäquater Weise verarbeiten. In diesem Prozess wirken neben Verarbeitungsleistungen der Person situative Merkmale wie Verkehrsdichte oder Witterung sowie die Ausstattung des Fahrzeugs als wichtige Rahmenbedingungen. In der Literatur wird der Breite des Themas durch die Vielzahl an Tests und diagnostischen Kriterien Rechnung getragen, die zur Beschreibung der Fahrkompetenz eingesetzt werden (vgl. Kapitel 1.2). Eine Theorie der Fahrkompetenz, aus der diagnostische Kriterien ebenso wie Anforderungen an eine fahrerfreundliche Verkehrsumgebung (einschließlich des eigenen Fahrzeugs) ableitbar sein sollen, sollte dieser Komplexität daher in einer multidimensionalen Beschreibung Rechnung tragen (vgl. Abbildung 1). Im Zentrum steht hier die Fahrkompetenz, die als eine theoretische und in Veränderung begriffene Größe die aktuelle Fahrleistung determiniert. Sie wird wiederum von drei personengebundenen Dimensionen beeinflusst: der Persönlichkeit des Autofahrers, seiner

Fahrerfahrung sowie durch psychologische und physische Funktionen (die im Einzelnen noch zu untersuchen sein werden). In der vertikalen Leiste am Rand der Abbildung 1 sind zusätzliche situative Faktoren dargestellt, die ebenfalls Einfluss nehmen. Dies sind erstens innere Bedingungen wie der aktuelle Ermüdungszustand, Krankheit oder Alter, zweitens die Fahrzeugtechnik, die durch Assistenz- und Informationssysteme Belastung verringern kann, und drittens äußere Bedingungen der Verkehrsumwelt wie Witterung, Verkehrsdichte oder auch Beschilderung und Verkehrsregelungen. Der Fahrzeugtechnik ist in diesem Modell bewusst eine Mittelstellung zwischen inneren und äußeren Faktoren zugedacht, da hier die Interaktion zwischen Mensch und Maschine geschieht, also die Schnittstelle zwischen inneren und äußeren Systemen liegt.

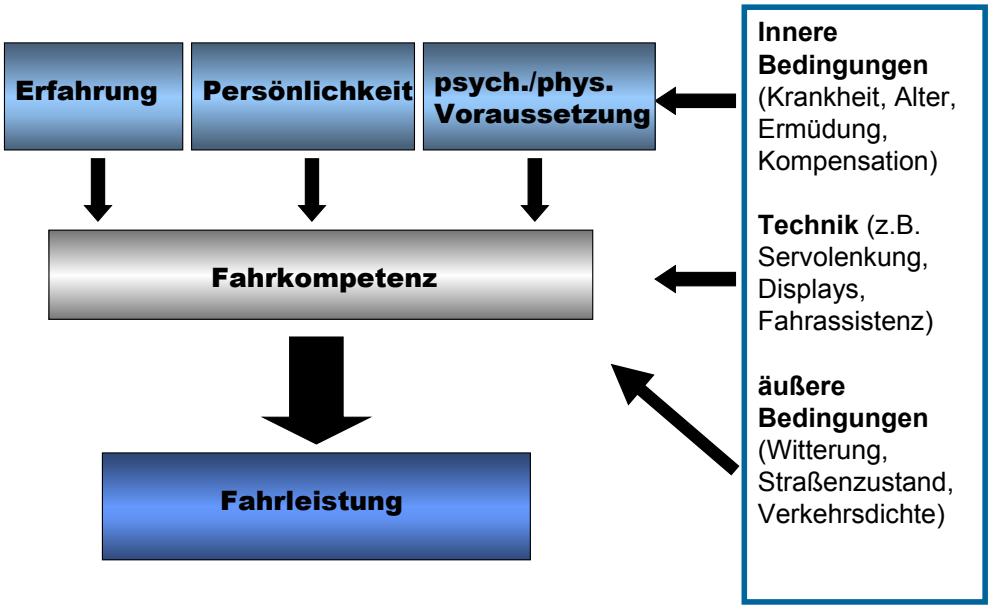


Abb. 1.1: Multidimensionales Konzept der Fahrkompetenz

Dieses Modell soll im folgenden als Grundlage dienen. Erst eine mehrdimensionale Betrachtungsweise öffnet den Blick für die Berücksichtigung von Kompensationsstrategien, wenn es um die Bewertung der Fahrleistung einzelner Fahrer oder ganzer Gruppen (z.B. älterer Autofahrer) geht. Zudem erleichtert eine umfassende Perspektive unterstützende Interventionen und Entwicklung in den Bereichen Fahrzeugtechnik, Verkehrsplanung und Beratungs- und Informationsmaßnahmen.

In der Literatur gibt es vor allem aus gerontologischer Forschung verschiedene Beschreibungen dieses komplexen Zusammenhangs. So stellt Engeln (2003) z.B. ein „Mobilitätsbezogenes Altersmodell“ vor, in dem die Mobilität im Zusammenhang mit personellen und Umweltfaktoren im Hinblick auf Lebenszufriedenheit und –qualität dargestellt wird. Einen stärker

tätigkeitsbezogenen Ansatz hat O`Neill (1992). Er verweist in seinem zweidimensionalen, am Schema der Verhaltensebenen nach Rasmussen (1983) orientierten Modell des Autofahrens auf Wissens-, Regel und fertigkeitsbasierte Kompetenzen unter strategischen, operationalen und taktischen Gesichtspunkten.

Wird in der Praxis die Fahreignung auf eine Veranlassung hin geprüft, liegt ein reduziertes Modell zu Grunde. Je nach Fragestellung prüfen die unterschiedlichen Methoden (z.B. einzelne Verfahren des apparativen Testsystems ART2020) nur Teilbereiche: z.B. nach Drogenmissbrauch werden in einer medizinisch-psychologischen Untersuchung (MPU) unter anderem die Persönlichkeitsvoraussetzungen geprüft. Bisher gibt es noch keine einheitliche Fahreignungsdiagnostik, vor allem aufgrund der je nach Untersuchungsanlass sehr spezifischen Fragestellungen.

Der Leistungsfähigkeit des Kraftfahrers kommt in diesem multidimensionalen Gefüge eine zentrale Stellung zu (vgl. Becker und Albrecht 2003). Daher werden im folgenden einzelne Funktions- und Kompetenzbereiche näher untersucht.

1.2 Relevante Fähigkeiten und Kompetenzen – Befunde gerontologischer und verkehrswissenschaftlicher Grundlagenforschung

Es gibt verschiedene Untersuchungen zu der Frage, welche medizinischen und psychologischen Variablen Aussagen über die Fahrkompetenz einer Person ermöglichen (vgl. Kaiser und Oswald 1999; Schieber 1994; Karner und Biehl 2000; Mc Knight et al. 1999; Owsley et al. 1999; Schubert et al. 2001; de Raedt et al. 2000; Rizzo et al. 2000; Meyers et al. 1999). Die Untersuchungen stammen zum einen aus der Verkehrspsychologie, zum anderen aus gerontologischer und neuropsychologischer Forschung. Autofahren verlangt eine komplexe Interaktion perzeptueller, kognitiver und motorischer Prozesse. Folgende Abbildung fasst die wichtigsten Bereiche zusammen:

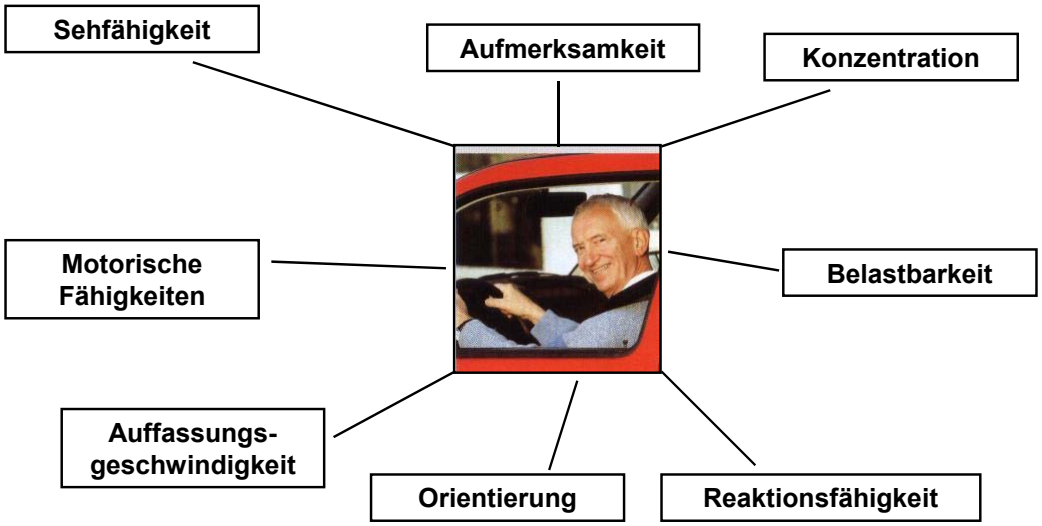


Abb. 1.2: Teilkompetenzen beim Autofahren

Der überwiegende Anteil von Untersuchungen zu den beteiligten Prozessen bedient sich des Vergleichs von testpsychologischen Erhebungen mit Unfall- oder Fahrverhaltensdaten. In jüngster Zeit mehren sich auch EEG-Untersuchungen (Laukka et al. 1995; Risser et al. 2000) sowie Studien mit bildgebenden Verfahren (Walter et al. 2001; Ott et al. 1999), mit denen versucht wird, die beim Autofahren aktiven Hirnareale zu identifizieren. So wurde in der Studie von Walter et al. (2001) mittels fMRI-Untersuchung die Rolle von Aufmerksamkeitsprozessen und sensomotorischen kortikalen Arealen herausgestellt. In dieser Studie wurde eine simulierte Fahraufgabe ohne Verkehrsumwelt vorgegeben. Die geringe Aktivierung frontaler Hirnbereiche, die bei Entscheidungsprozessen eine Rolle spielen, wird von den Autoren mit dem Umstand erklärt, dass sich zusätzlicher Verkehr auf das Aktivationsniveau von Probanden auswirkt. Dies zeigte sich auch in einer bisher unveröffentlichten Studie von Baldauf et al. (2004), in der bei einer Messung des elektordermalen Hautleitwiderstands (EDA) signifikante Unterschiede bei situativ erhöhtem Verkehrsaufkommen zu beobachten waren.

In verschiedenen Studien wurde versucht, die verkehrsrelevanten Leistungsbereiche anhand testpsychologischer Funktionsdiagnostik abzudecken (De Raedt et al. 2000; Hannen 1998, Lundqvist et al. 2001, Karner et al. 2000, Bukasa et al. 2001, Mc Knight 1999). Exemplarisch sollen hier zwei Beispiele für Funktionsbereiche, die beim Autofahren relevant sind, nebeneinander gestellt werden:

Nach Kaiser und Oswald 2000	Karner und Biehl 2000
Wahrnehmung	Belastbarkeit
Psychomotorik (Reaktionszeiten)	Reaktionsfähigkeit
Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit	Aufmerksamkeit
Vigilanz	Orientierungsleistung
Persönlichkeit	Konzentrationsleistung
	Koordination
	Gesichtsfeld
	Abschätzen von Distanzen

Tab. 1.1: Funktionsbereiche, die beim Autofahren relevant sind

Die Zusammenstellung nach Kaiser und Oswald (2000) orientiert sich an gerontologischer Forschung. Der vor allem im Alter wichtige Bereich der Persönlichkeit findet daher Eingang in die Liste. Karner und Biehl (2000) orientieren sich mit ihrer Darstellung an verkehrspsychologischer und verkehrsmedizinischer Forschung; es sind vor allem solche Bereiche aufgelistet, die in einer standardisierten Fahreignungsdiagnostik mittels apparativer Testverfahren geprüft werden. An dieser Gegenüberstellung ist ersichtlich, dass je nach Kontext und praktischer Anwendung unterschiedliche Schwerpunkte bei der Berücksichtigung von fahrrelevanten Kompetenzen zugrunde liegen.

Der Einfluss der verschiedenen Teilkompetenzen ist unterschiedlich gut untersucht. Vor allem zur Bedeutung der visuellen Funktionen gibt es zahlreiche Studien (Ball et al. 1998; Owsley et al. 1995; McGwin et al. 1998; Schulte et al. 1999). Andere Bereiche wie etwa der Einfluss der Persönlichkeit des älteren Autofahrers oder auch die Bedeutung von Kompensationsmechanismen sind noch kaum untersucht (obwohl es durchaus Ansätze dazu gibt, so z.B. zum Risikoverhalten: der „subjective risk analysis score“ von Szlyk 1993; oder auch: Spicher und Hänsgen (2003): Fragebogen für verkehrsrelevante Persönlichkeitsmerkmale). In den USA gibt es groß angelegte Literaturanalysen, die verschiedene Testverfahren zusammenstellen und mit dem Ergebnis einer Fahrprobe oder mit Unfallstatistiken korrelieren (Staplin et al. 1997; Eby et al. 1998). Für den deutschen Sprachraum steht eine solche Metastudie noch aus.

Wichtigster Kanal und somit auch die mögliche Schwachstelle bei der Interaktion von Mensch-Fahrzeug-Verkehrsumwelt ist die visuelle Modalität. Nach einer Analyse von Nagayama (1978) entfallen etwa 40-50% der Unfallereignisse auf fehlende oder eine zu späte Wahrnehmung im visuellen Kanal. Weitere 37% entfallen auf Entscheidungsfehler, die in Situationen unter Zeitdruck auftreten. Fehler, die auf die Motorik zurückzuführen sind, spielen eine vernachlässigbare Rolle.

1.2.1 Kognitive Kompetenzen

Aufmerksamkeit und Konzentration

Wir brauchen gute Aufmerksamkeit, um beim Autofahren die wichtigsten Informationen aus der Fahrumwelt zu selektieren. Fehlende Ausweichmanöver, Spurverlassen auf gerader Strecke sowie Unfälle in Kreuzungsbereichen können auf mangelnde Aufmerksamkeit zurückzuführen sein. Aus Studien, die neuropsychologische Testleistung und Ergebnisse einer Fahrprobe miteinander korrelieren, geht hervor, dass vor allem Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Aufmerksamkeitsfunktionen eine große Rolle für Fahreignung spielen (Brenner-Hartmann und Bukasa 2001; Lundqvist et al. 2000; Bukasa 2001; Hannen 1998, De Raedt 2000). In der medizinisch-psychologischen Untersuchung des deutschen TÜV (MPU) wird diesen Bereichen daher mit verschiedenen Tests Rechnung getragen (z.B. COGNITRONE, Linienverfolgungstest). Bei längeren monotonen Fahrten (z.B. Autobahn) wird zusätzlich die Daueraufmerksamkeit (Vigilanz) beansprucht.

Geteilte Aufmerksamkeit und parallele Verarbeitung

Im Straßenverkehr kommen Reize und Reaktionsmöglichkeiten in hoher zeitlicher Dichte vor. Daher sind besonders verteilte Aufmerksamkeit und parallele Verarbeitung gleichzeitiger Reize relevant. Beispiele für Fahrsituationen, die geteilte Aufmerksamkeit verlangen, sind: gleichzeitig Fahrgeschwindigkeit und Verkehrsfluss beachten, fahren und telefonieren oder ein Gespräch mit dem Beifahrer, Radio einstellen unter der Fahrt oder auch links abbiegen und gleichzeitig Verkehrsschilder beachten. Laut Brouwer (1991) liegt bei der Bewältigung solcher Aufgaben eine der zentralen Schwächen älterer Autofahrer (s. Kapitel 1.3). Es existieren viele Studien zu dieser Teilkompetenz, sicher auch deshalb, weil sie sich unter Laborbedingungen oder im Fahrsimulator sehr gut messen lässt (z.B. Ponds et al. 1998; Korteling 1994; Crook et al. 1993).

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit

Aufgrund der immer schnelleren Verkehrsumwelt ist eine adäquate Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit eine wichtige Voraussetzung für gutes Fahren. Diesem Punkt geht beispielsweise Korteling (1990; 1994) in seinen Studien nach. Vor allem in Situationen, die ein schnelles Handeln erfordern (z.B. Kolonne fahren) ist eine zu langsame Informationsverarbeitung kritisch. Die visuelle Informationsverarbeitungs-geschwindigkeit wird in der Testbatterie der MPU systematisch geprüft (TAVT). Relativ einfach ermitteln lässt sich die

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auch mit dem Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT) nach Oswald und Roth (1978).

Exekutive Funktionen

In verschiedenen Studien wird Autofahren vor allem als komplexe Problemlöseaufgabe betrachtet (z.B. Walker et al. 1997), wobei sich Unterschiede zwischen den Altersgruppen zeigen (s. Kapitel 1.3). Die Befunde zur Bedeutung von exekutiven Funktionen sind jedoch kontrovers. Schmidt et al. (1996) fanden keine Zusammenhänge zwischen schlechter Fahrleistung und neuropsychologischer Testung der exekutiven Funktionen, Daigneault et al. (2002) berichten jedoch Korrelationen zu Unfallhäufigkeiten. An dieser Stelle wird bereits die Problematik der Auswahl von Meßmethoden und Außenkriterien ersichtlich (vgl. Kapitel 2). In Studien mit älteren Autofahrern hat sich vor allem die Entscheidungszeit als ein relevanter Bereich herausgestellt (vgl. Walker et al. 1997). Bei der Beurteilung von komplexen Situationen und bei Entscheidungen unter Zeitdruck spielen dagegen höhere kognitive Prozesse eine große Rolle. Aufgrund der hohen Spezifität von fahrrelevanten Problemen dürfte die Übertragung von Ergebnissen aus standardisierten Labortests nicht unproblematisch sein.

Reaktionsgeschwindigkeit

Der Reaktionsgeschwindigkeit wird beim Autofahren von vielen Seiten eine sehr große Bedeutung eingeräumt (vgl. Karner und Neuwirth 2000, Bukasa et al. 2001, Korteling 1990, Stelmach et al. 1992). Mit dem Alter nimmt die Reaktionszeit zu. Allerdings ist die Relevanz einfacher Reaktionszeiten (wie etwa durch die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung TAP, Zimmermann und Fimm (1992), gemessen) gering. Mehr als die sensomotorische Reaktionsgeschwindigkeit (in der sich wesentlich die Übertragungsgeschwindigkeiten der afferenten und efferenten Nerven wiederspiegeln) sind im Alltagsverkehr die Entscheidungszeit sowie die Beurteilungszeit komplexer Situationen relevant und stellen damit höhere kognitive Prozesse dar. Dies lässt sich unter Laborbedingungen mit komplexen Wahlreaktionsaufgaben testen, die die Entscheidungszeit messen (vgl. Teichner und Krebs 1972). Solche Tests finden sich z.B. in der Verkehrspsychologischen Testbatterie des Wiener Testsystems. In Simulatoren lässt sich die Reaktionszeit in Verkehrssituationen in einem ökologisch validen Kontext messen.

Belastbarkeit

Vor allem in stressreichen Situationen (z.B. Berufsverkehr in der Großstadt) ist eine hohe Belastbarkeit gefordert. Diese Teilkompetenz wird in der MPU mit einer komplexen Mehrfachreaktionsaufgabe getestet (Wiener Determinationstest), die prädiktive Validität des Tests hat sich in zahlreichen Studien bestätigt (vgl. Karner und Biehl 2001). Es gibt viele Belege dafür, dass sich die Fahrleistung mit zunehmender mentaler Belastung (mental workload) verschlechtert. Effekte von ablenkenden visuellen Suchaufgaben oder auch verbalen und kognitiven Anforderungen (z.B. Telefongespräch) auf die visuelle Reizsuche und Entscheidungsprozesse sind in Fahraufgaben messbar (Recarte und Nunes 2003; Alm und Nilsson 1995).

Orientierung und räumliche Wahrnehmung

Probleme mit der Orientierung im Straßenverkehr können vor allem bei dementiellen Erkrankungen sowie nach Hirnschädigung auftreten (vgl. Cushman 1996; Reger et al. 2004; Lloyd et al. 2001). In Metastudien zeigte sich, dass die Beeinträchtigungen auch in visuell-räumlichen Aufgaben auffällig werden (Reger et al. 2004). Fahraufgaben, die eine Orientierungsaufgabe beinhalten, beanspruchen neben der räumlichen Orientierung auch visuelle Informationsaufnahme- und -verarbeitung.

1.2.2 Physische / Motorische Kompetenzen

Beim Autofahren sind verschiedene motorische Kompetenzen gefordert, die Lenkung, Pedalbedienung und manuelle Bedienung (Schalter, Hebel) umfassen. In dem Gutachten „Krankheit und Kraftverkehr“ (herausgegeben vom Gemeinsamen Beirat für Verkehrsmedizin beim Ministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und beim Gesundheitsministerium) findet sich eine genaue Auflistungen der motorischen und physischen Kompetenzen, die für das Führen eines Kraftfahrzeugs gegeben sein müssen. Hinsichtlich Muskelkraft und Beweglichkeit muss eine Mindestanforderung gewährleistet sein; die Feinkoordination darf nicht zu sehr beeinträchtigt sein (vgl. auch Fries et al. 2002). Für angemessenes sicherndes Verhalten ist vor allem eine ausreichende Beweglichkeit des Hals- und Nackenbereichs erforderlich (Schulterblicke), eine Gelenksteife kann zudem Lenkrad- und Pedalbedienung beeinträchtigen. Effiziente motorische Fähigkeiten verlangen außerdem Präzision und Koordination, welche nach einem Schlaganfall oder aufgrund der Einnahme von Medikamenten beeinträchtigt sein können.

1.2.3 Sehfunktionen

Das Auge spielt als Sinnesmodalität beim Autofahren eine große Rolle. In dem amerikanischen Review von Staplin et al. (1997) werden nach einer Vorstellung des derzeitigen Forschungsstandes zu den fahrrelevanten Eigenschaften die „gaps of knowledge and issues for future research“ definiert (vgl. Staplin et al. 1997, S. 75). An erster Stelle fordern die Autoren von zukünftigen Untersuchungen Aufschluss darüber, welche Sehfunktionen wichtig seien für sicheres Autofahren. Die Relevanz der visuellen Funktionen für die Fahrleistung erscheint offensichtlich und ist in umfangreichen Studien am besten dokumentiert. Übersichtliche Darstellungen zu den beim Autofahren involvierten Sehfunktionen gibt es z.B. bei Eby et al. (1998); Staplin et al. (1997); Owsley und McGwin (1999) oder Peli und Peli (2002). Allerdings ist, zumindest bei den in Deutschland eingesetzten visuell-diagnostischen Verfahren, die durch eingeschränktes Sehen erklärte Varianz der Fahrsicherheit ausgesprochen gering. Lachenmayer (2003) etwa finden einen durch Sehtests erklärten Varianzanteil von 16%. Dieser bisher geringe gefundene Beitrag des Sehens lässt vermuten, dass für das sichere Fahren wichtige Sehfunktionen bislang noch nicht angemessen diagnostisch erfassbar sind. So ist bisher vor allem die Rolle des indirekten und peripheren Sehens nicht ausreichend berücksichtigt (vgl. Strasburger 2002). Auch die Interaktion von Seh- und Aufmerksamkeitsfunktionen verlangt nach weiteren Untersuchungen, wie auch die Rolle der Bewegungswahrnehmung. Im folgenden sind einige relevante Sehfunktionen herausgegriffen.

Sehschärfe

Für den Führerscheinerwerb ist eine Überprüfung der Sehleistung erforderlich. Geprüft wird vor allem das foveale Sehen, nur selten werden Überprüfungen des peripheren Sehens vorgenommen. Für die zentrale Sehschärfe sind vom Gesetzgeber klare Grenzwerte definiert, sie darf mit oder ohne Korrektur einen binokularen Visus von 0,7 nicht unterschreiten (vgl. Bundesgesetzblatt Jahrgang 1998 Teil I Nr. 55, 26.08.1998, Seite 2264), wobei 0,6 einäugig nicht unterschritten werden dürfen. Gemessen wird in der Regel mit Hilfe von Buchstaben oder Zahlen (Snellen Test) oder mit an unterschiedlichen Positionen geöffneten Kreisen (Landoltringe) unter standardisierten Beleuchtungsbedingungen. Der Dezimalwert drückt dabei den reziproken Sehwinkel in Winkelminuten aus. Der Normwert eines sehgesunden jungen Probanden liegt binokular etwa bei 1,6; der einer 45-jährigen Person etwa bei 1,0 (Strasburger 2002). Der Visus nimmt im Erwachsenenalter langsam ab, allerdings ist die interindividuelle Streuung erheblich (vgl. Pitts 1982). Studien, die die Relation von statischer Sehschärfe und Fahrkompetenz untersuchen, finden

sich bei Ball et al. (1993) und Owsley et al. (1999). Peli und Peli (2002) weisen jedoch darauf hin, dass die Mindestanforderungen, die vom Gesetzgeber für die zentrale Tagessehschärfe gestellt werden, eher auf Traditionen zurückzuführen sind, als auf Daten empirischer Untersuchungen. Die Rolle der statischen Sehschärfe werde gemeinhin überschätzt, Cohen (2001) stützt diese Ansicht. Lachenmayr (2003) beschreibt Unfälle bei Überholvorgängen als typisch für beeinträchtigte zentrale Tagessehschärfe, ohne jedoch empirische Belege zu bringen. Eine Studie von Lamble et al. (2001) untersuchte Fahrer mit zentraler Sehschwäche und normalem peripheren Sehen hinsichtlich ihrer Fahrfähigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit auf ein vorne abbremsendes Fahrzeug. Die Autoren fanden geringe Unterschiede in der Reaktionszeit, die jedoch nicht signifikant wurden und bewerteten die Unterschiede insgesamt als nicht bedeutsam. Die dynamische Sehschärfe (kleine Bewegungen im fovealen Bereich) wird hingegen nur selten gemessen.

Gesichtsfeld

Der peripheren Wahrnehmung kommt beim Autofahren eine zentrale Bedeutung zu, da neben dem Ort der Fixation, der in aller Regel auf der Straße vorne liegen wird, auch Reize aus dem peripheren Sehbereich sehr schnell relevant werden können (Bsp.: ein Kind läuft auf die Straße). Das Gesichtsfeld beschreibt den Bereich, den eine Person sehen kann, während sie einen Punkt fixiert hält. Ein normales Gesichtsfeld erstreckt sich bis fast 90° nach temporal, 70° nach unten und jeweils 60° nach oben und nasal (vgl. Strasburger 2002; Lachenmayr 1992). Vermessen wird das Gesichtsfeld mittels statischer oder kinetischer Perimetrie. In der Literatur gibt es Evidenzen dafür, dass ein eingeschränktes Gesichtsfeld mit einem erhöhten Unfallrisiko korreliert ist (vgl. Schieber 1994). Vom Gesetzgeber ist zur Fahreignung ein Gesichtsfeld von mindestens 120 Grad horizontal gefordert, wobei auf wenigstens einem Auge ein Sehfeld von wenigstens 70 Grad gegeben sein muss (vgl. Bundesgesetzblatt Jahrgang 1998, s.o.). In den inneren 30 Grad dürfen keine Einschränkungen des Gesichtsfelds bestehen. Diese Bestimmungen sind vor allem für Patienten relevant, die in Folge einer Augen- oder Hirnschädigung einen Gesichtsfeldverlust erlitten haben, aber auch für ältere Kraftfahrer (vgl. Kapitel 1.3). Belege für die Relevanz der peripheren Sehfunktion für das Autofahren sind zahlreich (z.B. Owsley et al. 1991; Staplin et al. 1997; Eby et al. 1998). Hinsichtlich der Kompensationsmöglichkeiten bei zerebral bedingten Gesichtsfeldeinschränkungen durch Restitutions- und Blickverhaltenstraining herrscht bei der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft (DOG) eine klare Meinung: „Derartige Kompensationsmöglichkeiten bestehen zwar in gewissen Grenzen, sind aber unzureichend. Insofern sind auch die Bemühungen so mancher Rehabilitationseinrichtungen, Patienten mit Halbseitenausfällen durch umfangreiche Trainingsmaßnahmen zu rehabilitieren, zwar als positiv zu würdigen, hinsichtlich der Wiederherstellung der Fahreignung aber als absolut inadäquat und

insuffizient einzustufen.“ (vgl. Lachenmayr 2003, S. 506). Es gibt allerdings Untersuchungen, die den Effekt solcher Trainings belegen (Poggel et al. 2001) und auch Studien, die bei Fahrverhaltensbeobachtungen keinerlei Unterschiede zwischen hemianopen und normalsichtigen Fahrern gefunden haben (Schulte et al. 1999).

Licht-/ Blendempfindlichkeit

Die Blendempfindlichkeit wird vor allem beim Fahren bei Nacht relevant, wenn entgegenkommender Verkehr den Autofahrer blendet. Die Empfindlichkeit dafür nimmt mit dem Alter zu (aufgrund von Anlagerungen von Partikeln im Glaskörper, die das eintretende Licht streuen (vgl. Kapitel 1.3).

Akkomodation

Die Fähigkeit zur Akkomodation wird benötigt, um den Fokus von entfernteren auf naheliegende Reize zu wechseln, wie es beim Fahren etwa beim Wechsel des Blickes von der Straße auf die Tachoanzeige geschieht. Diese Fähigkeit der Linse, sich (durch Krümmung) auf unterschiedliche Brennweiten einzustellen, lässt mit dem Alter nach (Presbyopie) (vgl. Kapitel 1.3).

Kontrastwahrnehmung

Die Kontrastsensivität beschreibt die Fähigkeit, Unterschiede in der Leuchtdichte zu identifizieren, also Reize mit geringen Unterschieden zwischen hellen und dunklen Bereichen wahrzunehmen. Diese Fähigkeit wird vor allem bei Fahrsituationen mit geringem Kontrast (z.B. Nebel, Dämmerung, Regen) relevant. Überprüfen lässt sich diese Funktion sowohl foveal als auch peripher mittels des Testverfahrens R-Contrast von Strasburger (1997). Schieber (1994) diskutiert den Zusammenhang zwischen Kontrastwahrnehmung und Fahrfähigkeit. So fand er z.B. Korrelationen zwischen dem Erkennen von Schildern und der Kontrastsensitivität (Schieber 1994). Auch in der Studie von Owsley et al. (2001), in der Patienten mit Katarakt untersucht wurden, ist der Zusammenhang von Unfallbeteiligung und Kontrastsensivität belegt. Störungen der Kontrastwahrnehmung sind ein typisches Problem älterer Kraftfahrer (vgl. Lachenmayr 2003). Die Defizite stellen sich oft schleichend ein. Eine Überprüfung der Kontrastwahrnehmung für den Führerschein ist im Moment nicht erforderlich.

Augenbewegungen

Die Fähigkeit zur Auflösung von Musterdetails ist in der Fovea am besten. Um eine optimale

Sehschärfe bei bewegten Reizen zu erhalten, sind wir daher auf Augenbewegungen angewiesen. Es werden langsame und schnelle (z.B. sakkadische) Augenbewegungen unterschieden. Sakkadische Augenbewegungen werden benötigt, um einen Zielreiz schnell in die Fovea zu bewegen (Birbaumer und Schmidt 1990). Die Fähigkeit zur schnellen Augenbewegung lässt mit dem Alter nach (vgl. Kapitel 1.3).

Visuelle Suche und "Useful Field of View"

Die Fähigkeit, in einem bestimmten Sehfeld Zielreize zu entdecken, ist eine Sehfunktion, die eng mit Aufmerksamkeitsfunktionen zusammenhängt. Beispiel einer alltäglichen Fahrsituation ist etwa die Suche nach Hinweistafeln. In dieser komplexen Funktion spielen verschiedene, basalere Sehfunktionen eine Rolle, so etwa Augenbewegungen oder die Sehschärfe. Überprüft wird diese Funktion der Reizsuche häufig mit kurzzeitig dargebotenen Photographien von Verkehrsszenarien, auf denen bestimmte Zielreize zu entdecken sind. So z.B. bei Maltz und Shinar (1999), die die Suchzeiten von älteren und jüngeren Autofahrern verglichen (vgl. Kapitel 1.3). Andere Testbeispiele sind der Tachistoskopische Verkehrsauffassungstest (TAVT) und der Linienverfolgungstest (LVT) aus der Verkehrstestbatterie des Wiener Testsystems. Eng verbunden mit dieser Fähigkeit ist auch das Konzept des „Useful Field of View" (UVOF) nach Ball et al. (1986; 1991;1998). In der Studie von McGwin et al. (1998) wurde an älteren Unfall- und Nichtunfallfahrern eine Untersuchung von visuellen und kognitiven Fähigkeiten durchgeführt. Unter allen Tests stellte sich allein die Messung des UFOV als Risikofaktor für Unfälle heraus. Die Unfallursachen wurden in dieser Studie jedoch nicht untersucht. Andere Studien, die einen Zusammenhang von Unfallzahlen und dem UFOV zeigen sind Owsley et al. (1999; 2001), Sims et al. (2000) und De Raedt et al. (2000). Die große Rolle dieser Verbindung von Aufmerksamkeits- und Sehfunktionen für die Fahrkompetenz gilt allgemein als bestätigt (vgl. Staplin et al. 1997; Eby et al. 1998). In der Studie von Owsley et al. (1999) wurde die Relation von Sensitivitätsverlusten in der peripheren Sehschärfe und verlängerten Zeiten bei visuellen Suchaufgaben geprüft. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass mittels konventioneller Perimetrie Personen nicht identifiziert werden können, die trotz guter Sensitivitätsleistung Probleme bei visuellen Suchaufgaben haben. Diese Befunde sprechen dafür, dass visuelle Test, die Aufmerksamkeitsprozesse fordern, besser geeignet sind, Schwächen bei visuellen Suchaufgaben zu erfassen.

Weitere für das Autofahren relevante Sehfunktionen, auf die an dieser Stelle jedoch nicht näher eingegangen wird, sind Bewegungswahrnehmung, Farbwahrnehmung, Dunkeladaptation sowie Stereosehen (vgl. Staplin et al. 1997; Eby et al. 1998; Peli und Peli 2002). Insgesamt sollten bei der

Messung der für das Autofahren relevanten Sehfähigkeiten zunehmend höhere kognitive Verarbeitungsprozesse wie Aufmerksamkeit oder Wahrnehmungskapazität berücksichtigt werden, da sich die Laboranforderungen von den Anforderungen während der Fahrt sehr unterscheiden (vgl. Cohen 2001; Ball und Owsley 1991; Stelmach und Nahom 1992).

1.2.4 Charakterliche Kompetenzen

Bei der Beurteilung von Fahrverhalten sollten nicht nur die funktionalen Fähigkeiten, sondern auch kompensatorisches Verhalten, Fahrstrategien und verschiedene Aspekte des Risikoverhaltens berücksichtigt werden. In der Fahrerlaubnisverordnung FeV (1998) ist neben der körperlichen und der kognitiven auch die „charakterliche Eignung“ angesprochen (in der Persönlichkeitspsychologie wird in diesem Zusammenhang eher von Persönlichkeitsvariablen gesprochen). Die komplexe Interaktion des Straßenverkehrs verlangt eine Vielzahl an Kommunikations- und Entscheidungsprozessen, die in hohem Maße von der Persönlichkeit des Fahrers determiniert werden. Gerade im Alter nimmt die Bedeutung der Persönlichkeitskomponente noch zu (s.u.). Generell lässt sich sagen, dass charakterliche Eigenschaften der Person im Alter verstärkt hervortreten. Viele Autoren weisen auf diesen Umstand hin (z.B. Kaiser 2000; Christ 1996, 1997; Kaiser und Oswald 1999). Dennoch findet diese Erkenntnis in diagnostischen Instrumentarien erst zögerlich Eingang. Systematische Studien zur Relevanz verschiedener Persönlichkeitseigenschaften sind in Arbeit.

Selbst- und Fremdbild

Wesentlich für eine „charakterliche Eignung“ ist eine weitgehende Übereinstimmung von Selbst- und Fremdeinschätzungen der eigenen Fähigkeiten. Nach Weinand (1997) sind im Hinblick auf das Autofahren vor allem stabile Persönlichkeitsmerkmale und selbstkritische Reflexion bedeutsam. Befragt man Autofahrer allen Alters nach der Selbsteinschätzung ihrer Fahrsicherheit, wird man generell ein zu positives Bild erhalten. Dies zeigte sich etwa in einer Studie von Marotolli et al. (1998), in der die Autoren eine Fragebogenerhebung zu Selbsteinschätzung, Fahrverhalten und Unfallhäufigkeiten machten. Die Ergebnisse der Selbsteinschätzungen wurden mit einer Fahrprobe korreliert. Es zeigte sich kein Zusammenhang, zwischen Unfallrate und Selbsteinschätzung bestand vielmehr eine starke Diskrepanz.

Risikoverhalten

Verschiedene Personen und Altersgruppen unterscheiden sich deutlich in ihrem Risikoverhalten. Am risikofreudigsten sind die jüngeren Fahrer, sie neigen dazu ihre Fähigkeiten zu überschätzen, während ältere eher vorsichtig sind und Risiken meiden (vgl. Oswald 1999). Riskikosenkende

Fahrstrategien sind z.B. das Meiden von Stoßzeiten oder von unübersichtlichen, verkehrsreichen Straßen, das Fahren nur mit Beifahrer oder ein insgesamt langsameres Fahren. Ball et al. (1998) haben dazu einen Fragebogen entwickelt, der Vermeidungsstrategien in bestimmten Situationen überprüft (Driving Habit Questionaire DHQ). Modifikationen des Fahrverhaltens können somit als Sicherheitsstrategie eingesetzt werden.

Mobilitätsbedürfnis

Mobilitätsverhalten gestaltet sich individuell sehr unterschiedlich und ist stark von Gewohnheiten der Person sowie von äußeren Gegebenheiten beeinflusst. Während im städtischen Raum zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln gewählt werden kann, stellt auf dem Land das Auto oft die einzige Alternative dar, um die täglichen Wege zu bewältigen. Da Mobilität eine grundlegende Voraussetzung für Aktivität und soziale Kontakte ist, ist auch die Lebenszufriedenheit in hohem Maße von der Möglichkeit zu mobilem Verhalten abhängig. Während der Berufstätigkeit sind die täglichen Wege festgelegt. Senioren haben hingegen viel eher die Möglichkeit, sich den Zeitpunkt ihrer Besorgungen frei einzuteilen und können daher stärker auf äußere Gegebenheiten wie z.B. Hauptverkehrszeiten oder Reiseverkehr Rücksicht nehmen. Zudem teilen sie sich bei längeren Fahrten größere Pausen ein.

1.3 Ältere Menschen im Straßenverkehr – Vorurteile und Fakten

Die Entwicklung im Alter wird vielfach als ein heterogener und individuell gestaltbarer Prozess beschrieben (z.B. Kaiser 2003; Baltes und Carstensen 1996). Die älteren Kraftfahrer bilden keineswegs eine einheitliche Gruppe. Auf diesen Umstand wird heute „eher plakativ“ verwiesen (vgl. Kaiser 2003), dennoch findet dieses Faktum erst zögerlich Eingang in das gesellschaftliche Bewusstsein (wie z.B. deutlich wird, wenn man sich die verschiedenen Klassifizierungsbegriffe vor Augen hält, die für die verschiedenen Lebensabschnitte von Kindheit, Jugend, junge Erwachsene bis hin zum Alter existieren: für die Lebensjahre von 60 bis 90 gibt es nur wenige Begriffe). Bereits vor 20 Jahren wies Lehr (1982) auf diesen Umstand hin, erst in jüngster Zeit jedoch vollzieht sich eine Trendwende (Lehr 2001).

Die Leistungsfähigkeit des Kraftfahrers ist ein wesentlicher Aspekt im multikausalen Ursachengefüge bei der Verkehrssicherheit (Becker und Albrecht 2003). Auf der Suche nach Vorurteilen und Realitäten zum Fahrverhalten Älterer soll im folgenden zunächst ein Abriss der Entwicklung von Mobilitätsverhalten und Unfallzahlen gegeben werden, dann wird auf die Leistungsmöglichkeiten Älterer im Straßenverkehr eingegangen.

1.3.1 Demographischer Wandel

Der Anteil älterer Kraftfahrer nimmt in den westlichen Industrienationen beständig zu. Nach Schätzungen wird „in wenigen Jahren (...) jeder dritte Autofahrer über 65 Jahre alt sein“ (Oswald 1999). Diese rapide Zunahme übersteigt prozentual noch den ohnehin vorhandenen Zuwachs älterer Personen, der von Demographen prognostiziert wird. Zusätzlich zu der ohnehin vorhandenen Alterung der Gesellschaft wird sich der Anteil der älteren Führerscheininhaber erhöhen. In den nachrückenden Kohorten sind Führerscheinbesitz und eine lange Fahrpraxis weit verbreitet. Dieser Zuwachs wird durch Frauen allen Alters sowie vor allem durch ältere Menschen zustande kommen (vgl. Deutsche Shell AG, 1999). Während 1999 noch ca. 10% aller 80-jährigen Frauen den Führerschein besaßen, wird sich dieser Anteil im Jahr 2025 voraussichtlich auf 80% erhöht haben (Pfafferott 1994; Oswald 1999). Bei den 60-64 jährigen Frauen hat sich der Anteil in den letzten Jahren bereits von 11% auf 75% erhöht (vgl. Limbourg und Reiter 2001).

Es handelt sich dabei um eine sehr heterogene Gruppe, sowohl was ihr Mobilitätsbedürfnisse als auch ihre Fahrerfahrung oder die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit sowie das kalendarische Alter angeht. Grundsätzlich nimmt die Mobilität im Sinne der erbrachten Verkehrsleistung zu (vgl. Mäder, in Flade et al. 2001; Kaiser und Oswald 1999). In einem Symposiumsbericht des ADAC (1994) werden von Hartenstein in einer Modellrechnung der Anteil älterer Kraftfahrer und die Begegnungshäufigkeit mit ihnen gegenübergestellt. Während der Anteil allein schon steigt, nimmt die Begegnungshäufigkeit überproportional zu, aufgrund der gesteigerten Mobilität. Zugleich wird das Auto immer stärker als wichtiger Bestandteil des alltäglichen Lebens angesehen (vgl. Hartenstein im ADAC-Symposium 1994). Im Forschungsprojekt ANBINDUNG (Engeln und Schlag 2001) wurden die Zusammenhänge von Mobilität und gesundem Altern geprüft. In der Befragung wurde ersichtlich, dass Handlungsflexibilität und Selbständigkeit einen engen Zusammenhang mit der psychischen und körperlichen Leistungsfähigkeit hatten. Wenn man sich nun die Tatsache vor Augen hält, dass Senioren zunehmend gesund und rüstig altern, so lässt dies auch den Umkehrschluss zu, dass sie mobiler werden. Dieser Auffassung sind auch Christ et al. (1997): „Die ältere Generation wünscht zunehmend ´Intimität mit Abstand`, was die Bedeutung von Mobilität erhöht (potenzielle Erreichbarkeit von nahestehenden Personen).“

Zusammenfassend ist für die Zukunft von einer weiteren Zunahme älterer Autofahrer auszugehen, aufgrund dreierlei Veränderungen: 1. dem wachsenden Bevölkerungsanteil Älterer, 2. dem wachsenden Anteil älterer Führerscheininhaber, vor allem Frauen und 3. der Zunahme der Mobilität im Sinne der erbrachten Verkehrsleistung.

1.3.2 Unfallstatistiken

Ein Blick auf die Unfallstatistik zeigt, dass ältere Fahrer nicht als Problemgruppe hervortreten (Quelle: Unfallgeschehen 2003. Statistisches Bundesamt). Verglichen mit anderen Altergruppen sind die absoluten Unfallzahlen von älteren Autofahrern niedrig. Die Altersgruppe 18-35 ist um ein Vielfaches häufiger in Unfälle verwickelt, auch dann noch, wenn man die gefahrene Kilometerleistung mit berücksichtigt. In Abbildung 1.3 wird ersichtlich, dass die Unfallhäufigkeit kontinuierlich sinkt und erst ab 75 wieder geringfügig ansteigen. Bei dieser Darstellung sollten die absoluten Bevölkerungszahlen mit bedacht werden, während die 18-25 jährigen etwa 7% der Bevölkerung umfassen, stellen die über 65-jährigen mittlerweile schon 16%. Trotz ihrer zahlenmäßigen Überlegenheit machen Senioren also absolut weniger Unfälle als jüngere Fahrer.

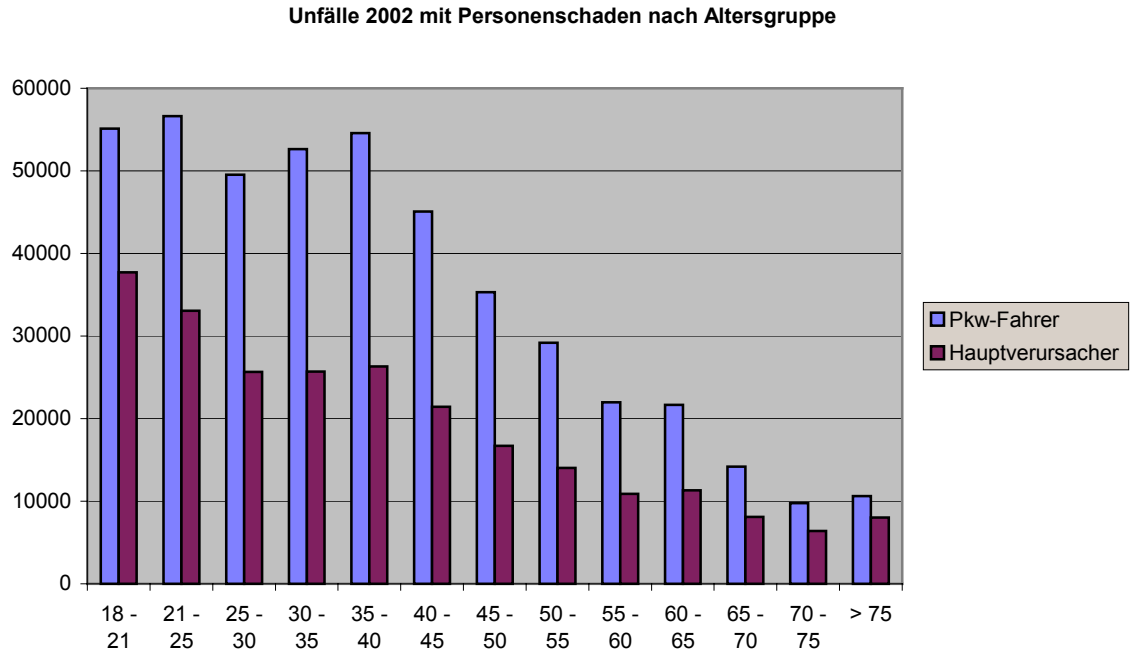


Abb. 1.3 Absolute Unfallzahlen im Jahr 2002 nach Altersgruppen. Quelle: statistisches Bundesamt (Zahlen von 2002).

Im Jahr 2003 verunglückten insgesamt 40.158 ältere Menschen im Alter von 65 oder mehr Jahren im Straßenverkehr, 3,8% mehr als im Jahr 2002 (von 2001 auf 2002 betrug die Steigerung noch 1,8%). Senioren stellen 9% aller Verunglückten dar, ihr Anteil an den Todesopfern betrug allerdings 20% (aufgrund der geringeren körperlichen Widerstandskraft). Bezogen auf je 100.000 Einwohner dieser Altersgruppe verunglückten 278 Senioren, deutlich weniger als im Gesamtdurchschnitt aller Altersgruppen mit 609 Verunglückten je 100.000 Einwohner. Die längerfristige Entwicklung verzeichnet eine Zunahme an verunglückten älteren PKW-Fahrern (im

Vergleich zu 1980 um 50%) und eine Abnahme an verunglückten älteren Fußgängern (Quelle: Unfallgeschehen 2003. Statistisches Bundesamt). Hier spiegelt sich die erhöhte Fahrzeugverfügbarkeit wieder. Vergleicht man dies mit den Zahlen für alle Altersgruppen, so steht dieser Zunahme eine Abnahme des generellen Unfallgeschehens gegenüber (vgl. Pressemitteilung des Statistischen Bundesamts vom 24.02.2004: „3% weniger Verkehrstote"). Nach dieser Mitteilung war die Zahl der Verkehrstoten im Jahr 2003 die niedrigste seit Einführung der Aufzeichnungen 1953.

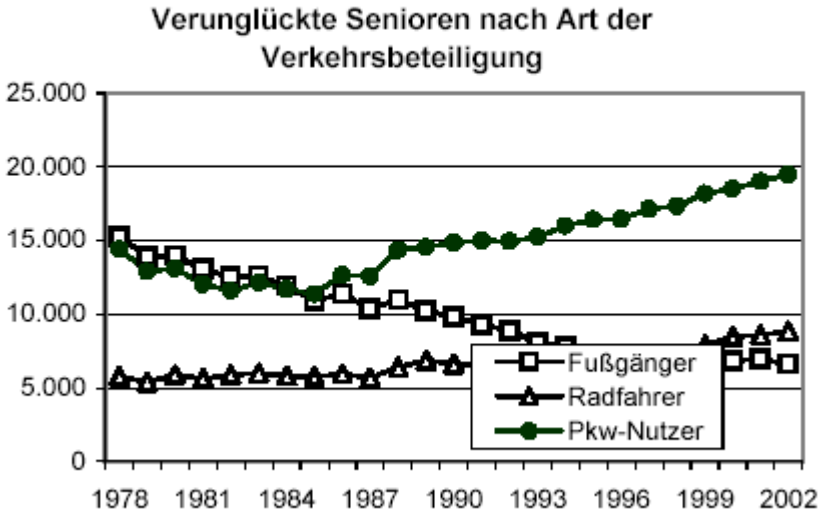


Abb. 1.4 Verunglückte Senioren der letzten 25 Jahre nach Art der Verkehrsbeteiligung. Quelle: statistisches Bundesamt (Zahlen von 2002).

Der Geschlechtsunterschied bei den Unfallzahlen von Senioren ist beachtlich: 2003 verunglückten je 1 Mill. Einwohner 135 Männer tödlich, jedoch nur 63 Frauen (Quelle: statistisches Bundesamt).

Betrachtet man den Anteil der Unfallfahrer, die im Polizeibericht als Hauptverursacher festgehalten wurden, so zeigt sich ein Gipfel bei den jungen Fahrern bis 25, ein zweiter Anstieg wird bei den Altersgruppen von 70 aufwärts ersichtlich. Absolut betrachtet sind die Zahlen der Hauptverursacher in der Altersgruppe 18-35 etwa drei mal so hoch wie in der Altersgruppe 65 aufwärts (vgl. Oswald 1999). Der **prozentuale** Anteil der Hauptverursacher ist jedoch bei Senioren recht hoch, dies verdeutlicht die Abbildung 1.5. Das bedeutet, wenn ältere Autofahrer in einen Unfall verwickelt sind (was insgesamt selten vorkommt), dann sind sie sehr häufig auch schuld.

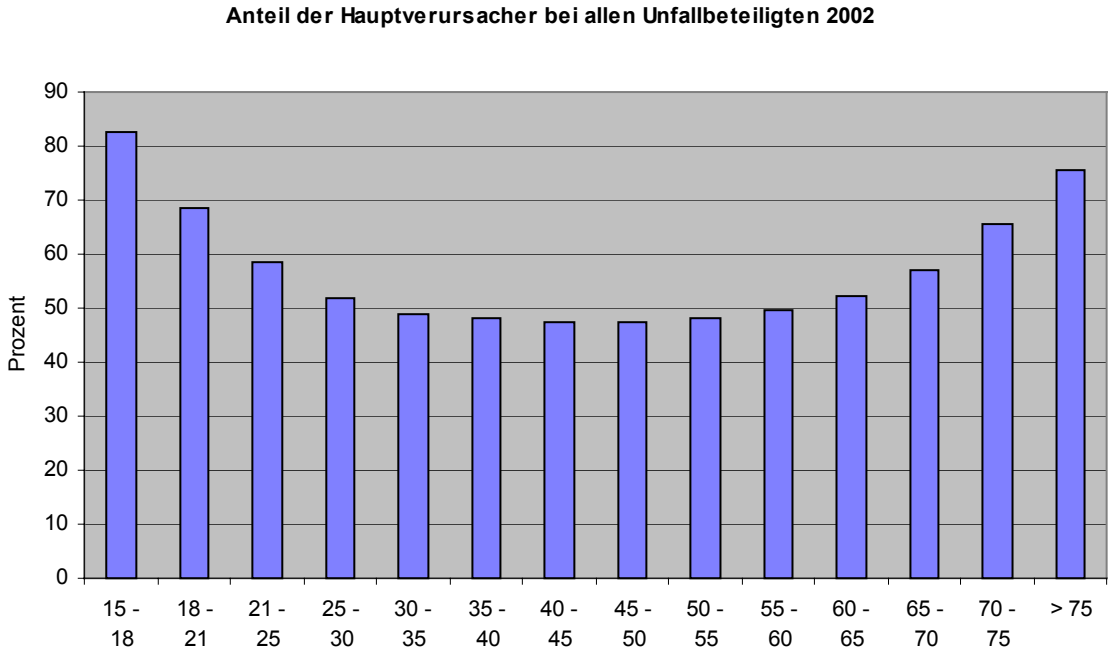


Abb. 1.5 Prozentualer Anteil der Hauptverursacher bei Unfällen mit Personenschaden 2002 nach Altersgruppen. Quelle: statistisches Bundesamt (Zahlen von 2002).

Bei 75jährigen und Älteren sind bis zu 75% der Unfallfahrer Hauptverursacher. Kritische Einwände gehen jedoch davon aus, dass Älteren die Hauptschuld (zu) häufig unterstellt wird (vgl. Kaiser 2000; Oswald 1999). Dieser leicht suggestiv wirkenden Graphik sei noch einmal der Verweis auf die absoluten Zahlen angefügt: insgesamt verursachten 2002 344.706 Menschen einen Unfall. Die 18-25jährigen verursachten davon 83.430 Unfälle. Die über 65jährigen verursachten 21.154 Unfälle. Die Unfallzahlen sind für jüngere Autofahrer also nahezu vier mal höher.

Zieht man wiederum die tatsächliche Verkehrsleistung in Betracht und wertet die Zahlen nach „verunglückten PKW-Fahrern pro 1 Million Kilometer Verkehrsleistung“ aus, nimmt das Unfallrisiko mit dem Lebensalter kontinuierlich ab (vgl. Oswald 1999).

1.3.3 Stärken und Schwächen des älteren Autofahrers

Körperliche und geistige Fähigkeiten verändern sich mit zunehmendem Alter, der damit verbundene Abbau in manchen Bereichen bringt für ältere Kraftfahrer vor allem beim Handeln und Reagieren in sich schnell verändernden Situationen zunehmend Anpassungsschwierigkeiten mit sich (Cohen 2001; Stelmach und Nahom 1992). Nach Kaiser (1999) „erschweren biologische und psychophysische alterstypische Veränderungen im Bereich der Sinnesorgane, der Tätigkeit des Zentralnervensystems und der Motorik“ die Teilnahme am Straßenverkehr, ohne jedoch „die Handlungsfähigkeit absolut [zu] begrenzen“. (Kaiser 1999, S. 184).

Vom Leistungsabbau betroffene Bereiche sind:

Sensorik, Motorik und Kognition (vgl. Cohen 2001)

- Nachlassen der Muskelkräfte,
- verringerte Beweglichkeit,
- schlechte Sehfähigkeit: (erhöhte Blendempfindlichkeit, geringere Sehschärfe),
- verlangsamte Reaktion,
- verlängerte Entscheidungszeit,
- verminderte Konzentrationsfähigkeit,
- langsamere und reduzierte Aufnahme von Informationen und
- größere Stresssensibilität.

Einen Überblick zur englischsprachigen Literatur zu den Leistungsmöglichkeiten und -schwächen älterer Autofahrer gibt es bei Staplin et al. (1997) und Eby et al. (1998), in diesen Reviews wurden alle Befunde zu sensorischen, motorischen und kognitiven Bereichen zusammengetragen.

Im Bereich des Sehens macht sich eine Vielzahl an altersbedingten Einschränkungen bemerkbar. Die Tagessehschärfe eines 70-jährigen beträgt im Durchschnitt nur noch 70% der Sehschärfe eines jüngeren Menschen (Peli und Peli 2002).

McGwin und andere (1998) überprüften 278 Unfallfahrer hinsichtlich ihrer visuellen Leistungen (Sehschärfe, Kontrastwahrnehmung, Stereopsis, visuelles Feld, Blendempfindlichkeit, UFOV). Als Risikofaktoren für Unfälle stellten sich vor allem Beeinträchtigungen im UFOV heraus, als weiterer Risikofaktor wurde die Erkrankung am Glaukom identifiziert. Eine prädiktive Bedeutung des UFOV konnte auch in der Langzeitstudie von Sims et al. (2000) nachgewiesen werden.

Maltz und Shinar (1999) fanden bei Älteren signifikant verlängerte visuelle Suchzeiten, vor allem bedingt durch häufigere Fixationen. Diskutiert wird als Hintergrund die Ineffizienz visueller Suchprozesse bezüglich der Extraktion von Information. Ähnliche Befunde gibt es auch bei Owsley et al. (1995). Hier zeigte sich vor allem, dass die visuellen Suchfunktionen als diagnostisches Merkmal wesentliche Ergänzungen zur reinen Gesichtsfeldprüfung liefern können.

Einen Überblick über die wichtigsten Augenerkrankungen im Alter sowie deren Implikationen fürs Autofahren gibt es bei Peli und Peli (2002) und bei Owsley und McGwin (1999). Im folgenden sind die wichtigsten Befunde zusammengestellt (entnommen aus McGwin 1999):

Augenerkrankungen

Katarakt

- Sehschärfe, Kontrastsensitivität, Blendempfindlichkeit, Sensitivität im visuellen Feld betroffen
- Betroffene berichten von Problemen im Straßenverkehr
- Betroffene vermeiden herausfordernde Situationen
- ältere Fahrer mit Katarakt haben ein erhöhtes Unfallrisiko

Glaukom

- Betroffene berichten von Problemen im Straßenverkehr
- Studien weisen darauf hin, dass Glaukom eine Rolle bei Unfällen spielt
- Möglichkeit, dass Medikamente zur Behandlung zu Unfällen beitragen, wurde noch nicht untersucht

Retinopathia diabetica

- wenige Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen

Altersbedingte Makulardegeneration

-Betroffene berichten von Problemen im Strassenverkehr und sie vermeiden herausfordernde Situationen
- wenig Information zum Zusammenhang mit Unfallrisiko

Defizite visueller Funktionen

Sehschärfe

- schwacher Zusammenhang zur Unfallhäufigkeit: nicht als Screening Test für die Fahreignung geeignet

⇨ Tests wurden für die klinische Diagnose entwickelt und reflektieren nicht visuelle Komplexität des Fahrens; visuelle Welt des Fahrers ist in Bewegung; Fahrer mit starker Beeinträchtigung der Sehschärfe fahren nicht mehr

Visuelles Feld

- obwohl schwere binokulare Defizite im visuellen Feld das Unfallrisiko erhöhen, spielen leichte Defizite keine Rolle

Kontrastsensitivität

- wenige Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen

Useful Field of View

- Reduktion des UFOV bei älteren Fahrern ist assoziiert mit Unfallbeteiligung (Schuld bzw. Teilschuld)
- Reduktion des UFOV als einer der besten Prädiktoren für Unfallbeteiligung bei Alzheimer Patienten
- andere Defizite höherer visueller Funktionen hängen ebenso mit Unfallbeteiligung zusammen (visuelle Suche und Sequenzierungsfähigkeiten, selektive Aufmerksamkeit, räumliches Gedächtnis, Wahrnehmung dreidimensionaler Strukturen in Bewegung)

andere visuelle Defizite

- Farbsehen: kein Zusammenhang zwischen Problemen in der Farbwahrnehmung und Unfallbeteiligung
- Blendempfindlichkeit: kein Zusammenhang, könnte an methodischen Schwierigkeiten liegen (Definition und Messung von Blenden und Bedeutung von Blendempfindlichkeit)

Herausforderungen für die Forschung

- Fahrer mit visuellen Defiziten reduzieren häufig ihre Fahrzeit und vermeiden schwierige Situationen ⇨bei Studien beachten
- visuelle Defizite sowie erhöhtes Unfallrisiko bei älteren Menschen häufig zu beobachten ⇨möglich, dass Assoziationen eine Funktion des Alters sind.

Ältere Fahrer mit Katarakt haben nachweislich ein höheres Unfallrisiko (Owsley et al. 2001). Diese Erkrankung schlägt sich auch in der Fähigkeit zur Kontrastwahrnehmung wieder, diese ist ebenfalls assoziiert mit der Unfallbeteiligung.

Cohen (2001) weist darauf hin, dass die altersbedingte Verminderung der Sehleistung zum Teil durch kognitive Verarbeitungsprozesse (top-down-Prozesse) kompensiert werden kann. Durch diese „Bereicherung“ des Informationsstroms werden Erwartungen stärker berücksichtigt sowie dem Gesamtbild gegenüber den Details Vorzug gegeben (vgl. Cohen 2001). Insgesamt, so Cohen, beeinflussen die abnehmenden Sehfähigkeiten „die Unfallwahrscheinlichkeit in einem viel geringeren Ausmaß als man erwarten könnte“ (vgl. Cohen 2001, S. 248). Indikatoren des mesopischen und skotopischen Sehens seien dabei wesentlich bedeutsamer als die des photopischen Sehbereichs. Insgesamt lassen sich jedoch nur ca. 5% aller Unfälle direkt mit Indikatoren der Sehkraft in Verbindung bringen (Ball und Owsley 1991). Dies wirft die Frage auf, ob das Kriterium „Unfall“ überhaupt als valides Kriterium für die Fahrfähigkeit taugt (vgl. Kapitel 2).

Perryman und Fitten (1996) analysieren in ihrer Studie, in wie weit altersbedingt Veränderungen der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsleistungen Implikationen für die motorischen Steuerungstätigkeiten beim Autofahren haben könnten. Sie registrierten in ihrem Messfahrzeug, dass die älteren Fahrer signifikant weniger bremsten, langsamer fuhren und signifikant häufiger den Mittelstreifen kreuzten. Aus der zusätzlichen Auswertung der EOG-Aktivität leiteten sie die Hypothese ab, dass Defizite bei der visuellen Suche und der selektiven Aufmerksamkeit dazu führten, dass ein Abdriften von der Spur schlechter kompensiert werden kann.

Aufgaben zur geteilten Aufmerksamkeit kommen der wirklichen Beanspruchung während dem Autofahren recht nahe. Ponds et al. (1988) untersuchen Altersunterschiede in der geteilten Aufmerksamkeit mittels Simulatorfahrt. In der visuellen Wahlreaktionsaufgabe schnitten die Älteren schlechter ab, ebenso wie in der tracking-Aufgabe. Befunde zu Alterseffekten auf die geteilte Aufmerksamkeit gibt es auch bei Korteling (1990, 1994). In dieser Untersuchung zeigte sich außerdem, dass Ältere sich schwerer taten, automatisierte Prozesse (z.B. drücken des Gaspedals zur Beschleunigung) zu modifizieren, als jüngere Fahrer. Altersbedingte Defizite bei der geteilten Aufmerksamkeit zeigten sich auch bei Brouwer et al. (1991), Schieber et al. (1998) und Crook et al. (1993).

Selmach und Nahom (1992) untersuchten die sensomotorische Reaktionszeit. Die Reaktionszeiten zeigten sich vor allem bei Wahlreaktionsaufgaben verlängert, sobald also die Unsicherheit bezüglich der Reaktion stieg. Neben der kognitiven Reaktionszeit erhöhte sich auch die motorische Reaktionszeit, was auf die Teilprozesse der verminderten Koordinationsprozesse und der Schwierigkeiten bei Kraft- und Geschwindigkeitsdosierung zurückgeführt wurde.

Aus der gerontologischen Forschung ist bekannt, dass Ältere stärker als Jüngere von einer Limitierung durch den Zeitfaktor beeinflusst sind, vor allem wenn es sich um komplexere Situationen handelt (vgl. Lehr 1977; Oswald 1998; Ellinghaus et al. 1990). Es gibt zahlreiche

Indizien dafür, dass ältere Menschen beim Lösen von Aufgaben den Wert der Genauigkeit höher einschätzen, als den der Schnelligkeit (vgl. Kaiser und Oswald 2000; Schlag und Steinbrecher 1990). Als weitere Ursache der verlängerten Entscheidungszeit wird auch die größere Vorsicht und Angst vor Fehlern diskutiert. Walker et al. (1997) untersuchten die Entscheidungszeiten bei fahrrelevanten Problemen (wie z.B. „den optimalen Weg auswählen"). Auch hier zeigten sich verlängerte Entscheidungszeiten.

O`Neill (1992) beschäftigt sich in seiner Studie mit der Problematik Demenz und Autofahren. Rizzo et al. (2001) untersuchen Alzheimerpatienten in einer Simulatorstudie und fanden ein erhöhtes Risiko für Unfälle und Fehler. Diese Befunde werden auch von Parasuraman (1991) Wild (2003) sowie in Meta-Analysen von Reger und Welsh (2004) und Lloyd und anderen (2001) gestützt.

Persönlichkeit älterer Autofahrer

Wie oben erwähnt, wird der Einfluss der Persönlichkeit bei der Beurteilung der Fahrkompetenz noch kaum berücksichtigt. Probleme bei der Interaktion im Straßenverkehr können sich ergeben, wenn zwischen Fremd- und Selbstbild älterer Menschen eine deutliche Diskrepanz besteht. Das gesellschaftliche Alterssterotyp ist weit ungünstiger als das Selbstbild der alten Menschen. Während das Fremdbild den älteren Autofahrer oft negativ überzeichnet, fällt sein Selbstbild manchmal sehr positiv aus. Ältere halten häufig ihr Selbstvertrauen hinsichtlich ihre Fahrkompetenz auf konstantem Niveau (vgl. Christ 1997). In Wirklichkeit kommunizieren Fahrer in fortgeschrittenem Alte aber deutlich weniger mit anderen Verkehrsteilnehmern, als sie von sich denken. Hier wird die Diskrepanz zwischen Selbst- und Fremdbild ersichtlich.

Entgegen eines verbreiteten Vorurteils dürfen Starrsinn und mangelnde Flexibilität nicht als eine häufig auftretende Eigenschaft älterer Autofahrer angesehen werden, wie eine aufwendige Studie von Schaie und Willis (1991) zeigen konnte. Problematisch in Bezug auf den Straßenverkehr sind eher Extremfälle der Persönlichkeitsentwicklung wie z.B. Reizbarkeit, Übervorsichtigkeit oder Sturheit (vgl. Kaiser und Oswald 2000). Klebelsberg (1982) beschreibt ein Gegenbild des älteren Kraftfahrers mittels der Eigenschaften Unbeschwertheit, Expansionsstreben, Risikobereitschaft und Individualismus, die vor allem jüngeren Fahrern zugeschrieben werden. Aufgrund der geringeren Risikobereitschaft haben ältere Fahrer eher die Chance, kritische Situationen zu vermeiden (vgl. Praxenthaler 1993). In einer Studie von Risser et al. (1988) heißt es, dass „bei älteren Personen das Dominanzstreben weniger stark ausgeprägt ist als bei jüngeren Personen, dass häufiger Aussagen getroffen werden, die auf soziale Gewissenhaftigkeit schließen lassen, und dass die Emotionalität gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern geringer und nicht aggressiver Natur ist." (S. 133). Nach

Weinand (1997) sind günstige Persönlichkeitsmerkmale im Hinblick auf sicheres Fahren: emotionale Angepasstheit, geringer Egozentrismus, stabile Verhaltenskontrolle und selbstkritisch-reflektierte Haltung. Kaiser (2000) betont ebenso die Wichtigkeit von „Reflektiertheit" im Sinne von Bereitschaft zur Selbstkritik.

Häufige Fahrfehler im Alter

Die Unfallursachen und Fahrfehlern, die bei alten Leuten überzufällig häufig auftreten, spiegeln die altersbedingten Beeinträchtigungen wieder. Laut Kaiser (1999) können vor allem Wahrnehmungsschwächen, Verlangsamungen, motorische Behinderungen und Einbußen bei der Konzentrationsfähigkeit zu „ungünstigen Verhaltensformen" führen (vgl. Kaiser 1999, S. 186).

Schwächen bestehen vor allem bei folgenden Manövern (Kaiser und Oswald 2000):

- Vorfahrtsfehler,
- Fehler beim Einordnen,
- Abbiegen,
- Wenden und
- Queren der Fahrbahn.

In praktischen Fahrverhaltensbeobachtungen konnten diese Defizite älterer Autofahrer vielfach bestätigt werden (vgl. Fastenmeier 1995; Schlag 1996). In der Beobachtung von Fastenmeier ergaben sich dabei vor allem Probleme im schwankenden Geschwindigkeitsverhalten, im fehlerhaften Seitenabstand (nicht jedoch im dichten Auffahren), in der Spurungenauigkeit, im geringeren Kommunikationsverhalten sowie im mangelnden sichernden Verhalten. Letzteres ließ sich auch in einer Registrierung des Blickverhaltens bzgl. der Spiegelblicke nachweisen (vgl. Fastenmeier 1995). Zusammenfassend ließen sich also auch in mitfahrenden Beobachtungen vor allem Probleme bei komplexen Situationen nachweisen.

Eventuelle perzeptive Schwächen können von älteren Fahrern oft kompensiert werden, wie die Unfallstatistiken auch bestätigen. Mit besonnener Fahrweise, dem Vermeiden riskanter Situationen und Erfahrung können viele Senioren ihre Leistungseinbußen kompensieren. Ältere Autofahrer meiden beispielsweise ungünstige Tageszeiten, hohe Verkehrsdichten, Dämmerungs- und Nachtfahrten, fahren bevorzugt in bekannten Gegenden und verlängern ihre Pausenzeiten (vgl. Mollenkopf 1999).

Stärken des älteren Autofahrers sind also vor allem:

- Defensive Fahrweise
- Möglichkeit zur Kompensation
- Vermeiden riskanter Situationen
- Größere Erfahrung.

Auch in der Unfallstatistik schlagen sich die Stärken und Schwächen älterer Autofahrer nieder. Häufigste Unfallursachen sind über alle Fahrer hin Alkoholeinfluss, nicht angepasste Geschwindigkeit sowie Abstandsfehler.

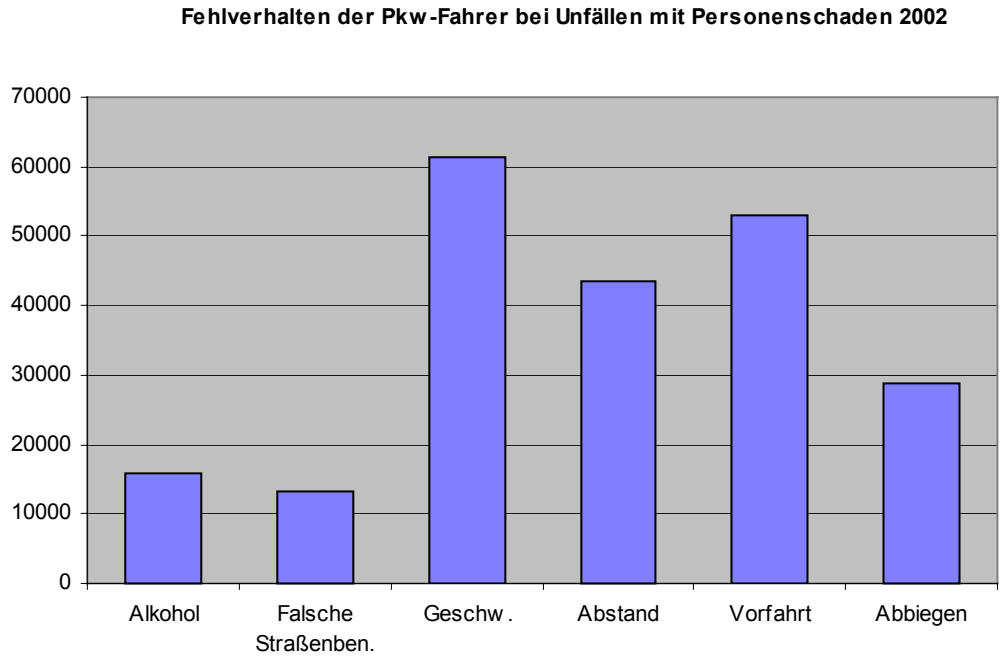


Abb. 1.6 Fehlverhalten der PKW-Fahrer bei Unfällen mit Personenschaden 2002 nach Fehlern. Quelle: statistisches Bundesamt (Zahlen von 2002).

Getrennt nach den Altersgruppen betrachtet sehen die Zahlen allerdings anders aus: „während junge Fahrer dreimal so häufig wie Ältere mit nicht angepasster Geschwindigkeit Unfälle verursachen sowie fünf mal so häufig Unfälle unter Alkoholeinfluss, sind Senioren demgegenüber mehr als doppelt so häufig in Vorfahrtsunfälle verwickelt, über 75 jährige rund 2,5 mal häufiger als 18- bis 25jährige.“ (vgl. Oswald 1999, S. 26). Dieser Zusammenhang ist in folgender Graphik wiedergegeben:

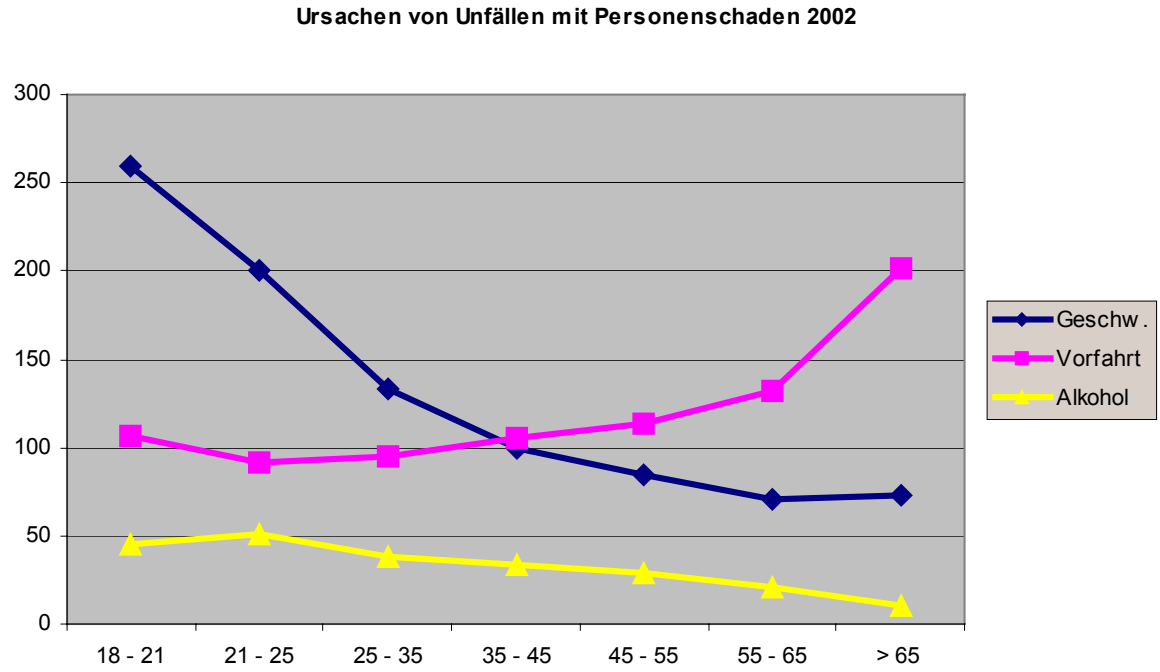


Abb. 1.7 Ursachen von Unfällen mit Personenschaden 2002 nach Fehlern und Altersgruppen. Fehlverhalten je 1000 beteiligte PKW-Fahrer. Quelle: statistisches Bundesamt (Zahlen von 2002).

Die größere Fehlerhäufigkeit Älterer bei unübersichtlichen Kreuzungen gilt als relativ gut belegt (vgl. Preusser et al. 1998).

Der Frage, ob die Fehler Älterer in komplexen Verkehrssituationen durch die mehr serielle Verarbeitungsweise bedingt ist, gingen Hakamies-Blomqvist et al. (1999) in einer praktischen Fahrprobe nach. Es zeigte sich, dass Ältere hochsignifikant weniger Steuerelemente parallel brauchten und Fahraufgaben wie lenken, schalten oder blinken möglichst nacheinander ausführten.

In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass die Variable Alter allein nur wenig Varianz der Leistung in Fahrproben oder psychologischen Tests aufklären kann. Bei der Testdiagnostik im Labor werden Leistungsanforderungen gestellt, in denen ältere Leute oft besonders schlecht abschneiden. Zum einen weil isolierte Funktionsbereiche abgeprüft werden, zum anderen wegen der oft als stressvoll erlebten Testsituation an sich. Aufgrund der großen individuellen Schwankungen der Leistungs- und Kompensationsfähigkeit im Alter erscheinen Maßnahmen wie etwa eine Einschränkung der Fahrerlaubnis ab einer gewissen Altersgrenze wenig sinnvoll. Cohen (2001) weist auf die Unterschiede zwischen chronologischem und biologischen Alter hin, die individuell verschieden groß sein können.

Kompensation

Nicht zuletzt die Unfallzahlen sprechen dafür, dass Senioren durch eine besonders vorsichtige Fahrweise antizipatorisch für eine günstigere Ausgangsposition sorgen. Da ihr Hauptnachteil gegenüber jüngeren im größeren Einfluss des Zeitfaktors liegt, verwenden sie Strategien, die ihnen eine längere Entscheidungs- oder Handlungszeit ermöglichen. Diese Strategien lassen sich im wesentlichen im Sinne des SOK-Modells (Selektive Optimierung mit Kompensation nach Baltes et al. 1998) klassifizieren. Schlag und Engeln (2001) stellen in ihrem Aufsatz verschiedene Kompensationsstrategien vor. Selektion meint dabei vor allem die Auswahl oder die Veränderung von Zielen (vgl. Schlag und Engeln 2001). Darüber hinaus beziehen sich Optimierungs- und Kompensationsprozesse auf die Mittel, mit denen Ziele erreicht werden können. Schlag stellt dazu ein Modell der hierarchischen Handlungsregulation des Fahrverhaltens vor (vgl. Schlag 1994).

Zu den kompensatorischen Strategien, mit denen ältere Autofahrer den sich einstellenden Leistungseinschränkungen begegnen, zählen vor allem: Vermeidung von Stadtverkehr, Vermeidung komplizierter Kreuzungen, Vermeidung von schlechter Witterung, Dämmerung, Nacht, Bevorzugung bekannter Umgebungen, Planung kürzerer Strecken unterbrochen von Pausen, bei unklarer Verkehrslage die Verlangsamung der Geschwindigkeit. In einer Studie von Ball et al. (1998) wurde das selbstberichtete Vermeidungsverhalten älterer Autofahrer untersucht. Die Ergebnisse wurden im Sinne einer Modifikation des Fahrverhaltens als Sicherheitsstrategie interpretiert.

Die häufigsten Unfalltypen sind bei Älteren andere als bei jüngeren Fahrern: sie machen mehr Abbiegefehler und Unfälle mit stehenden Fahrzeugen. Die Ursachen liegen hauptsächlich in Aufmerksamkeitsfehlern. Die Entwicklung von Kompensation setzt eine kontinuierliche Fahrpraxis voraus. „Eine regelmäßige aktive Verkehrsteilnahme ist als adäquates Mittel zur Erhaltung und Förderung der verkehrsrelevanten Funktionsbereitschaft zu sehen.“ (Risser et al. 1988). Die durchschnittlich zurückgelegte Wegstrecke Älterer beträgt aber nur 30-40% der Fahrleistung der Jüngeren. Ältere meiden viele Situationen. Die Hauptkompensation besteht also vielleicht in Reduktion der Exposition. Grenzen der Kompensationsmöglichkeiten liegen in komplexen Situationen. Ältere brauchen mehr Informationen, um eine Situation zu entscheiden, tendieren außerdem dazu, ihr Fahren stets zu überwachen, was auf Kosten der flexiblen Aufmerksamkeit geht (keine Vorbereitung auf neue Situation möglich). Weitere Probleme sind Rigidität und die Tendenz, alte Gewohnheiten beizubehalten (vgl. Christ 1997). Kompensation findet also in erster Linie auf strategischer Ebene statt: schon vor Fahrtantritt wird entschieden: welche Route zu welcher Zeit, mit dem Auto oder anderen Verkehrsmitteln.

1.4 Kompetenz als interaktiver Begriff: die Rolle von Verkehrsumwelt und der technischen Fahrassistenz

In Statistiken wird der Mensch als Unfallverursacher genannt, diese Bezeichnung entspricht der Rechtslage. Cohen (2001) schlägt einen Perspektivwechsel vor, in dem aus ergonomischer Sichtweise ein Unfall als „Inkompatibilität zwischen den Anforderungen der Fahraufgabe und den Leistungsmöglichkeiten des Lenkers“ betrachtet wird (Cohen 2001, S. 243). Diese Sichtweise impliziert Handlungsbedarf bei der Gestaltung von Verkehrsumwelt und Fahrzeugbedienung. Wichtige Hinweise dazu kommen aus der kognitiven Ergonomie, der Gerontotechnik und der Marktforschung.

Über eine konsequent durchdachte Gestaltung der Verkehrsumwelt lässt sich vielen Leistungseinschränkungen begegnen. „Ein konsequentes Umdenken wäre angebracht, das vom adaptiven Verhalten des Lenkers ausgeht, aber seinen Leistungsgrenzen durch die Konstruktion einer menschengerechten Umwelt Rechnung trägt.“ (vgl. Cohen 2001, S. 241).

Färber (2000) gibt einen Überblick über die Unterstützung älterer Autofahrer durch die technische Fahrerassistenz. Dazu gehören vor allem eine Erhöhung der Leuchtstärke (wie es z.B. in „vision enhancement systems VHS“ versucht wird) sowie Notfall- und Warnsysteme. Dieser theoretischen Forderung steht bislang allerdings noch ein großes Entwicklungsdefizit gegenüber. „Stellt man Automobilherstellern die Frage, ob bzw. welche Systeme für die Mobilität älterer Kraftfahrer entwickelt werden, so erhält man die einhellige Antwort: keine“ (vgl. Färber 2000). Einzige Ausnahme stellen vielleicht die Einparkhilfen dar, die vor allem wegen der eingeschränkten Beweglichkeit Älterer eine große Hilfe darstellen. Zu Systemen, die in die Fahrdynamik und Distanzhaltung eingreifen, gibt es hinsichtlich der Auswirkungen bei älteren Fahrern noch keine empirischen Studien (vgl. Färber 2000). Für den Einsatz von Navigationssystemen wird vor allem zu einer einfachen Darstellung geraten. Das gilt auch für das gesamte Informationsmanagement im Fahrzeug, es sollte die aktuelle Situation des Fahrers berücksichtigen und gegebenenfalls Informationen filtern (vgl. Färber 2000). Förster (1999) diskutiert die sich der Autoindustrie immer wieder stellende Frage: „Brauchen alte Autofahrer ein Sonderautomobil?“ (Förster 1999). In dem Beitrag werden verschiedene Konstruktionsvorschläge gemacht, die die Bedienung vereinfachen könnten (Beladen, Scheibenreinigung, Ein- und Aussteigen). Aufgrund der bei Älteren oft auftretenden Nackensteife fordert er Systeme, die ein Manövrieren ohne Drehung der Halswirbelsäule ermöglichen. Um das Wahrnehmungsvermögen zu verbessern, schlägt er Maßnahmen zur Vermeidung von Lichtverlust und Blendung vor. Zur Reduzierung der kognitiven Mehrfachbelastung wird ein Beispielcockpit entworfen, das nur die nötigsten Anzeigen übersichtlich darstellt.

Küting und Krüger (2001) analysieren den speziellen Unterstützungsbedarf Älterer durch die Fahrzeugtechnik. Einen möglichen Weg sehen sie in der Tatsache, dass verbale Reaktionszeiten älterer Testpersonen kürzer sind als manuelle, dieser Vorteil könnte mittels Spracherkennungssystemen genutzt werden (Küting und Krüger 2001). Dem Umstand, dass Ältere nur schwer von überlernten Handlungsskripten abweichen können, könnte durch eine gelungene Mensch-Maschine-Interaktion damit begegnet werden, dass einerseits Information so verdichtet wird, dass sie bearbeitbar bleibt und andererseits abweichende Besonderheiten einer Situation hervorgehoben werden. Bei Annäherung an eine Kreuzung könnten z.B. relevante Informationen wie Ankündigung der Kreuzung, spurspezifische Informationen sowie Informationen über die Vorfahrt sequenziell und redundant über Display und Sprachausgabe präsentiert werden (Küting und Krüger 2001). Die Gestaltung der Displays sollte sich dabei an den altersspezifischen Anforderungen orientieren. Dazu nennen die Autoren folgende Punkte:

- Anordnung der Anzeigen nach gestaltpsychologischen Gesichtspunkten,
- Kompatibilität von Bedienelementen und dazugehörigen Displays,
- Anordnung der Anzeigen nach logischen Kriterien, zum Beispiel: alle Warnleuchten an einer Position.

Außerdem sollten Anzeigen auf ein Minimum reduziert werden, realitätsnahe Piktogramme verwendet werden sowie akustischen gegenüber visuellen Informationen der Vorzug gegeben werden (vgl. Küting und Krüger 2001). Die Organisation der Sprachausgabe sollte sich an mentalen Modellen orientieren. Ein entsprechendes Konzept befindet sich in der Evaluationsphase.

Lerner (1994) weist darauf hin, dass bei der immer größeren Anzahl von Warn- und Assistenzsystemen berücksichtigt werden sollte, dass ältere Menschen verlängerte Reaktions- und Entscheidungszeiten haben. Aufgabe für die Usability-Forschung ist es, Warnsysteme hinsichtlich ihrer Warnzeiten zu optimieren. Entscheidungszeiten können dabei vor allem durch verringerte Komplexität der Anzeigen verkürzt werden.

Auch auf die Schaffung einer altersgerechten Verkehrsumwelt wird an vielen Stellen hingewiesen (z.B. Kaiser und Oswald 1999, Schneider und Holz-Rauh 2001). Im Vordergrund stehen hier vor allem die Entschleunigung und die übersichtliche Verkehrsführung.

1.5 Zum Begriff der Fahreignung: Rechtliche Situation in Deutschland

Allgemeine rechtliche Grundlage der Fahreignungsdiagnostik ist die Fahrerlaubnisverordnung (FeV, 1999), in der 1999 die EG-Richtlinien zum Führerschein umgesetzt wurden. Der Begriff der

Eignung ist darin folgender maßen definiert:

> *„Eignung §11 FeV:*
> *Bewerber um eine Fahrerlaubnis müssen die hierfür notwendigen körperlichen und geistigen Anforderungen erfüllen.“*

Wiederherstellungs- und Kompensationsmöglichkeiten werden in einem Verweis auf den medizinischen Teil, der eine Aufstellung möglicher Krankheiten beinhaltet, berücksichtigt (vgl. Fries et al. 2002). Hinsichtlich der Leistungsmöglichkeiten gilt eine Selbstüberprüfungspflicht, jedem Fahrer obliegt es, seine Fahrtauglichkeit vor jedem Fahrtantritt kritisch zu prüfen (vgl. §2 FeV 1999). Diese Sorgfaltspflicht beinhaltet gegebenenfalls auch eine Überprüfung der Fahreignung durch eine Gutachterstelle. Der TÜV bietet entsprechende Angebote für Senioren an.

Die Geltungsdauer der Fahrerlaubnis ist derzeit in Deutschland unbefristet, in verschiedenen anderen europäischen Ländern wie in der Schweiz, in Holland oder auch in verschiedenen Staaten der USA müssen die Kraftfahrer ab einem bestimmten Alter zu Nachuntersuchungen. In der Schweiz findet dies in Form einer allgemeinärztlichen Untersuchung statt, in Zweifelsfällen werden auch Fahrproben durchgeführt. In Deutschland hat der Gesetzgeber es bisher abgelehnt, regelmäßige medizinische Untersuchungen für ältere Führerscheininhaber anzuordnen, einschließlich Sehtest (vgl. Beck 1999). Aufgrund der geringen Unfallzahlen Älterer sind in nächster Zeit auch keine einschneidenden Veränderungen zu erwarten (vgl. Greißinger 2003).

1.6 Fahreignung nach Hirnschädigung

Schlaganfall oder demenzielle Erkrankungen treten mit zunehmendem Alter mit größerem Risiko auf. Daher soll an dieser Stelle auf die Frage der Fahreignung nach Hirnschädigung eingegangen werden.

Aufgrund der hohen Anforderungen von komplexen Verkehrssituationen spielt beim Autofahren die adäquate und schnelle Informationsverarbeitung eine große Rolle. Diese Funktionen können bei Personen, die unter einer Schädigung des Gehirns (z.B. Schlaganfall) oder einer neurologischen Erkrankung leiden, beeinträchtigt sein. Über die Probleme beim Autofahren nach Hirnverletzung berichten z.B. Lundqvist und Rönnberg (2001) sowie Riese et al. (1999). Die unspezifischen Schwierigkeiten (unabhängig von spezifischen Einschränkungen) gleichen oft den Schwierigkeiten älterer Autofahrer, sie betreffen vor allem komplexe Aufmerksamkeitsfunktionen (Riese et al. 1999). Je nach Art und Schwere der Erkrankung können die Beeinträchtigungen unterschiedlich ausfallen, die Schädigungen reichen von Ausfällen im Gesichtsfeld (Hemianopsien) über Konzentrations- und Aufmerksamkeitsdefizite bis hin zu motorischen Einschränkungen (Paresen,

Ataxien) (vgl. Fries et al. 2002). Eine ausführliche Auflistung von Funktionen und Symptomen, die in Folge einer Hirnschädigung die Fahrleistung beeinträchtigen können, findet sich im Gutachten „Krankheit und Kraftverkehr“ herausgegeben vom Ministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. In Deutschland erleiden jährlich ca. 500.000 Menschen einen Schlaganfall oder eine Gehirnblutung, ca. eine Million Menschen leben mit den Folgen einer Hirnschädigung. Gerade in unserer auf Mobilität ausgerichteten Gesellschaft ist deshalb die Abklärung der Fahreignung nach einer Hirnschädigung für viele Patienten von zentraler Bedeutung.

Die Auswirkungen einer Einschränkung der Möglichkeit, autonom am Straßenverkehr teilzunehmen (z.B. aufgrund von Krankheit oder als Unfallfolge) wird daher oft als ein erheblicher Einschnitt erlebt. Ob im individuellen Fall eine Beeinträchtigung besteht, ergibt sich jedoch nicht zwingend aus der Diagnose, sondern erst aus der Überprüfung der Art und Schwere der resultierenden (dauerhaften) Funktionsstörungen. Die behandelnden Ärzte und Therapeuten sind in solchen Fällen verpflichtet, die Patienten über mögliche Einschränkungen ihrer Fahreignung aufzuklären. Dies erfordert eine sorgfältige Diagnostik, für die in der klinischen Praxis bisher noch kein Standardvorgehen etabliert ist. Die abschließende Entscheidung des Gutachters ist immer Ergebnis eines Abwägungsprozesses zwischen den Mobilitätsinteressen der Betroffenen und den Verkehrssicherheitsinteressen der Allgemeinheit. In diesem Spannungsfeld ist ein durchdachtes Beratungskonzept nötig, das sowohl Hilfestellung zu einem rechtlich korrekten Verhalten gibt als auch Sensibilität für den oft hohen emotionalen Stellenwert der persönlichen Fahreignung zeigt.

1.6.1 Die Problematik einer Grauzonenregelung

Die vom Bundesministerium für Verkehr herausgegebenen Begutachtungs-Leitlinien Krankheit und Kraftverkehr (1996) BASt (2000) sind von ihrer Rechtsnatur her kein Gesetz, kommen in ihrer praktischen Bedeutung als Nachschlagewerk für Mediziner und Behörden einem solchen aber gleich. Im Einzelfall können sie dem Gutachter allerdings „nicht mehr als richtungsgebende Hinweise für die Beurteilung“ verschaffen (Dettmers 2001; Fries et al. 2002), allein schon, weil unmöglich alle denkbaren Fälle aufgelistet werden können. Weder die Gutachter noch die Leitlinien als solche entscheiden über die Fahreignung, sondern sie beraten Behörden und Gerichte und machen so rechtliche Folgerungen ableitbar (Schubert und Berg 2001).

Die psychologischen Beurteilungsaspekte, die vor allem für Erkrankungen des zentralen Nervensystems relevant sind, wurden erst in der 6. Auflage des Gutachtens „Krankheit und Kraftverkehr“ (1996) hinzugefügt. Außer einigen Ausschlusskriterien wurden nur wenig Konkretisierungen vorgenommen. Die Entscheidung, welche Begutachtungen angefordert werden

oder ob auch bereits vorliegende Untersuchungen und Beurteilungen anerkannt werden, obliegt allein der Fahrerlaubnisbehörde. Möglich sind sowohl ein fachärztliches Gutachten als auch eine medizinisch-psychologische Untersuchung (MPU) durch eine Gutachtenstelle.

Nach einem Schlaganfall oder einer Gehirnblutung darf ein Patient bei stabilisiertem Allgemeinzustand seinen Führerschein zunächst behalten, wenn weder relevante neurologische oder neuropsychologische Ausfälle zurückgeblieben sind noch die erhöhte Gefahr eines erneuten Schlaganfalls besteht (ausgenommen ist eine dreimonatige Sperrfrist, vgl. Gutachten „Krankheit und Kraftverkehr“ 1996). Bei Rezidivgefahr sind Kontrolluntersuchungen in regelmäßigen Abständen erforderlich. Wenn darüber hinaus in Folge von Substanzschäden des Gehirns Beeinträchtigungen vorliegen, erfolgt „die Beurteilung unter Berücksichtigung der Störungen der Motorik (...) und nach den Begutachtungs-Leitlinien für chronisch hirnorganische Psychosymptome“ (vgl. Gutachten „Krankheit und Kraftverkehr“ (1996), Kap. 3.9.5), in der Regel durch den neurologischen Facharzt und neuropsychologische Diagnostik. In welcher Weise die Beurteilung vorgenommen werden soll, bleibt weitgehend offen und muss im Einzelfall entschieden werden. Die Entscheidung zur Untersuchung bleibt der Eigenverantwortung des Einzelnen überlassen, nach § 2 und § 11 der Fahrerlaubnisverordnung (FeV) ist sowohl der Bewerber wie auch der Inhaber einer Fahrerlaubnis verpflichtet, „eigenverantwortlich Vorsorge zu treffen“, dass er sich und andere nicht gefährdet. Ähnlich komplex ist die Lage für Ärzte und Therapeuten. Sie sind verpflichtet, ihre Patienten in geeigneter Weise über die Problematik zu informieren und sie hinsichtlich des weiteren Vorgehens zu beraten. Dabei sollte die Gewährleistung der Verkehrssicherheit des Einzelnen und der Allgemeinheit im Vordergrund stehen. In letzter Konsequenz unterliegen sie jedoch der Schweigepflicht, Meldepflicht besteht nicht.

Aufgrund dieser „Grauzonen-Regelung“ (vgl. den Beitrag von Dettmers 2001: „Die große Grauzone: welche Patienten mit Hirnläsion sollen getestet werden?“ (Dettmers 2001) kommt es sowohl auf Seite der Patienten als auch bei Medizinern und Behörden oft zu Irritationen. Die Betroffenen werden oft falsch oder gar nicht über die rechtliche Situation informiert.

1.6.2 Beratungsangebot in den Kliniken

Viele Patienten mit zentralen Läsionen fahren wieder Auto, ohne dass eine entsprechende Überprüfung ihrer Fahreignung vorgenommen wurde, nach einer Interviewstudie von Dettmers (2001) sind es 30-50%. Der Autor kritisiert diesen Zustand, da die adäquate Selbsteinschätzung Hirngeschädigter häufig eingeschränkt sei und dies eine ärztliche Untersuchung um so nötiger mache (Dettmers 2001). Bisher werden in vielen Kliniken nur diejenigen Patienten informiert, die

von sich aus die Frage nach ihrer Fahreignung stellen. Da die Überprüfung der Fahreignung nach einem Schlaganfall prinzipiell der Eigenverantwortung des Patienten überlassen bleibt, findet in den Krankenhäusern und Reha-Zentren häufig keine oder keine ausreichende Beratung statt. Dies liegt sicherlich auch daran, dass die Frage, welcher Arzt für die Aufklärung verantwortlich ist, ungeklärt bleibt. Niedergelassene Neurologen oder Psychiater verfügen meist nicht über Möglichkeiten, eine qualifizierte neuropsychologische Testung durchzuführen. Daher ist das Angebot an Diagnostik und Beratung zur Fahreignung bislang uneinheitlich, vor allem hinsichtlich der Methoden (medizinische oder neuropsychologische Diagnostik, Fahrprobe). Noch seltener findet eine Evaluation der durchgeführten Maßnahmen statt, die den Erfolg des Konzepts beurteilen. Gerade bei verdeckten Konzentrations- und Aufmerksamkeitsdefiziten ist eine aussagekräftige Diagnostik, die zumindest annäherungsweise prognostischen Wert für das Verhalten im Straßenverkehr besitzen soll, schwierig zu realisieren, zahlreiche empirische Untersuchungen belegen dies Brenner-Hartmann und Bukasa (2001; Hannen et al. 1998). Verstärkt werden die bestehenden Unsicherheiten dadurch, dass die wissenschaftliche Diskussion über eine valide Testung der Fahrteignung dieser Patientengruppe keineswegs abgeschlossen ist (Hannen et al. 1998; Korteling 1990; Lundqvist et al. 2001). Nachbefragungen beratener Patienten können wertvolle Informationen zur Beratungspraxis liefern und sind somit ein erstes Indiz für Erfolg oder Misserfolg einer Maßnahme. Die Ergebnisse einer solchen Nachbefragung sind im Folgenden dargestellt.

1.6.3 Ergebnisse einer Interviewstudie

Um von Betroffenen einen direkten Erfahrungsbericht zum Umgang mit der Situation zu bekommen, wurde eine Telefonbefragung von positiv begutachteten neurologischen Patienten durchgeführt. Im Einzelnen sind die Ergebnisse nachzulesen bei Burgard et al. (2004). Die Befragung fand im Rahmen einer Qualitätssicherungsmaßnahme der Buchberg-Klinik in Bad Tölz statt, wo seit drei Jahren eine intensive Beratung zum Thema Fahreignung durchgeführt wird. Alle befragten Patienten hatten während ihres Aufenthalts in der Reha-Klinik an einem freiwilligen Fahreignungstest mit neuropsychologischer Testung und Fahrprobe teilgenommen und bestanden.

Zur Fahrprobe wurden nur die Patienten zugelassen, die sich in neurologischer und neuropsychologischer Diagnostik nicht als auffallend beeinträchtigt erwiesen hatten. Bei unauffälligen Ergebnissen wurde den Patienten eine Bescheinigung über die Teilnahme an der diagnostischen Abklärung der Fahreignung ausgestellt. Im Rahmen der Beratung wurde darauf hingewiesen, dass eine Anerkennung des Klinik-Gutachtens bei der Fahrerlaubnisbehörde möglich ist.

Die Nachbefragung hatte neben der für die Klinik intern wichtigen Bewertung des Angebots vor allem zwei **Zielsetzungen**:

(1) Erfassung möglicher Veränderungen in quantitativer oder qualitativer Fahrpraxis und subjektiver Fahrsicherheit
(2) Beschreibung des Umgangs mit der rechtlichen Situation und der Erfahrungen mit der Fahrerlaubnisbehörde.

Zu (1): Autofahren stellt vor allem bei sich schnell verändernden Verkehrssituationen eine Reihe von Anforderungen an kognitive und perzeptive Funktionen (Kaiser und Oswald 2000; Karner und Biehl 2001). Besonders Aufmerksamkeitsfunktionen und die Reaktionsgeschwindigkeit sind nach einem Schlaganfall häufig beeinträchtigt. Eine Verschlechterung der Leistung in den Labortests muss aber nicht gleichbedeutend mit beeinträchtigter Fahreignung sein. Durch gezielte Selektion von einfachen Fahrsituationen und eine allgemein vorausschauende und vorsichtige Fahrweise lassen sich Defizite zu einem gewissen Grad kompensieren. Im Interview sollte erfasst werden, in wie weit die Patienten nach ihrer Erkrankung ihr Fahrverhalten ändern und anpassen. Folgende Variablen wurden dazu erhoben:

- Quantitative Beschreibung der Fahrpraxis (Kilometer pro Jahr, längste Strecke, Reduktion der Fahrten).
- Qualitative Beschreibung der Fahrpraxis: Abfrage möglicher Schwierigkeiten in den Bereichen Orientierung, Belastbarkeit und visuelle Wahrnehmung, Vermeidung von Fahrsituationen.
- Bewertung der subjektiven Fahrsicherheit.

Zu (2): Die Patienten wurden in der Klinik umfassend zur rechtlichen Lage der Fahreignung nach Hirnschädigung beraten. Dazu gehörte auch der Hinweis, dass die Bescheinigung der Klinik von der Fahrerlaubnisbehörde anerkannt werden kann, aber nicht muss. Den Patienten wurde offen gelassen, sich um die Anerkennung der Untersuchung zu bemühen. Für die weitere Beratung war von Interesse, ob auch andere als die lokale Behörde die Begutachtung anerkennen würden.

Probanden:

54 Schlaganfall-Patienten, die drei Monate bis drei Jahre vor dem Interviewtermin zur Rehabilitation in der Buchbergklinik waren, wurden telefonisch befragt. Das Patientenklientel der Klinik besteht zu 90% aus Personen mit Erkrankungen aus dem apoplektischen Formenkreis

(Schlaganfall, Gehirnblutung, etc.). Die Stichprobe bestand aus 35 Männern (65%) und 19 Frauen (35%), das Durchschnittsalter lag bei 59 Jahren (Range 34 bis 79 Jahre).

Methoden:
Der Interviewbogen des halbstandardisierten Interviews bestand aus folgenden Teilen:

- Deskriptive Daten zu Erkrankungszeitpunkt und quantitativer Fahrpraxis
- Checkliste zu Problembereichen beim Autofahren
- Driving Habit Questionaire (DHQ, Ball et al. 1998) zur Erfassung des Vermeidungsverhaltens
- Ratingskala zum Einstufen der subjektiven Fahrsicherheit
- Offene Fragen zum Vorgehen mit dem Gutachten

Zusammenfassung der Befragungsergebnisse
Die befragten Patienten bewerteten die angebotene Fahrdiagnostik überwiegend als positiv und die Information als sehr hilfreich. Die bestandene Fahrprobe wurde von vielen als erhebliche Stärkung des Selbstvertrauens bezeichnet, das Beratungsangebot wurde sehr dankbar angenommen. Einschränkungen der positiven Bewertung wurden nur in den Fällen geäußert, wo Patienten sich vergeblich um die behördliche Anerkennung der Bescheinigung bemüht hatten. Aus diesen Berichten ergab sich insgesamt der Eindruck eines sehr heterogenen Informationsstands bei den Behörden zu den Regelungen bei ZNS-Erkrankungen.

Das Fahrverhalten der befragten Patienten hatte sich insgesamt stabilisiert. Bis auf eine Patientin nahmen alle das Fahren wieder auf. Vermeidungsverhalten und Reduktion der gefahrenen Strecken lagen im Rahmen der für die Altersgruppe üblichen Veränderungen (vgl. Kaiser und Oswald 2000). Schwierigkeiten und Defizite beim Autofahren wurden von den Probanden insgesamt nur selten berichtet. Bei vorhandenen wahrgenommenen Schwierigkeiten gab es einen Zusammenhang zum Vermeiden der entsprechenden Fahrsituationen. Gegenstand der Vermeidung waren (bei Frauen stärker als bei Männern) Nacht- und Autobahnfahrten. Grundsätzlich gilt: wer weniger Fahrpraxis hat vermeidet auch deutlich häufiger schwierige Fahrsituationen.

Die Mehrzahl der Patienten schätzt sich beim Autofahren als sehr sicher ein. Es zeigten sich Zusammenhänge zu den wahrgenommenen Schwierigkeiten und Defiziten. Wer Schwierigkeiten beim Autofahren bemerkte, stufte sich auch als weniger sicher ein.

Zur Begutachtungsproblematik bei neurologischen Patienten
Demographische Entwicklung und zunehmende Motorisierung werden in naher Zukunft die Relevanz der Diskussion um die Fahreignung nach altersbezogenen Erkrankungen wie dem

Schlaganfall erhöhen (Statistischer Informationsservice DESTATIS). Wie im Interview mit Betroffenen deutlich wurde, besteht in der Praxis noch großer Bedarf an Beratung und Information auf allen Seiten. Anders als etwa bei Einschränkungen der Funktionalität der Gliedmaßen, bei Alkoholmissbrauch oder bei verschiedenen Anfallserkrankungen (Epilepsie) gibt es für Schlaganfallpatienten keine klaren Richtlinien zur Feststellung der Fahreignung, was für Patienten, Mediziner und Behörden große Unsicherheiten mit sich bringt. Dies liegt zum einen am Krankheitsbild selbst: die Heterogenität der Folgen der Erkrankung hinsichtlich Dauer, Schweregrad und betroffenen Funktionsbereichen erschweren eine allgemein gültige Regelung. Es ist unmöglich, in den Begutachtungs-Leitlinien verbindliche Vorschriften für alle vorkommenden oder nur denkbaren Defizite zu beschreiben. Die Entscheidung zum angebrachten Vorgehen verbleibt also im Einzelfall immer bei Arzt und Patienten selbst, weshalb ein verantwortungsvolles Vorgehen hier um so nötiger ist. Eine Einigung auf klare diagnostische Kriterien für die Fahreignung besteht bislang nicht, zumal die Diskussion um die für das Autofahren relevanten Funktionsbereiche noch nicht abgeschlossen ist. In der klinischen Praxis wird die Aussagekraft einer reinen neuropsychologischen Testung kontrovers diskutiert (Korteling 1990; Niemann und Dörner 1999; Schubert und Berg 2001; Wolbers et al. 2001). Durch eine Vorselektion aufgrund neuropsychologischer Cut-offs besteht die Gefahr eines zu konservativen Ausschlusses, bei dem Personen mit auffälliger Testleistung sich in einer Fahrprobe möglicherweise als unauffällig erwiesen hätten. Belege dieser Diskrepanz zwischen Testdiagnostik und Fahrlehrerurteil sind vorhanden, z.B. in der Studie von Hannen et al. (1998), in der bis zu 33% der Probanden anhand von reiner Testdiagnostik falsch diagnostiziert wurden. Eine zusätzliche praktische Fahrprobe kann hier mehr Klarheit bringen. Eine andere Möglichkeit von gefahrloser und realitätsnaher Testung bieten Fahrsimulatoren, die dank der technischen Fortschritte der letzten Jahre mittlerweile realitätsnahe Darstellungen bieten. Wie Wolbers et al. (2001) zeigen konnten, ist die Akzeptanz bei den Patienten auch groß. Diesem Aspekt kommt gerade wegen der großen Eigenverantwortung der Patienten eine zentrale Bedeutung in einer wirkungsvollen Beratung zu.

Eine Befragung von als fahrtauglich eingestuften Patienten konnte das diagnostische Vorgehen der Buchbergklinik bestätigen. Durch die Selektion von subjektiv unkritischen Situationen kommt die Mehrzahl der Patienten zu einer sehr positiven Selbsteinschätzung ihrer Fahrsicherheit. Dieses Ergebnis, dass wahrgenommene Schwierigkeiten mit einem stärker ausgeprägten Vermeidungsverhalten einhergingen, steht im Einklang mit den Befunden von Ball et al. (1998). Mittels Selektion von Fahrsituationen kann eine Risikohomöostase (Wilde 1978) erreicht werden, die zu einer stabilen subjektiven Sicherheit führt. Dieses „Einpendeln“ auf ein persönliches Anforderungsniveau verlangt Übung und gute Selbsteinschätzung. Gerade bei leichten

Beeinträchtigungen von Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsleistungen müssen bewusst Kompensationsstrategien erprobt werden. Ein wichtiger Schritt dieser Erprobung kann im Rahmen der Rehabilitation eine praktische Fahrprobe sein. Wie diese Interviewstudie zeigt, kann eine solche „Bewährungsprobe“ sowohl das Selbstbewusstsein stärken, als auch Beeinträchtigungen transparent machen und in Richtung zusätzlicher (Schulungs-) Maßnahmen beraten.

Die Informationsdienstleistung der Klinik erhielt eine sehr gute Rückmeldung. Nach Ansicht der Patienten sollte es unbedingt Bestandteil der Rehabilitation sein, über die Problematik des Autofahrens nach einem Schlaganfall umfassend aufzuklären. Aus Sicht der Patienten ist eine Rehabilitationsklinik als helfende Organisation besonders vertrauenswürdig und daher gut geeignet, die Überprüfung der Fahreignung nahe zu legen.

Aus der Befragung wurde ersichtlich, dass sich aufgrund der rechtlichen „Grauzone“ für die Betroffenen große Schwierigkeiten ergeben. Der Umgang mit solch wenig regulierten Fragestellungen übersteigt die Kapazität der Behörden. Hier ist noch großer Verbesserungsbedarf, wenn das Vertrauen in den Begutachtungsprozess aufrecht erhalten werden soll, was um so nötiger ist, solange die Betroffenen sich der Begutachtung freiwillig unterziehen.
Ein gut durchdachtes Beratungskonzept auch hinsichtlich rechtlicher Fragen ist daher um so notwendiger. Im Sinne der Patienten wäre, wenn direkt von der Reha-Klinik aus eine rechtsverbindliche Begutachtung vorgenommen werden könnte und damit das oft nerven- und zeitaufwendige Tauziehen mit der Fahrerlaubnisbehörde entfällt.

Fazit:

- Es besteht noch großer Beratungs- und Informationsbedarf auf allen Ebenen (Patienten, Ärzte/Psychologen, Behörden).
- Die praktische Fahrprobe ist in der klinischen Praxis eine wichtige Hilfestellung und zugleich unentbehrliche Ergänzung der computergestützten Diagnostik. Wo möglich, sollten Reha-Kliniken in Zusammenarbeit mit einem externen Fahrlehrer ihren Patienten ein solches Angebot bieten.
- Da viele neurologische Patienten sich hinsichtlich der Gutachtenfrage innerhalb einer Grauzonen-Regelung befinden, erhält die verantwortungsvolle Entscheidung des Arztes einen sehr hohen Stellenwert. Ein Konsens bzgl. der nach einem Schlaganfall durchzuführenden Screenings zur Fahreignung könnte diese Entscheidung erleichtern.
- Im Interesse eines einfacheren Vorgehens für die Patienten wäre die Ermöglichung einer rechtsverbindlichen Begutachtung durch die Reha-Klinik erstrebenswert. Auch in diesem Punkt könnte die oben genannte Definition von Untersuchungsstandards den Weg ebnen.
- Weitere Erforschung und Validierung der für die Fahreignung relevanten medizinisch-psychologischen Kriterien ist erforderlich.
- Aufgrund der hohen Eigenverantwortlichkeit der Patienten sollten prädiktive Verfahren mit zusätzlich hoher Augenscheinvalidität besonders berücksichtigt werden.

2 Messung von Fahrkompetenz – auf dem Weg zu prädiktiven Kriterien

Es gibt verschiedene Methoden, um die Fahrkompetenz zu messen. Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen Methoden, die als direkter Indikator für die Güte der Fahrkompetenz fungieren (wie z.B. die Analyse von Unfallstatistiken oder die teilnehmende Beobachtung während einer Fahrprobe) sowie Messungen von Teilkompetenzen, die sich aufbauend auf theoretischer Fundierung als prädiktiv für die Fahrkompetenz erwiesen haben. Erstere sind die Kriteriumsvariablen, letzteres die Prädiktoren. Bei beiden stellt sich die Frage der Auswahl sowie der adäquaten Operationalisierung (vgl. Risser 2001). In der fahrdiagnostischen Praxis hat sich vielfach durchgesetzt, einzelne Leistungstests durchzuführen, deren prädiktive Validität anhand von evaluativen Studien mit dem Ergebnis von Fahrproben verglichen wurden (vgl. Bukasa et al. 1989; Bukasa und Piringer 2001). Will man verschiede Prädiktoren wie z.B. verschiedene Seh- oder Aufmerksamkeitsfunktionen oder Persönlichkeitsvariablen hinsichtlich ihrer Aussagekraft für die Fahrkompetenz beurteilen, ist man in empirischen Untersuchungen auf ein Außenkriterium angewiesen, das das Fahrverhalten zuverlässig beschreibt. In der Literatur finden sich vor allem zwei Außenkriterien: die Unfallzahlen und die Fahrverhaltensdaten.

2.1 Außenkriterium: Unfallzahlen oder Fahrverhalten

Wie aus der Analyse verschiedener Studien zu Unfallzahlen deutlich geworden ist, sind Unfallereignisse ein problematisches Kriterium für die Qualität der Fahrleistung. So wurden in einigen Studien sogar negative Korrelationskoeffizienten zwischen Fahrproben und Unfallzahlen gefunden (z.B.McKnight 1999), Unfallfahrer zeigten hier sogar eine niedrigere Zahl an Fahrfehlern. Die Problematik ist durch verschiedene Umstände begründet. Zum einen ist ein Unfall statistisch betrachtet ein äußerst seltenes Ereignis, zu selten, um mittels kleiner Stichproben differenzierte Aussagen zu machen. Zudem kommt es bei der polizeilichen Beurteilung von Unfallursachen häufig zu Unschärfen (vgl. Kaiser 2001).

Eine andere Möglichkeit der Beurteilung bietet die Analyse des Fahrverhaltens. Hierzu gibt es eine Reihe von standardisierten Verfahren, die mit Hilfe eines detaillierten Protokolls die verschiedenen fahrrelevanten Kategorien wie z.B. Spurhaltung, Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten oder sicherndes Verhalten genau beschreiben. Einen Überblick über die gängigen Methoden gibt es bei Sömen (1990). Zu nennen sind hier vor allem der „Kölner Fahrverhaltenstest“ (Kroj und Pfeiffer 1973) sowie die „Wiener Fahrprobe“ (Risser und Brandstätter 1985). Auch die Fahrprobe als Beobachtungsinstrumentarium hat ihre Schwächen, so z.B. die kritische Frage der Interrater-Reliabilität sowie die eingeschränkten Möglichkeiten der Standardisierung (vgl. Sömen 1990).

2.2 Die verschiedenen Testmethoden

In der Diagnostik und Rehabilitation der Fahrkompetenz steht eine Validierung, die das Testergebnis mit der tatsächlichen Fahrleistung in Verbindung bringt, in vielen Fällen noch aus. Dabei konkurrieren Messungen im Labor (Leistungstest) mit Erhebungen im Feld (Fahrprobe). Jede Methode hat ihre Vor- und Nachteile, auf die im folgenden eingegangen wird.
Bei der Beurteilung der Fahreignung im Seniorenalter oder nach neurologischer Erkrankung stößt man auf **zwei mögliche Fehlerquellen**:

1. **Falsch negative Beurteilung:** viele diagnostische Verfahren erfassen die Kompensationsmechanismen, die besonders ältere Autofahrer sich angeeignet haben, nicht mit. Hier zeigt sich ein methodisches Problem der neuropsychologischen Testdiagnostik. Senioren schneiden in testpsychologischer Funktionsdiagnostik meist schlechter ab, als ihrer praktischen Fahrleistung entsprechen würde.
2. **Falsch positive Beurteilung:** in vielen Fällen ist die allgemeine Verlangsamung, die im Alter und bei neurologischen Erkrankungen oft auftritt, nur in Grenzsituationen erkennbar, könnte in solchen aber schlimme Folgen haben. Hier zeigt sich vor allem ein methodisches Problem der Fahrprobe als diagnostisches Kriterium, denn hier wird das Verhalten in Situationen mit erhöhten Anforderungen nur unzureichend erfasst.

In beiden Fällen kann eine zusätzliche Datenerhebung am Fahrsimulator die Validität der Aussage erhöhen (vgl. Kaiser und Oswald 2000).

2.2.1 Fahrverhaltensbeobachtung

Der Entwicklung von standardisierten Fahrverhaltensbeobachtungen liegen weitreichende methodische und theoriegeleitete Überlegungen zu der Bedeutung von Fahrverhaltensmerkmalen und einer beurteilungsfreien Erfassungsmöglichkeit zugrunde (Sömen 1990). Die praktische Fahrprobe als Verhaltensstichprobe hat unter allen Verfahren die größte Realitätsnähe, da sie eine direkte Verhaltensbeobachtung erlaubt. Allerdings stellen sich dem Probanden je nach Verkehrssituation sehr unterschiedliche Anforderungen. Eine Vorauswahl der Strecke und ein strukturiertes Verhaltensprotokolls können die Genauigkeit der Bewertung erhöhen. Fastenmeier (1995) berücksichtigt in seiner Fahrverhaltensbeobachtung so z.B. die für normale Fahrer durchschnittliche quantitative und qualitative Exposition bestimmter Straßentypen und Verkehrssituationen sowie repräsentative Alltagssituationen. Sowohl die „Wiener Fahrprobe“ als auch der vom deutschen TÜV verwendete „Kölner Fahrverhaltenstest“ legen der Prüfung eine

standardisierte Strecke zugrunde. Das Kölner Protokoll lässt sich anhand eines Situationsschlüssels auf verschiedene neue Umgebungen adaptieren. Nach Kaiser und Oswald (2000) ist eine Fahrprobe nur dann aussagekräftig, wenn sich in ihr eine Überforderung des Fahrers zeigte und es daher zu einem negativen Befund über die Fahreignung kam. Eine positive verlaufene Fahrprobe kann theoretisch jedoch nicht alle Zweifel beseitigen, da schlecht mutwillig Grenzsituationen provoziert werden können. Die Stärke der Fahrprobe liegt darin, dass die Leistungsfähigkeit in Relation zu der konkreten Aufgabensituation erfasst wird und so auch Kompensation zulässt. Weiterer Vorteil für die diagnostische Praxis ist die hohe Akzeptanz bei den Probanden (vgl. Sömen 1990). Die verschiedenen Beobachtungsprotokolle unterscheiden sich vor allem durch die Kategorien sowie die Art der Fehlercodierung. In der „Wiener Fahrprobe“ werden zwei verschiedene Codierungssysteme verwendet: die Fehlerzählung (z.B. „Spurabweichung mit Gefährdung“, „Geschwindigkeitsüberschreitung“, „zu geringer Abstand“...) sowie die Beschreibung des Fahrverhaltens in Form einer Merkmalsregistrierung. Letztere beruht auf der gleichen Codierung wie der „Kölner Fahrverhaltenstest“: Aufgabe gelöst, nicht gelöst, nicht beobachtbar (vgl. Risser und Brandstätter 1985). Die große Anzahl der Fehlermöglichkeiten erfordert eine sorgfältige und zeitaufwendige Schulung der Rater. Im „Kölner Fahrverhaltenstest“ liegen eine Reihe von Untertests bzw. Fahraufgaben zugrunde. Diese sind im einzelnen (vgl. Kroj und Pfeiffer 1972):

1. Sichern
2. Spurgenauigkeit
3. Rechtsfahren
4. Gefährden
5. Zögern
6. Mitfahren
7. Abstand halten
8. Zeichenorientierung nach Wegweisern
9. Geschwindigkeit in Bezug zu den Umständen (schmale Innerortsstraßen, Kurven).

In dem etwa eine Stunde dauernden Fahrtest sind verschiedene Beobachtungsabschnitte definiert, pro Abschnitt werden verschiedene Verhaltensmerkmale registriert. Die Protokollführung erfolgt durch zwei unabhängige, geschulte Rater. Sowohl die Wiener als auch die Kölner Fahrprobe gelten mittlerweile als ausreichend validiert.

2.2.2 Fahrsimulator

In der Vergangenheit wurden zunehmend die technischen Möglichkeiten des Fahrsimulators als Alternative zu bisherigen Prüfungsverfahren eingesetzt. Mit ausgefeilten Simulationen lässt sich ein

realitätsnaher Bezug herstellen. Es können gezielt verschiedene Situationen und Bedingungen getestet werden (z.B. Missachtung der Vorfahrt oder unterschiedliche Fahrbahn- und Witterungsbedingungen), die Möglichkeit zur standardisierten Messung ist also gegeben. Es kann gefahrlos getestet werden, so dass auch Grenzsituationen simuliert werden können, oder Probanden untersucht werden können, die auf der Straße ein zu großes Risiko darstellen würden. Wie Wolbers et al. (2001) gezeigt haben, ist die Akzeptanz bei den Probanden sehr hoch. Mit möglichst großer Realitätsnähe wird der Simulator allerdings zu einem teuren Messinstrument. Untersuchungen zur Fahrkompetenz mit Hilfe von Simulatoren gibt es bei Lundqvist et al. (1999; 2000), bei Rizzo et al. (2000) und bei Schmidt et al. (1996), sowie bei Walter et al. (2001) sowie bei Ott et al. (1999) in Kombination mit Messungen der Hirnströme. Wolbers et al. (2001) setzen einen Fahrsimulator zur Rehabilitation von neurologischen Patienten ein, Kotterbra et al.(2003) untersuchen am Simulator die Fahrkompetenz von MS-Patienten. Versuche zur Diagnostik der Fahrkompetenz mittels Simulator bei Älteren gibt es bei de Ward (1996) sowie bei Lee et al. (2003) und Roenker et al. (2003), bei dieser letzten Studie wurde eine Übertragung der Trainingseffekte im Simulator auf Realfahrten auf der Straße gefunden. Diese Befunde konnten auch Ivanci und Hesketh (2000) belegen. Vorteile eines Simulators sind klarer Weise die Vielzahl an exakten Variablen (z.B. zur Spurgenauigkeit, Bremsreaktion oder Fehlerregistrierung), die extrahiert werden können. Allerdings ergeben sich durch die selbst im aufwendigsten Simulator vorhanden Differenzen zwischen Realität und Simulation zwangsläufig Verzerrungen. Systematische Validierungen von Simulatoren stehen weitestgehend noch aus.

2.2.3 Neuropsychologische und verkehrspsychologische Tests

In der Verkehrsdiagnostik werden vor allem Leistungstests durchgeführt, die einzelne Funktionsbereiche wie Aufmerksamkeit, Konzentration und Reaktionsfähigkeit messen. Zwischen den psychometrisch erfassbaren Leistungsdaten und dem tatsächlichen Fahrverhalten bleibt jedoch immer eine Rest-Diskrepanz. Dies liegt zum einen an der künstlichen Laborsituation, zum anderen daran, dass diese Funktionsbereiche nur zum Teil das Verhalten im Straßenverkehr steuern. Ein Vorteil der Laboruntersuchung besteht in der Möglichkeit, Prädiktorvariablen zu identifizieren, die das Fahrverhalten zu einem gewissen Grad vorhersagen. Dies wird von einigen Verfahren in zufriedenstellendem Ausmaß erreicht. Es gibt mittlerweile eine Reihe verkehrspsychologischer Testverfahren, deren Validität zur Messung der Fahrkompetenz als ausreichend bestätigt gilt. Dazu zählen z.B. die Verkehrstestbatterie des Wiener Testsystems (Firma Schuhfried) oder auch das eng verwandte ART2020, das in Deutschland zur Eignungsdiagnostik bei der MPU (medizinisch-psychologische Untersuchung durch den TÜV) verwendet wird. Die verschieden Versionen von

Wiener Testsystem und ART werden in der Studie von Karner und Biehl (2001) auf ihre Zusammenhänge hin geprüft, die Ergebnisse waren zufriedenstellend. In einer groß angelegten Validierungsstudie überprüften Bukasa und Piringer (2001) die Aussagekraft verschiedener Leistungstests für die Fahreignung. Extremgruppenvalidierungen, in denen anhand der Testergebnisse die verschiedenen Gruppen unterschieden werden sollten, gibt es z.B. von Neuwirth (2001). In dieser Studie wurden neurologische Patienten, Alkoholkranke und Psychiatriepatienten mit gesunden Probanden verglichen. Die Testbatterie des Wiener Testsystems konnte zwischen den beiden Gruppen trennen.

Die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Testverfahren wird bei Senioren immer wieder hinterfragt. Zum einen wird diskutiert, ob eine Testung überhaupt erforderlich sei, zum anderen wird die Frage der Validität der Testverfahren speziell für Ältere in Frage gestellt. In vielen Verfahren fehlen noch Normdaten für die höheren Altersklassen. Christ (1997) äußert sich zu beidem: Fahrtests hätten gezeigt, dass Senioren wirklich schlechter fahren als Jüngere (Untersuchung zitiert in Christ 1997). Zudem haben sich die Unterschiede in Reaktionszeiten im Vergleich zu Jüngeren vielfach bestätigt. Außerdem sei die Diskriminanz von Leistungstests auch für Ältere durchaus zufriedenstellend: ältere erzielen schlechtere Ergebnisse als Jüngere. Der Median fällt ab, die Streuung innerhalb der Altergruppe nimmt jedoch zu. Die Diskriminanz sei somit gut (vgl. Christ 1997). Zu den Zusammenhängen zwischen Testleistung und Fahrprobe meint der Autor, verkehrspsychologische Tests besitzen gerade bei Senioren eine ausgesprochene Validität, da die Korrelationen von Fahrverhaltensvariablen mit Testvariablen zufriedenstellend seien. Vor allem die Variablen mit komplexen Anforderungen und Bezug zur Geschwindigkeit korrelieren hoch (vgl. Christ 1997). Die Beantwortung dieser Fragen ist bisher nicht abschließend gelungen. Im Falle von neurologischen Patienten mehren sich die Stimmen, reine Funktionsdiagnostik reiche zur Beurteilung nicht aus (vgl. Dettmers 2001, Hannen et al. 1998).

Neben den häufig verwendeten Verkehrstestbatterien werden auch andere Testverfahren aus der neuropsychologischen Diagnostik zu Aufmerksamkeit, Intelligenz, Gedächtnis oder zu visuellen Suchfunktionen in einer Reihe von Studien analysiert. Unter Punkt 2.4 sind einige dieser Studien wiedergegeben.

2.3 Zu Fragen der Validität

Der Komplexität und Vielzahl der bei der Fahrkompetenz involvierten Prozesse lässt in besonderem Maße Fragen nach der Vorhersagekraft der Testverfahren aufkommen. Die verkehrspsychologische Diagnostik sieht sich aus den oben genannten Gründen vielfach mit dem Problem der Validität der

eingesetzten Messverfahren konfrontiert. Wegen der oftmals drastischen Auswirkungen im Falle einer Negativbegutachtung für die Betroffenen verschärft sich diese Problematik noch. Risser (2001) weist auf die oftmals niedrigen Validitätskoeffizienten zwischen den eingesetzten Testverfahren und einzelnen Kriteriumsvariablen hin (vgl. Bukasa, Wenninger & Brandstätter, 1990; Bukasa & Piringer, 2001; Karner & Neuwirth, 2000). Wie bereits angesprochen, ist vor allem die Operationalisierung und die Auswahl des Außenkriteriums problematisch, dies dürfte eine Teilursache für die oftmals niedrigen Korrelationskoeffizienten sein (vgl. Punkt 2.4). Die Problematik der unterschiedlichen Kriteriumsvariablen (Unfälle vs. Fahrverhalten) wurde bereits kurz angesprochen. Eine geringe Auftretenshäufigkeit kann natürlich zu Verzerrungen der dargestellten Zusammenhänge führen, und Unfälle stellen nach Klebelsberg (1982) seltene Ereignisse dar. Auch bei Fahrfehlern stellt sich das Problem in abgewandelter Form: bei einem Fehler im Straßenverkehr muss immer von einer multikausalen Verursachung ausgegangen werden. Probleme der Psychomotorik und der visuellen Auffassungsgabe können z.B. ineinander greifen. An diesem Beispiel wird bereits deutlich, dass sich bei der Fahrdiagnostik in erheblichem Maße die Kriterien (Fahrverhalten, Fehler, Unfälle) von den Prädiktoren (Funktionsbereiche wie Sehen, Aufmerksamkeit) unterscheiden, da die Kriterien einen wesentlich globaleren Charakter haben. Eine gewichtete Zusammenfassung der Prädiktoren könnte die prognostische Validität somit deutlich verbessern. Sommer und Olbrich (in Druck) konnten in Übereinstimmung mit dieser Sichtweise im Bereich der Flugpsychologie zeigen, dass mittels Zusammenfassung der diagnostischen Informationen bessere Klassifikationsraten erzielt werden konnten. Weitere Forschung ist nötig, um anhand einer Identifikation von zusammengehörigen Fehlergruppen entsprechende Prädiktorgruppen zuzuordnen.

Die Fragen der Validität und der Operationalisierung sind bereits bei den relativ homogenen mittleren Altersgruppen nicht trivial. Um so mehr stellen sie sich bei so heterogenen Fahrergruppen wie älteren Autofahrern oder neurologischen Patienten. Lundqvist et al. (2000) sowie Dettmers (2001) betonen, dass bei diesen Fahrergruppen auch in der routinemäßigen Diagnostik nicht allein eine neuropsychologische Testung vorgenommen werden sollte. Um so mehr sollte bei der Validierung und Testentwicklung auf eine Methodenvielfalt gesetzt werden, um in systematischen Analysen die besten Prädiktoren zu analysieren. Beispiele für solche Studien finden sich bei Hannen et al. (1998), Lundqvist et al. (2000), Niemann und Döhner (1999) sowie DeRaedt et al. (2000).

2.4 Vergleichende Darstellung verschiedener Studien – ein Review

Um einen Überblick über die wichtigsten eingesetzten Testverfahren sowie die untersuchten Funktionsbereiche in Studien zur Fahreignungsdiagnostik zu erhalten, wurden ausgewählte Studien in tabellarischer Form zusammengefasst. Die Tabelle enthält die Ergebnisse verschiedener Studien, die vergleichende Untersuchungen mittels verschiedener Testverfahren durchführten. Die Testmethoden sind nach den Untergruppen Fahrtest, Simulatortest, neuropsychologische Diagnostik sowie Sehdiagnostik geordnet, für jeden Test sind die Korrelationswerte angegeben, sofern sie in den Veröffentlichungen genannt wurden. Korreliert wurde die Testleistung entweder mit Unfallzahlen, oder aber mit den Ergebnissen einer praktischen Fahrprobe. In einigen Fällen wurden lediglich verschiedene Fahrergruppen (z.B. gesunde Fahrer und neurologische Patienten) auf signifikante Unterschiede untersucht. Die meisten Korrelationskoeffizienten bewegen sich zwischen .30 und .40, nur bei wenigen Tests liegen sie höher (z.B. in der Studie von DeRaedt zwischen .50 und .60 für UFOV und Reaktionstest). Nachfolgend wird lediglich eine Übersicht über die Autoren sowie Probanden und Untersuchungsmethoden dargestellt, eine vollständige Tabelle mit den Korrelationskoeffizienten findet sich im Anhang unter Punkt 8.2.

Studie	Test	FP	Sim.	VPN
Lundqvist 2000	x	x	x	30 Patienten, 30 Kontrollen
Karner 2001	x			127 Normalprobanden
Korteling 1990	x	x		10 Ältere, 10 Jüngere, 10 Patienten
McGwin 1998	x			278 Ältere, 0 o. mehr Unfälle
McKnight 1999	x	x		407 Ältere, 2/3 Unfälle
Hannen 1998	x	x		116 Patienten
Janke 2001	x	x		102 Ältere, 33 Jüngere
De Raedt 2000	x	x		84 Ältere, Durchschnittsalter 78,6
Rizzo 2000	x		x	18 Alzheimer, 12 Kontrollen
Schmidt 1996	x		x	20 Patienten, 20 Kontrollen
Bukasa 2001	x	x		120 Probanden
Meyers 1999	x			312 Probanden

Tab. 2.1: Überblick über die im Anhang aufgelisteten Studien zur Fahreignung. Erhoben wurde die Leistung in der Testdiagnostik (Test), Fahrprobe (FP) sowie die Fahrleistung im Simulator (Sim.).

3 Fragestellungen und Aufbau der Studie

Der derzeitige Forschungsstand lässt noch einige Lücken, bisher gibt es noch keinen Konsens über die wichtigsten Funktionen, die zur Fahrkompetenz beitragen. Über die Relevanz der Aufmerksamkeitsfunktionen wurde einiges gesagt. Wie dargelegt wurde, sind während dem Autofahren vor allem die geteilte Aufmerksamkeit und der Aufmerksamkeitswechsel von einem Fokus auf den nächsten in komplexen Situationen relevant. Hier zeigten sich vor allem bei Älteren und neurologischen Patienten vielfach Schwierigkeiten und Defizite, ebenso wie bei Funktionen, die visuelle und Aufmerksamkeitskompetenzen miteinander verbinden. Eine weitere offene Frage sind die Relevanz der verschiedenen Sehfunktionen. Vielfach wurde die bisher immer noch vorherrschende Alleinstellung der Diagnostik der zentralen Tagessehschärfe kritisiert. Die Bedeutung von peripheren Sehleistungen für die Fahrkompetenz ist zwar in zahlreichen Studien belegt, findet in diagnostische Instrumente aber bislang kaum Eingang.

Mit der Frage nach der grundlegenden Vorhersagekraft verschiedener Teilfunktionen und deren Relevanz bei der Beurteilung der Gesamtkompetenz verbunden ist die Vermutung, dass für unterschiedliche Personengruppen verschiedene Verfahren aussagekräftig sein könnten. In dieser Untersuchung wird daher besonderes Augenmerk auf die Gruppen der älteren Fahrer und der neurologischen Patienten gelegt, für die gesondert aus der Vielzahl der Prädiktoren die geeignetsten extrahiert werden sollen.

Der technische Fortschritt erlaubt mittlerweile sehr realistische Darstellungen von Fahrumgebungen in Simulationen. Der große Vorteil dieser Methode liegt in der völlig gefahrlosen Testung von Notfallreaktionen, die anderweitig kaum in realitätsähnlichem Setting überprüft werden können. Der Einsatz von Simulatoren zu diagnostischen Zwecken ist bislang jedoch sehr unzureichend untersucht. In dieser Studie soll daher die Vergleichbarkeit von Simulatorfahrten und Realfahrten überprüft werden, jeweils wieder für verschiedene Personengruppen. Um vorab eine sinnvolle Datenerhebung im Simulator zu evaluieren, wurde in einer Vorstudie das Lernverhalten über verschieden Fahrten hinweg für neurologische Patienten und Gesunde verglichen.

Ziel der Studie ist es daher, Variablen und Methoden zu bestimmen, die es ermöglichen, die individuelle Fahrkompetenz vorherzusagen. Die Aussagefähigkeit ausgewählter Testverfahren soll vor allem in Bezug auf die Gruppe der älteren Autofahrer und der neurologischen Patienten hin geprüft werden. Dazu soll die Testleistung aus den drei Datenquellen **Fahrprobe**, **Fahrsimulator** und **Labortestung** miteinander verglichen werden. Darüber hinaus soll die Beziehung zwischen den Teildimensionen der Fahrkompetenz und Leistungen bei psychologischen Testverfahren erhoben werden.

Die der Erhebung zugrunde liegenden **Hypothesen** sind demnach:

- Ältere und jüngere Fahrer unterscheiden sich in ihrer Fahrleistung, vor allem in den Fahrverhaltenskategorien „Fehler bei der Vorfahrt“ sowie „Fehler in Kreuzungssituationen“.
- Neurologische Patienten und gesunde Fahrer unterscheiden sich in ihrer Fahrleistung, vor allem in der Aufmerksamkeitsleistung.
- Die hypothetischen Unterschiede im Fahrverhalten lassen sich in Korrelationen zu den Testergebnissen zu Aufmerksamkeit und komplexer Bearbeitungsgeschwindigkeit wiederfinden, wobei für die Tests mit geteilter Aufmerksamkeitskomponente die stärksten Zusammenhänge erwartet werden.
- Die Zusammenhänge zwischen zentraler Tagessehschärfe und Fahrleistung sind eher schwach oder nicht nachzuweisen.
- Die Zusammenhänge zwischen peripherer Wahrnehmungsleistung und Kontrastwahrnehmung sind deutlich vorhanden, besonders für die Gruppe der älteren Fahrer.
- Die Einflüsse von Persönlichkeitsvariablen auf die Fahrleistung sind vor allem bei der Gruppe der älteren Autofahrer gegeben. Erwartet werden bei guter Fahrkompetenz hohe Werte in Gewissenhaftigkeit sowie niedrige Werte für die Bagatellisierung (Merkmale eines verantwortungsbewussten Fahrers).
- Die Variablen aus der Fahrsimulation weisen eine Verbindung auf zu den Variablen aus der Fahrprobe und den testpsychologischen Daten. Dies wird insbesondere erwartet für die Spurführung, das Abstandsverhalten und die Reaktionsgeschwindigkeit auf plötzlich auftauchende Hindernisse.

Theoriegeleitet und unter besonderer Berücksichtigung der Leistungsmöglichkeiten Älterer wurden folgende Funktionsbereiche zur Überprüfung mittels Testdiagnostik ausgewählt:

Auswahl der zu untersuchenden Funktionsbereiche:

- Visuelle Wahrnehmung (Sehschärfe, Kontrastwahrnehmung, Perimetrie)
- Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit
- Reaktive Belastbarkeit
- Reaktionsgeschwindigkeit
- Aufmerksamkeit
- Visuelle Auffassungsgeschwindigkeit
- Persönlichkeit.

3.1 Ausgewählte Testverfahren

3.1.1 Tölzer Fahrprotokoll

Für die Studie wurde eigens ein Fahrprotokoll entwickelt. Es orientiert sich in den Kategorien der Fahrverhaltensbeobachtung sowie in der Fehlercodierung am „Kölner Fahrverhaltensprotokoll“ sowie der „Wiener Fahrprobe“. Ähnlich wie im Kölner Protokoll werden 53 definierte Situationen abgefahren, bei denen jeweils verschiedene Verhaltensmerkmale registriert werden. Den drei Kategorien des ursprünglichen Protokolls wurde eine weitere hinzugefügt, so dass der Rater nun die Auswahl zwischen „nicht beobachtbar“, „Fehler“, „Aufgabe gelöst“ und „Aufgabe gut gelöst“ hat. Diese zusätzliche Kategorie soll es erlauben, neben defizitären auch positive Verhaltensregistrierungen festzuhalten. Neben dieser quantitativen Fehlerregistrierung wurde außerdem am Ende des Protokolls eine Bewertung in Form von Schulnoten eingefügt, die für jede Fahrverhaltenskategorie noch einmal eine Gesamtnote vergibt. Diese Maßnahme wurde im Sinne der Aggregierung von Verhaltenskategorien vorgenommen. Es hat sich zudem in verschiedenen Studien gezeigt, dass eine kategoriale Gesamtbewertung wertvolle Ergänzungen zu reinen Fehlerbeschreibungen liefern kann (z.B. Lundqvist et al. 2000). Das vollständige Protokoll findet sich im Anhang unter Punkt 8.3.

Fahrstrecke

Eine standardisierte Fahrstrecke mit standardisierten Fahraufgaben wurde ausgewählt. Die Fahrt dauert eine Stunde und umfasst die Straßentypen Stadtverkehr, Umgehungsstraße sowie kleinere Landstraßen ohne Mittenmarkierung. Während der Fahrt werden verschiedene Fahraufgaben (Spurwechsel, Abbiegen, Auffahrt/Abfahrt, Orientierungsaufgaben, Vorrangsituationen) präsentiert. Die Fahrt beginnt nach einer 10-minütigen Eingewöhnungsphase auf der Landstraße.

Beurteilungsdimensionen

Die Beurteilungsdimensionen der Fehlerregistrierung sind folgende:

Vorfahrt beachten (Sichern)
Spurhaltung
Einordnen
Geschwindigkeit angepasst
Blinken
Sichern (Gegenverkehr beachten – 2. Blick)
Vorfahrt erkennen (Spur von rechts)
Sauberes Kurvenfahren
Vorrang beachten
Einordnen
Fußgänger beachten
Straßenverlauf selbst erkannt
Orientierung
Verlangsamung (Geschwindigkeit angemessen)
Limit beachten (60, 80)
Lücke finden
Seitenabstand
Vorrausschauend fahren
Beschleunigen
Fahrstreifenwechsel (selbst erkannt, Sichern, Blinken)
Selbstgewählte Geschwindigkeit ...
Radweg beachten
Kurvenschneiden
Vorfahrt beachten

Tab. 3.1: Fehlerkategorien des Tölzer Fahrprotokolls. Pro Situation wurden nicht mehr als 4-5 Merkmale beurteilt. Codierung: 0 – nicht beobachtbar, 1 – Fehler, 2 – gelöst, 3 – gut gelöst.

Zusätzlich wurden für die gesamte Fahrprobe in Form von Schulnoten folgende Dimensionen beurteilt:

Kategorie	Note
Abstandsverhalten	
Spurverhalten	
Kommunikationsverhalten / Umgang mit Konflikten	
Geschwindigkeitsverhalten □ zu langsam □ zu schnell □ zu heterogen	
Sicherndes Verhalten	
Verhalten in Kreuzungen	
Fahrzeugbedienung / Motorik	
Aufmerksamkeit	
Voraussicht	
Gesamturteil	

Tab. 3.2 Beurteilungsdimensionen in Gesamtkategorien, die Beurteilung erfolgt in Schulnoten.

Güte der Bewertung

Die Rater wurden vor Beginn der Studie intensiv geschult, die Inter-Rater-Reliabilität wurde bestimmt. Bei jeder Fahrt waren zwei Rater anwesend, wobei ein Rater ein ausgebildeter Fahrlehrer, die andere eine Diplompsychologin war.

3.1.2 GRP-Fahrsimulator

Der GRP-Fahrsimulator (Firma Dr. Foerst GmbH, Datenblatt s. Anhang Punkt 8.4) besteht aus einem realen Fahrzeug (Smart) mit komplett in die Simulation eingebundener Lenkung, Bremse, Gas, Schaltung und Licht. Die Umwelt wird durch eine 120° Projektion nach vorne sowie drei Rückprojektoren nach hinten präsentiert. Die Ereignisse in der Fahrumgebung sowie der Verkehr sind frei konfigurierbar. Die Probanden fahren eine standardisierte Teststrecke auf der Landstraße und durch eine Kleinstadt. Wie bei der Realfahrt wird den Probanden vom Beobachter die Richtung angesagt. Die Strecke beinhaltet verschiedene Gefahrensituationen (einen Fußgänger, zwei Kinder, zwei Rehe und ein plötzlich ausparkendes Fahrzeug) und verschiedene Fahraufgaben (Abbiegesituationen an geregelten und ungeregelten Kreuzungen, Stadtverkehr, Überlandfahrten mit Geschwindigkeitsbegrenzung und ohne, enge kurvige Straße mit Gegenverkehr). Die Bewertung des Fahrverhaltens im Fahrsimulator erfolgt durch die Auswertung des Simulatordaten. Die ausgelesenen Variablen sind unter anderem: Reaktionszeiten auf Hindernisse, Spurhaltung, Zahl der Unfälle und Fahrfehler, Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, Varianz der Lenkbewegungen. Zunächst fahren die Probanden eine sechsminütige Übungsstrecke, um sich an die Simulation zu gewöhnen. Dann erfolgt die 20-minütige Testfahrt.
Folgende Variablen werden zur Analyse aus dem Datenlogfile berechnet:

Longitudinalkontrolle

- Anzahl starker Bremsungen
- Bremsverlauf bei Gefahrenereignissen
- Mittelwert und Standardabweichung der Geschwindigkeit
- Mittelwert und Standardabweichung der positiven Beschleunigung
- Mittelwert und Standardabweichung der negativen Beschleunigung

Lateralkontrolle

- Standardabweichung des Abstandes von der Mittellinie
- Anzahl der Lenkradbewegungen
- Anzahl der Spurübertritte rechts
- Anzahl der Spurübertritte links

Anzahl Fahrfehler

- Anzahl der Unfälle
- Anzahl Rotlicht mißachtet
- Anzahl Fahrbahn verlassen
- Anzahl Blinker falsch gesetzt
- Anzahl Verkehrsteilnehmer gefährdet
- Anzahl Geschwindigkeitsbegrenzung mißachtet

Beinahe Unfälle und Verkehrskonflikte

- Mittelwert und Standardabweichung der Time to Collision mit Objekten
- Mittelwert und Standardabweichung der Distanz zum vorausfahrenden Verkehr
- Mittelwert und Standardabweichung Lokale Minima in der Time to collision Spur
- Mittelwert und Standardabweichung der Time to Collision mit anderen Fahrzeugen

3.1.3 Neuropsychologische und Verkehrspsychologische Testbatterie

Computergestützte Aufmerksamkeitstests:

Der Untertest **Alertness** der TAP von Zimmermann und Fimm (1992) ist eine einfache visuelle Reaktionszeitaufgabe mit zwei Bedingungen. In der ersten Bedingung müssen die Probanden auf ein Kreuz, das in der Bildschirmmitte erscheint, so schnell wie möglich durch einen Tastendruck reagieren. In der zweiten Bedingung ertönt zuvor ein Warnton, der zu einer phasischen Anhebung der Alertness führen soll, d.h. zu einer Verkürzung der Reaktionszeiten. Ist die phasische Alertness gestört, verlängert sich die Reaktionszeit auf alarmierende Reize. Normierte Parameter sind die durchschnittlichen Reaktionszeiten und die Standardabweichungen unter beiden Bedingungen in Millisekunden und ein Verhältnismaß für die phasische Anhebung der Alertness.

Geteilte Aufmerksamkeit beschreibt die Fähigkeit, simultan verschiedene Reize zu beachten. Diese Aufmerksamkeitsfunktion hängt von der Verarbeitungskapazität und –geschwindigkeit ab (Sturm 1990, 1997). Der Untertest Geteilte Aufmerksamkeit der TAP erfordert vom Probanden das gleichzeitige Beachten von visuellen und auditiven Zielreizen. Auf dem Bildschirm wird eine Punktematrix präsentiert, in der mehrere Kreuze kontinuierlich ihre Position wechseln, und sobald diese ein kleines Quadrat bilden, ist ein Tastendruck gefordert. Parallel dazu hört der Proband fortlaufend einen hohen und einen tiefen Ton, wenn zwei gleiche Töne hintereinander erfolgen, muss ebenfalls mit Tastendruck reagiert werden. In der Standartdurchführungsbedingung werden 100 Reaktionen gefordert. Normierte Parameter sind die mittlere Reaktionszeit in Millisekunden und die Anzahl der ausgelassenen Reaktionen.

Paper Pencil Tests

Der **Zahlenverbindungstest (ZVT, Oswald und Roth 1984)** bestimmt zum einen das visuelle Explorationsverhalten, zum anderen ist er eine Indikator für die Bearbeitungsgeschwindigkeit. Die Aufgabe des Probanden ist es, Zahlen auf einem DIN A4 Blatt in aufsteigender Reihenfolge so schnell wie möglich zu verbinden.

Im **Trail Making Test TMT-B** (Reitan, 1958) kommt neben der Anforderung des visuellen Suchens eine weitere Bedingung im Sinne der kognitiven Umstellfähigkeit hinzu, indem der Proband nun zwischen ebenfalls zufällig angeordneten Zahlen und Buchstaben zu wechseln hat. Getestet werden kognitive Flexibilität und die geteilte Aufmerksamkeit.

Verkehrspsychologische Testbatterie des Wiener Testsystems (Fa. Schuhfried):

Periphere Wahrnehmung

Bei diesem Test handelt es sich um ein Verfahren zur Messung der peripheren Wahrnehmung von Bewegungsreizen während der Bearbeitung einer zentralen Aufgabe. Während eine zentrale Trackingaufgabe ausgeführt wird sollen die Probanden einen blinkenden senkrechten Strich zwischen Scheinbewegungen in der Peripherie detektieren und mit einem Fußpedal reagieren. Das Verfahren ist adaptiv und bestimmt die Stelle in der Peripherie, an der der Blinkreiz gerade noch wahrgenommen wird.

Wiener Reaktionstest (Unterform S3, Wahlreaktion)

Mit dem Reaktionstest ist die Messung der Reaktionszeit als Einfachwahlreaktion und als einfache Mehrfachwahlreaktion möglich. Die Reize können auditiv und visuell präsentiert werden, sowohl als Einzelreize als auch als gleichzeitig oder sequentiell dargebotenen Reizkombinationen. Die Verwendung einer Ruhe- und einer Reaktionstaste ermöglicht eine Aufspaltung in Reaktions- und motorische Zeit. Das Zustandekommen von Reaktionszeiten wird häufig auf der Basis des bekannten Stadienmodells von Sternberg (1969) erklärt, wonach der Vergleich zwischen Einzelreiz und der im Arbeitsgedächtnis gespeicherten Reizliste streng sequentiell erfolgt. Neuere PDP (Parallel Distributed Processing)-Modelle lassen sequentielle wie auch parallele Verarbeitungsmechanismen zu und integrieren Lernen, Übung und selektive Aufmerksamkeit zur Erklärung des Zustandekommens von Reaktionszeiten. Der Proband hat die Aufgabe nur bei einer Reizkombination (z.B. gelb und Ton) die Reaktionstaste zu drücken.

Determinationstest

Als zentraler Messgegenstand für den Determinationstest gilt die "reaktive Belastbarkeit" sowie die damit verbundene Reaktionsgeschwindigkeit. Als kognitive Teilleistungen sind das Diskriminieren

von Farben und Tönen, das begriffliche Fixieren der relevanten Merkmale von Reizkonfiguration und Bedienungselementen sowie der Zuordnungsregeln und das Auswählen der relevanten Reaktion nach den per Instruktion vereinbarten und/oder im Testverlauf erlernten Zuordnungsregeln relevant. Das Belastende beim Determinationstest liegt im möglichst anhaltend schnellen und unterschiedlichen Reagieren auf schnell wechselnde Reize. Es werden Farbreize über einen Bildschirm und akustische Reize über das Testsysteminterface ausgegeben. Die Reaktion erfolgt durch Betätigung der entsprechenden Tasten auf der Probandentastatur. Die Reizdarbietung erfolgt im Modus Adaptiv (die Vorgabegeschwindigkeit passt sich an das Leistungsniveau des Probanden an).

Linienverfolgungstest

Der LVT ist ein visueller Wahrnehmungstest zur Erfassung der konzentrierten gezielten Wahrnehmung. Er soll besonders den Aspekt der visuellen Orientierungsleistung erfassen, der darin besteht, einfache optische Strukturen in einem relativ komplexen Umfeld zielgerichtet und unbeeinflusst von Störungen unter Zeitdruck zu verfolgen. Die Geschwindigkeit in der Bewältigung der Testanforderungen kann durch Konzentrationsstörungen beeinflusst werden. Der zu untersuchenden Person werden auf einem Bildschirm 40 Bilder präsentiert, auf denen jeweils 9 ineinander verschlungene Linien dargestellt sind. Die Aufgabe besteht darin, einer markierte Linie schnellstmöglich vom Anfangs bis zum Endpunkt zu folgen.

Tachistoskopischer Auffassungstest

Beim Tachistoskopischen Verkehrsauffassungstest Mannheim handelt es sich um ein Verfahren, das die optische Wahrnehmungsleistung und die Auffassungsgeschwindigkeit durch Kurzzeitdarbietung von Bildern, auf denen Verkehrssituationen zu sehen sind, prüft. Der Test kann als faires Verfahren bezeichnet werden, da weder Verkehrserfahrung noch Regelwissen einen Vorteil darstellen. Auch die Sehschärfe spielt eine geringe Rolle. Die Reizdarbietung erfolgt am Bildschirm. Nach einer Instruktionsphase mit zwei Probebildern werden dem Probanden 20 Bilder mit einer Darbietungszeit von 1 Sekunde gezeigt. Anschließend soll der Proband anhand von fünf verschiedenen Antwortmöglichkeiten angeben, was er am Bild gesehen hat. Es werden die Anzahl der richtigen Antworteingaben und die Anzahl der falschen Antworteingaben ausgegeben. Zusätzlich wird die Testdauer angezeigt. In einem Profil kann die Gesamtzahl der Fehler dargestellt werden.

Cognitrone

Der Untertest Cognitrone ist ein allgemeiner Leistungstest zur Erfassung von Aufmerksamkeit und Konzentration. Bei Testformen mit freier Bearbeitungszeit ist es Aufgabe des Probanden eine

abstrakte Figur mit der Vorlage zu vergleichen und hinsichtlich Identität zu beurteilen. Nach Antworteingabe wird automatisch zur nächsten Aufgabe weitergeschaltet.

3.1.4 Fragebögen

Fragebogen zu demographischen Daten und Fahrgewohnheiten

In diesem Fragebogen werden neben allgemeinen demographischen Daten die Fahrexposition, das Vermeiden von bestimmten Fahrsituationen (DHQ nach Ball et al. 1998) sowie die subjektive Einschätzung der eigenen Fahrsicherheit abgefragt.

Test Verkehrsbezogener Persönlichkeitsmerkmale (TVP, Spicher und Hänsgen 2003)

Der TVP wurde in Zusammenarbeit mit der schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) entwickelt. Das Verfahren soll die "charakterlichen Eignung" diagnostizieren. Bisher existieren nur wenige Instrumente, die eine verkehrsbezogene Persönlichkeitsdiagnostik ermöglichen. Der TVP stützt sich auf das Fünf-Faktoren-Konzept der Persönlichkeit, beinhaltet aber auch weitere verkehrsrelevante Zusatzskalen. Die eigentliche konzeptuelle Neuerung gegenüber herkömmlichen Instrumenten beruht auf einer inhaltlichen Parallelisierung der erhobenen Skalen: die gleichen Persönlichkeitsmerkmale werden einmal situationsübergreifend, zum anderen verkehrsspezifisch erfasst. Der TVP verfügt über je eine allgemeine und verkehrsspezifische Bagatellisierungsskala, welche mögliche Verzerrungstendenzen aufzeigt.

Übelkeitsfragebogen SSQ (Simulation Sickness Questionaire nach Kennedy et al. 1993)

Im Übelkeitsfragebogen SSQ von Kennedy et al. (1993) werden verschiedene Symptome der körperlichen Übelkeit abgefragt. In einem Summenscore wird ein Indikator für die Übelkeit bestimmt. Die Symptome werden in einer vierstufigen Skala angegeben (nicht vorhanden, schwach, mittel, stark) und beschreiben die Veränderung des Befindens im Vergleich zu vorher.

3.1.5 Sehfunktionen

UFOV

Der Test zum Useful Field of View (UFOV) von Ball et al. (1991) überprüft am Bildschirm die visuelle Aufmerksamkeit im zentralen und peripheren Bereich. Der Test besteht aus drei Subtests, die die visuelle Verarbeitungsgeschwindigkeit unter zunehmend komplexen Bedingungen prüfen. Im ersten Test (Prossessing speed) geht es darum, einen kurz dargebotenen und gleich darauf maskierten Stimulus im fovealen Bereich zu identifizieren. Im zweiten Untertest (divided attention) geht es um die gleichzeitige Identifizierung eines zentralen Stimulus sowie der Lokalisation eines

peripheren Reizes. Im dritten Untertest (Selective attention) wird die Identifizierung und Lokalisation der Reize zusätzlich durch ein Muster aus Distraktoren erschwert.

Perimetrie

In der Studie wird ein Standardverfahren zur Vermessung der Gesichtsfeldgröße und zur Bestimmung von relativen und absoluten Gesichtsfeldausfällen bezüglich der Detektion von Lichtreizen verwendet. Gemessen wird mit einem Halbkugelperimeter („Octopus 101“), die Stimuli werden auf die innere Kugeloberfläche projiziert. Die Probanden reagieren per Tastendruck. Die Testung erfolgt mit stationären Lichtreizen (statische Perimetrie).

Binoptometer

Anhand eines handelsüblichen Binoptometers wird mittels Landoltringe die zentrale Tagessehschärfe bestimmt in Fern- und Nahvisus bestimmt. Außerdem werden Farbwahrnehmung, Stereosehen sowie Phorie geprüft.

R-Contrast-Test nach Strasburger

Zur Bestimmung der Kontrastsensivität bei der Ziffernerkennung werden helle Ziffern auf einem grauen Hintergrund zentral oder peripher (10° Exzentrizität) präsentiert. Mit Hilfe eines Yaap-Algorithmus werden die Kontraste zunehmend schwächer und pendeln sich auf die Wahrnehmungsschwelle des Probanden ein.

Zum Überblick sind im folgenden alle neuro- und verkehrspsychologischen Tests sowie die Sehtest in Kurzform aufgelistet.

M.-P.Testung	Grundprinzip	Stimuli	abh. Variablen	Dauer
Neuropsychologische Diangostik				
TAP Alertness	Reaktionszeiten mit vs. ohne akustischen Cue (einfach RT-Aufgabe)	Helles Kreuz, vier Blöcke ABBA-Design	Reaktionszeiten, Fehlerraten	ca. 10 min.
TAP Geteilte Aufmerksam-keit	Reaktionszeiten für visuelle und akustische Aufgabe, die gleichzeitig bearbeitet werden	Kreuze und Töne	Reaktionszeiten, Fehlerraten	ca. 6 min.
TMT-A/B	Auf einem Papier werden Zahlen und Buchstaben in der richtigen Reihenfolge verbunden	Zahlen, Buchstaben	Bearbeitungszeit	ca. 5 min.
Visuelle Funktionen				
Binoptometer	Mit Landoltringen wird elektronisch für jedes Auge die Sehschärfe bestimmt	Landoltringe	Sehschärfe	ca. 20 min.
Perimetrie, Überblick	Zunächst zentrale, dann periphere Prüfung der Detektion, bei Bedarf Schwellenmessung an Stellen mit relativen Defekten	Kleine weiße runde Licht-reize; statisch	Anzahl relativer und absoluter Defekte, falsch neg./pos. Antworten	ca. 20 min.
R-Contrast	Kontrastschwellen-messung an verschiedenen Gesichtsfeldpositionen, adaptive Darbietung	Große helle Ziffern	Kontrastschwelle der Ziffernerkennung	ca. 10 min.
Spezifische Verkehrspsychologische Tests				
Periphere Wahr-nehmung	Detektion peripherer Bewegung bei gleichzeitiger Bindung der Aufmerksamkeit im Zentrum des Gesichtsfeldes	„Ball“ auf Monitor, Leuchtdioden auf Auslegern	Reaktionszeit, Exzentrizität	10-15 min.
Verkehrs-psychologische Tests Wiener Testsystem	DT, LVT, TAVTMB, RT, COG			Ca. 1 h
Persönlichkeitsdiagnostik				
TVP	Fragebogen zur Verkehrsbezogenen Persönlichkeitsdiagnostik			ca. 10 min.
				140 min.

Tab. 3.3 Überblick über die eingesetzten Testverfahren.

3.2 Vorstudie „Übungseffekte im Fahrsimulator bei Gesunden und neurologischen Patienten“

Um vorab eine sinnvolle Datenerhebung im Fahrsimulator zu evaluieren, wurde eine Vorstudie zur Bestimmung der Eingewöhnungszeiten durchgeführt. Die Studie hatte außerdem zum Ziel zu klären, ob für Patienten und Gesunde unterschiedlich Eingewöhnungszeiten veranschlagt werden müssen, wenn sich die Lernkurven unterscheiden. Um die Validität der Simulatordaten zu prüfen, wurde dazu an zwei Simulatoren des gleichen Herstellers in Bad Tölz und in Valens in der Schweiz getestet.

Probanden:

In Bad Tölz wurden 12 gesunde Probanden getestet (sechs Männer, sechs Frauen), der Altersdurchschnitt lag bei 32 Jahren (20 bis 60). In Valens wurden 12 gesunde Probanden und 5 neurologische Patienten getestet. Der Altersdurchschnitt der Normalprobanden lag bei 40 (24 bis 60), die Patienten waren zwischen 16 und 47 Jahren alt. Es wurden nur Probanden einbezogen, die angaben, wenigstens 500 Kilometer pro Jahr zu fahren. Die durchschnittliche Fahrexposition über alle Probanden lag bei 18.000 Kilometern pro Jahr.

Testaufbau:

Die Probanden fuhren jeweils sechs mal eine standardisierte Strecke im Fahrsimulator (Fahrtzeit pro Strecke zwischen 5 und 8 Minuten; Straßentyp: kurvige Landstraße). Die Ereignisse (5 Rehe, 1 Fußgänger, Querverkehr an Kreuzungen, 2 parkende Fahrzeuge öffnen die Autotür) tauchten immer an den gleichen Stellen auf, so dass den Probanden der Ablauf nach den ersten Fahrten vertraut war. Nach dem zweiten und fünften Durchgang wurde ein Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Eindrücke vorgelegt.

Im **Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Eindrücke** wurde auf einer visuell-analogen Skala (von 1 bis 10) erhoben:

- Allgemeine Beurteilung der Simulation
- Fahrgefühl
- Gewöhnung an das Fahrgefühl, nach welcher Fahrt bemerkbar
- Übelkeit

Ziel der Studie war es zu erfassen, wie lange die Probanden brauchen, um sich an das Fahrgefühl im Simulator zu gewöhnen. Dazu wurden einerseits die Lernkurven der oben genannten Variablen

bestimmt, andererseits subjektive Eindrücke der Probanden ausgewertet. Diese sollten Aufschluss darüber geben, als wie realistisch die Probanden die Simulation einschätzen.

3.3 Resultate der Vorstudie zu Übungseffekten im Simulator

Nahezu alle der untersuchten Variablen zeigten eine Veränderung im Laufe der Durchgänge, die zwischen erster und zweiter Fahrt sehr stark, dann aber zunehmend schwächer waren. Näher untersucht wurden vor allem die Variablen zur Spurabweichung, Geschwindigkeit und Lenkbewegung sowie die Zahl der Unfälle und Fehler. In diesen Kennwerten sollte innerhalb der Übungsdurchgänge ein stabiles Niveau erreicht sein, bevor die eigentliche Testfahrt beginnt.

Überblick über die Variablen:

Zur Beantwortung der Frage, bei welcher Fahrt der größte Lerneffekt stattfindet und wann ein stabiles Niveau erreicht ist, wurden Fahrt eins und zwei, zwei und drei, drei und vier, vier und fünf und fünf und sechs miteinander verglichen. Die meisten signifikanten Unterschiede waren zwischen den Fahrten eins und zwei zu beobachten.

Im Vergleich zu der ersten Fahrt wurden bei der zweiten signifikant weniger Richtungsänderungen der Lenkung, Spurabweichungen, Fehler, Unfälle und signifikant kürzere Reaktionszeiten auf das Reh beobachtet. Die Geschwindigkeitsvarianz, die an der Durchschnittsgeschwindigkeit standardisiert wurde, nahm vom ersten zum zweiten Durchgang zu. Zwischen den Fahrten 2 und 3 sowie 4 und 5 veränderte sich keine dieser Variablen signifikant. Zwischen den Fahrten 5 und 6 verringerte sich noch einmal die Anzahl der Unfälle signifikant ($p = 0{,}024$, $T = 2{,}321$). Vergleicht man die zweite mit der sechsten Fahrt, vergrößert sich die Durchschnittsgeschwindigkeit ($p = 0{,}002$, $T = -3{,}286$) sowie die Varianz der Geschwindigkeit ($p = 0{,}004$, $T = -3{,}001$) signifikant.

Im T-Test zwischen erster und zweiter Fahrt zeigen folgende Variablen einen signifikanten Unterschied: Anzahl der Richtungsänderungen der Lenkung ($F = 3{,}884$, $p \leq ,050$), Anzahl der Spurabweichungen nach rechts ($F = 8{,}954$, $p \leq ,004$) und Anzahl der Fahrfehler ($F = 5{,}665$, $p \leq ,021$).

Exemplarische Lernkurven einzelner Variablen:

Exemplarisch sollen hier zwei verschiedene Lernkurven dargestellt werden, um den Verlauf der Übungseffekte darzustellen. Die empirisch ermittelte Eingewöhnungszeit wurde in der Hauptstudie bei der Übungsfahrt im Simulator zugrunde gelegt.

Geschwindigkeitsvarianz:

Um den Verlauf der Geschwindigkeitsvarianz darzustellen, wurde der Effekt der Geschwindigkeit mittels der Regressionsgleichung herausgerechnet. Dabei ergeben sich für die Gruppen Tölz und Valens folgende Verläufe der bereinigten Varianz:

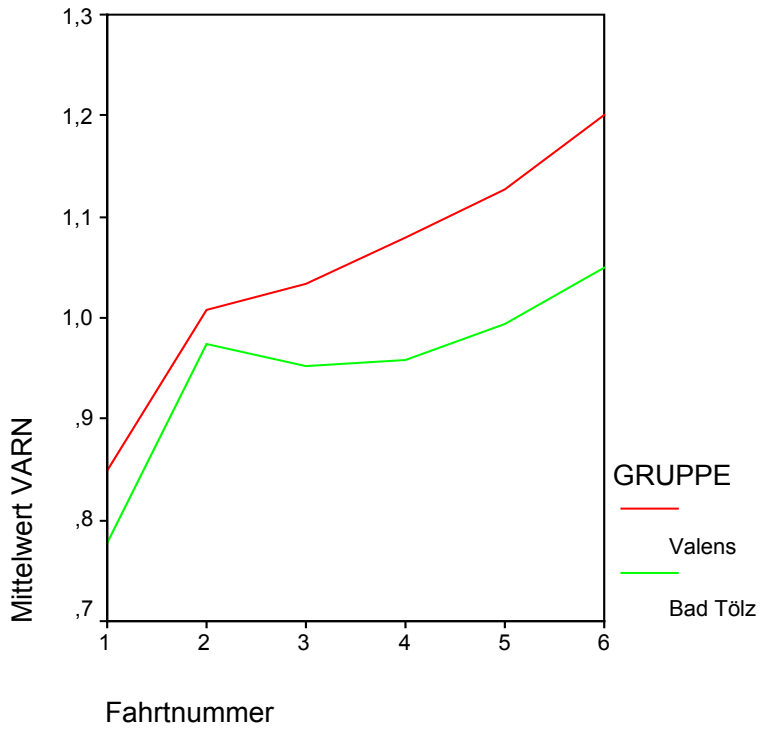


Abb. 3.1: Entwicklung der Geschwindigkeitsvarianz in den beiden Gruppen der gesunden Probanden in Bad Tölz und Valens.

Diese Kurven zeigen einen deutlichen Knick bei der zweiten Fahrt, nach dem die Varianzzunahme geringer wird. Während die Testpersonen bei der ersten Fahrt noch mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fahren, passen sie Beschleunigungs- und Bremsverhalten bei der zweiten Fahrt stärker den Straßenbedingungen an. Auch in den subjektiven Eindrücken gaben die Probanden oft wieder, zu Beginn die Geschwindigkeit schlecht einschätzen zu können, sich aber im Laufe der Durchgänge daran zu gewöhnen (siehe Darstellung der subjektiven Eindrücke). Die Varianz lag bei den Fahrten in Valens etwas höher als bei den Fahrten in Tölz, vor allem bei den letzten Durchgängen.

Spurabweichung

In der Datenausgabe der Fahrt (Logfile) wurden sowohl Anzahl als auch Dauer der Abweichungen von der Fahrspur registriert. Während eine Spurverletzung zum rechten Rand hin in jedem Fall als

Fehler gewertet wurde, war ein Überfahren der Mittellinie im Falle eines Überholvorgangs durchaus zulässig. Spurabweichungen nach rechts traten sehr viel seltener auf als Abweichungen zur Mitte hin (z.B. beim Kurvenschneiden). In der Abbildung 3.2 sind die Spurabweichungen nach rechts und links zusammengefasst in Promille der Gesamtfahrzeit dargestellt. Da sich die Gruppen nicht unterschieden, wird nur eine Kurve dargestellt. Eine deutliche Verflachung der Kurve nach dem zweiten Durchgang ist zu sehen, nach diesem erfolgt ein stabiles Verhalten.

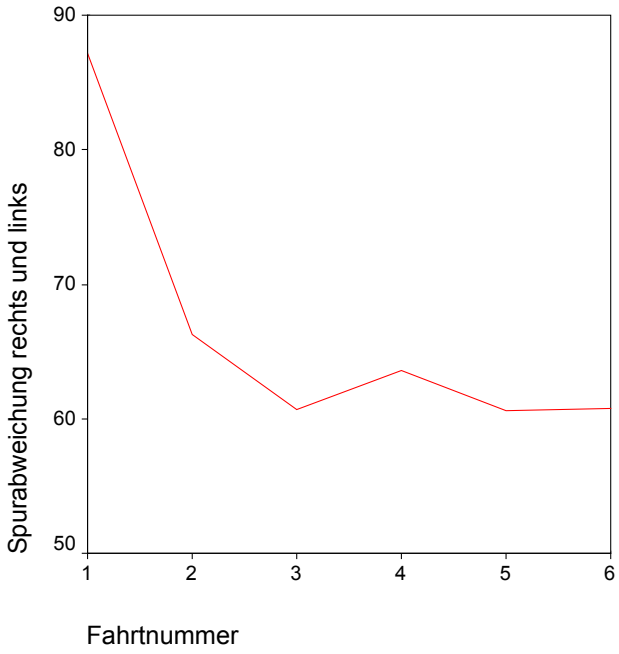


Abb. 3.2: Spurabweichungen nach rechts und links in Promille der Zeit.

Auch die Variablen Richtungsänderungen der Lenkung, Anzahl der Fehler und Unfälle und die Reaktionszeiten auf Rehe zeigten deutliche Lerneffekte nach der zweiten Fahrt.

Vergleich von Patienten und Gesunden

Aufgrund der geringen Stichprobenanzahl wurden die Mittelwerte der Patientengruppe nicht auf statistisch signifikante Unterschiede zu den Mittelwerten der gesunden Probanden überprüft. Tendenziell zeigen die Lernkurven der Patienten allerdings keinen so deutlichen Lernfortschritt, wie die Kurven der Normalprobanden. Nach zwei Einfahrrunden befinden sich jedoch auch die Patienten auf einem stabilen Niveau bzgl. Spurführung und Lenkbewegung.

Korrelationen mit dem Alter

An Mittelwertsunterschieden war die Tendenz zu sehen, dass die älteren Probanden sich in einigen

Variablen von den jüngeren Unterschieden. Es wurden daher pro einzelner Fahrt Korrelationen mit den Fahrvariablen gerechnet. In den folgenden Variablen ergeben sich signifikante Korrelationen mit dem Alter:

	Fahrt 1	Fahrt 2	Fahrt 3	Fahrt 4	Fahrt 5	Fahrt 6
Durchschnittsgeschwindigkeit		0,012 -.452	0,000 -.607	0,011 -.457	0,028 -.431	
Varianz der Kurvengeschwindigkeit	0,021 -.419	0,016 -.436	0,012 -.455	0,043 -.372	0,011 -.489	0,022 -.446
Zeit bis zum ersten Bremsdruck (mot.R.)	0,039 .385					

Tab. 3.4: Korrelationen mit dem Alter über alle Gruppen.

Zusammenfassend fuhren die älteren Probanden also etwas langsamer, beschleunigten und bremsten vor allem in Kurven weniger stark und brauchten zumindest in der ersten Fahrt etwas länger, um den Fuß vom Gas auf das Bremspedal zu wechseln.

Auswertung der subjektiven Eindrücke:

Die subjektiven Eindrücke zum Simulator wurden mit Hilfe einer Einstufung auf einer nicht unterteilten Skala von 1 bis 10 bestimmt.

Bewertung des Simulators:

Der Simulator wurde überwiegend positiv bewertet. Ihren ersten Eindruck beschrieben die Probanden durchschnittlich mit einem Wert von 7,8. Nur wenig geringer war der Durchschnittswert für das Urteil über die Nützlichkeit eines Fahrtrainings im Simulator (7,4). Etwas geringer fiel die Beurteilung der Alltagsnähe aus (6,0), hier wurde von den meisten nur ein mittlerer Wert angegeben.

Simulatorübelkeit:

Auf die Frage „Wie haben Sie sich während der Simulation gefühlt?“ antworteten die Probanden überwiegend positiv. Nur zwei Personen kreuzten einen Wert auf der unteren Hälfte der Skala an, alle anderen lagen deutlich im positiven Bereich. Tendenziell wurde in Valens noch etwas positiver geantwortet, der Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Auf die Frage, wie stark das Gefühl der Übelkeit während der Simulation gewesen sei antworteten

die Probanden durchschnittlich mit einem Wert von 2,4 (entspricht geringer Übelkeit). Der niedrigste Wert war 1, der höchste 7,5. Auf die Frage, wie stark ihnen normaler Weise als Beifahrer im Auto übel wird, antworteten die Probanden durchschnittlich mit 2,0. Die Gruppe der Personen, die auf der Übelkeitsskala einen höheren Wert angaben unterschieden sich weder in der ersten noch in der sechsten Fahrt signifikant in irgend einer der Fahrvariablen. Wem eher übel wurde, hatte tendenziell

eine geringere Varianz des Geschwindigkeitsverhaltens. Zwischen dem Gefühl der Übelkeit im Simulator und dem Grad der Übelkeit beim Autofahren war ein Zusammenhang zu beobachten. Die Korrelation betrug p= 0,003, r= .523.

Gewöhnung an den Simulator:

Die meisten Probanden gaben an, sich in hohem Ausmaß an den Simulator gewöhnt zu haben (Wert für die Gewöhnung: 8,0). Auf die Frage, wie sehr ihnen das Fahren jetzt leichter falle antworteten die Probanden durchschnittlich mit einem Wert von 7,9. Auf die Frage, mit welchem Durchgang ihnen das Fahren leichter falle, antworteten 43 Prozent mit dem Durchgang zwei, ebenso viele mit Durchgang drei, die restlichen vier Personen nannten Durchgang vier und fünf.

Zusammenfassung:

Die Vorstudie zeigte, dass ein Lernen in den fahrrelevanten Variablen Spurhalten, Anpassung der Geschwindigkeit und Vermeiden von Fehlern und Unfällen innerhalb der ersten zwei Fahrten stattfindet. Dies bestätigen die Probanden auch in ihren subjektiven Eindrücken. Insgesamt wurde der Simulator von den Probanden als sehr positiv bewertet. Laut Eigenaussage gelang es denn meisten, sich sehr schnell auf das Fahrgefühl einzustellen, die Simulation wurde als relativ realistisch bewertet. Bei der Gruppe der Patienten waren weniger deutliche Lernkurven zu beobachten. Das Alter der Probanden zeigte einen Zusammenhang mit dem Geschwindigkeitsverhalten, ältere fuhren generell langsamer. Insgesamt zeigten weder ältere Probanden noch die Patienten größere Schwierigkeiten, sich auf die Simulation einzustellen.

Zwischen den beiden Simulatoren in Tölz und Valens ergaben sich dabei einige Unterschiede hinsichtlich der Wahl der Fahrspur auf der Straße (in Valens eher am rechten Rand, in Tölz eher in der Mitte), der Ausprägung der Lenkbewegung und der komplexen Reaktionszeit. Während die Reaktionszeiten noch zufällige Unterschiede zwischen den Populationen sein könnten, ist bei den Unterschieden im Lenkverhalten eher eine Ursache in den verschiedenen Umgebungsbedingungen zu vermuten. Es ist denkbar, dass das größere Sichtfeld im Tölzer Simulator mit den Seitenwänden zu mehr Lenkbewegungen führt.

Für die Durchführung der Hauptstudie wurde aufbauend auf diese Ergebnisse eine sechsminütige Eingewöhnungsfahrt festgesetzt, wenn die Probanden sich nach eigener Aussage dann noch unsicher fühlten, wurde die Runde wiederholt. Die Übungsrunde beinhaltete eine Notbremsung sowie wenigstens eine enge Kurve, um die Probanden mit Lenk- und Bremsverhalten des Simulators vertraut zu machen. Danach wurde zu der eigentlichen Testfahrt übergegangen. Um die Beeinflussung der Ergebnisse durch ungleiche Voraussetzungen in der Übung zu verhindern, wurde keiner der Probanden der Vorstudie in die Hauptstudie aufgenommen.

3.4 Deskription der Stichprobe der Methodenstudie

Für die Hauptstudie wurde in Bad Tölz zu drei verschiedenen Terminen mittels der Testmethoden Fahrsimulator, Fahrprobe und Labortestung getestet. Die Datenerhebung erstreckte sich über ein halbes Jahr. Die Probanden kamen zu drei Terminen, wobei beim ersten Termin der Demographische Fragebogen, Simulatorfahrt, SSQ, und UFOV erhoben wurden, am zweiten die visuelle Diagnostik sowie die verkehrspsychologischen und Aufmerksamkeitstests durchgeführt wurden und am dritten Termin die Fahrprobe stattfand.

Probanden

In der Studie wurden insgesamt 78 Probanden untersucht, 30 Senioren (Alter 65+) und 31 Kontrollprobanden (Alter 25-50) sowie 17 Patienten mit Hirnschädigungen. Die Patienten kamen aus den umliegenden Kliniken und hatten sich bis zum Zeitpunkt der Studienteilnahme in keinem Fall einer Fahreignungsuntersuchung unterzogen. Es handelt sich dabei um typische Patienten einer Rehabilitationsklinik (hauptsächlich Schlaganfallpatienten, Schädel-Hirn-Trauma, Tumorpatienten), wobei der Schwerpunkt auf Apoplex-Patienten lag.

Ausschlusskriterien für Patienten und Senioren:

- Neglect,
- Paresen,
- Epilepsien,
- schwere Demenzen,
- schwere Aphasie,
- schwere Konzentrationsstörungen

Ausschlusskriterium für Normalprobanden:

Weniger als 500 Kilometer Fahrpraxis in den letzten drei Jahren.

Auffällige Gesichtsfeldeinschränkungen (Quadrantenanopsien) wiesen zwei Fälle auf, in drei Fällen lag eine motorische Beeinträchtigung vor, die sich auf die manuelle Fähigkeit zum Führen eines Fahrzeugs auswirkt. Nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht der wichtigsten Befunde sowie der zum Zeitpunkt der Untersuchung vorliegenden Einschränkungen und Angaben zur Fahrpraxis.

Patient	Hirnschädigung	Aktuelle Beeinträchtigung	Aktuelle Fahrpraxis
1	Intracerebrale Blutung links	Resthemiparese rechts und dezente Sprachstörung	Keine (seit einem Jahr)
2	Subarachnoidalblutung, Ruptur eines Aneurismas in der Ateria communicans; Mediainfarkt	Residualaphasie (Sprachproduktion)	Fährt wieder
3	Polytrauma, SHT mit Kontusionsblutungen beidseits; Mittelgesichtsfraktur	Residualaphasie (verwaschene Sprache), Aufmerksamkeitsstörungen	Fährt wieder (drei Jahre nach Verletzung)
4	schweres SHT bei Verkehrsunfall; ponto-mesencephal betonte Hirnstammsymptomatik; ausgedehnte Kontusionsherde frontolateral und links temporal; multiple kleine Einblutungen in der linken Kleinhirnhemisphäre und im linken oberen und mittleren Kleinhirnstil; traumatische SAB im Bereich des Sulcus zentralis und der linken Cisterna ambiens; Balkenläsion im hinteren Corpus und im Splenium	Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörung	Derzeit keine Fahrpraxis
5	Virus-Enzephalitis ohne Erregernachweis mit prolongiertem Grand-Mal-Status, s.1 Jahr anfallsfrei	erhebliche Kurzzeitgedächtnis-störung	Keine; zuvor nur ein Jahr
6	SAB mit Mediateilinfarkt links; einmaliger symptomatischer cerebraler Krampfanfall;betroffene Hirnareale: großflächiger Substanzdeffekt links fronto-temporo-parietal; Aufweitung des linken Seitenventrikels	Residualaphasie (Sprachverständnis und –produktion); Resthemiparese rechts	Keine Fahrpraxis
7	Mediainfarkt links	Resthemiparese rechts	Derzeit keine Fahrpaxis
8	Schweres SHT nach Verkehrsunfall, Kontusionsherd fronto-lateral	Verlangsamte Reaktionsgeschwindig-keit und defizitäre Daueraufmerksamkeit	Fährt wieder (ein Jahr nach Verletzung)
9	Mediainfarkt rechts	Gesichtsfeldeinschrän-kung (Quadrantenan-opsie), Resthemiparese sowie Ataxie	Keine Fahrpraxis (aufgrund Gesichtsfeld-einschränkung)
10	SHT II. Grades mit Hirnkontusionsblutungen links temporo-frontal; v. a. Stammhirn- und Zervicalmarkkontusion; Aspirationspneumonie	Restaphasie sowie Störungen der Sprachmotorik, leichte Parese r. Arm; Aufmerksamkeits-störung	Fährt wieder (ein Jahr nach Verletzung)
11	SHT II. Grades; Kontusionsherd: okzipital	Quadrantenanopsie	Keine Fahrpraxis (aufgrund Gesichtsfeld-einschränkung)
12	Kleinhirn-Infarkt rechts mit Schädelbruch in Folge einer Synkope und eines Sturzes	Keine Einschränkungen	Fährt wieder (drei Monate nach Infarkt)
13	Intracerebrale Blutung temporo-parietal links	Leichte Störung der Sprachproduktion (Restaphasie)	Fährt wieder (drei Monate nach E.)
14	Leichter Hirninfarkt rechts-temporal	Keine Einschränkungen	Keine Fahrpraxis

15	OP eines Astrozytom II links temporo-mesial (Nähe Thalamus); Ausdehnung nicht groß	Keine Einschränkungen	Fährt wieder
16	Aneurismablutung links fronto-medial	Restaphasie (Sprachproduktion)	Keine Fahrpraxis
17	Mediainfarkt rechts	Resthemiparese	Fährt wieder

Tab. 3.5 Überblick über Läsionen und bestehende Beeinträchtigungen der Patienten.

3.4.1 Demographische- und Fahrexpositionsanalyse der Methodenstudie

Alter, Geschlecht und Ausbildung:

Von den 31 gesunden jüngeren Probanden waren 16 Frauen und 15 Männer, der Altersdurchschnitt betrug 31,5 Jahre (Spannweite von 19 bis 55 Jahre). Die Verteilung der Bildungsgrade war 45% Abitur, 26% Hochschulabschluss sowie 13% abgeschlossene Berufsausbildung.

Unter den 17 Patienten waren 6 Frauen und 11 Männer, der Altersdurchschnitt betrug 44 Jahre (Spannweite von 20 bis 81 Jahre). Die Verteilung der Bildungsgrade war 47% abgeschlossene Berufsausbildung bzw. Fachoberschule, 18% Hochschulabschluss sowie 13 % mittlere Reife oder Lehre. Aufgrund der zu kleinen Stichprobengröße wurde die Gruppe der Patienten nicht zusätzlich nach Altersklassen unterteilt.

Unter den 30 Senioren waren 12 Frauen und 18 Männer, der Altersdurchschnitt betrug 69 Jahre (Spannweite von 65 bis 82 Jahre). Die Verteilung der Bildungsgrade war 37% abgeschlossene Berufsausbildung, 33% Hochschulabschluss, 10% mittlere Reife oder Lehre sowie 7% Abitur.

		Geschlecht			Gesamt
		männlich	weiblich	Alters-durchschnitt	
Gruppe	normal	15	16	31,5	31
	patient	11	6	44	17
	senior	18	12	69	30
Gesamt		44	34	48,7	78

Tab. 3.6: Geschlecht und Altersdurchschnitt in der Gesamtstichprobe.

Deskriptive Beschreibung der Fahrgewohnheiten:

Die gesunden Probanden gaben im Durchschnitt an, 19.900 Kilometer pro Jahr zu fahren (Spannweite: 2.000-60.000 km). Im Besitz eines Führerscheins war diese Gruppe durchschnittlich seit 12 Jahren (von 2-35 Jahre). Bei den Patienten waren die Angaben ähnlich (im Mittel 19.800 Kilometer Jahresfahrleistung, Spannweite von 5.000-50.000, Führerscheinbesitz durchschnittlich seit 20 Jahren, von 2-52 Jahre). Die Gruppe der Senioren gab durchschnittlich an, 13.200 Kilometer

zu fahren (Spannweite von 3.000-40.000), durchschnittlich besaßen sie seit 46 Jahren den Führerschein (10-64 Jahre). Frauen gaben im Mittel an, weniger zu fahren. Über die gesamte Stichprobe liegt der Durchschnitt der Jahreskilometerleistung für Männer bei 22.200, für Frauen bei 10.500.

Die Abbildung 3.3 gibt einen Überblick, wo die Probandengruppen jeweils angaben, hauptsächlich zu fahren. Auffallend ist die große Differenz in der Kategorie „Großstadt“, während fast die Hälfte der jüngeren Fahrer angab, hauptsächlich in der Großstadt zu fahren, gaben dies nur ein Patient und nur fünf Senioren an. Für Senioren scheint also in stärkerem Maße als für jüngere zu gelten, dass dort, wo öffentlicher Nahverkehr leichter zugänglich ist (in der Stadt), dieser auch genutzt wird. Es ist bei der Interpretation allerdings zu berücksichtigen, dass ein großer Teil der jüngeren Probanden ihren Wohnort in der Großstadt hatte, während fast alle Senioren in der ländlichen Region ansässig waren.

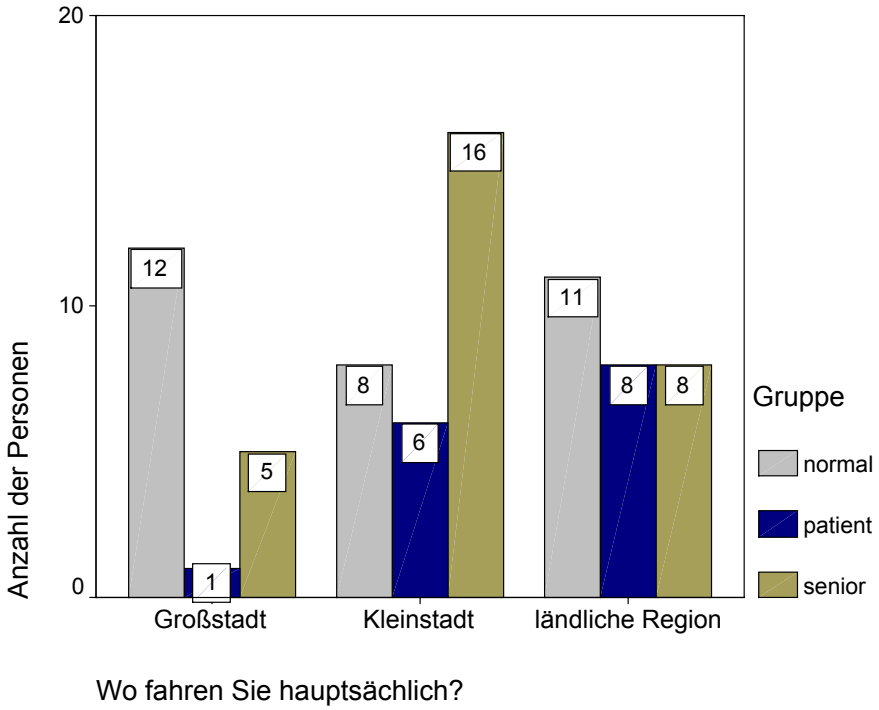


Abb. 3.3: Auskünfte zu den Fahrgewohnheiten.

4 Ergebnisse der Methodenstudie

4.1 Fragebogen zur subjektiven Sicherheit und Vermeidungsverhalten

Deutliche Unterschiede zeigten sich in der subjektiven Bewertung der eigenen Fahrsicherheit. Während nur 52% der gesunden jüngeren Probanden und 47% der Patienten sich auf einer fünfstufigen Skala als „sehr sicher“ einstuften, taten dies 80% der Senioren. Als unsicher stufte sich niemand ein. Dieser Unterschied war im Kruskal-Wallis-Test signifikant (p≤ ,047). Die nachfolgende Abbildung gibt die prozentuale Verteilung der Antworten in den verschiedenen Gruppen wieder.

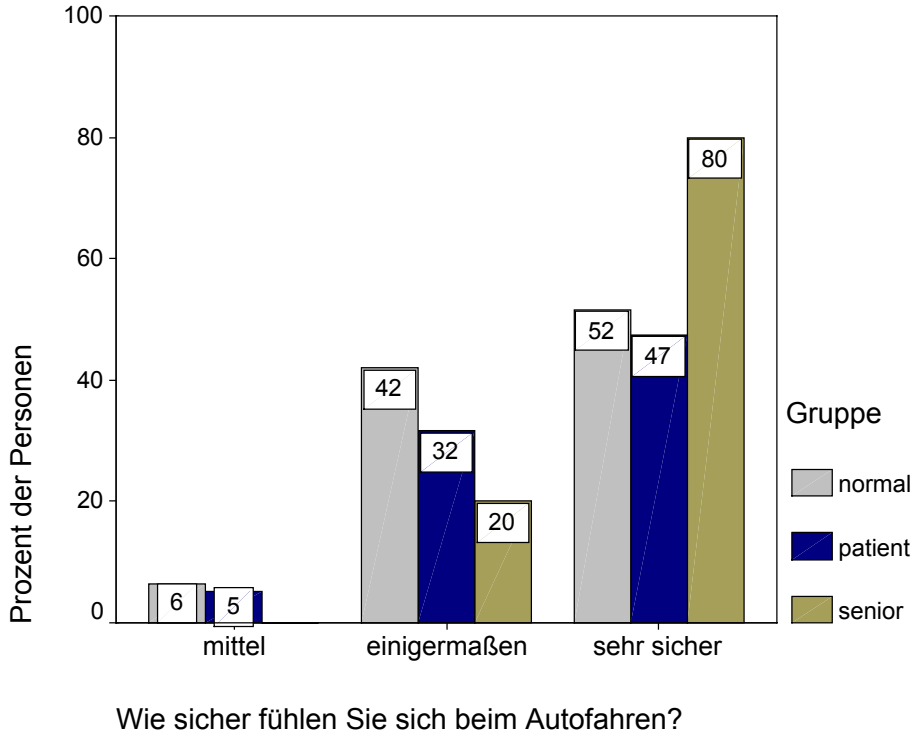


Abb. 4.1: Subjektiv bewertete Fahrsicherheit, Einstufung auf einer fünfstufigen Skala von „gar nicht sicher“ bis „sehr sicher“.

Vermeidungsverhalten:

Der Summenscore aus dem Fragebogen zum Vermeidungsverhalten lag für die jüngeren Gesunden bei 8,2 Punkten, für die Patienten 8,6 und für die Senioren bei 9,7 Punkten. Der Unterschied wurde im Mann-Whitney-U-Test jedoch nicht signifikant. Lediglich in der Subskala „Vermeiden von Autobahnfahrten“ zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen jüngeren und älteren Autofahrern (p≤ ,009), wobei die älteren Fahrer hochsignifikant häufiger die Autobahn vermieden.

4.2 Auswertung der Fahrprobe

4.2.1 Inter-Rater-Reliabilität und interne Konsistenz

Es wurden mittels Korrelationen zwischen den beiden Raterurteilen drei verschiedene Maße für die Inter-Rater-Reliabilität (IRR) bestimmt: 1. Korrelation der Anzahl der registrierten Fehler pro Fahrprobe (IRR1: r = .910, p ≤ ,000), 2. Korrelation der Anzahl der registrierten gut gelösten Fahraufgaben (IRR2: r : .692, p ≤ ,000) und 3. Korrelation der Gesamtnoten (IRR3: r = .806, p ≤ ,000) (Korrelationen nach Pearson). Eine vollständige Korrelationstabelle findet sich im Anhang unter Punkt 8.5.1. In nachfolgender Abbildung (4.2) sind die Fehlerbalken für die Gesamtnote und die Summe der Fahrfehler in den drei Gruppen abgebildet. Es lässt sich erkennen, dass das Konfidenzintervall beider Kennwerte in der Gruppe der Patienten am größten ist, in der Gruppe der Senioren ist es nur geringfügig größer als in der Gruppe der jüngeren Probanden.

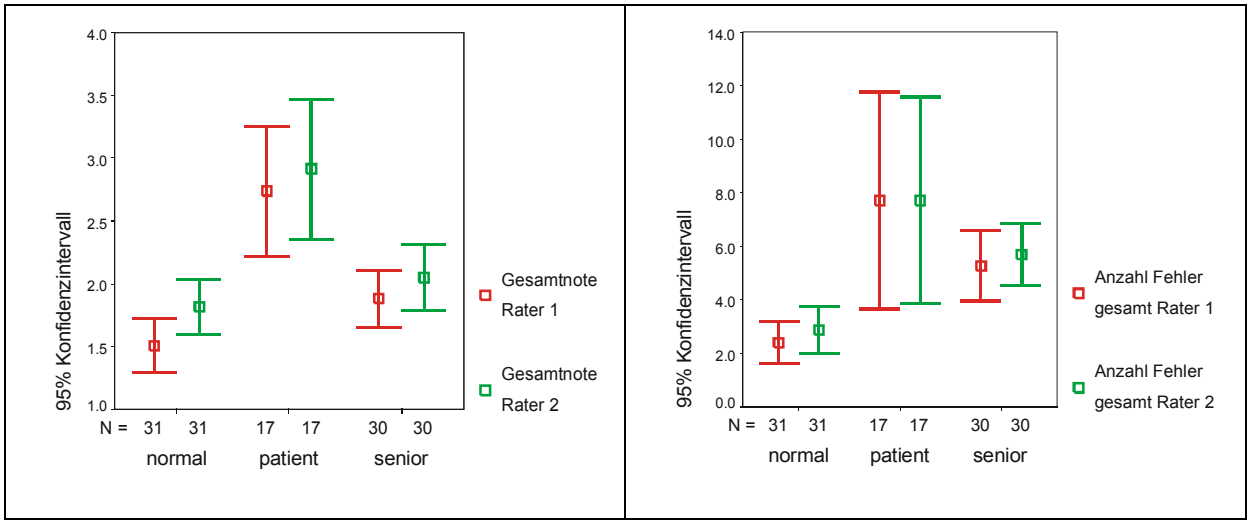


Abb. 4.2: Vergleich der Fehlerbalken der Rater-Einschätzung zu „Gesamtnote" und „Anzahl Fahrfehler" in den verschiedenen Gruppen.

Für die Bestimmung der internen Konsistenz wurden innerhalb der Raterurteile Korrelationen zwischen der Gesamtnote und der Anzahl der Fehler beziehungsweise der gut gelösten Fahraufgaben berechnet. Für den Rater 1 sind dies: Korrelation zwischen Gesamtnote und Fehlersumme (IK1_1: r = .762, p ≤ ,000) und Korrelation zwischen Gesamtnote und Summe der gut gelösten Fahraufgaben (IK1_2: r = -.795, p ≤ ,000). Für den Rater 2: Korrelation zwischen Gesamtnote und Fehlersumme (IK2_1: r = .692, p ≤ ,000) und Korrelation zwischen Gesamtnote und Summe der gut gelösten Fahraufgaben (IK2_2: r = -.822, p ≤ ,000) (Korrelationen nach Pearson). Die vollständige Korrelationstabelle findet sich im Anhang unter Punkt 8.5.1.

4.2.2 Gruppenunterschiede in den Hauptvariablen

Für die nachfolgenden Berechnungen wurden aufgrund der hohen Konsistenz- und Reliabilitätsmaße Mittelwerte der beiden Raterurteile gebildet. Zunächst wurden mittels T-Test die Gruppenunterschiede in den Hauptvariablen „Fahrfehler“, „Gesamtnote“ und „gut gelöste Fahraufgaben“ analysiert. Es zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede zwischen den älteren und den jüngeren Fahrer in allen drei Variablen, wobei die Älteren in allen Variablen schlechter bewertet wurden (Gesamtnote: T = -2,081, p ≤ ,042; Fehler: T = -4,139, p ≤ ,000; gut gelöst: T = -2,801, p ≤ .007). Zwischen Patienten und Gesunden zeigten sich ebenfalls in allen Variablen signifikante Unterschiede, die Patienten wurden jeweils schlechter bewertet (Gesamtnote: T = -4,483, p ≤ ,000; Fehler: T = -2,708, p ≤ ,015; gut gelöst: T = -3,146, p ≤ .005). Im Vergleich der „Gesamtnote“ zwischen Patienten und Senioren schnitten die Patienten signifikant schlechter ab (Gesamtnote: T = -3,216, p = ,004) (eine Tabelle mit den Mittelwerten findet sich im Anhang unter 8.5.1). Die Bestnote (1=sehr gut) vergab wenigstens einer der Rater in der Gruppe der jüngeren Fahrer an 11 Personen, in der Gruppe der Patienten an eine Person und in der Gruppe der Senioren an 3 Personen. Eine schlechte Note in wenigstens einer der Kategorien (4 oder schlechter) wurde hingegen an einen Jüngeren, sieben Patienten und an einen älteren Autofahrer vergeben. Keiner der Senioren erzielte ein schlechteres Ergebnis als befriedigend-ausreichend (3,5).

In der Gruppe der Patienten schnitten vor allem die älteren Patienten schlechter ab. Die Patienten im Alter von 70 und mehr erhielten in der „Gesamtnote“ alle ein „befriedigend“ oder eine schlechtere Bewertung. Aufgrund der geringen Fallzahlen konnten keine statistischen Analysen berechnet werden. Von den beiden Patienten mit Gesichtsfeldeinschränkungen zeigte eine ein sehr gutes (Gesamtnote 1,5) und einer ein eher schlechtes Ergebnis (3,5).

4.2.3 Gruppenunterschiede in den Fehlerhäufigkeiten

Bei der Analyse der Fehler zeigte sich im Mann-Whitney-Test ein hochsignifikanter Unterschied zwischen Senioren und jüngeren Probanden bei der „Anzahl der Vorfahrtsfehler“ (p ≤ ,000) und ein signifikanter Unterschied in der „Anzahl der Geschwindigkeitsfehler“ (p ≤ ,022), wobei die Senioren jeweils mehr Fehler machten.

Zwischen Patienten und Gesunden zeigten sich hochsignifikante Unterschiede in den Fehlerhäufigkeiten beim „Spurverhalten“ (p ≤ ,000) sowie signifikante Unterschiede beim „Einordnen“ und bei der „Orientierung“ (p ≤ ,002; p ≤ ,028), die Patienten machten jeweils mehr Fehler. Abbildung 4.3 zeigt die Verteilung der verschiedenen Fehlerklassen in den drei Gruppen.

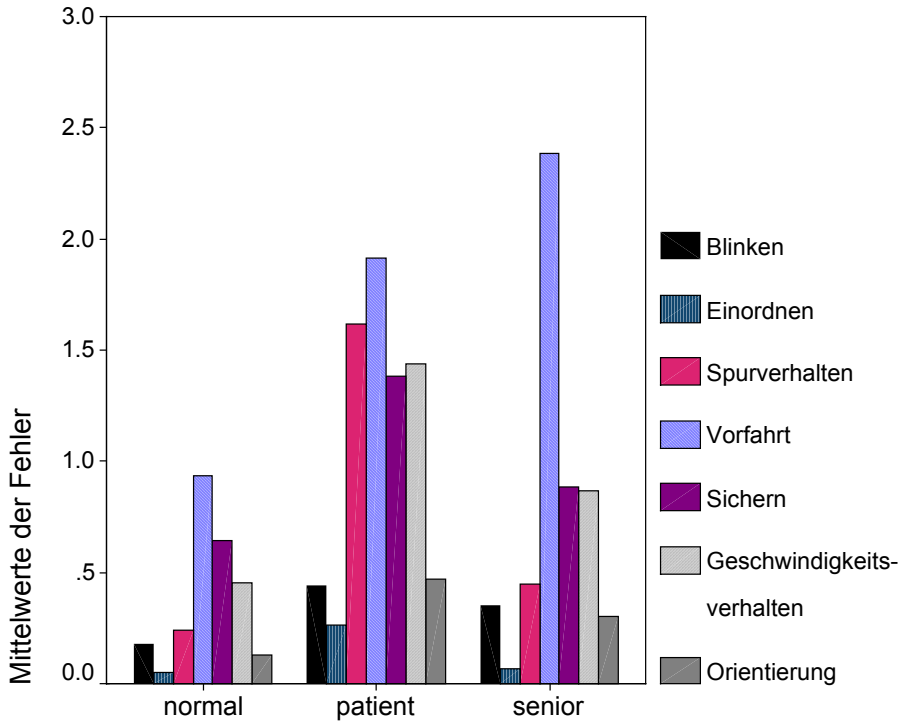


Abb. 4.3: Fehlerhäufigkeiten in den Gruppen bei der Fahrprobe (Mittelwerte pro Gruppe). Itemhäufigkeiten der Kategorien: Blinken 28, Einordnen 6, Spur 15, Vorfahrt 18, Sichern 24, Geschwindigkeit 24 und Orientierung 8.

Die Anzahl aller Fehler unterschied sich zwischen den Gruppen, während in der Gruppe der Jüngeren 0-7 Fehler gemacht wurden (Median: 2, also machten 50% der Personen dieser Gruppe 0-2 Fehler), machten Patienten 1-25 Fehler (Median bei 5,5) und Senioren 1-17 (Median bei 4,75). In Abbildung 4.4 sind die Verteilungen dargestellt, pro Gruppe wurden die Mittelwerte der Fehlerhäufigkeiten gebildet.

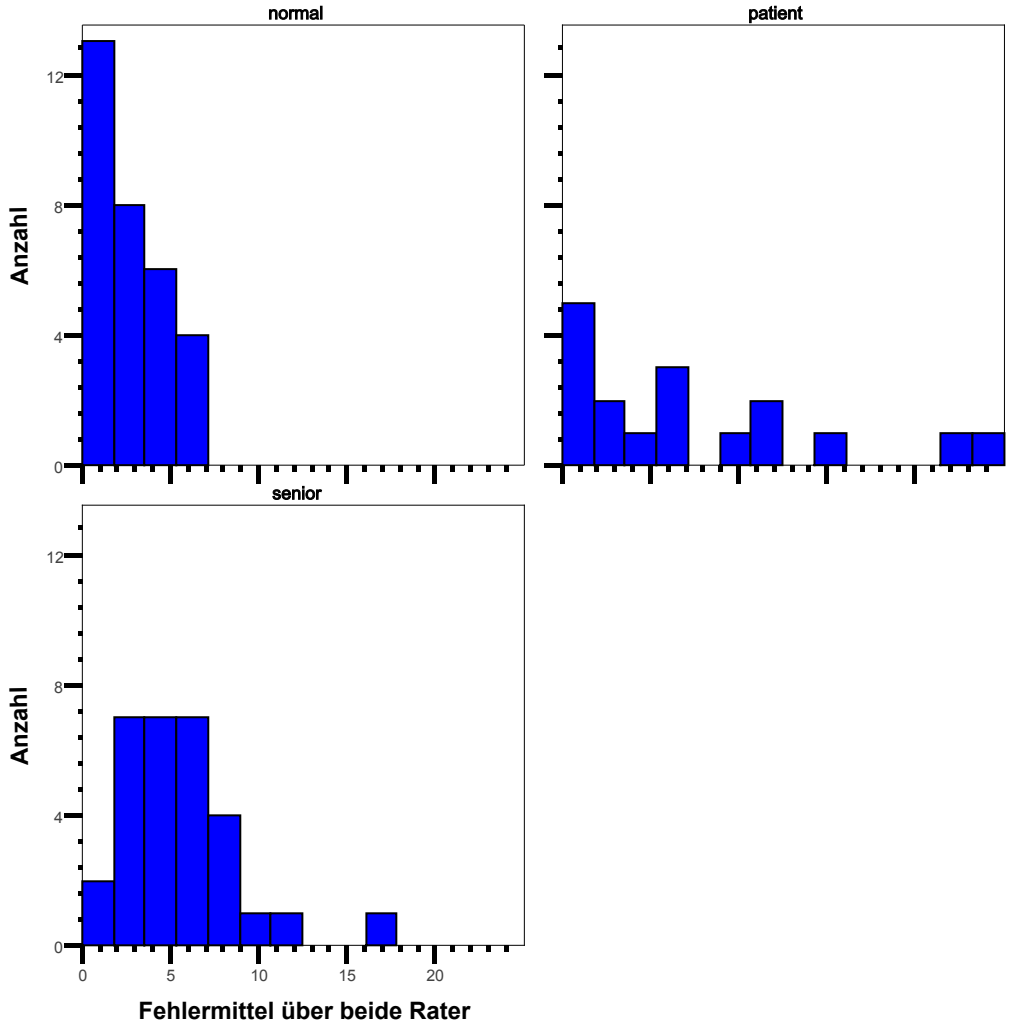


Abb. 4.4: Unterschiede in der Häufigkeit von Fahrfehlern zwischen den Gruppen. X-Achse: Anzahl der Fehler. Y-Achse: Anzahl der Personen.

Zusätzlich wurden die Unterschiede in den Dimensionen der Einzelnoten berechnet. Hier sehen die Verteilungen wie folgt aus:

Signifikante Unterschiede zeigten sich im Mann-Whitney-Test zwischen Senioren und Jüngeren in den Fehlerkategorien: „Abstandsverhalten“ ($p \leq ,003$), „Kommunikation“ ($p \leq ,035$), „Sichern“ ($p \leq ,022$), „Verhalten in Kreuzungen“ ($p \leq ,032$), „Aufmerksamkeit“ ($p \leq ,007$) und „Voraussicht“ ($p \leq ,002$).

Zwischen Patienten und Gesunden zeigten sich hochsignifikante Unterschiede (in allen Fällen $p \leq ,001$) im „Abstandsverhalten“, „Spurverhalten“, „Kommunikationsverhalten“, „Geschwindigkeitsverhalten“, „Verhalten in Kreuzungen“ sowie bei der „Aufmerksamkeit“ und der „Voraussicht“. Signifikant waren die Unterschiede in den Notenkategorien „Sichern“ ($p \leq ,003$) und

in der „Fahrzeugbedienung“ (p≤ ,003).

4.2.4 Geschlechtsunterschiede

Zwischen Männern und Frauen über alle Alters- und Probandengruppen hinweg sind signifikante Unterschiede bei den Fahrprobenbewertungen zu beobachten. Im Mann-Whitney-Test unterschieden sich Männer und Frauen im „Gesamturteil“ (p≤ ,044)sowie in der Anzahl der registrierten „gut gelösten Fahraufgaben“ (p≤ ,035) signifikant, wobei die Frauen jeweils schlechter bewertet wurden. In der Anzahl der „Fahrfehler“ wurden die Unterschiede nicht signifikant, eine Tendenz war allerdings vorhanden.

Die Analyse der einzelnen Fehlerdimensionen ergab signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen in den Kategorien „Sichern“ (p≤ ,025) und „Spurverhalten“ (p≤ ,027), wobei die Frauen jeweils schlechter abschnitten. Abbildung 4.5 zeigt am Beispiel des Notenmittels beider Rater, dass die Unterschiede zwischen Männern und Frauen vor allem in der Gruppe der älteren Probanden deutlich auftraten. Die Unterschiede wurden im Mann-Whitney-U-Test jedoch nicht signifikant.

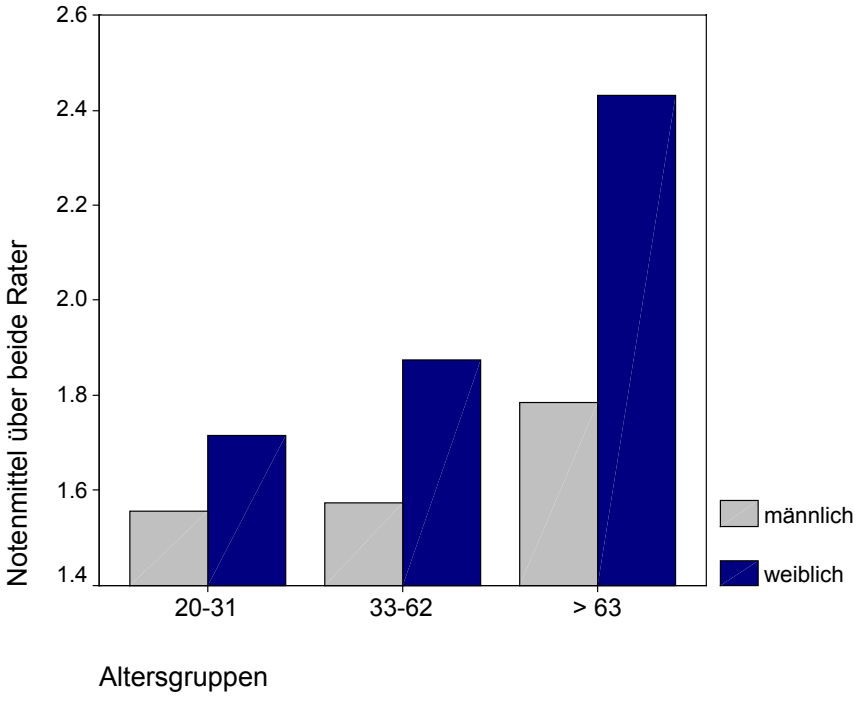


Abb. 4.5: Verteilungsunterschiede in der Fahrprobenbewertung nach Alter und Geschlecht über alle Probanden hinweg.

4.2.5 Regression der Fahrprobenvariablen:

Um zu prüfen, welche der Fahrprobenvariablen in den jeweiligen Gruppen für die Ergebnisse verantwortlich waren, wurde eine multiple Regressionsanalyse für die Fehler- und Notenkategorien

der Fahrprobenratings durchgeführt. Als Richtwert für die Auswahl des Vorhersagemodells wurde angestrebt, mit möglichst wenig Prädiktoren wenigstens 90% der Varianz des Gesamtergebnis der Fahrprobe aufzuklären. Danach ergaben sich folgende Modelle (die Signifikanzniveaus der Modelle lagen alle bei $p \leq ,000$):

Jüngere: Note „Verhalten in Kreuzungen“ (Beta = .669), Anzahl „Fehler Geschwindigkeitsverhalten“ (Beta =.352), Anzahl „Fehler Vorfahrt“ (Beta = .350); (R-Quadrat = .855);

Patienten: „Fahrzeugbedienung“ (Beta = .945); (R-Quadrat = .894);

Ältere: Note „Verhalten in Kreuzungen“ (Beta = .446), Anzahl „Fehler Vorfahrt“ (Beta = .237), Note „Aufmerksamkeit“ (Beta = .361) und Anzahl „Fehler Spurverhalten“ (Beta = .239); (R-Quadrat = .888).

Über alle Probanden hinweg wurde bei hochsignifikanter Regression ($p \leq ,000$) 73,5% aufgeklärte Varianz erreicht (R-Quadrat), aufgenommen wurden hier die Variablen „Verhalten in Kreuzungen“, Anzahl der „Vorfahrtsfehler“ und „Aufmerksamkeit“.

4.3 Auswertung der Simulatordaten

Vergleich von Älteren und Jüngeren

Die Auswertung der Simulatordaten zeigt eine Reihe von Gruppenunterschieden zwischen Senioren und jüngeren Probanden. Unterschiede zeigten sich in den Variablen zur „Geschwindigkeit“, zum „Abstandsverhalten“ und zu „Lenkbewegungen“. Senioren hatten einen signifikant größeren Abstand zum Vordermann (wiedergespiegelt in der längeren Zeit bis zum fiktiven Zusammenstoß mit dem Vordermann ($T = -2,582$, $p\leq ,012$)), machten signifikant mehr Lenkradbewegungen auf gerader Strecke ($T = -3,170$, $p\leq ,002$) sowie bei Abbiegungen ($T = -3,336$, $p\leq ,001$) und fuhren signifikant langsamer ($T = 3,291$, $p\leq ,002$). Bei Unfällen und Fehlern waren kaum Unterschiede zu beobachten, einzig die Geschwindigkeitsübertretungen traten bei Jüngeren signifikant häufiger auf, als bei Älteren (Mann-Whitney-Test: $p\leq ,001$). Im Durchschnitt wurden pro Fahrt über alle Probanden hinweg 0-1 Unfall registriert.

Vergleich von Patienten und Gesunden

Zwischen Gesunden und Patienten zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede im „Abstand zum Vordermann“ (wiedergespiegelt in der längeren Zeit bis zum fiktiven Zusammenstoß mit dem

Vordermann (T = -2,428, p≤ ,019)) sowie in der lateralen Beschleunigung (T = -2,665, p≤ ,011). Fehler- und Unfallzahlen unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen.

SSQ

In den Skalen des SSQ zur Erfassung der Übelkeit in Folge der Simulatorfahrt zeigten sich keine Gruppenunterschiede zwischen Patienten, Gesunden und älteren Fahrern, auch nicht zwischen Männern und Frauen. Im Durchschnitt wurde ein Summenwert von 9,1 angegeben, wobei insgesamt 16 Items mit einer Zahl von null bis drei beziffert werden konnten. Am häufigsten wurde eine Verschlechterung in den Items „allgemeines Unwohlsein“ sowie „Übelkeit“ angegeben. Aus der Gesamtstichprobe von 78 mussten 15 Personen die Fahrt vorzeitig wegen Übelkeit abbrechen.

Keine der Simulatorvariablen zeigt eine Korrelation mit den Ergebnissen des SSQ.

4.4 Auswertung der verkehrs- und neuropsychologischen Daten

4.4.1 Gruppenunterschiede in den einzelnen Tests

Wiener Testsystem

In der verkehrspsychologischen Testbatterie des Wiener Testsystems zeigten sich im T-Test bei allen Hauptvariablen der sechs Untertests hochsignifikante Unterschiede zwischen den Gruppen der älteren und der jüngeren Autofahrer (für alle Variablen p≤ ,001, Mittelwerte und Statistik im Anhang unter Punkt 8.5.3). Ältere schnitten also im Mittel hochsignifikant schlechter ab bei:

- der Zeit für die korrekte Zurückweisung nicht identischer Stimuli (COG)
- der Anzahl Richtiger bei der komplexen Reaktionszeitaufgabe (DT)
- der Anzahl der richtig verfolgten Linien unter Zeitlimit (LVT)
- in der peripheren Wahrnehmungsleistung gemessen in Grad des Sehwinkels (PP)
- der Trackingabweichung bei der Zweitaufgabe in der PP
- der Reaktionszeit auf periphere Stimuli in der PP
- der Reaktionszeit auf eine Wahlreaktionsaufgabe (RT)
- der motorischen Reaktionszeit auf eine Wahlreaktionsaufgabe (RT)
- der Überblicksgewinnung bei kurzzeitig präsentierten Verkehrssituationen (TAVT)

Im TAVT waren die Unterschiede mit Abstand am größten, danach folgte der Determinationstest und der Linienverfolgungstest.

Zwischen Patienten und Gesunden zeigten lediglich die Untertests Cognitrone und der

Linienverfolgungstest hochsignifikante Unterschiede. Der Median der motorischen Reaktionszeit (RT), die Trackingabweichung (PP) und die periphere Wahrnehmungsleistung zeigten signifikante Unterschiede. Alle Variablen zeigten bei Patienten und Senioren im Vergleich zu jüngeren Gesunden eine größere Streuung. Die beiden Patienten mit Gesichtsfeldeinschränkungen schnitten in allen Untertests des WTS durchschnittlich bis überdurchschnittlich ab (Patient 1: Prozentränge zwischen 50-57, Patient 2: Prozentränge zwischen 60-95).

Am Beispiel der Reaktionszeiten sind in Abbildung 4.6 die Zusammenhänge mit dem Alter verdeutlicht. Dargestellt sind die Mediane der Reaktionszeiten aus dem RT (Reaktionszeit und motorische Zeit) und aus der PP. Die Regressionsgerade für die Reaktionsaufgabe der PP weist die geringste Steigung auf, die Verlängerung der Zeiten mit zunehmendem Alter sind hier also am stärksten. Die motorischen Reaktionszeiten im RT (Zeit vom Heben des Fingers von der Ruhetaste bis zum Drücken der Reaktionstaste) weist die stärkste Steigung und somit die geringste Veränderung mit dem Alter auf, die „kognitive Reaktionszeit“ (die Zeit bis zum Heben des Fingers von der Ruhetaste) liegt dazwischen.

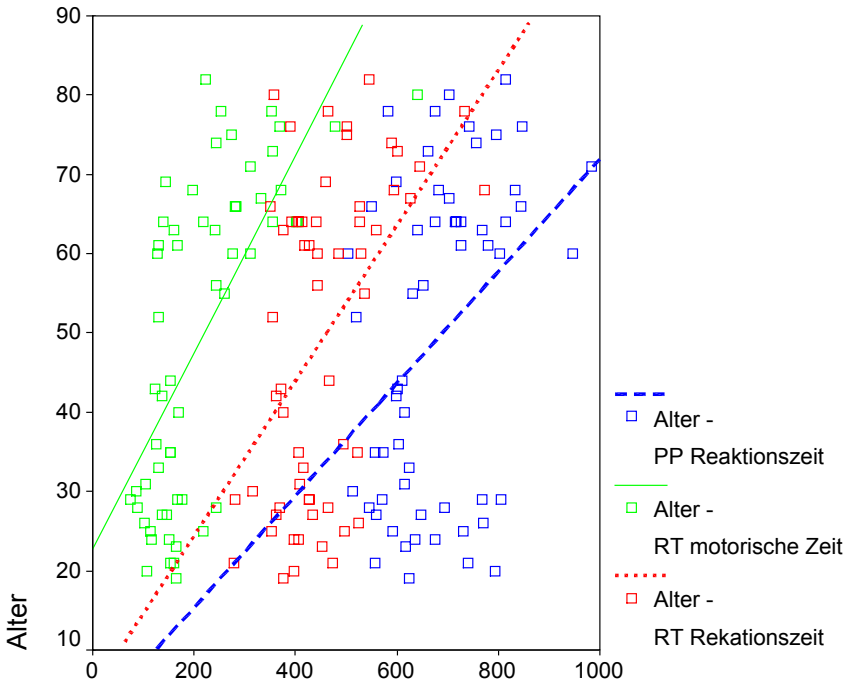


Abb. 4.6: Zusammenhänge zwischen Alter und Reaktionszeiten. Die Regressionskurven sind von links nach rechts: Median der Reaktionszeit im RT, Median der motorischen Zeit im RT und Reaktionszeit auf Lichtreize in der PP.

TAP – Alertness

Im Untertest Alertness aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung zeigten sich im T-Test signifikante Unterschiede zwischen Älteren und Jüngeren im Median der „Reaktionszeit gesamt“ ($T = -2{,}481$, $p \leq {,}018$) sowie in den Unter-Reaktionszeiten mit und ohne Warnton, wobei die Älteren jeweils langsamer reagierten. Die Unterschiede im Kennwert zur „phasischen Alertness“, der die phasische Erhöhung der Aufmerksamkeit auf ein Warnsignal hin wiedergibt, wurden nicht signifikant. Eine vollständige Tabelle mit den Signifikanzen findet sich im Anhang unter 8.5.3.

Zwischen Patienten und Gesunden zeigten sich ebenfalls signifikante Gruppenunterschiede, auch hier wurden alle Variablen signifikant bis auf den Kennwert zur phasischen Alertness.

TAP – Geteilte Aufmerksamkeit

Im Untertest zur geteilten Aufmerksamkeit unterschied sich der Median der Reaktionszeit hochsignifikant zwischen Älteren und Jüngeren ($T = 3{,}456$, $p \leq {,}001$), die Anzahl der richtigen Reaktionen und der Fehler unterschied sich signifikant. Zwischen Patienten und Gesunden wurde der Unterschied im Median der Reaktionszeit nicht signifikant, die Anzahlen „Richtiger“, „Fehler“ und „Auslasser“ unterschieden sich jedoch signifikant zwischen den Gruppen. Eine vollständige Tabelle mit den Signifikanzen findet sich im Anhang unter 8.5.3. Untergliedert man die Reaktionszeiten nach visuellem und akustischen Stimulus, so zeigt sich in der akustischen Modalität jeweils kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen, in der visuellen schon.

Nachfolgende Abbildung (4.7) verdeutlicht die Gruppenunterschiede in akustischer und visueller Modalität. Exemplarisch ist hier die absolute Rangfolge der drei Gruppen ersichtlich, die sich so in fast allen psychologischen Leistungstests wiederspiegelte: die Gruppe der Patienten nimmt eine Mittelstellung zwischen Senioren und Jüngeren ein. So schnitten auch im Test „Geteilte Aufmerksamkeit“ bei der Reaktionszeit auf visuelle und auf akustische Reize die älteren Probanden schlechter ab als die Patienten.

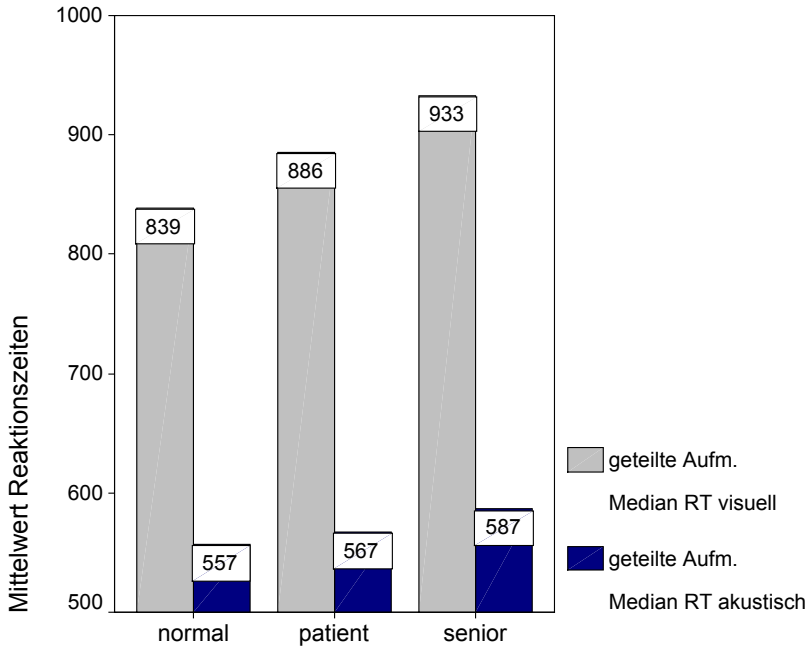


Abb. 4.7: Gruppenvergleiche in den verschiedenen Reaktionsmodalitäten im Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit" der TAP. Signifikante Unterschiede nur in bei visuellen Reizen.

ZVT und TMT-B

In den beiden Zahlenverbindungstests ZVT und TMT-B zeigten sich in der einfaktoriellen ANOVA hochsignifikante Gruppenunterschiede in den Bearbeitungszeiten (ZVT: $F = 11{,}698$, $p \leq ,000$ TMT-B: $F = 12{,}610$, $p \leq ,000$). Im Post-Hoc-Test (LSD) unterschieden sich sowohl Patienten und Gesunde als auch Ältere und Jüngere hochsignifikant. Eine vollständige Tabelle findet sich im Anhang unter 8.5.3.

UFOV

Im Mann-Whitney-U-Test zeigten sich zwischen Senioren und Jüngeren in den Untertests „divided attention" und „selective attention" hochsignifikante Unterschiede, die Unterschiede im Untertest „processing speed" waren nicht signifikant. Zwischen Patienten und Gesunden waren die Differenzen in allen drei Untertests signifikant (Tabelle mit Signifikanzen im Anhang unter 8.5.3).

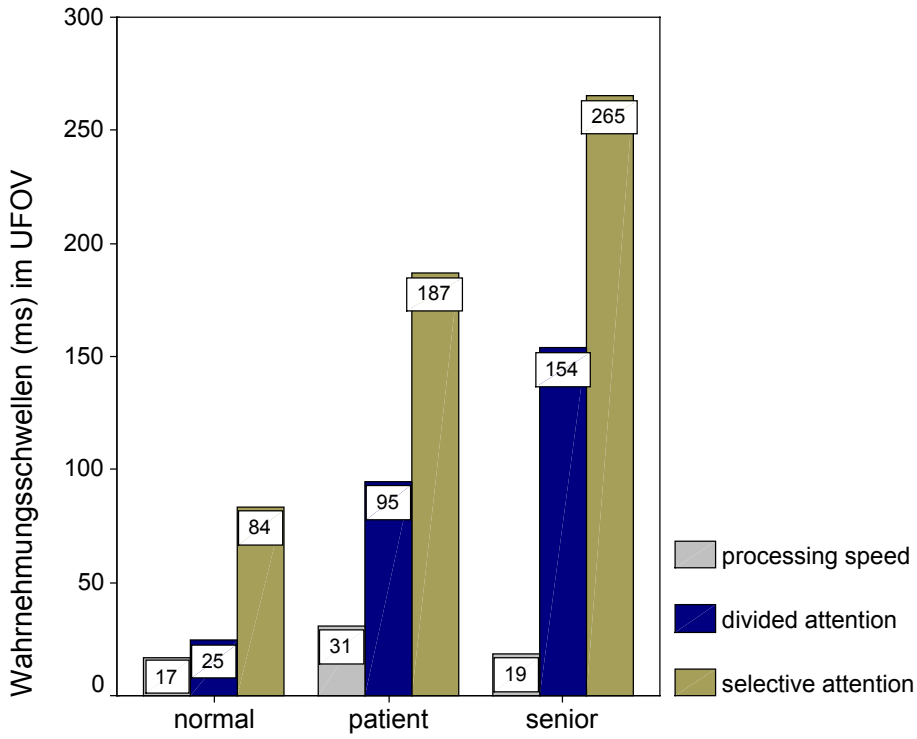


Abb. 4.8: Gruppenvergleiche in den drei Untertests des UFOV.

Auffallend ist bei diesem Untertest, dass die Patienten im Vergleich zu den Senioren zwar eine langsamere Verarbeitungsgeschwindigkeit zeigten („processing speed“), in den komplexeren Aufgaben mit geteilter Aufmerksamkeitskomponente („divided attention“ und „selective attention“) jedoch wieder bessere Leistungen zeigten (s. Abbildung 4.8). Die beiden hemianopen Patienten zeigten im Untertest „processing speed“, in dem die Reize zentral präsentiert werden, keine Einschränkungen. In den beiden Bedingungen mit gleichzeitiger Darbietung von peripheren Reizen („divided attention“ und „selective attention“) wurden Einschränkungen im Bereich des Ausfalls deutlich.

4.4.2 Verfahren zur Dimensionsreduktion

Fast alle Testvariablen der neuro- und verkehrspsychologischen Tests korrelierten miteinander signifikant. Führt man zur Dimensionsreduktion eine Faktorenanalyse durch, so ergeben sich nach VARIMAX-Rotation und Extraktion ab einem Eigenwert > 1 vier Faktoren, die zusammen 71,45% der Varianz klären. Auf den Faktoren laden folgende Funktionsbereiche: 1. Faktor: Konzentration, selektive periphere Aufmerksamkeit, visuelle Auffassungsgeschwindigkeit und motorische Reaktionsgeschwindigkeit, 2. Faktor: Bearbeitungszeit bei visueller Suche, geteilte Aufmerksamkeit und visuelle Verarbeitungsgeschwindigkeit, 3. Alertness (tonische und phasische

Aufmerksamkeit) und Faktor 4: Auslasser bei geteilter Aufmerksamkeit. Die Komponentenmatrix findet sich im Anhang unter 8.5.4.

4.5 Auswertung der visuellen Tests

In der Analyse der zentralen Tagessehschärfe zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede. Allerdings lag der Prozentsatz an Personen mit einem Fernvisus von unter 0,8 mit 20-30 Prozent bei den Senioren deutlich höher als bei den Jüngeren (signifikant im Mann-Whitney-U-Test: p≤ ,041). Große Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich sowohl in der Perimetrie als auch in der zentralen und der peripheren Kontrastwahrnehmung, wobei Patienten und Senioren jeweils höhere Werte bei der Anzahl relativer und absoluter Defekte im Gesichtsfeld und höhere Kontrastschwellen aufwiesen. Folgende Tabelle gibt die Gruppenmediane der wichtigsten Kennwerte wieder:

		Anzahl absoluter Defekte rechts	Anzahl absoluter Defekte links	Anzahl relativer Defekte links	Anzahl relativer Defekte rechts	R-Contrast zentral	periphere Kontrastwahr-nehmung
normal	Median	5.00	4.00	10.50	13.00	1.1650	2.2138
	STD	3.287	4.110	15.800	16.585	.54961	1.42503
	Maximum	12	17	61	68	3.65	7.15
	Minimum	0	0	1	0	.71	.65
patient	Median	13.00	9.00	27.00	28.00	1.4900	4.0750
	STD	12.532	9.374	23.537	22.833	.88826	3.34785
	Maximum	44	28	85	78	4.10	15.94
	Minimum	0	0	6	8	.72	1.63
senior	Median	14.00	13.00	23.00	25.00	1.9900	4.1538
	STD	15.534	9.400	23.235	22.602	1.24769	1.65090
	Maximum	83	33	89	96	5.96	7.20
	Minimum	1	1	3	7	.83	.87
gesamt	Median	8.50	6.50	17.00	19.00	1.4500	3.1550
	STD	12.500	8.540	21.862	21.933	1.03072	2.22795
	Maximum	83	33	89	96	5.96	15.94
	Minimum	0	0	1	0	.71	.65

Tab. 4.1: Median, Standardabweichung und Extremwerte von Perimetrie und Kontrastwahrnehmung in den drei Gruppen. Die Anzahl absoluter und relativer Defekte beziehen sich auf die statische Perimetrie, zentrale und periphere Kontrastwahrnehmung auf den R-Kontrast-Test.

In der Tabelle ist ersichtlich, dass die höchste Anzahl relativer und absoluter Defekte im Gesichtsfeld jeweils von Senioren erreicht wurden (und nicht von den Patienten mit Quadrantenhemianopsie). Auch bei der zentralen Kontrastschwelle wurde der höchste Wert in der Gruppe der älteren Fahrer erreicht. Der Ausreißer in der peripheren Kontrastwahrnehmung bei der Patientengruppe ist auf einen Patienten mit Gesichtsfeldausfall zurückzuführen.

Alle Kennwerte der Perimetrie und des R-Contrast-Tests korrelierten signifikant mit dem Alter

(Koeffizienten zwischen .31 und .51). Eine Tabelle mit den Koeffizienten findet sich im Anhang unter 8.5.5.

4.6 Auswertung des Persönlichkeitsfragebogens

Anhand der Angaben im TVP wurden zwei Persönlichkeitsprofile erstellt, das erste beschreibt die allgemeinen Skalen (Abbildung 4.9), das zweite die verkehrsbezogenen Skalen (Abbildung 4.10).

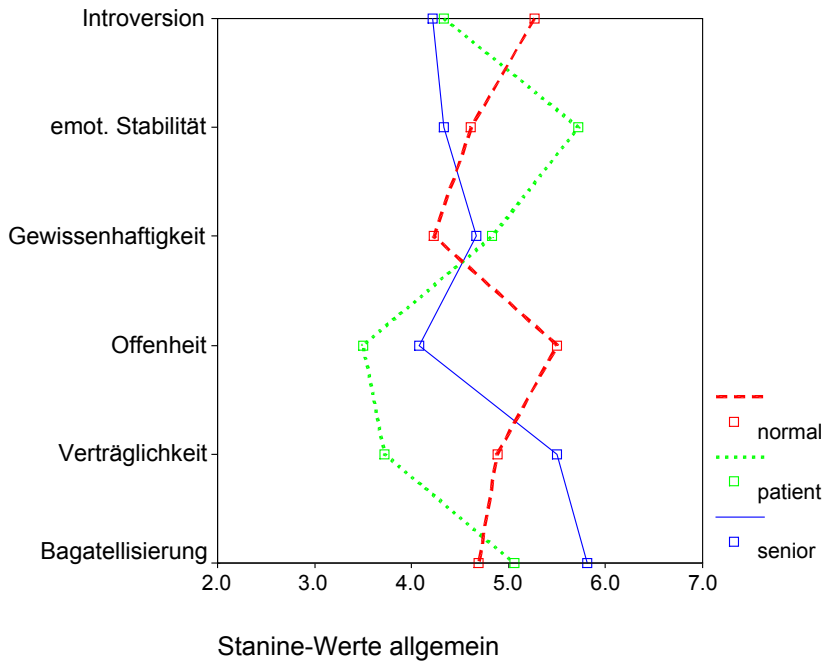


Abb. 4.9: Persönlichkeitsprofile der allgemeinen Skalen des TVP je Gruppe.

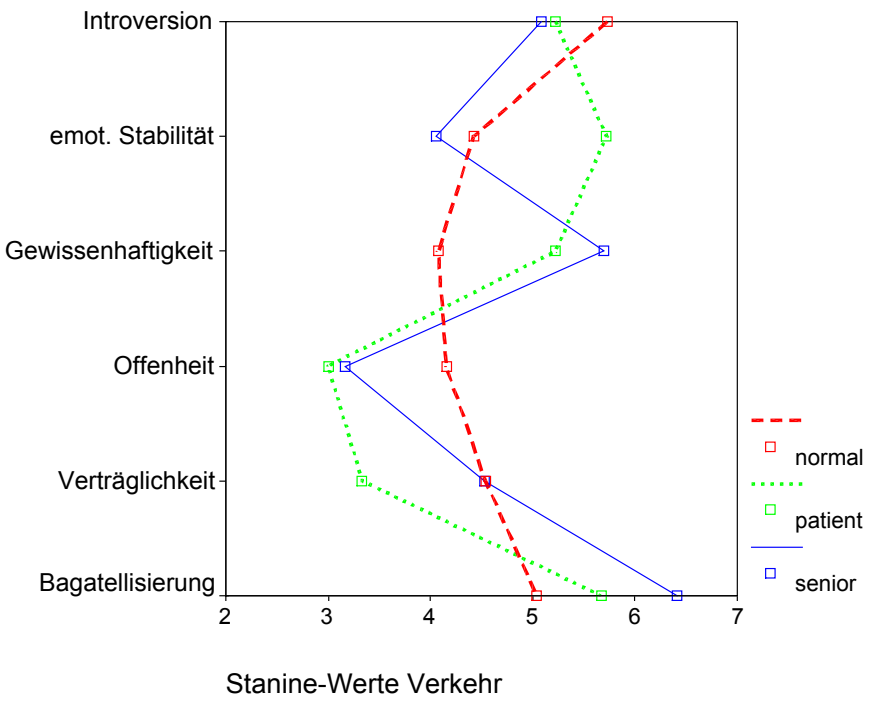


Abb. 4.10: Persönlichkeitsprofile der verkehrsbezogenen Skalen des TVP je Gruppe.

Signifikante Mittelwertsunterschiede der Normwerte zeigten sich in einer ANOVA in den Skalen „Gewissenhaftigkeit“, „Offenheit für Erfahrungen“, „Verträglichkeit“ und „Bagatellisierung“, in den Post-Hoc-Tests (Bonferroni) zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Senioren und Jüngeren in den Skalen „Gewissenhaftigkeit Verkehr“ (p≤ ,001), „Bagatellisierung“ (p≤ ,019) und „Bagatellisierung Verkehr“ (p≤ ,035). Senioren zeigten sich also signifikant gewissenhafter im Verkehr und hatten signifikant höhere Bagatellisierungswerte allgemein sowie verkehrsbezogen.

4.7 Zusammenhänge zwischen Fahrprobenergebnissen, Alter und Fahrexposition

Über die gesamte Stichprobe hinweg gab es zwischen den Variablen „Alter“, „Jahreskilometerleistung“ und „Führerscheinbesitz“ und den Fahrprobenkennwerten („Gesamtnote“ und „Summe der Fahrfehler“) signifikante Korrelationen, die in Tabelle 4.2 dargestellt sind. Die Korrelationen mit der Jahreskilometerleistung war negativ; wer mehr Jahreskilometer angab, hatte also geringere (und damit bessere) Werte in der Fehleranzahl und der Gesamtnote. Die Korrelationen zum Führerscheinbesitz war über die Gesamtpopulation hin positiv; das heißt, wer schon sehr viele Jahre den Führerschein besaß, hatte tendenziell auch schlechtere Ergebnisse in der Fahrprobe.

Korrelationen

			Alter	Notenmittel über beide Rater	Fehlermittel über beide Rater	Wie viele Km fahren Sie pro Jahr	Führerschein seit... Jahren
Spearman-Rho	Alter	Korrelationskoeffizient	1.000	.243*	.441**	-.185	.922**
		Sig. (2-seitig)	.	.032	.000	.128	.000
		N	78	78	78	69	75
	Notenmittel über beide Rater	Korrelationskoeffizient	.243*	1.000	.656**	-.328**	.167
		Sig. (2-seitig)	.032	.	.000	.006	.153
		N	78	78	78	69	75
	Fehlermittel über beide Rater	Korrelationskoeffizient	.441**	.656**	1.000	-.254*	.378**
		Sig. (2-seitig)	.000	.000	.	.035	.001
		N	78	78	78	69	75
	Wie viele Km fahren Sie pro Jahr	Korrelationskoeffizient	-.185	-.328**	-.254*	1.000	-.080
		Sig. (2-seitig)	.128	.006	.035	.	.518
		N	69	69	69	69	67
	Führerschein seit... Jahren	Korrelationskoeffizient	.922**	.167	.378**	-.080	1.000
		Sig. (2-seitig)	.000	.153	.001	.518	.
		N	75	75	75	67	75

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

**. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tab. 4.2: Korrelationen zwischen Alter, Kilometerleistung, Jahren Führerscheinbesitz und den Fahrprobenkennwerten (Notenmittel und Fehlermittel) über die gesamte Stichprobe.

Führt man die Korrelationen jedoch gruppenweise durch, so zeigen sich in der Gruppe der Jüngeren keine Signifikanzen zwischen Alter oder Jahren an Führerscheinbesitz und Fahrprobenergebnis, lediglich die Jahreskilometerleistung wies einen Zusammenhang zu der Gesamtnote auf ($r = .380$, $p \leq ,038$). In der Gruppe der Älteren zeigte sich demgegenüber eine signifikante Korrelation mit dem Alter (Notenmittel: $r = .460$, $p \leq ,011$; Fehlerzahl: $r = .422$, $p \leq ,020$). Die Jahreskilometerleistung korrelierte auch hier nur mit der Gesamtnote ($r = .448$, $p \leq ,022$).

Der Summenwert des Vermeidungsverhaltens korrelierte über alle Probanden hinweg mit dem Notenmittel ($r = .299$, $p \leq ,008$) und der Fehleranzahl ($r = .262$, $p \leq ,021$), wer mehr Fahrsituationen vermied, hatte also auch ein schlechteres Fahrprobenergebnis. Die Einschätzung der eigenen Fahrsicherheit korrelierte nur mit der Gesamtnote signifikant negativ ($r = -.282$, $p \leq ,013$). Unterteilt man nach den Gruppen, so zeigte sich folgendes Bild: in der Gruppe der Jüngeren gab es keine Zusammenhänge zwischen Fahrprobenkennwerten und dem Vermeidungsverhalten oder der subjektiven Fahrsicherheit. In der Gruppe der Patienten korrelierten die subjektiv eingeschätzte Fahrsicherheit und die Gesamtnote der Fahrprobe signifikant negativ ($r = -.583$, $p \leq ,018$); wer ein schlechteres Fahrprobenergebnis erzielte, stufte sich demnach auch als weniger sicher ein. Bei den Senioren zeigte sich kein Zusammenhang zwischen subjektiver Sicherheit und der Fahrprobe. Am zuverlässigsten war die subjektive Einschätzung also in der Gruppe der Patienten. In der Gruppe der

Älteren korrelierte das Vermeidungsverhalten und die Gesamtnote signifikant (r = .490, p ≤ ,006). Wer mehr oder häufiger Situationen vermied, erzielte auch ein schlechteres Ergebnis in der Fahrprobe.

4.8 Zusammenhänge zwischen Fahrprobe und Testpsychologie

Wiener Testsystem

Die Hauptvariablen der verkehrspsychologischen Testbatterie des Wiener Testsystems korrelierten über alle Probanden hinweg hochsignifikant mit dem Ergebnis der Fahrprobe (Koeffizienten zwischen .33 und .64). Einzige Ausnahme bildet die Reaktionszeit im Untertest zur Wahlreaktion. Die mit Abstand stärkste Korrelation zeigte sich in der Variable zur Trackingabweichung im Untertest zur peripheren Wahrnehmung (mit der Gesamtnote: r = .642, p ≤ ,000; mit der Fehlerzahl: r = .510, p ≤ ,000), die ein Indikator für die Konzentrationsfähigkeit einer zentralen Aufgabe bei gleichzeitiger peripherer Reaktionsaufgabe darstellt. Diese Anforderung kommt der des alltäglichen Autofahrens sehr nahe. Auch die anderen Untertests liefern durchweg hohe Korrelationen. Mit Ausnahme der Reaktionszeit lag keiner der Koeffizienten unter dem 0,001-Niveau (eine vollständige Tabelle findet sich im Anhang unter 8.5.6).

Unterteilt man die Analyse nach den verschiedenen Probandengruppen, so ergibt sich folgendes Bild: für die jüngeren Probanden hatten folgende Variablen signifikante Korrelationen: COG (r = .426, p ≤ ,019), DT (r = -.512, p ≤ ,004) und PP (Kennwert Trackingabweichung) (r = .748, p ≤ ,000). Für die Patienten wurden PP (Kennwert Trackingabweichung) (r = .724, p ≤ ,001) und RT (Kennwert motorische Reaktionszeit) (r = .502, p ≤ ,040) signifikant. Für die Senioren zeigten COG (r = .532, p ≤ ,002), DT (r = -.435, p ≤ ,016), PP (Kennwert Trackingabweichung) (r = .594, p ≤ ,001) und RT (Kennwert motorische Reaktionszeit) (r = .483, p ≤ ,009) signifikante Korrelationen. Die höchsten Korrelationen wies in jeder Gruppe mit Abstand der Kennwert „Trackingabweichung“ der PP auf.

TAP

Über alle Gruppen hinweg korrelierten Median und Standardabweichung der Reaktionszeit im Alertness-Test signifikant mit den Fahrprobenkennwerten (zwischen .411 und .335, Tabelle im Anhang unter 8.5.7). Im Untertest „geteilte Aufmerksamkeit“ wurden Median und Standardabweichung der Reaktionszeit sowie die Anzahl der „Richtigen“ signifikant (zwischen

.374 und .336, Tabelle im Anhang unter 8.5.7). Auch hier zeigte wieder, unterteilt nach den Modalitäten, die Reaktionszeit auf akustische Reize keine Korrelationen, die auf visuelle Reize schon. In der Gruppe der Älteren gab es nahezu keine signifikanten Korrelationen zwischen Fahrprobe und TAP.

TMT-B / ZVT

Bearbeitungszeiten von ZVT und TMT-B korrelierten über alle Probanden hinweg hochsignifikant mit den Fahrprobenergebnissen (ZVT mit Note: $r = .447$, $p \leq ,000$, mit Fehler: $r = .398$, $p \leq ,000$; TMT-B mit Note: $r = .379$, $p \leq ,001$, mit Fehler: $r = .228$, $p \leq ,014$). Für die Gruppen der Senioren und der Patienten gab es keine signifikanten Korrelationen.

UFOV

Im UFOV zeigten sich über alle Probanden hinweg in Subtest 2 (divided attention) und im Subtest 3 (selective attention) signifikante Korrelationen zu den Fahrprobenkennwerten (Subtest 2 mit „Fahrfehler“: $r = .319$, $p \leq ,005$; Subtest 3 mit „Gesamtnote“: $r = .331$, $p \leq ,004$; Subtest 3 mit Fehler: $r = .380$, $p \leq ,005$). Für die jeweiligen Gruppen wurden keine signifikante Werte erreicht. Eine signifikante Korrelation zwischen Alter und UFOV-Kennwerten war jedoch vorhanden (s. Abschnitt 4.2.4).

Die Betrachtung der Testdaten der fünf Patienten, die als einzige der Gesamtstichprobe mit einer Gesamtnote von ausreichend oder schlechter beurteilt wurden, zeigt im Mittel zwar unterdurchschnittliche Ergebnisse in der Testbatterie, in Einzelfällen aber auch durchschnittliche bis gute Ergebnisse. Die einzige Variable, in der alle fünf Patienten unterdurchschnittliche Werte erreichten, ist die „Trackingabweichung“ der PP.

Sehfunktionen

Visus

Keiner der Indikatoren zur zentralen Tagessehschärfe zeigte Korrelationen zu den Fahrprobenkennwerten, weder über alle Probanden hinweg noch in den Gruppen.

Perimetrie

Die Anzahl absoluter und relativer Defekte korrelierte über alle Probanden hinweg signifikant mit den Fahrprobenkennwerten, wobei die Koeffizienten für die relativen Defekte höher waren

(absolute Defekte und „Gesamtnote“: r = .268, p ≤ ,019, absolute Defekte und „Fahrfehler“: r = .284, p ≤ ,013; relative Defekte und „Gesamtnote“: r = .415, p ≤ ,000, relative Defekte und „Fahrfehler“: r = .378, p ≤ ,001). Unterteilt nach den Gruppen wurden die Korrelationen nicht signifikant.

Kontrastwahrnehmung

Die zentrale und periphere Kontrastwahrnehmung korrelierte über alle Probanden hinweg signifikant mit den Fahrprobenkennwerten, wobei die Koeffizienten für die zentralen Kontrastwerte höher waren (zentrale Kontrastwahrnehmung mit „Gesamtnote“: r = .336, p ≤ ,003, zentrale Kontrastwahrnehmung mit „Fahrfehler“: r = .340, p ≤ ,002; periphere Kontrastwahrnehmung mit „Gesamtnote“: r = .291, p ≤ ,010, periphere Kontrastwahrnehmung mit „Fahrfehler“: r = .280, p ≤ ,014). Innerhalb der Gruppen wurden die Korrelationen nicht signifikant.

Persönlichkeitsskalen

Über alle Gruppen hinweg wie auch unterteilt nach den Gruppen gab es signifikante Korrelationen zwischen den Fahrprobenkennwerten und einigen Skalen des TVP. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die signifikanten Zusammenhänge:

Gruppen	Skala	Korrelations-koeffizient nach Pearson	Signifikanz-niveau
Gesamt	Offenheit für Erfahrungen	N: r = -.270 F: r = -.342	N: p≤ ,042 F: p≤ ,009
	Verträglichkeit	N: r = -.343	N: p≤ ,009
	Emotionale Stabilität Verkehr	N: r = .532 F: r = .304	N: p≤ ,000 F: p≤ ,021
Jüngere	Emotionale Stabilität	N: r = .430	N: p≤ ,028
	Emotionale Stabilität Verkehr	N: r = .634 F: r = .401	N: p≤ ,000 F: p≤ ,042
Ältere	Emotionale Stabilität Verkehr	N: r = .487	N: p≤ ,025
	Gewissenhaftigkeit Verkehr	N: r = -.467	N: p≤ ,033

Tab. 4.3: Korrelationen zwischen den Fahrprobenkennwerten (N: Notenmittel und F: Fehlermittel) und den Persönlichkeitsskalen des TVP (Rohwerte).

Zusammenfassend korrelierte bei den Jüngeren also eher eine hohe „“emotionale Stabilität“ mit einem guten Fahrprobenergebnis, bei den Älteren korrelierten „emotionale Stabilität im Verkehr“ und die „Gewissenhaftigkeit“ mit einer guten Fahrleistung. Die deutlichsten Korrelationen zeigte bei allen Gruppen die „emotionale Stabilität im Verkehr“, je emotional stabiler, desto besser war die Fahrleistung. Bei der „Gewissenhaftigkeit“ war der Zusammenhang umgekehrt: je gewissenhafter, desto schlechter die Leistung in der Fahrprobe.

4.9 Zusammenhänge zwischen Fahrprobe und Simulator

Über alle Probanden hinweg korrelierten einige Simulatorvariablen mit den zentralen Fahrprobenkennwerten (Koeffizienten zwischen .21 und .47). Diese waren im einzelnen:

Geschwindigkeitsverhalten:
Durchschnittsgeschwindigkeit,
Standardabweichung der Durchschnittsgeschwindigkeit

Lateralkontrolle:
Mittlerer Abstand von der Mittellinie,
Anzahl der Lenkradwechsel (Mittelwert und Standardabweichung),
Anzahl der Spurübertritte rechts,
Mittelwert der lokalen Minima der „time to line crossing“

Longitudinalkontrolle:
Zeit bis zum Bremsmaximum bei Rehen,
berechnete Zeit bis zum Crash mit dem Vordermann (Mean und STD).

Eine vollständige Korrelationstabelle findet sich im Anhang unter 8.5.8. Die Richtung der Korrelationen war so, dass schlechtere Fahrprobenergebnisse mit mehr Spurfehlern, mehr Lenkradbewegungen auf gerade Strecke und bei Abbiegungen, einer niedrigeren Durchschnittsgeschwindigkeit sowie einer längeren Zeit bis der maximale Bremsdruck bei Notbremsungen erreicht wurde, korrelierte.

Unterteilt nach den Gruppen wurden nur wenige Zusammenhänge signifikant. Für die Gruppe der Jüngeren waren dies Mittelwert und STD der mittleren lokalen Minima der „time to line crossing“, also ein Indikator dafür, wie groß im Falle eines geringen Abstands zur Mittellinie dieser Abstand war. Für die Patienten wurden die „Durchschnittsgeschwindigkeit“ und die „Anzahl der

Spurübertritte nach rechts“ signifikant. Für die Senioren zeigte sich lediglich in der „Anzahl der Spurübertritte nach links“ eine signifikante Korrelation mit dem Fahrprobenergebnis, wobei eine schlechtere Fahrleistung mit einer höheren Anzahl von Spurübertritten korreliert war.

Aufgeteilt nach den **Fahrverhaltenskategorien** (insbesondere „Spurverhalten“, „Geschwindigkeitsverhalten“, „Abstandsverhalten“) ergaben sich einige signifikanten Korrelationen. Das „Spurverhalten“ in der Fahrprobe korrelierte über alle Probanden hinweg hochsignifikant mit der „Anzahl der Spurfehler nach rechts“ (also zum Straßenrand hin) im Simulator (Note „Spurverhalten“: $r = .383$, $p \leq ,001$; Anzahl „Spurfehler“: $r = .377$, $p \leq ,001$). Wer im Simulator öfter die Fahrspur verließ, hatte auch in der Fahrprobe schlechtere Ratings in Spurfehler und –note. Auch im „Geschwindigkeitsverhalten“ zeigten sich signifikante Korrelationen: je schlechter die Gesamtnote „Geschwindigkeitsverhalten“ und je mehr Geschwindigkeitsfehler registriert wurden, desto langsamer fuhren die Probanden durchschnittlich in der Simulation („durchschnittliche Geschwindigkeit Simulator“ und „Gesamtnote Fahrprobe“: $r = -.289$, $p \leq ,013$; „durchschnittliche Geschwindigkeit Simulator“ und „Fahrfehler Fahrprobe“: $r = -.232$, $p \leq ,048$). Die Koeffizienten sind mit unter .30 jedoch recht niedrig. Die registrierten Geschwindigkeitsüberschreitungen in Simulator und Fahrprobe korrelierten nicht miteinander. Die Korrelationen zwischen dem Fahrprobenrating für das Abstandsverhalten und den Abstandsindikatoren der Simulatorfahrt („Abstand von der Mittellinie“, „Abstand zum Vordermann“, „Fehler Abstand zu gering“) wurden nicht signifikant, es gab allerdings Tendenzen. Eine Ursache für die fehlenden Zusammenhänge könnte sein, dass es in der Simulationsstrecke nur selten mitfahrenden Verkehr gab, bei dem der Abstand zum Vordermann unterschritten werden konnte.

Für die „Reaktionszeit auf Rehe“ wurden die Zusammenhänge mit den verschiedenen Reaktionszeitaufgaben der Testbatterie analysiert. Es zeigte sich jedoch nur ein schwacher Zusammenhang mit nur einem Reaktionszeitindikator, und zwar mit der „Reaktionszeit auf periphere Reize“ während gleichzeitiger zentraler Trackingaufgabe (PP): $r = .262$, $p \leq ,042$.

4.10 Herauspartialisierung des Alterseffekts

Da viele der testpsychologischen Variablen signifikant mit dem Alter korrelierten, wurden diese „Scheinzusammenhänge“ über die Berechnung von Partialkorrelationen bereinigt. Übrig blieben signifikante Zusammenhänge mit der Fahrleistung in folgenden Variablen: DT „Anzahl Richtiger“: $r = -.383$, $p \leq ,001$, „Sehwinkel“ in der PP: $r = -.226$, $p \leq ,050$ PP „Trackingabweichung“: $r = .448$, $p \leq ,000$, RT „motorische Reaktionszeit“: $r = .283$, $p \leq ,015$, TAP „Geteilte Aufmerksamkeit

Median gesamt“: r = .271, p ≤ ,020. Aus dem Wiener Testsystem zeigten demnach nur der Determinationstest, die Periphere Wahrnehmung und der Reaktionszeittest mit der Variable „motorische Reaktionszeit“ altersunabhängige Korrelationen. Außerdem wurde aus der TAP der „Median der Reaktionszeit“ aus dem Test „Geteilte Aufmerksamkeit“ signifikant. UFOV, TMT-B und ZVT zeigten somit ausschließlich Alterskorrelationen.

Unter den personenbezogenen Variablen (Geschlecht, Persönlichkeit, Sehfähigkeit, Fahrgewohnheiten) blieb nach Herauspartialisierung des Altereffekts allein der Indikator für die „emotionale Stabilität im Verkehr“ signifikant. Das bedeutet, dass weder die Fahrerfahrung noch die (periphere) Sehleistung altersunabhängig einen Einfluss auf die Fahrleistung hatten. Von den Simulatorvariablen blieben altersunabhängig die Korrelationen zwischen zwei Spurindikatoren und der Fahrprobenleistung signifikant („Anzahl der Spurübertritte nach rechts“: r = .320, p ≤ ,013, mittleres lokales Minimum der „time to line crossing“: r = .406, p ≤ ,001). Je genauer die Spur im Simulator gehalten wurde, desto besser war unabhängig vom Alter das Fahrprobenergebnis. Eine Tabelle im Anhang unter Punkt 8.5.9 stellt die Variablen dar, die unabhängig vom Alter mit dem zentralen Fahrprobenkennwert korrelierten.

4.11 Die Bedeutung der verschiedenen Variablen für die Vorhersage

Zur Analyse des Beitrags der verschiedenen Variablen zur Vorhersage der Fahrprobenergebnisse wurden pro Gruppe lineare Regressionsanalysen gerechnet. Der Übersichtlichkeit halber wurden diese Analysen auf drei Variablengruppen aufgeteilt:

Variablengruppe 1: Personenbezogene Variablen (Alter, Geschlecht, Fahrleistung pro Jahr, Vermeidungsverhalten, Persönlichkeitsvariablen, Kontrastwahrnehmung und peripheres Sehvermögen).

Variablengruppe 2: Testpsychologische Variablen (Hauptvariablen des Wiener Testsystems, der TAP, des UFOV sowie des TMT-B und des ZVT).

Variablengruppe 3: Fahrverhaltensvariablen (ausgewählte Simulatorvariablen).

Als Kriteriumsvariable wurde eine aggregierte Variable aus den drei Fahrprobenkennwerten („Gesamtnote“, „Fehleranzahl“, „Anzahl gut gelöster Situationen“) berechnet. Um das Skalenniveau vergleichbar zu machen, wurde zuvor jede dieser Variablen in eine sechs-stufige Rang-Variable umkodiert.

Die Regressionsanalyse wurde in jeder der drei Variablengruppen jeweils für die Probandengruppen durchgeführt, so dass sich insgesamt neun Analysen ergeben. Nachfolgend sind die Ergebnisse je Variablengruppe dargestellt.

Analyse der Variablengruppe 1 (Personenbezogene Variablen):

In der Gruppe der jüngeren Probanden wurde als einziger Prädiktor der Normwert „emotionale Stabilität Verkehr“ aus dem TVP extrahiert (Beta = .52). Das Signifikanzniveau der Gleichung lag bei $p \leq ,008$ ($F = 8,55$), die aufgeklärte Varianz lag bei R-Quadrat = .271. Das Modell konnte damit lediglich 27 % der Varianz aufklären.

In der Gruppe der Patienten konnte kein Regressionsmodell gefunden werden.

In der Gruppe der älteren Fahrer wurden zwei Prädiktoren extrahiert: 1. „Alter“ (Beta = .62) und 2. „zentrale Kontrastwahrnehmung“ (Beta = .47). Das Alter allein klärte 41% der Varianz, gemeinsam mit der zentralen Kontrastwahrnehmung konnten 66% der Varianz aufgeklärt werden (R-Quadrat). Das Signifikanzniveau des Modells lag bei $p \leq ,000$ ($F = 13,74$).

Analyse der Variablengruppe 2 (Testpsychologische Variablen):

Bei der Methode einer schrittweisen Analyse wurde bei allen drei Personengruppen die Variable „Trackingabweichung“ der peripheren Wahrnehmung (WTS) als einziger Prädiktor extrahiert. Die Regressionsgleichungen wurden dabei für alle drei Gruppen signifikant, wobei die Summe der aufgeklärten Varianz für die Gruppe der Patienten mit R-Quadrat = .488 am höchsten lag. Tabelle 4.4 stellt eine Übersicht der zentralen Parameter der Regression dar:

Gruppen	F-Wert	Signifikanz-niveau p	R-Quadrat	Standardisiertes Beta für den Prädiktor Trackingabweichung
Jüngere:	7,348	,011	.201	.450
Patienten:	14,136	,002	.488	.697
Ältere:	9,664	,004	.258	.507

Tab. 4.4: Übersicht über Signifikanzniveau, aufgeklärte Varianz (R-Quadrat) und Beta-Koeffizienten der Regressionsgleichungen zu Fahrprobenergebnis und Trackingabweichung (periphere Wahrnehmung, WTS).

Es konnten somit durch den Prädiktor „Trackingabweichung“ in der Gruppe der jüngeren 20% der Varianz, bei den Patienten 49% und bei den älteren Probanden 26% der Varianz aufgeklärt werden. Die aus dieser Regressionsanalyse resultierenden Streudiagramme finden sich in Abbildung 4.11. Auf der x-Achse befindet sich der kategorisierte Fahrprobenrang in 6 Stufen, auf der y-Achse der durch die Regressionsgleichung vorhergesagte Wert. An der Abbildung wie auch an den Regressionskoeffizienten ist zu erkennen, dass die Gleichung für die jüngeren Probanden die schlechteste Vorhersagekraft besaß, die beste Vorhersagekraft wurde für die Gruppe der Patienten erreicht.

Betrachtet man die Partialkorrelationen (also diejenigen Korrelationen mit der Kriteriumsvariable, die bereinigt von den Korrelationen der bereits extrahierten Prädiktorvariable bestehen), um zu analysieren, welche der Variablen neben der extrahierten Prädiktorvariable den höchsten Vorhersagewert haben, so ergibt sich folgendes Bild:

Jüngere: **keine** Partialkorrelation über .300;

Patienten: Subtest „**divided attention**“ des **UFOV** (r = -.461), Untertest „**Geteilte Aufmerksamkeit**“ der **TAP**, Median Reaktionszeit (r = .430);

Ältere: „**Anzahl Richtiger**“ des **Deteriminationstests** (WTS) (r = -.300).

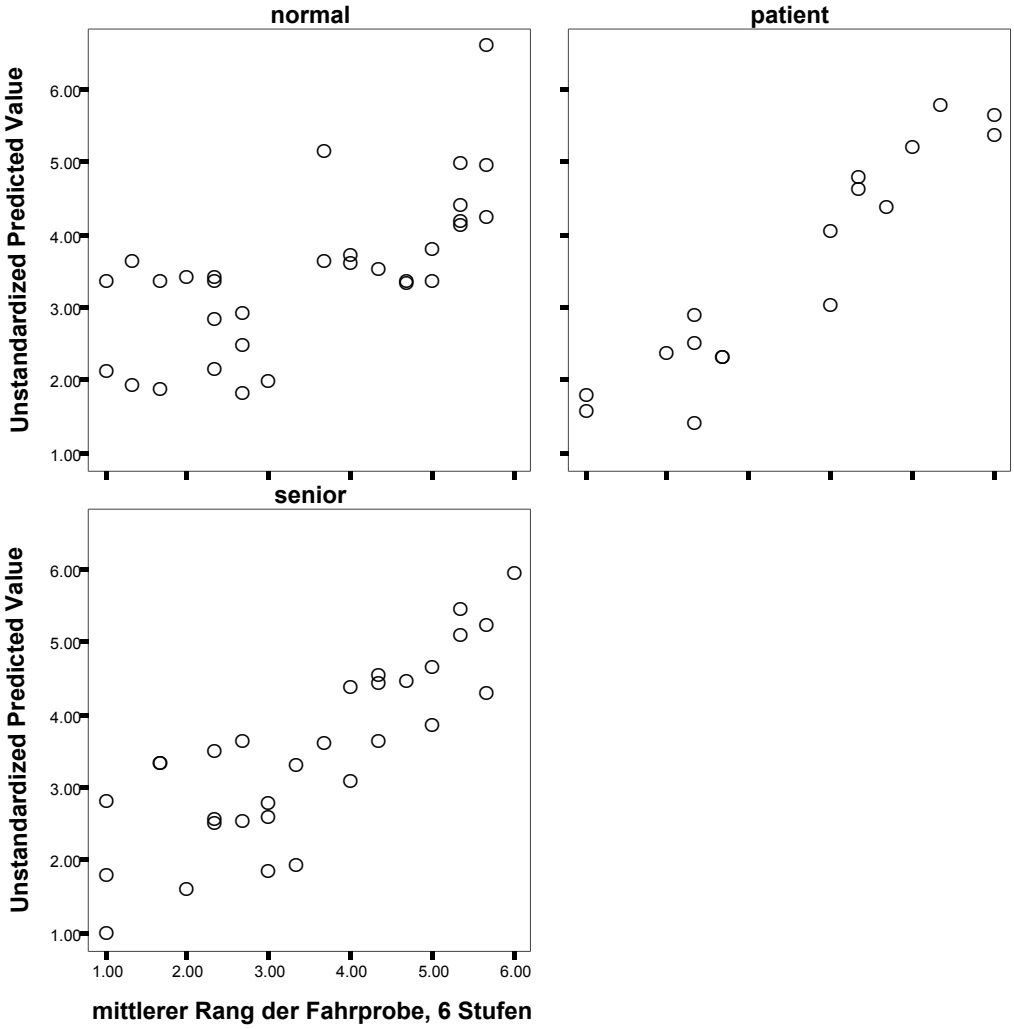


Abb. 4.11: Regressionsanalyse in den drei Gruppen anhand der Prädiktorvariable „Trackingabweichung" des Tests „periphere Wahrnehmung" (WTS).

Über alle Gruppen hinweg (Methode: Einschluß) konnten bei signifikanter Regressionsgleichung (F = 4,707, p ≤ ,000) insgesamt 41,3% der Varianz der Fahrprobenergebnisse geklärt werden. Bei einer schrittweisen Prozedur wurden nacheinander die Variablen „Trackingabweichung" und „Anzahl der Richtigen" des Determinationstests aufgenommen, die signifikante Regressionsgleichung (F = 32,083, p ≤ ,000) konnte 37,4% der Varianz klären.

Analyse der Variablengruppe 3 (Simulatorvariablen):

In der Gruppe der jüngeren Probanden wurden in der schrittweisen Analyse zwei Simulatorvariablen als Prädiktoren aufgenommen, und zwar die „Standardabweichung der Geschwindigkeit" (Beta = -.628) und der „Mittelwert der lokalen Minima der TTL" (time to line

crossing; Beta = -.670). Das Modell konnte insgesamt 46% der Varianz aufklären (R-Quadrat), das Signifikanzniveau lag bei $p \leq ,000$ ($F = 11,831$).

In der Gruppe der Patienten wurde ausschließlich die „Durchschnittsgeschwindigkeit“ (Beta = -.612) als Prädiktor extrahiert, sie klärte in der Gruppe 37,5% der Varianz. Das Signifikanzniveau lag bei $p \leq ,009$ ($F = 8,981$).

In der Gruppe der älteren Probanden wurde als einziger Prädiktor die Standardabweichung des „Abstands von der Mittellinie“ (Beta = -.391) aufgenommen, er klärte jedoch lediglich 15% der Varianz, die Signifikanz lag bei $p \leq ,033$ ($F = 5,041$).

Zusammenfassend sagten bei den Jüngeren also Geschwindigkeitsvarianz und Abstand zur Mittellinie das Fahrprobenergebnis am besten voraus, bei den Patienten die Durchschnittsgeschwindigkeit und bei den Senioren gab es nur schwache Zusammenhänge zwischen dem Abstand von der Mittellinie und dem Fahrprobenergebnis.

4.12 Klassifikation der Fahrprobenergebnisse anhand der testpsychologischen Daten

Zur Überprüfung der Vorhersagekraft der verschiedenen Variablen wurden Diskriminanzanalysen gerechnet. Vorhergesagt werden sollte die Gruppenzugehörigkeit zu einer dichotomen Variable, die einen Gesamtwert der Fahrprobenratings wiederspiegelt. Diese Unterteilung wurde im Hinblick auf die Fragestellungen der Fahreignungsdiagnostik vorgenommen, bei der anhand von Testergebnissen zwischen geeigneten und nicht geeigneten Fahrern unterschieden werden soll. Beachtet werden sollte bei dieser Berechnung jedoch, dass innerhalb der Stichprobe keine Personen in der Fahrprobe als fahruntauglich eingestuft wurden.

Zunächst wurden schrittweise alle Variablen in die Diskriminanzanalyse einbezogen, die aufgrund ihrer Korrelationen zu den Fahrprobenratings Vorhersagekraft haben könnten. Dargestellt wird im folgenden nur die Diskriminanzfunktion, die in beiden Gruppen der dichotomen Variable („gute Fahrer und schlechte Fahrer“) jeweils wenigstens 60% der Fälle richtig zuordnen konnten.

Die Grundgesamtheit wird anhand der Fahrprobenratings in vier Gruppen eingeteilt. Für die dichotome Kriteriumsvariable wird zwischen den Personen mit Rang 1 (sehr gute Fahrer) und den Personen mit Rang 4 (schlechte Fahrer) unterschieden.

Die Häufigkeitsverteilung dieser neuen Variable sieht in den Probandengruppen so aus:

		Fahrleistung: Rang 1 vs. Rang 4		Gesamt
		gut (Rang 1)	schlecht (Rang 4)	
Gruppe	normal	13	1	14
	patient	2	9	11
	senior	1	7	8
Gesamt		16	17	33

Tab. 4.5: Häufigkeitsverteilung der neuen Gruppenvariable für die Fahrprobenergebnisse.

Eingegeben wurden in die Analyse die korrelationsstärksten testpsychologischen Variablen sowie die Variable „Alter“. Es wurde eine schrittweise Diskriminanzanalyse für jede Gruppe berechnet. Die Diskriminanzfunktionen bestanden aus folgenden Variablen (in dieser Reihenfolge):

Jüngere: „Trackingabweichung“ (PP) und „Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung“ (COG)

Patienten: „Überblicksgewinnung“ (TAVT), „Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung“ (COG), „Trackingabweichung“ (PP), „Anzahl Richtige“ (DT) und „Alter“

Ältere: „Alter“ und „Anzahl Richtige“ (DT).

Die Diskriminanzfunktionen konnten für die jüngeren Gesunden und die Patienten jeweils 100% der Extremgruppenfälle richtig zuordnen. Für die Senioren konnten jedoch nur 87% der Fälle richtig zugeordnet werden, wobei die Anzahl der Gruppe der schlechten Fahrer anhand der Testergebnisse überschätzt wurde. Aufgrund der Testleistung wurden also drei ältere Fahrer in die Gruppe der schlechten Fahrer eingeordnet, obwohl sie sich in der Gruppe der sehr guten Fahrer befanden. Eine vollständige Darstellung der Analyse findet sich im Anhang unter 8.5.10.

5 Diskussion

5.1 Die wichtigsten Fahrfehler und ihre Entsprechungen in den diagnostischen Instrumenten

Die Reliabilitätsanalyse der Fahrprobenratings ergab Werte, die auf eine hohe Zuverlässigkeit der Beurteilung schließen lassen. Die hohen Korrelationen zwischen den beiden Ratern wurden insgesamt als sehr gut bewertet und sind ein Indikator für die Güte der Erhebung (zum Vergleich: bei den Fahrproben von McKnight et al. (1999) wurde eine Inter-Rater-Reliabilität von .69 erreicht). Auch die interne Konsistenz der Rater-Einschätzungen wurde als gut beurteilt. Insgesamt war die Streuung der Bewertungen in der Patientengruppe am größten, was auf sehr inhomogene Fahrleistungen in dieser Gruppe hindeutet.

Innerhalb der untersuchten Stichprobe wurde keine einzige Fahrt als nicht bestanden gewertet. Dies deutet zunächst einmal auf eine grundsätzlich gute Fahrleistung sowohl der untersuchten älteren Fahrer als auch der neurologischen Patienten hin. Mit dem Gesamturteil „ausreichend“ wurden fünf Patienten bewertet, keiner der Senioren erzielte ein schlechteres Ergebnis als befriedigend-ausreichend (3,5). Insgesamt wurde die Stichprobe also relativ gut bewertet. Dies legt die methodenkritische Frage nahe, ob durch die Probandenrekrutierung vermehrt gute Fahrer selektiert wurden. Diese Vermutung ist nicht ganz auszuschließen. In vergleichbaren Untersuchungen mit Älteren wurden deutlich mehr Fahrten im mittleren bis schlechten Bereich registriert als in dieser Stichprobe (vgl. Kroll et al. 2003). Neben Selektionseffekten könnte zudem die Festlegung der unteren Altersgrenze auf 65 das relativ gute Abschneiden mit bedingt haben, statistisch betrachtet wird eine vermehrte Unfallhäufigkeit erst mit einem Alter von 75 aufwärts auffällig (vgl. Abbildung 1.3 und 1.5). In der Gruppe der Patienten ist es die extrem große Altersspanne (20-81), die zu einer Verwässerung der Effekte geführt haben könnte. Auch hinsichtlich Schweregrad und aktueller Einschränkungen erwies sich die Patientengruppe als sehr inhomogen.

Die Fahrprobenergebnisse wiesen allerdings auf deutliche Gruppenunterschiede zwischen älteren und jüngeren Fahrern sowie zwischen Patienten und Gesunden hin. Die Korrelationen zwischen Alter und Fahrprobenergebnissen zeigten deutliche Signifikanzen. Vor allem die Kombination von neurologischer Erkrankung und Alter ging in allen Fällen mit schlechteren Fahrprobenratings einher. Dies bestätigt zunächst einmal die immer wieder diskutierten nachlassenden Fahrfähigkeiten mit zunehmendem Alter (vgl. Kaiser und Oswald 2000; Christ und Brandstätter 1997). Die größten Unterschiede gab es zwischen Senioren und Jüngeren in der Kategorie „Vorfahrtsfehler“, dies stützt die in der Literatur zahlreich vorhandenen Belege, dass ältere Autofahrer Schwierigkeiten bei Vorfahrtsregelungen haben, insbesondere bei ungeregelten Kreuzungen mit rechts-vor-links-

Situationen (vgl. Fastenmeier 1995; Schlag 1996; Kaiser und Oswald 2000, Kroll et al. 2003 sowie die Unfallberichte des statistischen Bundesamts). Auch in den Kategorien „Spurverhalten“, „Geschwindigkeitsverhalten“ und „Sichern“ wurden von Älteren mehr Fehler gemacht, diese Befunde werden nur teilweise von der Literatur gestützt (Kroll et al. 22003 fanden z.B. nur Unterschiede im Spurverhalten, keine Unterschiede im Sichern und im Geschwindigkeitsverhalten). In den umfassenderen Beurteilungskategorien „Kommunikationsverhalten“, „Aufmerksamkeit“ und „Voraussicht“ bekamen Ältere durchschnittlich schlechtere Noten. Auch diese Befunde werden von Fastenmeier 1995 und Schlag 1996 gestützt, in der Beobachtung von Kroll et al. (2003) fehlen Angaben zu diesen Bereichen. Die für die Varianz der Fahrprobenergebnisse hauptverantwortlichen Bereiche waren in der Gruppe der Älteren das „Verhalten in Kreuzungen“, „Vorfahrt“, „Aufmerksamkeit“ und „Spurverhalten“, wie eine Regressionsanalyse zeigen konnte. Die Streuung der Bewertungen war in der Gruppe der Älteren größer als bei den jüngeren Fahrern, was der häufig zitierten größeren Variationsbreite im Alter entspricht (vgl. Lehr 2000, Kaiser 2000). Extremwerte traten jedoch kaum auf, die Varianz in der Gruppe der Patienten lag um einiges höher als die Varianz der älteren Gruppe.

Auch die jüngeren Fahrer machten prozentual am meisten Fehler bei Vorfahrtssituationen. Anders als bei den Älteren reiht sich aber in die für das Gesamtergebnis wichtigsten Kategorien das „Geschwindigkeitsverhalten“ mit ein, das bei Älteren eine geringere Rolle spielte.

Die Frage, ob es Unterschiede im Fahrverhalten zwischen Älteren und Jüngeren gibt, muss also anhand dieser Stichprobe eindeutig positiv beantwortet werden. Sowohl in der Art der Fehler als auch in der Fahrkompetenz insgesamt zeigten sich Unterschiede. Eine Analyse nach dem Geschlecht der Fahrer zeigte, dass insbesondere die älteren Frauen schlechter abschnitten – womit sich eine verbreitete (aber bislang kaum wissenschaftlich fundierte) Annahme bestätigte (siehe kontroverse Befunde dazu bei Hakamies-Blomqvist und Siren 2003).

In der Gruppe der Patienten standen andere Fahrvariablen im Vordergrund: die größten Unterschiede in den Fehlerzahlen im Vergleich zu den Gesunden gab es in den Kategorien „Spurverhalten“ und „Einordnen“. In einer Regressionsanalyse stellte sich die Dimension „Fahrzeugbedienung“ als einziger Prädiktor der Varianz der Ergebnisse heraus. Insgesamt standen bei der Patientenstichprobe also motorische Probleme im Vordergrund, die zu Schwierigkeiten bei der Spurhaltung und der Fahrzeugbedienung führten. Dies bestätigt die Befunde aus der Literatur. Hannen et al. (1998) ermittelten in ihrer vergleichbaren Studie mit Patienten die Fahrverhaltensdimensionen „Spurverhalten“ und „Sichern“ als Hauptkategorien. Insgesamt zeigte die Patientengruppe sowohl in der Gesamtbewertung wie auch in den jeweiligen Fehlerzahlen die

schlechtesten Ergebnisse der drei Gruppen, allerdings war die Streuung in dieser Gruppe auch am größten. Von den Patienten mit Gesichtsfeldeinschränkungen zeigte eine ein sehr gutes Fahrprobenergebnis, der andere ein schlechtes (allerdings lagen bei diesem auch Befunde von eingeschränkter Motorik und gestörten Aufmerksamkeitskapazitäten vor). Die Patienten mit Quadrantenanopsie zeigten zudem vor allem in der verkehrspsychologischen Diagnostik überdurchschnittliche Ergebnisse. Zusammen mit der guten Fahrleistung liegt die Vermutung einer gelungenen Kompensation nahe (z.B. durch Blickstrategien oder häufigeres Drehen des Kopfes), wie sie auch schon von Schulte et al. (1999) und Schultheis (2002) diskutiert wurde. Weitere Studien zu dieser Frage sind in jedem Fall nötig, um die Effizienz solcher Mechanismen zu überprüfen. Neben den sich bei der Fahrzeugbedienung bemerkbar machenden Einschränkungen der Motorik waren es vor allem Schwankungen in der Aufmerksamkeitsleistung, die während der Fahrprobe auffällig wurden. Diese Folge von Hirnverletzungen wurde in der Literatur vielfach als beeinträchtigend für die Fahrleistung beschrieben (vgl. Hannen et al. 1998, Lundqvist et al. 2000, Dettmers 2001; Niemann und Döhner 2001). Die Hypothese zu schlechteren Aufmerksamkeitswerten in der Fahrprobe für die Gruppe der Patienten ließ sich also bestätigen. Darüber hinaus zeigte sich jedoch auch eine starke motorische Komponente als beeinflussend für das Gesamtergebnis.

Eine Analyse der Leistungsprofile der drei Gruppen in speziellen verkehrspsychologischen Test und neuropsychologischen Untersuchungen sollte zu der Frage Stellung nehmen, welche grundlegenden Funktionen für die Fahrleistung ausschlaggebend sein könnten. Über alle Fahrer hinweg stellten sich die Bereiche „Verhalten in Kreuzungen“, „Beachten der Vorfahrt“ und „Aufmerksamkeit“ als die trennschärfsten heraus. Dies ist bereits als ein erster Indikator für die relevanten Funktionsbereiche zu werten: diese Bereiche verlangen vor allem Aufmerksamkeit in komplexen Situationen, parallele Verarbeitung vieler Reize und adäquate Informationsverarbeitungsprozesse. Dies steht im Einklang mit der Analyse der Fahrprobendimensionen bei Lundqvist et al. (2000), Informationsverarbeitungs-geschwindigkeit und Aufmerksamkeitsfunktionen wurden hier als für die Fahrfähigkeit zentralen Merkmale beschrieben. Für ältere Fahrer wie auch für Patienten mit Hirnschädigungen werden die in Fahrproben und Unfallstatistiken ersichtlichen Schwächen vielfach in Zusammenhang mit der beeinträchtigten Fähigkeit gesehen, bei komplexen Situationen mehrere Dinge gleichzeitig zu beachten (vgl. Brouwer et al. 1991; Crook et al. 1993; Korteling 1990, 1994, und Ponds et al. 1988). In den testpsychologischen Untersuchungen der hier diskutierten Studie zeigten sich dem entsprechend vor allem in Aufgaben zu komplexen Aufmerksamkeitsfunktionen, zu paralleler Verarbeitung und zu komplexer Mehrfachbelastung die größten Unterschiede.

5.2 Unterschiede in den wichtigsten Funktionsbereichen

In der hier diskutierten Studie zeigten sich besonders in der verkehrspsychologischen Testbatterie des Wiener Testsystems hochsignifikante Unterschiede sowohl zwischen Patienten und Gesunden als auch zwischen Älteren und Jüngeren, teilweise lagen die Ergebnisse in einem für die Fahrdiagnostik als kritisch bewerteten Bereich. Im Hinblick auf die in allen Fällen als mindestens ausreichend klassifizierten Fahrfähigkeiten liegt die Annahme nahe, dass durch die testpsychologischen Daten ein zu konservatives Ergebnis erzielt wurde, dass Patienten und Ältere hier also relativ schlechter abschneiden, als bei einer realen Fahrprobe. Diese Annahme wurde in anderen Beiträgen bereits geäußert (Kaiser und Oswald 2000) und konnte anhand der vorliegenden Daten bestätigt werden. Zu den kompensatorischen Strategien Älterer und von Patienten gehört es, sich Zeit für eine Aufgabe zu nehmen, in extremen Fällen kann dies auch zu einer überhöhten Angst vor Fehlern führen (Walker 1997). Dies ist bei Tests, in denen es um eine schnelle Bearbeitungszeit geht, besonders hinderlich. Vor allem im Determinationstest und im Linienverfolgungstest, die beide die Anzahl richtiger Reaktionen in einer bestimmten Zeiteinheit werten, führten Unterschiede in der Strategie (geringere Fehlertoleranz bei Älteren als bei Jüngeren) sowie eine allgemein langsamere Arbeitsgeschwindigkeit zu großen Gruppendifferenzen. Die eklatantesten Unterschiede zwischen Älteren und Jüngeren waren allerdings in den Tests zur Verarbeitungsgeschwindigkeit zu beobachten, zu denen vor allem der UFOV sowie der TAVT des Wiener Testsystems zählen. Die nur kurzzeitig dargebotenen Stimuli wurden von vielen Probanden als sehr verwirrend empfunden, einige empfanden die Aufgaben sogar als „unlösbar“. Hier zeigen die Verlangsamung der Informationsaufnahme sowie Schwierigkeiten bei der visuellen Suche Auswirkungen, die vielfach als die zentralen Alterseffekte diskutiert werden (vgl. Ball et al. 1991; Oswald 1998; Ellinghaus et al. 1990). Die Befunde der vorliegenden Studie stützen diese Theorie. In wie weit dies auch Bedeutung für die Fahrfähigkeit hat, bleibt noch zu analysieren (s.u.). Auch in den Bereichen Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit wurden bedeutsame Unterschiede zwischen Älteren und Jüngeren gefunden. Bezüglich der Reaktionsgeschwindigkeit ist bemerkenswert, dass eine massive Verlangsamung mit dem Alter vor allem dann ersichtlich war, wenn es sich um Reaktionsaufgaben mit geteilter Aufmerksamkeitskomponente oder größerer Komplexität handelte (so z.B. in der TAP, Untertest „geteilte Aufmerksamkeit“, oder auch in der „Peripheren Wahrnehmung“). Auch im UFOV wurde dieser Zusammenhang auffällig, im Vergleich zu der Patientengruppe schnitten die Senioren im Test zur Verarbeitungsgeschwindigkeit besser ab, im Test zur geteilten Aufmerksamkeit jedoch schlechter. Dies weist darauf hin, dass sich zwei Prozesse auf die Verlangsamung der Reaktion mit dem Alter auswirken: zum einen die verlangsamte Motorik, zum anderen die zusätzliche Beanspruchung durch eine Zweitaufgabe, wie dies im Test

„Periphere Wahrnehmung“ mit einer Trackingaufgabe der Fall ist. Eine zweite Erklärungsmöglichkeit besteht darin, dass Reaktionen auf peripher wahrgenommene Reize mit zunehmendem Alter stärker verlangsamt werden, als Reaktionen auf zentrale Reize. Auch in der Literatur finden sich Befunde, dass sich die Reaktionszeit bei Älteren mit zunehmender Komplexität der Aufgabe überproportional verlangsamt (Stelmach und Nahom 1992; Korteling 1990). Die Aufmerksamkeitsleistungen verschlechterten sich vor allem dann, wenn sie auf ein visuelles Feld gerichtet waren (UFOV und Linienverfolgungstest). Die hier diskutierten Befunde belegen die Ergebnisse von Studien, die mit dem Alter abnehmende Leistungen in der geteilten Aufmerksamkeit (Brouwer et al. 1991; Schieber et al. 1998; Korteling et al. 1990) sowie in visueller Aufmerksamkeit und Konzentration (Owsley et al. 1995; Maltz und Shinar 1999) beschreiben.

In der Gruppe der Patienten war in den Leistungstests, wie auch schon in den Fahrprobenergebnissen, die Streuung der Ergebnisse sehr groß. Dies spiegelt zum einen den sehr heterogenen Allgemeinzustand dieser Gruppe wieder, sowie die spezifischen Leistungseinschränkung je nach Lokalisation und Schwere der Hirnschädigung. Im Mittel waren in dieser Gruppe keine so globalen Abfälle in den Leistungstests zu beobachten wie bei der Gruppe der Älteren. Extreme Unterschiede zu den Gesunden gab es nur bei den Tests zu Aufmerksamkeit und Konzentration (Cognitrone, TAP), sowie bei Tests mit visueller Feld-Komponente (LVT und UFOV sowie TMT-B und ZVT). Für die Patienten waren die Differenzen zur Kontrollgruppe in den testpsychologischen Variablen also sehr viel spezifischer und spiegeln die Aufmerksamkeitsdefizite oder z.B. die defizitäre Wahrnehmung im visuellen Feld (in Folge einer Gesichtsfeldeinschränkung) wieder (vgl. Dettmers 2001; Fries et al. 2002). Es wurde jedoch im Gruppenmittel keine so deutliche allgemeine Verlangsamung der Reaktionsgeschwindigkeit oder der Informationsverarbeitung gefunden, wie in der Gruppe der Älteren. Diese Befunde gehen in eine ähnliche Richtung wie die Ergebnisse von Lundqvist et al. (2000), die bei ihren Patienten in der Reaktionszeitaufgabe keine signifikanten Unterschiede zu den Kontrollen fanden, in den Tests mit Aufmerksamkeitskomponenten wie TMT-B oder Stroop Test hingegen schon. Hannen et al. (1998) berichten, dass der TAVT zur Erfassung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit keine hohen Korrelationen zu den Fahrprobenergebnissen aufwies. Eine sehr hohe Diskriminanz wies hingegen auch in seiner Studie der LVT auf, der auch in vorliegender Untersuchung extreme Unterschiede zwischen Patienten und Gesunden zeigte. Es ist davon auszugehen, dass die Befunde vor allem spezifisch für die jeweilige Patientenstichprobe sind.

5.3 Die Vorhersagekraft der verschiedenen Verfahren

Die Unterscheidung in den Gruppenmittelwerten sagt wenig über die Relevanz der verschiedenen Testverfahren für die Beschreibung der Fahrkompetenz aus (vgl. Hannen et al. 1998). Für Aussagen über die Validität von Messinstrumenten, müssen die Testergebnisse (mehrfach und über einen längeren Zeitraum, vgl. Brenner-Hartmann und Bukasa 2001) mit einem Kriterium verglichen werden. Es muss also analysiert werden, in welchem Ausmaß Testdaten und Fahrprobendaten gemeinsam variieren. In umfangreichen Korrelationsanalysen wurden die Zusammenhänge der verschiedenen Personen- und Testvariablen mit den Fahrprobenergebnissen geprüft (z.B. von Bukasa und Piringer 2001; Karner und Biehl 2001; Neuwirth 2001). In verschiedenen Studien wurde außerdem versucht, mittels statistischer Analyseverfahren das Fahrprobenergebnis aus den neuro- und verkehrspsychologischen Testdaten zu rekonstruieren [im Sinne einer Klassifikation mittels Diskriminanzanalyse (Hannen et al. 1998; Lundqvist et al. 2000; De Raedt et al. 2000; Meyers et al. 1999)]. Hannen et al. 1998 konnten z.B. anhand von personenbezogenen Variablen und testpsychologischer Diagnostik (Wiener Testsystem) maximal 73% der Patienten richtig nach bestandener bzw. nicht bestandener Fahrprobe klassifizieren. In der hier diskutierten Studie waren die **Zusammenhänge von Personenvariablen** wie Fahrerfahrung, Alter, Sehfähigkeit oder Persönlichkeitsmerkmalen mit der Fahrleistung zwar vorhanden, aber nur mäßig stark. In der Gruppe der Älteren war ein höheres Alter korrelativ mit einem schlechteren Abschneiden in der Fahrprobe verbunden, in der Gruppe der Jüngeren jedoch nicht. Die Fahrerfahrung (operationalisiert über die Jahreskilometerleistung) zeigte hingegen in jeder Gruppe Zusammenhänge zu den Fahrprobenergebnissen. Diese Befunde sprechen dafür, dass die Fahrroutine ein Faktor ist, der sich konstant über alle Altersgruppen hinweg auswirkt, während Alterseffekte sich erst ab einem bestimmten Alter der Person bemerkbar machen. Die Zusammenhänge dieser Variablen waren allerdings nur mäßig. In die Überprüfung der Vorhersagekraft der verschiedenen personenbezogenen Variablen wurden neben Alter und Fahrerfahrung auch die Persönlichkeitskennwerte und die Sehleistung der Probanden mit einbezogen. In der Gruppe der jüngeren Probanden wurde als einziger Prädiktor die emotionale Stabilität in verkehrsbezogenen Situationen extrahiert, was die Bedeutung des Faktors „Fahrerfahrung“ relativiert: aussagekräftiger als große Fahrerfahrung war eine hohe emotionale Stabilität. Mit diesem Faktor allein konnten jedoch nur 27% der Varianz geklärt werden. Studien, die ähnliches untersucht haben, lagen zum Zeitpunkt der Beendigung dieser Arbeit nicht vor. Weitere Forschung ist hier erforderlich. In der Gruppe der älteren Fahrer waren hingegen das Alter des Probanden und seine Kontrastwahrnehmungsfähigkeit die besten Prädiktoren. Mit diesen beiden Faktoren konnten immerhin 41% der Varianz der Fahrprobenergebnisse innerhalb der älteren

Gruppe geklärt werden. Hannen et al. (1998) konnten in einer Untersuchung mit Patienten 67% der Probanden anhand von personenbezogenen Variablen (Sehfähigkeit, Alter, Geschlecht) richtig klassifizieren. In seiner Studie war die Varianz der Fahrprobenergebnisse allerdings größer, anders als in der hier beschriebenen Untersuchung gab es in der Stichprobe auch Fälle von nicht bestandenen Fahrproben. Diese größere Varianz könnte eine Ursache für die größere Vorhersagekraft der Personenvariablen in der Studie von Hannen et al. sein. Ein weiterer Grund könnte in dem größeren Kontingent an Patienten mit Gesichtsfelddefekten liegen, deren Vorhandensein sich nach Aussage der Autoren als sehr bedeutsam für das Bestehen oder Nichtbestehen der Fahrprobe erwies (vgl. Hannen et al. 1998).

In der hier beschriebenen Studie zeigten von den testpsychologischen Verfahren die Untertests der verkehrspsychologischen Testbatterie des WTS die stärksten korrelativen Zusammenhänge, vor allem der Untertest zur „Peripheren Wahrnehmung“. Die Korrelationen lagen ähnlich hoch und im Falle des (relativ neuen) Tests der Peripheren Wahrnehmung noch höher als in vergleichbaren Validierungsstudien (vgl. Bukasa und Piringer 2001). Im Vergleich zu den anderen in die Erhebung einbezogenen Tests waren die Korrelationen des Wiener Testsystems wesentlich stärker ausgeprägt. Der UFOV, der in zahlreichen Studien einen korrelativen Zusammenhang zu Unfallhäufigkeiten zeigen konnte (vgl. McGwin et al. 1998; Owsley und Ball 1995; Sims et al. 2000; Owsley und McGwin 1999; Rizzo et al. 2001), erwies sich in dieser Studie als kaum vorhersagekräftig. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass in der hier untersuchten Stichprobe keine älteren Autofahrer mit kritisch zu bewertenden Fahrfähigkeiten einbezogen wurden. In solchen Extremfällen könnte der UFOV eine größere Vorhersagekraft haben. Allerdings gab es auch in dieser Stichprobe unter den Älteren einige Probanden, die im UFOV ein als für die Fahreignung kritisch eingestufte Ergebnisse erzielten. Eine Entsprechung in den Fahrprobenvariablen zeigte sich in diesen Fällen allerdings nicht. Der UFOV wies unter allen Tests die höchsten Korrelationen zum Alter auf. Partialisiert man diese heraus, blieben keine signifikanten Korrelationen zum Fahrprobenergebnis übrig. Dies legt die Vermutung nahe, dass der Test zwar zwischen verschiedenen Altersgruppen diskriminiert, nicht aber zwischen der Ausprägung der in dieser Studie erfassten Fahrprobenvariablen. Die Zusammenhänge zwischen den WTS-Variablen und der Fahrprobe zeigten sich hingegen stabil über die gesamte Stichprobe wie auch in jeder Untergruppe, der Untertest zur „Peripheren Wahrnehmung“ wurde in einer Regressionsanalyse für jede Gruppe als einziger Prädiktor extrahiert. Über alle Gruppen hinweg wurde zusätzlich der „Determinationstest“ als Prädiktor mit aufgenommen, der einen Indikator für sorgfältiges Arbeiten unter Stressbelastung darstellt. Diese Regression konnte für alle Probanden 37% der Varianz der Fahrprobenergebnisse klären. Wieder ist zu vermuten, dass der Prozentsatz bei stärker variierenden

Fahrprobenergebnissen höher gewesen wäre. Diese Vermutung wird auch von der Tatsache gestützt, dass bei der Diskriminanz zwischen Fahrern und Nichtfahren deutlich bessere Vorhersageergebnisse erzielt werden können (vgl. Meyers et al. 1999). Die prädiktive Kraft der Testbatterie für die Fahreignung gilt aufgrund zahlreicher Validierungsstudien als gesichert (vgl. Bukasa und Piringer 2001; Karner und Biehl 2001 und Neuwirth 2001). Die „Periphere Wahrnehmung“ als neuster Test der Batterie hat einen hohen Bezug zu fahrrelevanten Funktionen. Zum einen wird in dem Test-Setting ein „dual-task-Paradigma“ vorgegeben, in dem neben einer zentralen Folgeaufgabe auf periphere Reize geachtet werden muss, was den Anforderungen während dem Fahren sehr gut entspricht. Neben der Komponente der geteilten Aufmerksamkeit werden zugleich zentrale und periphere Aufmerksamkeit abgedeckt. Eine ähnliche Testbedingung findet sich auch in der Studie von Brouwer et al. (1991), hier zeigten sich ältere Fahrer beim Durchführen einer zentralen Trackingaufgabe mit gleichzeitiger Reaktionsaufgabe im Vergleich zu Jüngeren beeinträchtigt.
Die unterschiedliche Relevanz verschiedener Funktionsbereiche in den Untergruppen spiegelt sich wieder in den gruppenweise unterschiedlich hohen Korrelationen der verschiedenen Tests. So waren in der Gruppe der Patienten vor allem Tests mit geteilter Aufmerksamkeitsanforderungen nach der „Peripheren Wahrnehmung“ die nächstbesten Kandidaten zur Vorhersage, in der Gruppe der Senioren war dies der „Determinationstest“.

Da die Fahrprobenergebnisse an sich schon eine Korrelation mit dem Alter aufwiesen, stellt sich als eine methodische Problematik bezüglich der Gruppe der älteren Autofahrer die Frage, in wie weit die Korrelationen von Fahrprobe und testpsychologischen Daten reine Alterseffekte wiederspiegeln und die Ergebnisse nur über einen unspezifischen Alterseffekt zustande kommen. Nach einer Herauspartialisierung der Alterseffekte blieben über die gesamte Stichprobe hin lediglich in einigen Untertests mit Anforderungen an die geteilte Aufmerksamkeit (einschließlich der „Peripheren Wahrnehmung“) die Zusammenhänge signifikant. Dies unterstreicht noch einmal die Bedeutung der geteilten Aufmerksamkeit für die Fahrkompetenz und zeigt darüber hinaus, dass in diesem Funktionsbereich unabhängig vom Alter eine hohe Variationsbreite liegt, die gemeinsam mit den Fahrfähigkeiten variiert. Unabhängig vom Alter der Person konnte also anhand von geteilten Aufmerksamkeitsfunktionen Aussagen über die Fahrkompetenz gemacht werden.

Eine versuchte Vorhersage der Fahrprobenleistung anhand der Testleistung (Diskriminanzanalyse) zeigte, dass nicht zuverlässig mit schlechten Fahrprobenergebnissen auch schlechte Testleistungen

in den neuropsychologischen Tests einhergehen müssen (einzige Ausnahme bildete der Test „Periphere Wahrnehmung“). Dies lässt bezüglich einer Einzelfalldiagnose vorsichtig werden. Zusammenfassend lässt sich die Analyse so bewerten: Fahrprobenergebnis und Testergebnis gehen in den meisten Fällen in die gleiche Richtung, es gibt aber auch abweichende Einzelfälle. Eine weitere Unsicherheit bezüglich der Vorhersagekraft von Testverfahren rührt aus der Tatsache her, dass die Senioren zwar im Mittel in der Fahrprobe besser bewertet wurden als die Patienten, in den Leistungstest aber im Mittel schlechter abschnitten als jene. In der Fahreignungsdiagnostik wird viel diskutiert, ob eine Klassifizierung von älteren Fahrern und neurologischen Patienten ausschließlich anhand von testpsychologischen Ergebnissen vorgenommen werden sollte. Niemann und Döhner ziehen in ihrem Artikel zur Begutachtung von Patienten mit Schädigungen des ZNS den Schluss, dass eine testpsychologische Diagnose ausreichend sei (vgl. Niemann und Döhner 1999). Dem kann sich anhand der vorliegenden Daten jedoch nicht ohne weiteres angeschlossen werden. Insgesamt konnte die Testdiagnostik nicht genügend Varianz aufklären, zudem traten Einzelfälle mit widersprüchlichen Ergebnissen in Tests und Fahrprobe auf.

5.4 Einsatz eines Fahrsimulators zu diagnostischen Zwecken

In den letzten Jahren wird der Einsatz eines Simulators zu diagnostischen Zwecken immer häufiger diskutiert (vgl. Wolbers et al. 2001; Ratte 2001). Die mittlerweile sehr realitätsnahen Geräte ermöglichen eine gefahrlose Testung von Reaktionen auf nicht vorhersehbare Ereignisse. Die Vorteile liegen auf der Hand, die Validität von Simulatoren als Diagnoseinstrument gilt jedoch noch keinesfalls als gesichert. Bislang gibt es erst wenige Studien, die die Ergebnisse von Simulatorfahrten mit testpsychologischen Daten (vgl. Rizzo et al. 2000; Schmidt et al. 1996) oder im Idealfall mit Testpsychologie und Fahrprobe (vgl. Lundqvist et al. 2000) vergleichen. So zeigten sich bei Lundqvist et al. in den Simulatorvariablen keine Gruppenunterschiede zwischen Patienten und Gesunden, die Simulatorvariablen konnten aber laut Aussage der Autoren 85% der Probanden hinsichtlich der Fahrprobenergebnisse (bestanden vs. nicht bestanden) korrekt klassifizieren. Die bedeutsamste Variable war dabei die komplexe Reaktionszeit auf unvorhersehbare Ereignisse. Auch in der hier diskutierten Studie zeigten sich insgesamt wenige Gruppenunterschiede. Weder die Unfall- und Fehlerzahlen, noch die Reaktionszeiten auf komplexe Ereignisse unterschieden sich signifikant. In der Literatur gibt es allerdings Belege für Zusammenhänge in diesen Kategorien: in der Studie von Rizzo et al. (2000) zeigten sich signifikante Unterschiede in den Unfallhäufigkeiten von Alzheimerpatienten und gesunden Kontrollen, die Patienten konnten die Unfälle signifikant seltener vermeiden.

Auffälligster Unterschied innerhalb der Simulatorvariablen bei der hier diskutierten Erhebung war das Geschwindigkeitsverhalten, dass sich zwischen den Gruppen einerseits sowie zwischen guten und schlechten Fahrern deutlich unterschied. Es gab zwar einige Zusammenhänge zwischen den Simulatorvariablen und den zentralen Fahrprobenkennwerten (schlechtere Fahrprobenergebnisse korrelierten mit mehr Spurfehlern, mehr Lenkradbewegungen auf gerade Strecke und bei Abbiegungen, einer niedrigeren Durchschnittsgeschwindigkeit sowie einer längeren Zeit bis zum maximalen Bremsdruck bei Notbremsungen), jedoch wurden die Zusammenhänge zwischen den Fahrverhaltenskategorien in Simulator und Fahrprobe bis auf eine Ausnahme nicht signifikant. Einzig im Spurverhalten zeigte sich ein linearer Zusammenhang: wer draußen schlechter die Spur hielt, fiel auch im Simulator durch Spurfehler auf. Vergleichbare Studien, die ähnlich detailliert Fahrverhaltensdimensionen zwischen Simulatorfahrt und Realfahrt vergleichen, lagen bei Beendigung der Arbeit nicht vor.

Als ein Manko der Simulatortestung kann betrachtet werden, dass die Vorhersagekraft der Simulatorvariablen mit zunehmendem Alter der Probanden deutlich geringer wurde. Während in der Gruppe der Jüngeren noch mittlere bis hohe Korrelationen zwischen den Simulator- und Fahrprobenvariablen zu finden waren, waren diese in der Gruppe der Älteren viel geringer. Diese insgesamt wenig starken Zusammenhänge legen den Schluss nahe, dass besonders für die Gruppe der Senioren die Simulatorvariablen nicht zwischen guter und schlechter Fahrleistung diskriminieren konnten. Zudem hatte der in der Literatur viel beachtete Vorteil von Simulatoren, die Testung von Gefahrensituationen, kaum etwas zur Aufklärung der Fahrprobenvarianz beigetragen. Dies könnte möglicher Weise an der Fahrdynamik liegen, die sich bei dem verwendeten Simulator noch deutlich von der Fahrdynamik eines Realfahrzeugs unterschied. Dass die Messungen grundsätzlich ähnliche Funktionen messen, wie sie auch bei einer Realfahrt zum Tragen kommen, konnte allerdings durch zwei Umstände belegt werden: zum einen zeigten die Spurvariablen in Simulation und Realfahrt deutliche Korrelationen, zum anderen zeigten sich Zusammenhänge zwischen den Reaktionszeiten auf seitlich auf die Straße springende Rehe und der Reaktionszeit auf periphere Reize im Test zur „Peripheren Wahrnehmung“. Letzteres bestärkt die Annahme, dass in der Simulation ähnlich wie in realen Fahrsituationen vor allem komplexe Reaktionszeiten mit Anforderungen an die geteilte Aufmerksamkeit eine Rolle spielen. Keine der Simulatorvariablen zeigt eine Korrelation mit den Ergebnissen des Übelkeitsfragebogens SSQ, daher ist davon auszugehen, dass das spezifische Fahrverhalten keinen Einfluss auf die Simulatorübelkeit hat oder umgekehrt.

5.5 Die Relevanz der verschiedenen Sehfunktionen

Kontrovers zu der zentralen Stellung der zentralen Tagessehschärfe für die Fahreignungsdiagnostik (z.B. beim Führerscheinerwerb) wurden in dieser Untersuchung keine Zusammenhänge zu den Fahrprobenergebnissen gefunden. Dies deckt sich mit einer großen Mehrheit der empirischen Befunde (vgl. Peli und Peli 2002, Eby et al. 1998; Staplin et al. 1997). Signifikant wurden die Zusammenhänge hingegen für die peripheren Sehfunktionen sowie für die Kontrastsehschärfe, sowohl im zentralen als auch im peripheren Bereich. Von den Indikatoren für das periphere Sehen zeigte vor allem die „Anzahl der relativen Defekte“ in einer statischen Perimetrie Zusammenhänge mit der Fahrleistung, also der Bereiche des Gesichtsfelds, auf dem eine stärkere Lichtintensität benötigt wurde, um die Reize zu erkennen. Eine reduzierte Lichtempfindlichkeit in bestimmten Bereichen kann ein Indikator für beginnende Augenerkrankungen sein (Katarakt oder Glaukom). Ausgenommen von drei Patienten waren in der Stichprobe kaum Fälle mit größeren absoluten Gesichtsfelddefekten zu beobachten. Dass schon eine relative Abschwächung der Wahrnehmungsfähigkeit in der Peripherie mit einer schlechteren Fahrleistung einherging, könnte ein Hinweis darauf sein, dass die periphere Wahrnehmung eine größere Bedeutung für das Autofahren hat, als bisher angenommen. Dies entspricht der Ansicht vieler Autoren, wie Staplin et al. (1997) in einem Review zusammenfassend formulieren. Bislang ist diese Meinung allerdings noch kaum in diagnostischen Instrumenten umgesetzt. Die Zusammenhänge zwischen Kontrastwahrnehmung und Fahrprobenergebnis wurden mit zunehmendem Alter größer, in der Gruppe der älteren Probanden konnte die zentrale Kontrastwahrnehmung zusammen mit dem Alter 44% der Varianz der Fahrprobenergebnisse klären. Dies bestätigt die Befunde der Studie von Owsley et al. (2001), in der auch Zusammenhänge zwischen Kontrastwahrnehmung und Fahrfähigkeit gefunden werden konnten.

5.6 Persönlichkeitspsychologische Implikationen für die Fahrkompetenz

Die älteren Fahrer stuften sich von allen Personengruppen am häufigsten als sehr sichere Autofahrer ein. Da sich aus der Fahrverhaltensbeobachtung deutliche Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Fahrern ergaben, fand sich in der Gruppe der Älteren offensichtlich eine größere Diskrepanz zwischen Eigen- und Fremdurteil, als in der Gruppe der Jüngeren, eine Umstand, der aus der Literatur bekannt ist (vgl. Kaiser und Oswald 2000; Christ und Brandstätter 1997). Dies spiegelt sich auch wieder in den für die Älteren signifikant höheren Bagatellisierungswerten aus dem Persönlichkeitsfragebogen, demnach neigte die ältere Gruppe im Mittel eher als die jüngere dazu, eine Situation weniger drastisch darzustellen (oder wahrzunehmen) als sie wirklich ist. Die Gruppe der Patienten zeigte demgegenüber eine realistischere Selbsteinschätzung. Diese Gruppe war die

einzige, in der subjektive Einschätzung und tatsächliche Fahrleistung miteinander korrelierten. Dies widerspricht der häufig diskutierten mangelnden Einsicht von Patienten (vgl. Dettmers 2001). Durch lange Rehabilitationsphasen sind die Patienten meist mit ihren Fähigkeiten und Möglichkeiten sehr genau vertraut. Allerdings kann es im Einzelfall natürlich zu Verzerrungen von Wahrnehmung und Darstellung kommen, umso mehr da es vielen Patienten ein dringendes Anliegen ist, nach einer Hirnschädigung ihre Fahrfähigkeit zu erhalten (vgl. Burgard et al. 2004). Ein erstaunlicher Befund war die hohe Korrelation der Dimension „Emotionalen Stabilität“ mit den Fahrprobenergebnissen, über alle Probanden hinweg erreichte diese Korrelation ähnlich hohe Werte wie der Test zur „Peripheren Wahrnehmung“. Für die Gruppe der Jüngeren wurde diese Skala auch als einzige aus den Personenvariablen in die Regression mit aufgenommen. Es gibt bislang kaum Befunde zu Persönlichkeitsmerkmalen und Fahrfähigkeiten (es sei denn in Bezug auf Alkoholmissbrauch), hier besteht dringend weiterer Forschungsbedarf.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Eine Auswahl von verkehrspsychologischen und sehdiagnostischen Verfahren wurde hinsichtlich ihrer Aussagekraft für die Fahrkompetenz älterer Autofahrer und neurologischer Patienten geprüft. Die Ergebnisse bestätigen zunächst den viel diskutierten Leistungsabfall der beiden Untersuchungsgruppen im Vergleich zu jüngeren gesunden Fahrern. Für die Gruppe der älteren Autofahrer zeigten sich besonders in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und in der Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf mehrere Reize aufzuteilen, Unterschiede zu jüngeren Fahrern. Die Entsprechungen der Testwerte in den jeweiligen Dimensionen der Fahrverhaltensbeobachtung legen, gestützt von den hohen korrelativen Zusammenhängen zwischen einigen Tests und den Fahrprobenergebnissen, den Schluss nahe, dass es sich hierbei um die zentralen Teilfunktionen in dieser Altersgruppe handelt. Im Falle der Patienten standen motorische Einschränkungen sowie eine Beeinträchtigung der Erfassung des visuellen Felds im Vordergrund. Auch hier zeigten sich hohe korrelative Zusammenhänge zu den Fahrprobenergebnissen. In der Rangfolge der Vorhersagegüte der einzelnen Instrumente zeigte sich ein Trend hin zu ökologisch validen Testverfahren. Während einfache Reaktionsaufgaben tendenziell kaum Varianz aufklären konnten, gelang dies Verfahren, die der Fahrsituation ähnliche Anforderungen stellen, um so besser.

Bei den sehdiagnostischen Instrumente zeigte sich hinsichtlich des Zusammenhangs zur Fahrkompetenz eine klare Überlegenheit von peripherer Diagnostik und Kontrastwahrnehmung im Vergleich zu Messungen der zentralen Tagessehschärfe. Dieser Umstand findet in die gesetzlichen Richtlinien zur Fahreignung bislang nur unzureichend Eingang.

Die testpsychologischen Daten fielen vor allem für die Gruppe der Senioren negativer aus, als die tatsächliche Fahrerbeobachtung. Dies deutet auf das Greifen von kompensatorischen Strategien hin und spricht im Falle der Notwendigkeit einer diagnostischen Beurteilung für eine zusätzliche Durchführung von Fahrproben. Gleichzeitig sollte eine weitere Validierung der testpsychologischen Verfahren vorgenommen werden, welche wiederum als Grundlage für die Definition von Untersuchungsstandards für die Fahreignungsdiagnostik einfließen sollte.

Praktische Bedeutsamkeit erlangen die Ergebnisse vorliegender Untersuchung in vielen Bereichen. Grundsätzlich gibt es je nach diagnostizierter Fahrkompetenz der Probanden drei verschiedene Klassen an Interventionsmöglichkeiten:

- Notwendigkeit von Beratung oder Training
- Empfehlungen zu Veränderungen am Fahrzeug
- Restriktionen (eingeschränkte Fahrerlaubnis, Geschwindigkeitsbegrenzung).

Bei jedem dieser Punkte kann die Analyse der für das Fahren wichtigsten Teilkompetenzen wertvolle Beiträge leisten. Aufgrund der dargelegten hohen Bedeutung der Mobilität für Lebenszufriedenheit und Autonomie sollte es ein erklärtes Ziel sein, diese möglichst zu erhalten. Es gibt bereits Ansätze in verschiedenen Richtungen. Verschiedene Beratungseinrichtungen als Teil einer umfassenden Verkehrssicherheitsarbeit bieten bereits Informationsmaterial und Seminare zum Thema „Mobilität im Alter“ an. Hier sollten die Ergebnisse aus der aktuellen Forschung vermittelt werden. Eine Konzeption von an den spezifischen Schwachpunkten der Fahrergruppen orientierten Trainings ist denkbar.

Aufgrund der hohen Bedeutung von Mobilität sollten vor restriktiven Maßnahmen die Potenziale von Rehabilitation, Training und unterstützender Technologie möglichst ausgeschöpft werden. Vor allem die weitere Entwicklung der unterstützenden Fahrzeugtechnik ist hier gefragt. Ausgehend von den Befunden dieser Studie erscheinen für Ältere vor allem solche Systeme ratsam, die helfen zusätzliche Belastung zu vermeiden und Komplexität zu reduzieren. Bei Warnsystemen sollte die Überlegenheit der akustischen Modalität bei Anforderungen an die geteilte Aufmerksamkeit beachtet werden.

7 Literaturverzeichnis

ADAC (Hrsg.) (1994). Ältere Menschen im Straßenverkehr. Bericht über das 9. Symposium Verkehrsmedizin des ADAC vom 10.-11.November 1994. Baden-Baden.

Akinwuntan, A., Feys, H., DeWeerdt, W. (2002). Determinants of Driving After Stroke. Arch. Phy. Med. Rehabilitation, 83, 334-341.

Alm, H., Nilsson, L.(1995). The effects of a mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. Accident Analysis and Prevention, 27 (5), 707-715.

Altmann-Klein, H., Vincent, E., Isaacson, J. (1998). From Managing the car to managing the road. The Development of Driving skill. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42 annual Meeting, 1271-1275.

Ball, K., Ball, D., Miller, R., Roenker, White, Giggs (1986). Bases for expanded functional visual fields as a result of practice. Investigative Opthalmologie and Visual Science, 27, 111.

Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B. u.a. (1998). Driving avoidance and functional impairment in older driver. Accident, Analysis and Prevention, 30 (3), 313-322.

Ball, K., Roenker, D., Owsley, C., Sloane, M., O'Connor, M. (1991). Driving and visual search - expanding the Useful Field of View. Investigative Opthalmologie and Visual Science, 31, 1748.

Baltes, M.M, Carstensen, L. (1996). Gutes Leben im Alter. Überlegungen zu einem prozessorientierten Metamodell erfolgreichen Alterns. Psychologische Rundschau, 47, 199-215.

Baltes, M.M., Lang, F.R., Wilms H.-U.(1998). Selektive Optimierung mit Kompensation. Erfolgreiches Altern in der Alltagsgestaltung. In: Kruse, A. (Hrsg.). Psychosoziale Gerontologie. Grundlagen 1, Hogrefe, Göttingen; 188-200.

BAR Frankfurt (Hrsg.) (2002). Der Fahrsimulator als Therapie- und Trainingsgerät in der Rehabilitation. Frankfurt 2002.

Becker, S., Albrecht, M. (2003). Verkehrsmedizinische Aspekte im Alter. Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiartrie, 16 (3), 101-115.

Berg, M., Schubert, W. (1999). Das thematische Testsystem "Corporal" zur Erfassung von Funktionen der Aufmerksamkeit. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 45 (2), 74-81.

Bettbarn-Reggentin, J., Reggentin, H. (Hrsg.) (1992). Neue Wege in der Bildung Älterer. Das Kompetenzmodell des Alterns. Bd.1: Theoretische Grundlagen und Konzepte. Lambertus-Verlag, Freiburg im Breisgau.

Brenner-Hartmann, J. Bukasa, B. (2001). Psychologische Leistungsüberprüfung bei der Fahreignungsbegutachtung. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 47 (1), 1-8.

Brookhuis, K. A. (1991). The effects of mobile telephoning on driving performance. Accident, Analysis and Prevention, 23 (4), 309-316.

Brouwer, W.H., Waternik, W., van Wolffelaar, P.C. u.a. (1991). Divided attention in experienced young and older driver. Lane tracking and visual analysis in a dynamic driving simulator. Human Factors, 33 (5), 573-582.

Bukasa, B., Piringer, A. (2001). Validierungsstudien zur Überprüfung der Aussagekraft von Leistungstests für die Fahreignungsbegutachtung. Psychogie in Österreich, 3, 187-194.

Bukasa, B., Wenniger, U., Brandstätter, C. (1990). Validierung Verkehrspsychologischer Testverfahren. Kleine Fachbuchreihe des KfV, 25. Wien. Litera

Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.) (2000). Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahreignung des Gemeinsamen Beirats für Verkehrsmedizin beim BMVBW und BMG. Berichte der BASt. Mensch und Sicherheit. Heft M115.

Burgard, E., Sick, C.-D., Hippel, B., Kiss, M. (2004). Fahreignung nach Hirnschädigung. Erfahrungen aus der klinischen Praxis der Begutachtung und Beratung. Zeitschrift für Verkehrssicherheit 50(3), 145 – 150.

Burgard, E., Wittmann, M., Kiss, M. (in press). Gerontoökologie – Gerontotechnik. In: Oswald, W., Lehr, U., Sieber, C., Kornhuber, J. (Hrsg.) Gerontologie. Medizinische, psychologische und sozialwissenschaftliche Grundbegriffe. 3. Aufl., Kohlhammer.

Büttner, A., Siller, K., Kraft-Malycha, A., Randerath, W., Rühle, K.H. (2000). Normwerte und Gütekriterien eines interaktiven Fahrsimulators ("carsim"). Somnologie, 4, 129-136.

Chaparo, A., McGregor, L., Stumpfhauser, L. (1998). The driving habits of older adults with visual impairment. Proceedings of the Human Factors and Egonomics Society 42 annual Meeting, 1266-1270.

Charman, W.N. (1997). Vision and driving – a literature review and commentary. Opthalmology, Physiology, Optometry, 17, 371-391.

Charness, N., Bosman, E.(1994). Age-related changes in perceptual and psychomotor performance. Implications for engineering design. Experimental Aging Research, 20, 45-59.

Christ, R. (1996). Ageing and driving - decreasing mental and physical ablilities and increasing compensatory abilities? IATSS Research, 20 (2), 43-52.

Christ, R. (2001). Polizeiliche Verkehrsüberwachung systematisch betrachtet. Nutzen, Ziellrichtung und Wechselwirkung mit anderen Sicherheitsmaßnahmen. Beilage für Verkehrssicherheit, 32.

Christ, R., Brandstätter, C. (1997). Die Diskussion um die Fahreignung älterer Kraftfahrer zwischen Glaubenskrieg und empirischem Fundament. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 43 (1), 10-19.

Cohen, A. (2001). Leistungsanforderungen und Möglichkeiten der Senioren als Fahrzeuglenker. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 241-258.

Cohen, A. (2002). Leistungsanforderungen und Leistungsmöglichkeiten. In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. (Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230) Stuttgart (Kohlhammer). 291-310.

Crook, T., West, R., Larrabee, G. (1993). The driving reaction-time test. Assessing age declines in dual-task performance. Developmental Neuropsychology, 9 (1), 31-39.

Cushman, L.A. (1996). Cognitive capacity and concurrent driving performance in older drivers. IATSS Research, 20 (1), 38-45.

Czaja, J., Sharit, J., Ownby, R u.a. (2001). Examining age differences in performance of a complex information search and retrieval task. Psychology and Aging, 16 (4), 564-579.

Daigneault, G., Joly, P., Frigon, J.-Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older driver. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 24 (2), 221-238.

De Raedt, R. (2000). Ponjaert-Kristoffersen, Ingrid. The relantionship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adult. Journal oft the American Geriatric Society, 48, 1664-8.

De Raedt, R., Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Predicting at-fault car accidents of older driver. Accident, Analyses & Prevention, 33 (6), 809-19.

Dettmers, C. (2001). Fahreignung nach Hirninfarkt und Schädelhirntrauma. Neurologische Rehabilitation, 7 (5), 242-262.

Deubel, K., Engeln, A.(1999). Mobilität, Gesundheit und Alltagskompetenz im Alter. In: Schlag, B. (Hrsg.). Empirische Verkehrspsychologie. Lengerich, Berlin (Pabst). 178-189.

deWaard, D. (1995). Effect of road layout and road environment on driving performance, drivers' physiology and road appreciation. Ergonomics, 38 (7), 1395-1407.

Diehr, Marion (2002). "Easy to use" - Erleichterung und Unterstützung Älterer aus Sicht eines PKW-Herstellers. In: Schlag, B:, Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. (Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230) Stuttgart, Kohlhammer. 272-280.

Dujardin, K. (1993). P300 component of the event-related potentials (ERP) during an attention task. effects of age, stimulus modality and event probability. International Journal of Psychophysiology, 14, 255-267.

Eby, D.W., Trombley, D. A., Molnar, L.J., Schope (Hrsg.) (1998). The assessment of older drivers' capabilities. Michigan.

Engeln A.(2003). Zur Bedeutung von Aktivität und Mobilität für die Entwicklung im Alter Activity and Mobility and its Influence on Ageing. Zeitschrift für Gerontopsychologie und psychiartrie, 16 (3), 117-129.

Fairclough, (1993). Changes in drivers' visual behaviour due to the introduction of complex versus simple route navigation information. Taylor and Francis.

Färber, B. ((2000)). Neue Fahrzeugtechnologien zur Unterstützung der Mobilität Älterer. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 33 (3), 178-185.

Fastenmeier, W. (1995). Situationsspezifisches Fahrverhalten und Informationsbedarf verschiedener Fahrergruppen. In: Häcker, H. (Hrsg.). Autofahrer und Verkehrssituation Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme Bonn (Verlag TÜV Rheinland). (Mensch - Fahrzeug - Umwelt) 141-179.

Fisk, G. D., Novack, T., Mennemeier, M., Roenker, D. (2002). Useful Field of View After Traumatic Brain Injury. Journal of Head Trauma Rehabilitation, H. February, 16-25.

Flade, A. (2002). Städtisches Umfeld und Verkehrsmittelnutzung älterer Menschen In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. (Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230) Stuttgart, Kohlhammer. 116-129.

Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.) (2001). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich).

Förster, H. J.. Brauchen alte Autofahrer ein Sonderautomobil? Die Bedeutung von Mobilität für ältere Menschen. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 93-108.

Friedel B., Lewrenz H., Lappe, E.. Kraftfahreignung - ein Problem in der ärztlichen Praxis. Neue Begutachtungs-Leitlinien "Krankheit und Kraftverkehr". Deutsches Ärzteblatt, 94 (20), 55-56.

Fries, W., Wilkes, F., Lössl, H. (Hrsg.) (2002). Fahreignung bei Krankheit oder Verletzung. Ein Leitfaden für Betroffene, Ärzte, Psychologen, Rechtsanwälte, Behörden. München, Wien New York (Zuckschwerdt Verlag).

Gordon-Salant, J., Fitzgibbons, P., (1999). Profile of Auditory Temporal Processing in older Listener. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 42, 300-311.

Greißinger, G. (2003). Juristische Aspekte der Verkehrsteilnahme älterer Menschen. Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiartrie, 16 (3), 141-148.

Greißinger, G. (2003). Juristische Aspekte der Verkehrsteilnahme ältere Menschen Legal Aspects of Traffic Participation of the Elderly. Zeitschrift für Gerontopsychologie und - psychiatrie, 16 (3), 141-148.

Griebnitz, E., Kofler, B., Mitterauer, B. (1992). Medizinisch-psychologische Überlegungen zur Fahrtauglichkeit des alternden Menschen. Psychologie Heute , 18, 832-839.

Guerrier, J.H., Manivannan, P., Nair, N. (1999). The role of working memory, field dependence, visual search, and reaction time in the left turn performance of older female driver. Applied Ergonomics, 30, 109-19.

Haigney, D., Westerman, J. (2001). Mobile (cellular) phone use and driving. a critcal review of research methodology. Ergonomics, 44 (2), 132-143.

Hakamies-Blomqvist, L., Mynttinen, , Backman, M. u.a. (1999). Age-related differences in driving. Are older drivers more serial? International Journal of Behavioral Development , 23 (3), 575-589.

Hannen, P., Hartje, W., Skreczek, W. (1998). Beurteilung der Fahreignung nach Hirnschädigung Neuropsychologische Diagnostik und Fahrprobe. Nervenarzt, 69, 864-872.

Heinrich, R., Wüst, W., Reiners, A. (2002). Pathologische Alterungsprozesse, Einstellungs- und Anpassungsmängel. München.

Heinzmann, H.-J. (2001). Verkehrsdelinquenz älterer Menschen. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 227-240.

Ho, G., Scialfa, C.T., Caird, J.K. u.a. (2001). Visual search for traffic sign The effects of clutter, luminance, and aging. Human Factors, 42 (2), 194-207.

Huth, O. (2000). Unfallhäufigkeit in verschiedenen Lebensaltern. TÜV Bayern, 36-40. Versuchseinrichtungen am Lehrstuhl für Ergonomie, Umweltergonomie, Anthropometrie, Mensch-Maschine-System. München.

Ivanci, K., Hesketh, B. (2000). Learning from errors in a driving simulation. effects on driving skill and self-confidence. Ergonomics, 43 (12), 1966-84.

Jaegers, H. (2001). Autofahren im Alter aus der Sicht eines Betroffenen. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 159-170.

Janke, M. K. (2001). Assessing older drivers. Two studies. Journal of Safety Research, 32, 43-74.

Kaiser, H. J., Oswald, W. D. (2000). Autofahren im Alter - eine Literaturanalyse. Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiartrie, 13 (3/4), 131-170.

Kaiser, H.-J. (2002). Weiterbildung und Anspracheformen für ältere Menschen. In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. (Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230) Stuttgart, Kohlhammer. 311-326.

Kaiser, H.J. (2003). Differentialpsychologisch-gerontologische Anmerkungen zur Verkehrssicherheitsarbeit mit Älteren. Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiartrie, 16 (2), 131-140.

Kaiser, H.J., Oswald, W.D. (Hrsg.) (1999). Mobilität und Mobilitätswahl- oder. Muss es immer das Auto sein? In: Kaiser, H.-J., Oswald, Wolf D. (Hrsg.). Altern und Autofahren Bern, Huber.

Karner, T., Biehl, B. (2001). Über die Zusammenhänge verschiedener Versionen von Leistungstests im Rahmen der verkehrspsychologischen Diagnostik. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 47 (2), 53-63.

Kebeck, G., Pedersen, A. (1999). Der Risikohaushalt des Autofahrers Empirische Untersuchung zu subjektiven Konzepten von Sicherheit und Risiko. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 45 (4), 163-171.

Keller, M. Klement-Amann, U., Burgard, E., Krämer, D., Kesselring, J. (2004). Fahrsimulator in der neurologischen Rehabilitation. Neurologie und Rehabilitation, 10 (3), 137 - 143

Klebelsberg, D. (1982). Verkehrspsychologie. Berlin, Heidelberg.

Kline, D. (1994). Optimizing the visibility of displays for older observers. Experimental Aging Research, 20, 11-23.

Kline, D.W., Buck, K., Sell, Y. u.a.(1999). Older observers' tolerance of optical blur. Age differences in the identification of defocused text signs. Human Factors, 41(3), 356-364.

Kolasinski, E.M., Gilson, R.D. (1998). Simulator sickness and related findings in a virtual environment. Proceedings of the Human Factors and Egonomics Society 42 annual Meeting,

Korteling, J.E. (1990). Perception-response speed and driving capabilities of brain-damaged and older drivers . Human Factors, 32 (1), 95-108.

Korteling, J.E. (1994). Effects of aging, skill modification, and demand alternation on multiple -task performance. Human Factors, 36 (1), 27-43.

Kotterbra, Orth, M., Fangerau, T., Sindern, E. (2003). Assessment of driving performance in patients with relapsing Multiple Sclerosis by a driving simulator. European Journal of Neurology, 50, 160-164.

Kroj, G., Preifer, G. (1973). der Kölner Fahrverhaltenstest (K-F-V-T) Schriftenreihe Faktor Mensch im Verkehr Frankfurt am Main. 21

Kroll, G., Kaiser, A., Krone, M., Mönning, M. u.a. (2003). Die praktische Fahrprobe im mittleren und höheren Lebensalter. Zeitschrift für Neuropsychologie, 14, 81-87.

Kruse, A. (Hrsg.) (1998). Psychosoziale Gerontologie. Bd. 1. Grundlagen Göttingen (Hogrefe).

Kuratorium für Verkehrssicherheit (1999). Lebensraum statt Abstellgleis! KfV- Enquete zum Thema Seniorensicherheit im Straßenverkehr. Wien.

Küting H. J., Krüger, K. (2002). Zukünftige Automobilität älterer Menschen. In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230, Stuttgart, Kohlhammer. 161-172.

Lachenmayr, B.J. (2003). Anforderungen an das Sehvermögen des älteren Kraftfahrers. Deutsches Ärzteblatt 100(10), 503-510.

Lachenmayr, B. J. (1989). Das periphere Sehen – Funktion und Bedeutung. Naturwissenschaften, 76, 447-452.

Lachenmayr, B., Lund, O.E. (1989). Sehvermögen und Straßenverkehr. Die speziellen Probleme des älteren Kraftfahrer MMW Fortschritte der Medizin. 131, 648-651.

Lachenmayr, B., Vivell, P.(1992). Perimetrie. Stuttgart. Thieme Verlag.

Lajunen, T. (1996). The ergonomics of road sign explicit and embedded speed limit. Ergonomics, 39 (8), 1069-1083.

Lal, S. K., Craig, A. (2002). Driver fatige. electroencephalography and psychological assemssment. Psychophysiology, 39, 313-321.

Laub, G., Brenner-Hartmann, J. (2001). Die Begutachtungsstelle für Fahreignung (BfH). Aufgaben und Arbeitsweise. Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht, 1, 16-21.

Lee, H.C., Lee, A., Cameron, L. (2003). Using a driving simulator to identity olders drivers at inflated risk of motor vehicle crashes. Journal of Safety Research, 34, 453-459.

Lehr U. (2000). Senioren - eine heterogene Gruppe. Demographische und psychologische Aspekte des Altern In: Meyer-Hentschel Management-Consulting (Hrsg.). Handbuch Seniorenmarketing Frankfurt.

Lerner, N. (1994). Giving the older driver enough perception-reaction time. Experimental Aging Research, 20, 25-33.

Limbourg, M. (1999). Mobilität im Alter Problme und Perspektiven. Düsseldorf.

Limbourg, M., Reiter, K. (2001). Das Verkehrsunfallgeschehen im höheren Lebensalter. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 211-226.

Limbourg, M., Reiter, K. (2002). Unfälle und Sicherheit älterer Menschen In: Schlag, B, Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230, Stuttgart Kohlhammer. 173-188.

Liu, Y.-C. (2001). Comparative study of the effects of auditory, visual and multimodality displays on drivers' performance in advanced traveller information systems. Ergonomics, 44, H. 4, 425-442.

Lubecki, U., Jansen, E. (2002). Zukünftig ein altengerechtes Verkehrssystem? In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230. Stuttgart, Kohlhammer. 344-355.

Lundqvist, A. (1997). Neuropsychological aspects of driving after brain lesion. Simulator study and on-road driving. Applied Neuropsychology, 4 (4), 220-230.

Lundqvist, A., Gerdle, B., Rönnberg, J. (2000). Neuropsychological aspects of driving after stroke - in the simulator and on the road. Applied Cognitive Psychology, 14, 135-150.

Mäder, H. (2001). Daten zur Mobilität älterer Menschen. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 27-40.

Maltz, M., Shinar, D. (1999). Eye movements of younger and older drivers. Human Factors, 41 (1), 15-25.

Marotolli, R. A., Rachardson, E. D. (1998). Confidence in, and self-rating of, driving ability among older drivers. Accident, Analyses & Prevention, 30 (3), 331-336.

Mc Gregor, J. M., Freeman, D. H., Zhang, D. (2001). A traffic sign recognition test can discriminate between older drivers who have and have not had a motor vehicle crash. Journal of American Geriatrics Society, 49, 466-469.

McGehee, D. V. (2001). Examination of older driver steering adaption on a high performance driving simulator. Iowa.

McGwin, G., Owsley, C., Ball, K. (1998). Identifying crash involvement among older drivers Agreement between self-report and state records. Accident, Analysis and Prevention, 30 (6), 781-791.

McKnight, A. J., McKnight, A. S. (1999). Multivariate analysis of age-related driver ability and performance deficits. Accident, Analysis and Prevention, 31, 445-454.

Meinig, W., Rennert, C. (1995). Ältere Menschen als Autofahrer. Zur Sicherheit im Straßenverkehr, psychophysische Befunde und Konsequenzen. Bamberg.

Messinger-Rapport, B. J., Rader, E. (2000). High risk on the highway. How to identify and treat the impaired older driver. Geriatrics, 55 (10), 32-45.

Meyer, O., Mussgnug, J., Wakula, J. (2001). Erarbeitung eines Versuchkonzeptes zur Überprüfung der ergonomischen Gestaltung von Bediensystemen im Kraftfahrzeug o.O.

Meyers, J. E, Volbrecht, M., Kaster-Bundgaard, J. (1999). Driving is more than pedal pushing. Applied Neuropsychology, 6 (3), 154-164.

Mourant, R. R., Schultheis, M. T. (2001). A HMD based virutal reality driving simulator. Iowa.

Mourant, R. R., Thattacherry, T. R. (2000). Simulator Sickness in a virtual environments driving simulator. Proceedings of the IEA Congress, 1, 534-538.

Neuwirth, W. (2001). Extremgruppenvalidierung verkehrspsychologischer Testverfahren anhand von Zuweisungsgruppen. Psychologie in Österreich, 3, 206-211.

Niemann, H., Döhner, A. (1999). Fahreignung bei Schädigung des ZN. In: Schlag, B: (Hrsg.). Empirische Verkehrspsychologie. Lengerich, Berlin (Pabst). 70-90.

O`Neill, D. (1992). Physicians, elderly drivers, and dementia . Public Health, 339, 41-43.

O`Neill, D. (2000). Safe mobility for older people. Reviews in Clinical Gerontology, 10, 181-191.

Oswald, W. D. (1999). Automobilismus und die "gefährlichen Alten" Erlangen.

Oswald, W. D. Ältere Autofahrer (1999). Täter oder Opfer? In: Kaiser, H.-J., Oswald, W. D. (Hrsg.). Altern und Autofahren. Bern (Huber). 17-34.

Ott, B. R., Heindel, W. C., Whelihan, W. M., Caron, M. D., Piatt, A. L., Noto, R. B. (2000). A single-photon emission computed tomography imaging study of driving impairment in patients with Alzheimer´s disease. Dementia and Geriatric Cognitive Disorders, 11, 153-160.

Owens, J. M., Lehman, R. (2001). The effects of age and distraction on reaction time in a driving simulator. Iowa.

Owens, J. M., Lehman, R. (2001). The effects of age and distraction on reaction time in a driving simulator. Iowa.

Owsley, C., Ball, K., Keeton, D. (1995). Relationship between visual sensitivity and target localization in older adults. Vision Research, 35 (4), 579-587.

Owsley, C., McGwin, G. (1999). Vision impairment and driving. Survey of Ophthalmology, 43 (6), 535-550.

Owsley, C., Stalvey, B., Wells, J. u.a. (2001). Visual risk factors for crash involvement in older drivers with cataract. Archives of Ophthalmology, 119, 881-887.

Parasuraman, R. (1991). Attention and driving skills in aging and Alzheimer`s Disease. Human Factors, 33 (5), 539-557.

Parker, D. (2001). Can we predict the on-road performance of older drivers? Iowa.

Peli, E., Peli, D., (2002). Driving with confidence. A practical guide to driving with low vision. London (World Scientific Publishing).

Perryman, K. M., Fitten, L. J. (1996). Effects of normal aging on the performance of motor-vehicle operational skills. Journal of Geriatric Psychiatry Neurology, 9, 136-141.

Pfafferott, I., Emsbach, M. Partizipation und aktivierende Verkehrssicherheitsarbeit. In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.) (2002). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230. Stuttgart Kohlhammer. 327-343.

Philipp-Metzen, H., Perspektiven älterer Autofahrer im Kontext von ökologischer und angewandter Gerontologie. Diplomarbeit, Hochschule Vechta, Institut für Interdisziplinäre Gerontologie. Als Manuskript gedruckt.

Poggel D. A., Kasten E, Müller-Oehring, E. M., Strasburger, H. & Sabel BA (2001). Activation of residual vision. Effects of visuo-spatial cueing on campimetric stimulus detection and on visual restitution training. Abstracts of the 3rd International Conference on Cognitive Science (ICCS), Beijing 2001.

Pohlmann, J., Traenkle, U. (1994). Orientation in road traffic. Age-related differences using an in-vehicle navigation system and a conventional map. Accident, Analysis and Prevention, 26 (6), 689-702.

Ponds, R., Brouwer, W., van Wolffelaar, P. (1988). Age differences in divided attention in a simulated driving task. Journal of Gerontology, 43 (6), 151-156.

Praxenthaler, H. (1991). Älterer Kraftfahrer und Verkehrssicherheit Köln.

Rammsayer, T., Lima, S., Vogel, W., (1993). Aging and temporal discrimination of brief auditory intervals Psychological Research, 55, 15-19.

Rasmussen, J. (1983). Skills, rules and knowledge, signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance mode. Systems, Man, Cybernetics, 13, 257-266.

Ratte, J. (2001). Driving simulator for rehabilitation purpose A presentation of new tool to support return to driving after TBI. Europa Medicophysica, 37, 279-281.

Recarte, M.A., Nunes, L.M. (2003). Mental Workload while driving. Effects on visual search, discrimination, and decision making. Journal of Experimental Psychology, 9 (2), 119-137.

Reschnar, G., Schlag, B. (2002). Bewältigungsstrategien älterer Autofahrer In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230. Stuttgart, Kohlhammer. 242-257.

Risser, R., Brandstätter, C. (1985). Die Wiener Fahrprobe Kleine Fachbuchreihe des Kuratoriums für Verkehrssicherheit Wien. 21.

Risser, R., Steinbauer, J., Amann, A., Roest, A., Schmidt, L., Teske (Hrsg.) (1988). Probleme Älterer Menschen bei der Teilnahme am Straßenverkehr Wien (Literas Universitätsverlag).

Rizzo, M., McGehee, D., Dawson, J. u.a. (2001). Simulated car crashes at intersections in drivers with alzheimer disease. Alzheimer Disease and Associated Disorders, 15 (1), 10-20.

Roenker, D., Cissell, Ball, K., Wadley, E. (2003). Speed-of-processing and driving simulator training result in improved driving performance. Human Factors, 45 (2), 218-233.

Roge, J., Pebayle, T., Muzet, A. (2001). Variations of the level of vigilance and of behavioeral activities during simulated automobile driving. Accident, Analyses & Prevention, 33, 181-186.

Ryan, A. G., Legge, M., Rosman, D. (1998). Age related changes in drivers´ crash risk and crash type. Accident, Analyses & Prevention, 30 (3), 379-387.

Schaie, K.W., Willis, L. (1991). Adult personalities and psychomotor performance. cross-sectional and longitudinal analysis. Journal of Gerontology, 46, 275-284.

Scheiner, J., Holz-Rau, C. (2002). Seniorenfreundliche Siedlungsstrukturen In: Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230, Stuttgart, Kohlhammer. 198-221.

Schieber, F. (1994). High-priority research and development needs for maintaining the safety and mobility of older drivers. Experimental Aging Research, 20, 35-43.

Schieber, F., Benedetto, J. M. (1998). Age differences in the functional field-of-view while driving. a preliminary

simulator-based study. Proceedings of the Human Factors and Egonomics Society 42 annual Meeting, 42, 176-180.

Schieber, F., Harms, M. (1998). Subsidiary-Task Assessment of Age Difference in Attentional Capacity During Real and simulatid driving. A Preliminary Analysis of the Data. Proceedings of the Human Factors and Egonomics Society 42th annual Meeting, 1262-1265.

Schlag, B. (1999). Beobachtungen beim Mitfahren In: Kaiser, H.-J., Oswald, W. D. (Hrsg.). Altern und Autofahren. Bern (Huber). 59-72.

Schlag, B.(2001). Ältere Menschen im PKW unterweg In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 85-98.

Schlag, B., Engeln, A. (1997). Mobilitätsbedürfnisse und Anforderungen ältere Autofahrer. In: Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.). Der Mensch im Verkehr. Düsseldorf (VDI Verlag). (=Fahrzeug- und Verkehrstechnik) 51-61.

Schlag, B., Engeln, A. (2001). Kompensationsmöglichkeiten und Bewältigungsstrategien im Alter. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 259-272.

Schlag, B., Megel, K. (Hrsg.) (2002). Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Band 230. Stuttgart (Kohlhammer).

Schlag, B: (Hrsg.) (1999). Empirische Verkehrspsychologie. Lengerich, Berlin (Pabst).

Schmidt, I. W., Brouwer W. H., Vanier, M., Kemp, F. (1996). Flexible adaptation to changing task demands in severe closed head injury patient a driving simulator study. Applied Neuropsychology, 3 (4), 155-165.

Schneider, J., Novack, T., Alderson, Bush (2000). UFOV risk level and driving ability in patients with traumatic brain injury. Arives of Clinical Neuropsychology, 15, 658.

Schubert, W., Berg, M. (2001). Zu einigen methodischen Fragen der Anwendung von psychologischen Testverfahren im Rahmen der Fahreignungsbegutachtung. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 47, 1, 9-14.

Schulte, T., Strasburger H, Müller-Oehring E, Kasten E & Sabel BA (1999). Automobile driving performance of brain-injured patients with visual field defect. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 78 (2), 136-142.

Schultheis, Maria (2002). Driving after Brain Injury.

Seeger, R. (1997). Probleme bei der Beurteilung der Fahreignung in der hausärztlichen Praxis. Therapeutische Umschau, 54 (5), 242-254.

Seib, H. (1990). Erkenntnisse der Unfallursachenforschung zur altersbedingten Leistungsminderung der älteren Verkehrsteilnehmer, ihr Unfallrisiko und die rechtlichen Konsequenzen. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 23, 86-96.

Sekuler, A., Bennett, P., Mamelak, M. (2000). Effects of aging on the useful field of view . Experimental Aging Research, 26, 103-120.

Sidaway, B. (1996). Time-to- Collision Estimation in a Simulated Driving Task. Human Factors, 38 (1), 101-113.

Sims, R., McGwin, G., Allman, R. u.a. (2000). Exploratory study of incident vehicle crashes among older drivers. Journal of Gerontology, 55A (1), 22-27.

Sömen, H. D. (1990). Die Fahrverhaltensananlyse als Methode der verkehrspsycholgischen Eignungsdiagnostik. Deutscher Psychologen Verlag. Bonn (= Fahrverhalten und Verkehrsumwelt/ Festschrift für Werner Winkler) 351-397.

Spicher, B., Hänsgen, K.-D. (2003). TVP Test zur Erfassung verkehrsrelevanter Persönlichkeitsmerkmale. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle (Hans Huber).

Staplin, L., Ball, K., Park, D., Lawrence, Lococco, Gish, Kotwal, (1997). Synthesis of Human Factors Reseach on Older Drivers and Highway Safety. (= Volume 1. Older Drivers Research Synthesis)

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2004). Unfallgeschehen im Straßenverkehr 2003 Wiesbaden.

Stelmach, G., Nahom, A. (1992). Cognitive-motor abilities of the elderly driver. Human Factors, 34 (1), 53-65.

Strasburger H (1997). R_Contrast. Rapid measurement of recognition contrast threshold. Spatial Vision 10, 495-498.

Strasburger, H., & Pöppel, E., (1997, 1999). Visual field. Adelman, G. (ed.). Encyclopedia of Neuroscience, 2nd edition, on CD-ROM. Elsevier Science B.V., Amsterdam, New York. (3 pp.)

Strasburger, H., (2002). Indirektes Sehen. Formerkennung im zentralen und peripheren Gesichtsfeld. Reihe Lehr- und Forschungstexte Psychologie (Hrsg.) Albert, D., Oswald, M, Pawlik, K. & Stapf K. H., Hogrefe Verlag

Göttingen, Bern, Toronto, Seattle.

Stutts, J. C., Stewart, R. J., Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. Accident, Analyses & Prevention, 30 (3), 337-346.

Summala, H. (1996). Maintaining Lane Position with Peripheral vision during In-Vehicle Task. Human Factors, 38 (3), 442-451.

Szlyk, J., Seiple, W., Viana, M. (1995). Relative effects of age and compromised vision on driving performance. Human Factors, 37 (2), 430-436.

Tanida, K. (2000). Reducing the effects of driving fatigue with the adoption of a lane following assistance system. Japan.

Taylor, B.D., Tripodes, (2001). The effects of driving cessation on the elderly with dementia and their caregivers. Accident, Analysis and Prevention, 33, 519-528.

Trainor, L. J., Trehub, S. E. (1989). Aging and auditory temporal sequencing. ordering the elements of repeating tone patterns. Perception & Psychophysics, 45 (4), 417-426.

Verwey, W. B. (2000). On-line driver workload estimation. Effects of road situation and age on secondary task measures. Ergonomics, 43 (2), 187-209.

Von Hebenstreit, B. Ältere zum TÜV? Über Fairness in der Eignungsdiagnostik mit Älteren. In: Flade, A., Limbourg, M., Schlag, B. (Hrsg.). Mobilität älterer Menschen. Opladen (Leske und Budrich). 73-92.

Walker, N., Fain, W. Bradley, Fisk, Arthur D. u.a. (1997). Aging and desicion making. driving-related problem solving. Human Factors, 39 (3), 438-444.

Wallis, G., Chatziastros, A., Bülthoff, H. (2002). An unexpected role for visual feedback in vehicle steering control. Current Biology, 12, 295-299.

Warshawsky-Livne, L., Shinar, D. (2002). Effects of uncertainty, transmission type, driver age and gender on brake reaction and movement time. Journal of Safety Research, 33, 117-128.

Westlake, W. (2000). Another look at visual standards and driving Better tests are needed to determine driving. British Medical Journal, 321, 972-973.

Wolbers, T., Küst, J., Karbe, H., Netz, J., Hömberg, V. (2001). Interaktive Fahrsimulation - ein neuer Weg zur Diagnose und Rehabilitation der Fahrtauglichkeit. Rehabilitation, 40, 87-91.

Wolffsohn, J., McBrien, N.A., Edgar G.K. u.a. (1998). The influence of cognition and age on accomodation, detection rate and response times when using a car head-up display (HUD). Ophthalmic and Physiological Optics, 18 (3), 243-253.

Woon-Sung, L., Jung-Ha, K., Jun-Hee, C. (2000). A driving simulator as a virtual reality tool. Proceedings of the IEA Congress, 1, 534-537.

Zuschlag, B. (1977). Rehabilitation von Fahrprobenmerkmalen. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Hamburg.

8 Anhang

8.1 Abkürzungsverzeichnis

COG	Cognitrone (Untertest des WTS)
DT	Determinationstest (Untertest des WTS)
FeV	Fahrerlaubnisverordnung
FP	Fahrprobe
LVT	Linienverfolgungstest (Untertest des WTS)
MPU	Medizinisch-psychologische Untersuchung zur Fahrtauglichkeit
PP	Periphere Wahrnehmung (Untertest des WTS)
RT	Reaktionstest (Untertest des WTS)
TAP	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung
TAVT	Tachistoskopischer Verkehrsaufassungstest (Untertest des WTS)
TMT-B	Trail-Making-Test Form B
WTS	Wiener Testsystem
ZNS	Zentrales Nervensystem
ZVT	Zahlenverbindungstest

8.2 Literaturübersicht zu Studien mit Testpsychologie, Fahrprobe und Fahrsimulator

Studie	Test	FP	Sim.	VPN	Testpverfahren Paper-Pencil									
Lundqvist 2000	x	x	x	30 Patienten, 30 Kontrollen	TMT-B **	Zahlsymboltest **	CWT **							
Karner 2001	x			127 Normalprobanden										
Korteling 1990	x	x		10 Ältere, 10 Jüngere, 10 Pat.										
McGwin 1998	x			278 Ältere, teils Unfallfahrer	cog. score n.s.									
McKnight 1999	x	x		407 Ältere, teils Unfallfahrer										
Hannen 1998	x	x		116 Patienten							LPS		d2	
Janke 2001	x	x		102 Ältere, 33 Jüngere										
De Raedt 2000	x	x		84 Ältere, Ø 78,6										
Rizzo 2000	x		x	18 Alzheimer, 12 Kontrollen	TMT-A/B *			digit span	word ass. *	Rey-Osterried *	inform. Wechsler	Benton vis. ret.	block design (Wechsler) *	
Schmidt 1996	x		x	20 Patienten, 20 Kontrollen	TMT-A/B *		Stroop		tower of L.					
Bukasa 2001	x	x		120 Probanden										
Meyers 1999	x			312 Probanden	TMT A/B	Zahlsymboltest *			wors ass.	Rey-Osterried *	Wechsler Intelligence Scale *	Token *		

Studie	Testpverfahren Computergestützt/apparativ									Testpverfahren visuelle Wahrnehmung			
Lundqvist 2000	PASAT **		tapping APT **	RT (komplex) APT **	simultane Kap. APT **	WCST *	ges.: 83% korrekt klassifiziert						
Karner 2001				RT (Wien) .39 DR2 deutl.		COG * Q1 deutl.	LVT * LL5 *	DT (S5) .43 RST3 *		TAVT .42 TT15 deutl.			
Korteling 1990				Wahlreaktion n.s.									
McGwin 1998											UFOV *	Peripherie *	
McKnight 1999				RT (choice) APT .28	divided attention APT .36	COG APT .41						Bewegungsdet. APT .35	Visus .18
Hannen 1998				WRG			LVT	WDG		TAVT			
Janke 2001				cue recog. (RT)					auto-trail (Schieber)				Visus
De Raedt 2000			Inkomp. TAP n.s. .36	RT double task .36 .55	divided att. Brouwer n.s. .39				dot-counting (sel. att.) n.s. .44		UFOV .32 .66	mov.perc. Ergovision n.s .73	
Rizzo 2000											UFOV *	mov. Perc. *	Visus
Schmidt 1996			distract. RT *	RT (choice) *	divided att. Zomeren	cogn. Speed							
Bukasa 2001		MAT Intell. *	FAT Aufm.Flexib. **			Q1 **	LL5 **	RST3 **		TT15 **			
Meyers 1999			tapping										

Legende: blau: Korrelation mit Fahrprobe; rot: Korrelation mit Unfallhäufigkeit; grün: signifikante Gruppenunterschiede (Alkohol, Patienten, Ältere).
*/**: signifikanter / hochsignifikanter Zusammenhang (ohne angegebene Koeffizienten)

Studie	Fahrprobe: Variablen/Beobachtungsprotokoll													
Lundqvist 2000	Geschwindigkeit **	Manövrieren **	laterale Pos. **	Verkehrsverhalten **	Aufmerksamkeit *									
Karner 2001														
Korteling 1990							Bremsreaktion **(Pat.)	Geschw.-Reprod. n.s.						
McGwin 1998														
McKnight 1999	Geschwindigkeit slow: .28		laterale Pos. n.s.	Kreuzungsverhalten .33	Aufmerksamkeit n.s.				Spurverhalten .28		Einfädeln .23	Kurvenverhalten n.s.		Navigieren .41
Hannen 1998	Geschwindigkeit		Spurhalten					Abstand	Spurverhalten		Einfädeln		Blinken/Sichern	Orientierung
Janke 2001														Wegfindung
De Raedt 2000		mechan. Op.	laterale Pos.	Qual. Verkehrsteiln.	Antizipation	Verkehrszeichen		Abstand					Kommunikation	
Rizzo 2000														
Schmidt 1996														
Bukasa 2001	Geschwindigkeit .18-.38		Seitenabstand .18-.34				Verlangsamung Kreuzung .19-.36	Abstand .18	Spurhalten .24-.57	Spurwechsel .23-.53	Einordnen .20-.44	Kurvenverhalten .19-.34	Blinken .19-.36	
Meyers 1999														

Studie	Simulatortyp	Fahrsimulator: Variablen						Fragebögen / Interview: Inhalte	
Lundqvist 2000	VTI driving Simulator	Geschwindigkeit	laterale Pos. nur in Zusatzaufgabe sig. Differenzen	komplexe RT	t bis Kollision	d bis Kollision	ges.: 85% korrekt klass.	Fahrerfahrung	Veränderungen Fahrverhalten
Karner 2001									
Korteling 1990									
McGwin 1998									
McKnight 1999									
Hannen 1998									
Janke 2001									
De Raedt 2000								Fahrerfahrung	Unfälle
Rizzo 2000	Iowa Driving Simulator	Geschwindigkeit	laterale Pos.		t bis Kollision	Distanz	Lenkradposition		
Schmidt 1996	PC, Lenkrad, Seitenwind	Geschwindigkeit	laterale Pos.				RT		
Bukasa 2001								Fahrerfahrung	
Meyers 1999									

Legende: blau: Korrelation mit Fahrprobe;rot: Korrelation mit Unfallhäufigkeit;grün: signifikante Gruppenunterschiede (Alkohol, Patienten, Ältere).
*/**: signifikanter / hochsignifikanter Zusammenhang (ohne angegebene Koeffizienten)

Studie	erfasste Funktionsbereiche (Auswahl)													
Lundqvist 2000	Aufmerksamkeit	simultane Kapazität		kogn. Flexibilität	exekutive Kontrolle	Interferenz					Verarbeitungsgeschw.	Reaktionszeit		
Karner 2001	Aufmerksamkeit		Konzentration				opt. Wahrnehmung	opt.Orientierung			Verarbeitungsgeschw.	Reaktionszeit	Bekastbarkeit	
Korteling 1990											Verarbeitungsgeschw.			
McGwin 1998					kogn. Leistung		opt. Wahrnehmung							
McKnight 1999	Aufmerksamkeit	simultane Kapazität			kogn. Leistung		Sehschärfe	opt. Orientierung	Beweg.-wahrnehm.		Verarbeitungsgeschw.	Reaktionszeit		
Hannen 1998	Aufmerksamkeit		Kontzentration		IQ		opt. Wahrnehmung				Verarbeitungsgeschw.	Reaktionszeit		
Janke 2001	Aufmerksamkeit						Sehschärfe	opt. Orientierung			Verarbeitungsgeschw.	Reaktionszeit		
De Raedt 2000	sel. Aufm.	geteilte Aufm.		kogn. Flexibilität		Interferenz		vis./räuml. Aufm.	Beweg.-wahrnehm.			Reaktionszeit		
Rizzo 2000				kogn. Flexibilität	kogn. Leistung		Sehschärfe	räuml. Orientierung	Beweg.-wahrnehm.				Gedächtnis	
Schmidt 1996	sel. Aufm.	geteilte Aufm.		kogn. Flexibilität	exekutive Kontrolle	Interferenz					Verarbeitungsgeschw.	Reaktionszeit		
Bukasa 2001	Aufmerksamkeit		Konzentration		Intelligenz			opt. Orientierung			Verarbeitungsgeschw.	Reaktionszeit	Belastbarkeit	Sensomotorik
Meyers 1999					Intelligenz			opt. Orientierung					Gedächtnis	Sensomotorik

Studie	Anmerkungen
Lundqvist 2000	Extraktion von 3 Faktoren: attenional processing, executive capacity, cognitive processing Kritik: laut Fahrlehrerurteil 50% Patienten und 20% Kontrollen durchgefall
Karner 2001	Vergleich der verschiedenen Versionen: alle Tests korrelierten hoch
Korteling 1990	
McGwin 1998	Korrelationen mit Unfällen untersucht, ausführl. Messung der opt. Wahrnehmung
McKnight 1999	Korr. zw. Unfall (dichotom) und Testbatterie/Fahrprobe untersucht. Kritik: Interkorrelationen höher als jew. Korr. mit Gruppe. neg. Korr. von Unfall mit Geschwindigkeit! zu basalen visuellen Fähigkeiten nur geringe Korr.!
Hannen 1998	Faktorenanalyse: 1 prakt. Fahrverhalten, 2 komplexe Infoverarb., 3 Reaktionsschnelligkeit. Testdiagnostik machte zu 28% falsche Voraussagen, v.a. falsch-negative. Kompensation wird also nicht miterfasst.
Janke 2001	California Driving Test, mittlere Korrelationen
De Raedt 2000	Movement perception, UFOV, kognitive Flexibilität und selektive Aufmerksamkeit klären 64% Varianz Road-Test
Rizzo 2000	Simulation von Unfällen, die es zu vermeiden galt. K: kein Unfall, Pat:6 * bedeutet: prädiktiv für Unfälle: Rey-Osterried, Wechsler Block Design, TMT, motion percept., word ass.
Schmidt 1996	Leider keine Korrelationen gerechnet, nur Pat. mit K verglichen. es wurde keine Beeinträchtigung in kogn. Flexibilität gefunden (taktischer level)
Bukasa 2001	Vor allem Spurhalten, Spurwechsel, unangepasste Geschwindigkeit korrelierten mit Testverfahren. bei Altersbereinigung deutlich weniger Korrelationen!
Meyers 1999	Diskriminanzanalyse: mit Rey-Osterried, Token Test und Wechsler ließen sich zu 94% Fahrer und Nichtfahrer unterscheiden

Legende: blau: Korrelation mit Fahrprobe;rot: Korrelation mit Unfallhäufigkeit;grün: signifikante Gruppenunterschiede (Alkohol, Patienten, Ältere).
*/**: signifikanter / hochsignifikanter Zusammenhang (ohne angegebene Koeffizienten)

8.3 Tölzer Fahrprotokoll

Name:_____Datum:_____ Uhrzeit:_____
Modus für Fehlerregistrierung: 0 nicht beobachtbar, 1 Fehler, 2 gelöst, 3 sehr gut gelöst

Situationen	*Registrierung*
S1: von Gaißach re abbiegen	
Vorfahrt beachten (Sichern)	0 - 1 - 2 - 3
Spurhaltung	0 - 1 - 2 - 3
S2: li abbiegen in Sachsenkamer Str.	
Einordnen	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angepasst	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Gegenverkehr beachten – 2. Blick)	0 - 1 - 2 - 3
Vorfahrt erkennen (Spur von rechts)	0 - 1 - 2 - 3
S3: li abbiegen in Kolpingstraße	
Sichern (Gegenverkehr beachten– 2. Blick)	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angepasst	0 - 1 - 2 - 3
Sauberes Kurvenfahren	0 - 1 - 2 - 3
Re abbiegen	
S4: Vorrangbrücke	
Vorrang beachten	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angepasst	0 - 1 - 2 - 3
S5: Vorfahrt beachten Gaißacher	
Vorfahrt beachten (Sichern)	0 - 1 - 2 - 3
S6: Vorfahrt beachten Hofwies	
Vorfahrt beachten (Sichern, Verlangsamen)	0 - 1 - 2 - 3
S7: Vorfahrt beachten oberer Schuß	
Vorfahrt beachten (Sichern, Verlangsamen)	0 - 1 - 2 - 3
S8: Am Schuß	
Geschwindigkeit angepasst	0 - 1 - 2 - 3
S9: re abbiegen in Osterleite	
Sichern	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Spurhaltung	0 - 1 - 2 - 3
S10: li abbiegen in Bahnhofstraße	
Einordnen	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Gegenverkehr beachten –2. Blick)	0 - 1 - 2 - 3
Fußgänger beachten	0 - 1 - 2 - 3
S11: li abbiegen Richtung Innenstadt	
Einordnen	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angemessen	0 - 1 - 2 - 3
S12: Marktstraße	
Fußgänger beachten (Geschwindigkeit angemessen, Sichern)	0 - 1 - 2 - 3
S13: re abbiegen Richtung Post	
Straßenverlauf selbst erkannt	0 - 1 - 2 - 3
S14: re abbiegen	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Fußgänger beachten	0 - 1 - 2 - 3
S15: re abbiegen in Bahnhofstaße	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Vorfahrt beachten (Schulterblick, Sichern)	0 - 1 - 2 - 3
S16: Anstieg zur Mühlfeldkirche	
Spurführung	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angemessen	0 - 1 - 2 - 3

S17: Zebrastreifen	
Fußgänger beachten	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angemessen	0 - 1 - 2 - 3
S18: re abbiegen auf 472	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Einordnen	0 - 1 - 2 - 3
Vorfahrt beachten (Sichern –2. Blick)	0 - 1 - 2 - 3
S19: abbiegen Richtung Achensee (Orientierungsaufgabe 1)	
Orientierung	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Verlangsamung (Geschwindigkeit angemessen)	0 - 1 - 2 - 3
S20: weiter Richtung Altstadt (Orientierungsaufgabe 2)	
Orientierung	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Schulterblick beim Einordnen)	0 - 1 - 2 - 3
Vorfahrt beachten (Sichern beim 2. Einordnen)	0 - 1 - 2 - 3
Spurführung beim Abbiegen (nicht zu weit links)	0 - 1 - 2 - 3
S21: S-Kurve	
Spurführung	0 - 1 - 2 - 3
Angepasste Geschwindigkeit	0 - 1 - 2 - 3
S22: li abbiegen Isarbrücke	
Sichern	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
S23: li abbiegen in Bockschützstr.	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Gegenverkehr beachten)	0 - 1 - 2 - 3
Fußgänger beachten	0 - 1 - 2 - 3
re abbiegen Richtung Arzbacher	
S24:Orientierung 3: fahren Sie Richtung Lengries (li abbiegen auf 472)	
Orientierung	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern	0 - 1 - 2 - 3
S25: Brücke	
Limit beachten (60, 80)	0 - 1 - 2 - 3
S26: Orientierung 3: weiter Richtung Lengries	
Orientierung	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Verlangsamung	0 - 1 - 2 - 3
S27:Orientierung 3: weiter Richtung Lengries (Spurwechsel)	
Orientierung	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Schulterblick)	0 - 1 - 2 - 3
S29: li abbiegen in Buchsteinstr.	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Verlangsamung	0 - 1 - 2 - 3
Einordnen (Mitte)	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Gegenverkehr beachten)	0 - 1 - 2 - 3
Lücke finden	0 - 1 - 2 - 3
S30: rechts vor links Kirchsteinerstr.	
Vorfahrt beachten (sichern, Geschwindigkeit angemessen)	0 - 1 - 2 - 3
S31: li abbiegen in Geierstr.	
Vorfahrt beachten (sichern, Geschwindigkeit angemessen)	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
re abbiegen in Moraltstr.	
S32: li abbiegen in Demmeljoch	
Vorfahrt beachten (sichern, Geschwindigkeit angemessen)	0 - 1 - 2 - 3

Blinken	0 - 1 - 2 - 3
S33: Vorrang Demmeljoch	
Seitenabstand	0 - 1 - 2 - 3
Vorrang gewähren	0 - 1 - 2 - 3
Vorrausschauend fahren	0 - 1 - 2 - 3
S34: li abbiegen in Demmeljoch	
Vorfahrt beachten (Gegenverkehr)	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
S35: Vorrang Demmeljoch	
Seitenabstand	0 - 1 - 2 - 3
Vorrang gewähren	0 - 1 - 2 - 3
Vorrausschauend fahren	0 - 1 - 2 - 3
re abbiegen in Moraltstr.	
S36: re abbiegen in Lengrieserstr.	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Vorfahrt beachten	0 - 1 - 2 - 3
Lücke finden	0 - 1 - 2 - 3
S37: Auffahrt Bad Heilbrunn	
Angepasste Geschwindigkeit	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Beschleunigen	0 - 1 - 2 - 3
Kurvenfahren	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Schulterblick)	0 - 1 - 2 - 3
S38: Limit beachten auf Brücke	
60, 80	0 - 1 - 2 - 3
S39: rechts fahren auf 472	
Fahrstreifenwechsel (selbst erkannt, Sichern, Blinken)	0 - 1 - 2 - 3
Selbstgewählte Geschwindigkeit	***.....***
S40:re abbiegen Treibhaus	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Verlangsamung angemessen (Limit beachten, 80)	0 - 1 - 2 - 3
S41: li abbiegen Treibhaus	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern (Gegenverkehr beachten)	0 - 1 - 2 - 3
Einordnen	0 - 1 - 2 - 3
Radweg beachten	0 - 1 - 2 - 3
S42: kleine Landstraße	
Spurhalten (Abstand seitlich)	0 - 1 - 2 - 3
Fußgänger / Radfahrer beachten	0 - 1 - 2 - 3
Kurvenschneiden	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angepasst	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angepasst (50er beachten)	0 - 1 - 2 - 3
Selbstgewählte Geschwindigkeit.....	
S43: li abbiegen Zeilerfeldweg	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern	0 - 1 - 2 - 3
S44: Landstraße	
Spurhalten (Abstand seitlich)	0 - 1 - 2 - 3
Entgegenkommende Fahrzeuge beachten	0 - 1 - 2 - 3
Fußgänger / Radfahrer beachten	0 - 1 - 2 - 3
Kurvenschneiden	0 - 1 - 2 - 3
Selbstgewählte Geschwindigkeit.....	***.....***
S45: re abbiegen Richtung Fischbach	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Verlangsamung	0 - 1 - 2 - 3
S46:kleine Landstraße	
Spurhalten (Abstand seitlich)	0 - 1 - 2 - 3

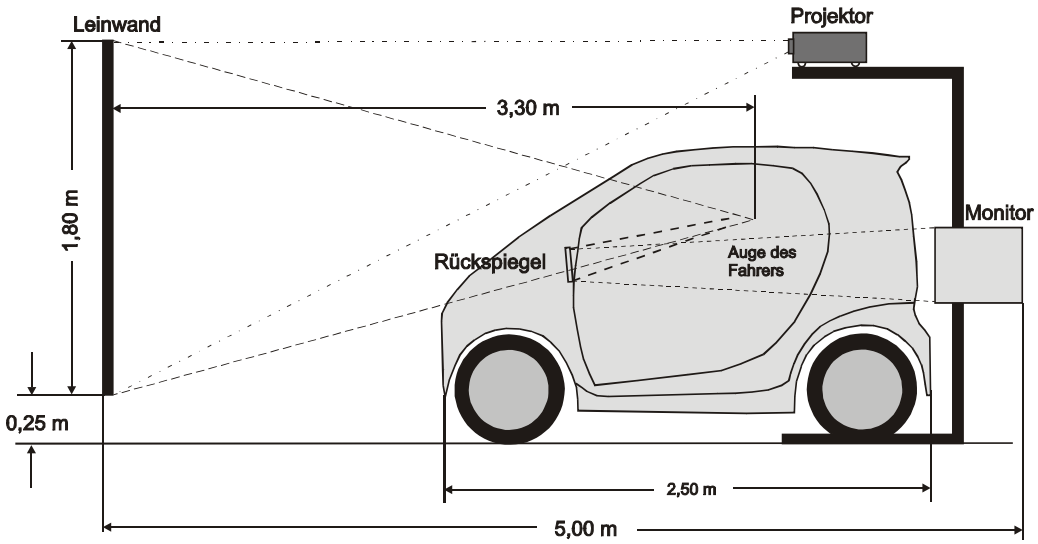
Entgegenkommende Fahrzeuge beachten	0 - 1 - 2 - 3
Fußgänger / Radfahrer beachten	0 - 1 - 2 - 3
Kurvenschneiden	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angepasst	0 - 1 - 2 - 3
Selbstgewählte Geschwindigkeit.....	.....
50 beachten 1. Ortschaft	0 - 1 - 2 - 3
50 beachten 2. Ortschaft	0 - 1 - 2 - 3
S47:re abbiegen Königsdorfer	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Vorfahrt beachten	0 - 1 - 2 - 3
S48: Ortseinfahrt Tölz	
Verlangsamung	0 - 1 - 2 - 3
S49: abbiegen in Angerstr.	
Straßenverlauf selbst erkannt	0 - 1 - 2 - 3
S50: re abbiegen Badstr.	
Vorfahrt beachten	0 - 1 - 2 - 3
Sichern	0 - 1 - 2 - 3
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
S51: Badstr.	
Fußgänger beachten	0 - 1 - 2 - 3
Geschwindigkeit angemessen	0 - 1 - 2 - 3
S52: re abbiegen zum GRP	
Blinken	0 - 1 - 2 - 3
Sichern	0 - 1 - 2 - 3
S53: Einparken GRP	
Einparken	0 - 1 - 2 - 3

Kategorie	***Note***
Abstandsverhalten	
Spurverhalten	
Kommunikationsverhalten / Umgang mit Konflikten	
Geschwindigkeitsverhalten **□ zu langsam □ zu schnell □ zu heterogen**	
Sicherndes Verhalten	
Verhalten in Kreuzungen	
Fahrzeugbedienung / Motorik	
Aufmerksamkeit	
Voraussicht	
Gesamturteil	

8.4 Datenblatt Fahrsimulator

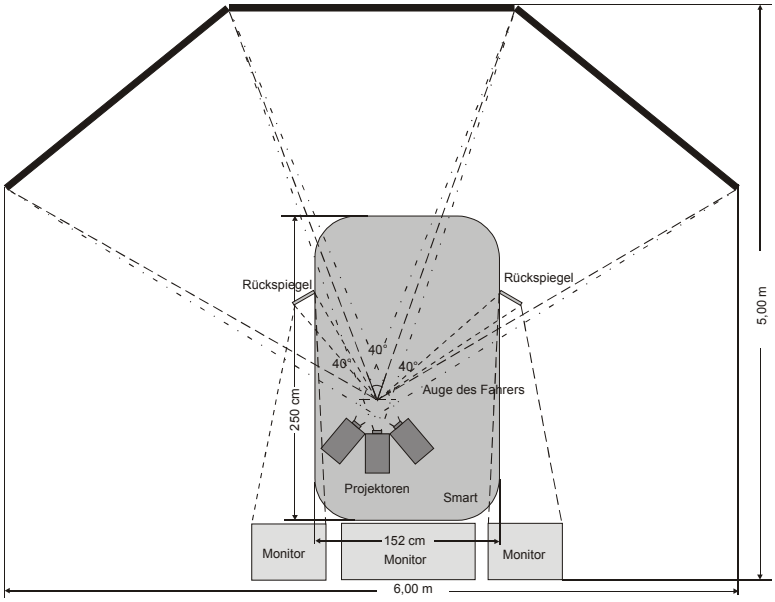
Generation Research Program Bad Tölz

Mit unserem Fahrsimulator sind wir in der Lage, unter sehr realitätsnahen Bedingungen das Fahrverhalten zu untersuchen ohne die Risiken einer realen Fahrprobe. Die Ereignisse während einer Testfahrt können hier (anders als unter realen Bedingungen) frei konfiguriert werden. Eine präzise Aufzeichnung des Fahrverhaltens ermöglicht eine anschließende detaillierte Analyse der für die jeweilige Fragestellung kritischen Fahrabschnitte.



Die Parameter des Fahrsimulators:

- Visuelle Simulation deckt einen Blickfeldbereich von 120° ab sowie alle drei Rückspiegel.
- Visuelle Stimulation umfasst Fahrten in der Stadt, auf der Landstraße und Autobahn unter verschiedenen Sichtbedingungen (Regen, Nacht, Nebel...) und bei unterschiedlich konfigurierbarem Verkehrsaufkommen.
- Gefahrenereignisse (z.B. ein Reh auf der Fahrbahn) können gezielt oder zufallsgesteuert in die Testfahrt eingebaut werden.
- Akustische Simulation der Fahrzeug- sowie Fahrbahngeräusche.
- Anpassung der visuellen und akustischen Simulation auf das Verhalten des Fahrers, Anbindung des Lenkverhaltens, der Pedale, der Schaltbewegungen sowie der Benutzung anderer Bedienelemente in das Fahrgeschehen.
- Messung von Augenbewegungen mit dem iView-System der Firma SMI.
- Messung physiologischer Belastungsindikatoren.
- Im Simulator ist ein Fahrzeug (z.Z. ein Smart) eingebaut, der Wagen kann aber auch beliebig ausgewechselt werden.



Anwendungsgebiete

Untersuchung neu entwickelter Mensch-Maschine-Schnittstellen.

Messung der Bedienbarkeit von Geräten im Fahrsimulator bei unterschiedlichen Verkehrs- und Belastungsbedingungen. Dabei Messung der Blickbewegung sowie physiologischer Belastungsindikatoren und Analyse des Fahrverhaltens.

Testen von Fahrzeugprototypen

Einsatz des Fahrsimulators mit neu entwickelten Fahrzeugprototypen. Ein neues Fahrzeug wird vollständig in den Fahrsimulator implementiert und die Simulation an seine Fahrdynamik angepasst. Testen des Normalverhaltens sowie Verhaltens in unterschiedlichen Verkehrs- und Gefahrensituationen sowie eine Analyse der Belastungsfaktoren durch neuartige Bedienelemente im Fahrzeugcockpit wird ermöglicht.

Untersuchung unterschiedlicher Personengruppen

Im Fahrsimulator kann die Erprobung von Geräten durchgeführt werden, die für besondere Personengruppen (Ältere, Behinderte...) konzipiert worden sind. Mit Hilfe unserer Versuchspersonendatenbanken können sowohl Gruppen von älteren Probanden als auch von Probanden mit selektiven Störungen sowie normalen Vergleichsprobanden speziell für die Anforderungen der jeweiligen Studie ausgewählt werden.

Analyse des Verhaltens in Gefahrensituationen

Im Fahrsimulator können Szenarien realisiert werden, deren Untersuchung im realen Fahrzeug zu große Risiken mit sich bringen würde. So können z. B. Ermüdung und Sekundenschlaf während Langstreckenfahrten (Vigilanzstudien, Stressbelastungsstudien...) untersucht werden oder auch Gefahrensituationen, die eine sehr schnelle Reaktion des Fahrers erfordern. Auf diese Weise können auch Auswirkungen neuartiger Instrumente auf das Fahrerverhalten in Extremsituationen untersucht werden.

Schulung von Personen im Umgang mit neuen Technologien

Im Fahrsimulator können spezielle Schulungen im Umgang mit neuen Technologien durchgeführt werden, die insbesondere für beeinträchtigte Personen, die langsam an die Verwendung neuer Geräte gewöhnt werden müssen notwendig sind. Die Lernprozesse werden evaluiert, wodurch die Formulierung effizienter Lern und Trainingsprogramme ermöglicht wird.

8.5 Ergebnistabellen

8.5.1 Ergebnisse zur Fahrprobe

A. Inter-Rater-Reliabilität und interne Konsistenz der Fahrprobenurteile: Überblick über die Korrelationskoeffizienten

Korrelationen

		Gesamt urteil	Gesamt urteil	Anzahl Fehler gesamt Rater 1	Anzahl Fehler gesamt Rater 2	relative Anzahl gut gemacht Rater1 in Prozent	relative Anzahl gut gemacht Rater2 in Prozent
Gesamturteil	Korrelation nach Pearson	1	.806**	.762**	.732**	-.795**	-.724**
	Signifikanz (2-seitig)	.	.000	.000	.000	.000	.000
	N	78	78	78	78	78	78
Gesamturteil	Korrelation nach Pearson	.806**	1	.675**	.692**	-.672**	-.822**
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.	.000	.000	.000	.000
	N	78	78	78	78	78	78
Anzahl Fehler gesamt Rater 1	Korrelation nach Pearson	.762**	.675**	1	.910**	-.857**	-.704**
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.	.000	.000	.000
	N	78	78	78	78	78	78
Anzahl Fehler gesamt Rater 2	Korrelation nach Pearson	.732**	.692**	.910**	1	-.826**	-.742**
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.000	.	.000	.000
	N	78	78	78	78	78	78
relative Anzahl gut gemacht Rater1 in Prozent	Korrelation nach Pearson	-.795**	-.672**	-.857**	-.826**	1	.692**
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.	.000
	N	78	78	78	78	78	78
relative Anzahl gut gemacht Rater2 in Prozent	Korrelation nach Pearson	-.724**	-.822**	-.704**	-.742**	.692**	1
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.000	.
	N	78	78	78	78	78	78

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

B. Mittelwertsunterschiede in den Hauptvariablen der Fahrprobe:

Vergleich Senioren und jüngere Gesunde:

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Notenmittel über beide Rater	normal	31	1.6613	.52658	.09458
	senior	30	1.9667	.61757	.11275
Fehlermittel über beide Rater	normal	31	2.63	2.101	.377
	senior	30	5.48	3.191	.583
FP_GUT	normal	31	57.9605	4.57179	.82112
	senior	30	54.6468	4.66920	.85247

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standard fehler der Differenz	Untere	Obere
Notenmittel über beide Rater	Varianzen sind gleich	.100	.753	-2.081	59	.042	-.3054	.14678	-.59908	-.01167
	Varianzen sind nicht gleich			-2.075	56.924	.043	-.3054	.14717	-.60008	-.01067
Fehlermittel über beide Rater	Varianzen sind gleich	1.944	.169	-4.139	59	.000	-2.85	.690	-4.234	-1.474
	Varianzen sind nicht gleich			-4.112	49.949	.000	-2.85	.694	-4.249	-1.460
FP_GUT	Varianzen sind gleich	.076	.783	2.801	59	.007	3.3137	1.18320	.94616	5.68132
	Varianzen sind nicht gleich			2.800	58.826	.007	3.3137	1.18362	.94518	5.68230

C. Mittelwertunterschiede in den Hauptvariablen der Fahrprobe:

Vergleich Patienten und jüngere Gesunde:

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Notenmittel über beide Rater	normal	31	1.6613	.52658	.09458
	patient	17	2.8235	.99516	.24136
Fehlermittel über beide Rater	normal	31	2.63	2.101	.377
	patient	17	7.71	7.571	1.836
FP_GUT	normal	31	57.9605	4.57179	.82112
	patient	17	49.8695	10.05046	2.43759

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Notenmittel über beide Rater	Varianzen sind gleich	11.239	.002	-5.313	46	.000	-1.1622	.21874	-1.6025	-.72194
	Varianzen sind nicht gleich			-4.483	21.026	.000	-1.1622	.25923	-1.7013	-.62318
Fehlermittel über beide Rater	Varianzen sind gleich	24.325	.000	-3.522	46	.001	-5.08	1.442	-7.979	-2.175
	Varianzen sind nicht gleich			-2.708	17.364	.015	-5.08	1.875	-9.025	-1.128
FP_GUT	Varianzen sind gleich	15.723	.000	3.839	46	.000	8.0910	2.10753	3.84875	12.3332
	Varianzen sind nicht gleich			3.146	19.702	.005	8.0910	2.57218	2.72030	13.4617

D. Mittelwertunterschiede in den Hauptvariablen der Fahrprobe:

Vergleich Patienten und Senioren:

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Notenmittel über beide Rater	senior	30	1.9667	.61757	.11275
	patient	17	2.8235	.99516	.24136
Fehlermittel über beide Rater	senior	30	5.48	3.191	.583
	patient	17	7.71	7.571	1.836
FP_GUT	senior	30	54.6468	4.66920	.85247
	patient	17	49.8695	10.05046	2.43759

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Notenmittel über beide Rater	Varianzen sind gleich	6.925	.012	-3.650	45	.001	-.8569	.23474	-1.32965	-.38408
	Varianzen sind nicht gleich			-3.216	23.137	.004	-.8569	.26640	-1.40777	-.30595
Fehlermittel über beide Rater	Varianzen sind gleich	13.719	.001	-1.411	45	.165	-2.22	1.576	-5.396	.951
	Varianzen sind nicht gleich			-1.154	19.275	.263	-2.22	1.926	-6.251	1.805
FP_GUT	Varianzen sind gleich	14.932	.000	2.226	45	.031	4.7772	2.14584	.45530	9.09918
	Varianzen sind nicht gleich			1.850	19.988	.079	4.7772	2.58236	-.60967	10.16416

F. Analyse der Fehlerhäufigkeiten

Mann-Witney-Test, Vergleich Senioren und jüngere Gesunde

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Blinken	normal	31	29.44	912.50
	senior	30	32.62	978.50
	Gesamt	61		
Einordnen	normal	31	30.03	931.00
	senior	30	32.00	960.00
	Gesamt	61		
Spurverhalten	normal	31	27.50	852.50
	senior	30	34.62	1038.50
	Gesamt	61		
Vorfahrt	normal	31	22.02	682.50
	senior	30	40.28	1208.50
	Gesamt	61		
Sichern	normal	31	28.77	892.00
	senior	30	33.30	999.00
	Gesamt	61		
Geschwindigkeitsverhalten	normal	31	26.08	808.50
	senior	30	36.08	1082.50
	Gesamt	61		
Orientierung	normal	31	29.47	913.50
	senior	30	32.58	977.50
	Gesamt	61		

Statistik für Test[a]

	Blinken	Einordnen	Spurverhalten	Vorfahrt	Sichern	Geschwindigkeitsverhalten	Orientierung
Mann-Whitney-U	416.500	435.000	356.500	186.500	396.000	312.500	417.500
Wilcoxon-W	912.500	931.000	852.500	682.500	892.000	808.500	913.500
Z	-.871	-.838	-1.853	-4.060	-1.043	-2.295	-1.023
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.384	.402	.064	.000	.297	.022	.306

a. Gruppenvariable: Gruppe

I. Analyse der Fehlerhäufigkeiten: Mann-Witney-Test,

Vergleich Patienten und jüngere Gesunde

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Blinken	normal	31	22.53	698.50
	patient	17	28.09	477.50
	Gesamt	48		
Einordnen	normal	31	21.15	655.50
	patient	17	30.62	520.50
	Gesamt	48		
Spurverhalten	normal	31	20.32	630.00
	patient	17	32.12	546.00
	Gesamt	48		
Vorfahrt	normal	31	21.82	676.50
	patient	17	29.38	499.50
	Gesamt	48		
Sichern	normal	31	21.95	680.50
	patient	17	29.15	495.50
	Gesamt	48		
Geschwindigkeitsverhalten	normal	31	22.69	703.50
	patient	17	27.79	472.50
	Gesamt	48		
Orientierung	normal	31	22.08	684.50
	patient	17	28.91	491.50
	Gesamt	48		

Statistik für Test[a]

	Blinken	Einordnen	Spurverhalten	Vorfahrt	Sichern	Geschwindigkeitsverhalten	Orientierung
Mann-Whitney-U	202.500	159.500	134.000	180.500	184.500	207.500	188.500
Wilcoxon-W	698.500	655.500	630.000	676.500	680.500	703.500	684.500
Z	-1.581	-3.173	-3.214	-1.833	-1.760	-1.274	-2.202
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.114	.002	.001	.067	.078	.203	.028

a. Gruppenvariable: Gruppe

J. Geschlechtsunterschiede in der Fahrprobe:

Mann-Whitney-Test

Ränge

	Geschlecht	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Blinken	männlich	44	38.81	1707.50
	weiblich	34	40.40	1373.50
	Gesamt	78		
Einordnen	männlich	44	38.55	1696.00
	weiblich	34	40.74	1385.00
	Gesamt	78		
Spurverhalten	männlich	44	35.00	1540.00
	weiblich	34	45.32	1541.00
	Gesamt	78		
Vorfahrt	männlich	44	37.58	1653.50
	weiblich	34	41.99	1427.50
	Gesamt	78		
Sichern	männlich	44	34.68	1526.00
	weiblich	34	45.74	1555.00
	Gesamt	78		
Geschwindigkeitsverhalten	männlich	44	38.80	1707.00
	weiblich	34	40.41	1374.00
	Gesamt	78		
Orientierung	männlich	44	40.03	1761.50
	weiblich	34	38.81	1319.50
	Gesamt	78		

Statistik für Test[a]

	Blinken	Einordnen	Spurverhalten	Vorfahrt	Sichern	Geschwindigkeitsverhalten	Orientierung
Mann-Whitney-U	717.500	706.000	550.000	663.500	536.000	717.000	724.500
Wilcoxon-W	1707.500	1696.000	1540.000	1653.500	1526.000	1707.000	1319.500
Z	-.368	-.635	-2.244	-.860	-2.210	-.324	-.322
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.713	.525	.025	.390	.027	.746	.748

a. Gruppenvariable: Geschlecht

8.5.2 Simulator

A. Vergleich im T-Test zwischen Jüngeren und Senioren

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Zeit bis crash Vordermann mean	normal	31	18.6223	6.82443	1.22570
	senior	27	23.4444	7.39353	1.42289
Zeit bis crash Vordermann Std.	normal	31	16.2950	6.84871	1.23007
	senior	27	21.5452	7.57346	1.45751
Anzahl Wechsel der Lenkradrichtung pro	normal	31	39.8300	14.45699	2.59655
	senior	27	54.0619	19.62555	3.77694
Lenkradwechsel mean aller Abbiegungen	normal	31	3.1281	.77372	.13897
	senior	27	3.9689	1.11760	.21508
Geschwindigkeit mean	normal	31	48.5065	7.06897	1.26962
	senior	27	42.4400	6.92400	1.33252
Geschwindigkeit Std.	normal	31	15.9910	3.25427	.58448
	senior	27	13.8344	3.34472	.64369

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Zeit bis crash Vordermann mean	Varianzen sind gleich	.138	.712	-2.582	56	.012	-4.8222	1.86751	-8.56326	-1.08112
	Varianzen sind nicht gleich			-2.568	53.413	.013	-4.8222	1.87802	-8.58833	-1.05604
Zeit bis crash Vordermann Std.	Varianzen sind gleich	.046	.830	-2.772	56	.008	-5.2502	1.89382	-9.04397	-1.45640
	Varianzen sind nicht gleich			-2.753	52.948	.008	-5.2502	1.90720	-9.07563	-1.42474
Anzahl Wechsel der Lenkradrichtung pro Kilometer (1sec.vor bis	Varianzen sind gleich	.360	.551	-3.170	56	.002	-14.2319	4.48893	-23.22425	-5.23945
	Varianzen sind nicht gleich			-3.105	47.239	.003	-14.2319	4.58338	-23.45119	-5.01252
Lenkradwechsel mean aller Abbiegungen (1sec.vor bis 1sec.	Varianzen sind gleich	4.064	.049	-3.366	56	.001	-.8408	.24982	-1.34127	-.34038
	Varianzen sind nicht gleich			-3.284	45.384	.002	-.8408	.25607	-1.35645	-.32519
Geschwindigkeit mean	Varianzen sind gleich	.495	.484	3.291	56	.002	6.0665	1.84321	2.37405	9.75885
	Varianzen sind nicht gleich			3.296	55.204	.002	6.0665	1.84053	2.37825	9.75466
Geschwindigkeit Std.	Varianzen sind gleich	.065	.800	2.485	56	.016	2.1565	.86779	.41813	3.89491
	Varianzen sind nicht gleich			2.480	54.462	.016	2.1565	.86946	.41370	3.89935

B. Vergleich im T-Test zwischen Gesunden und Patienten

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Zeit bis crash Vordermann mean	normal	31	18.6223	6.82443	1.22570
	patient	15	24.3340	8.72225	2.25208
Zeit bis crash Vordermann Std.	normal	31	16.2950	6.84871	1.23007
	patient	15	21.3400	8.96462	2.31466
Laterale Beschleunigung mean	normal	31	.0079	.00211	.00038
	patient	15	.0100	.00322	.00083
Laterale Beschleunigung Std.	normal	31	.0321	.01670	.00300
	patient	15	.0493	.07077	.01827
Abstand Vordermann mean	normal	31	223.5540	67.67812	12.15535
	patient	15	268.6857	72.56933	18.73732
Abstand Vordermann Std.	normal	31	185.3923	89.34430	16.04671
	patient	15	243.6283	113.54312	29.31671

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Zeit bis crash Vordermann mean	Varianzen sind gleich	.721	.401	-2.428	44	.019	-5.7117	2.35285	-10.45360	-.96989
	Varianzen sind nicht gleich			-2.228	22.597	.036	-5.7117	2.56402	-11.02106	-.40243
Zeit bis crash Vordermann Std.	Varianzen sind gleich	.228	.635	-2.114	44	.040	-5.0450	2.38605	-9.85376	-.23624
	Varianzen sind nicht gleich			-1.925	22.198	.067	-5.0450	2.62120	-10.47823	.38823
Laterale Beschleunigung mean	Varianzen sind gleich	1.864	.179	-2.665	44	.011	-.0021	.00079	-.00370	-.00051
	Varianzen sind nicht gleich			-2.309	20.019	.032	-.0021	.00091	-.00401	-.00020
Laterale Beschleunigung Std.	Varianzen sind gleich	3.826	.057	-1.296	44	.202	-.0172	.01328	-.04399	.00955
	Varianzen sind nicht gleich			-.930	14.759	.367	-.0172	.01852	-.05674	.02230
Abstand Vordermann mean	Varianzen sind gleich	1.062	.308	-2.071	44	.044	-45.1316	21.78760	-89.04166	-1.22161
	Varianzen sind nicht gleich			-2.021	26.105	.054	-45.1316	22.33472	-91.03228	.76901
Abstand Vordermann Std.	Varianzen sind gleich	4.910	.032	-1.895	44	.065	-58.2361	30.72772	-120.164	3.69159
	Varianzen sind nicht gleich			-1.742	22.695	.095	-58.2361	33.42104	-127.424	10.95211

8.5.3 Testpsychologie

A. Vergleich der Hauptvariablen zwischen Senioren und Jüngeren

T-Test

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	normal	30	2.3017	.48433	.08843
	senior	30	3.2277	.88470	.16152
DT Richtige	normal	30	239.87	29.748	5.431
	senior	30	169.60	39.501	7.212
LVT Score: richtig unter Zeitlimit	normal	29	36.24	2.786	.517
	senior	30	24.73	9.025	1.648
PP Gesichtsfeld	normal	30	172.17	10.413	1.901
	senior	30	135.89	24.540	4.480
PP Trackingabweichung	normal	30	11.02	2.204	.402
	senior	30	14.38	4.541	.829
PP Median Reaktionszeit	normal	30	.64167	.065897	.012031
	senior	30	.75590	.114590	.020921
RT Median Reaktionszeit	normal	30	412.87	67.089	12.249
	senior	28	502.54	108.881	20.577
RT Median Motorische Zeit	normal	30	148.50	46.007	8.400
	senior	28	287.21	115.961	21.915
TAVT Überblicksgewinnung	normal	30	13.57	2.921	.533
	senior	29	6.59	2.486	.462

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standard fehler der Differenz	Untere	Obere
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	Varianzen sind gleich	4.950	.030	-5.029	58	.000	-.9260	.18414	-1.295	-.55739
	Varianzen sind nicht gleich			-5.029	44.950	.000	-.9260	.18414	-1.297	-.55510
DT Richtige	Varianzen sind gleich	3.416	.070	7.783	58	.000	70.27	9.028	52.195	88.339
	Varianzen sind nicht gleich			7.783	53.889	.000	70.27	9.028	52.165	88.368
LVT Score: richtig unter Zeitlimit	Varianzen sind gleich	35.451	.000	6.569	57	.000	11.51	1.752	8.000	15.016
	Varianzen sind nicht gleich			6.664	34.651	.000	11.51	1.727	8.001	15.015
PP Gesichtsfeld	Varianzen sind gleich	22.879	.000	7.454	58	.000	36.28	4.867	26.537	46.023
	Varianzen sind nicht gleich			7.454	39.114	.000	36.28	4.867	26.436	46.124
PP Trackingabweichung	Varianzen sind gleich	5.723	.020	-3.646	58	.001	-3.36	.922	-5.205	-1.515
	Varianzen sind nicht gleich			-3.646	41.947	.001	-3.36	.922	-5.220	-1.500
PP Median Reaktionszeit	Varianzen sind gleich	2.974	.090	-4.733	58	.000	-.11423	.024134	-.1625	-.06592
	Varianzen sind nicht gleich			-4.733	46.290	.000	-.11423	.024134	-.1628	-.06566
RT Median Reaktionszeit	Varianzen sind gleich	5.895	.018	-3.804	56	.000	-89.67	23.571	-136.9	-42.450
	Varianzen sind nicht gleich			-3.745	44.342	.001	-89.67	23.946	-137.9	-41.419
RT Median Motorische Zeit	Varianzen sind gleich	13.866	.000	-6.064	56	.000	-138.71	22.877	-184.5	-92.887
	Varianzen sind nicht gleich			-5.910	34.817	.000	-138.71	23.469	-186.4	-91.060
TAVT Überblicksgewinnung	Varianzen sind gleich	.670	.416	9.870	57	.000	6.98	.707	5.564	8.397
	Varianzen sind nicht gleich			9.897	56.114	.000	6.98	.705	5.568	8.393

B. Vergleich der Hauptvariablen zwischen Patienten und jüngeren Gesunden

T-Test

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	normal	30	2.3017	.48433	.08843
	patient	17	3.6618	1.43464	.34795
DT Richtige	normal	30	239.87	29.748	5.431
	patient	17	186.53	37.108	9.000
LVT Score: richtig unter Zeitlimit	normal	29	36.24	2.786	.517
	patient	17	20.65	12.186	2.955
PP Gesichtsfeld	normal	30	172.17	10.413	1.901
	patient	17	148.05	23.030	5.586
PP Trackingabweichung	normal	30	11.02	2.204	.402
	patient	17	14.35	4.359	1.057
PP Median Reaktionszeit	normal	30	.64167	.065897	.012031
	patient	17	.80659	.153044	.037119
RT Median Reaktionszeit	normal	30	412.87	67.089	12.249
	patient	17	451.59	58.017	14.071
RT Median Motorische Zeit	normal	30	148.50	46.007	8.400
	patient	17	256.65	91.497	22.191
TAVT Überblicksgewinnung	normal	30	13.57	2.921	.533
	patient	17	7.29	3.721	.902

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	Varianzen sind gleich	12.252	.001	-4.768	45	.000	-1.3601	.28526	-1.9346	-.7856
	Varianzen sind nicht gleich			-3.788	18.09	.001	-1.3601	.35901	-2.1141	-.6061
DT Richtige	Varianzen sind gleich	2.222	.143	5.397	45	.000	53.34	9.883	33.431	73.243
	Varianzen sind nicht gleich			5.074	27.75	.000	53.34	10.512	31.796	74.879
LVT Score: richtig unter Zeitlimit	Varianzen sind gleich	71.615	.000	6.650	44	.000	15.59	2.345	10.868	20.320
	Varianzen sind nicht gleich			5.197	16.99	.000	15.59	3.000	9.264	21.925
PP Gesichtsfeld	Varianzen sind gleich	11.305	.002	4.941	45	.000	24.11	4.880	14.284	33.943
	Varianzen sind nicht gleich			4.087	19.78	.001	24.11	5.900	11.797	36.430
PP Trackingabweichung	Varianzen sind gleich	6.409	.015	-3.482	45	.001	-3.32	.955	-5.246	-1.401
	Varianzen sind nicht gleich			-2.938	20.73	.008	-3.32	1.131	-5.678	-.969
PP Median Reaktionszeit	Varianzen sind gleich	2.923	.094	-5.150	45	.000	-.16492	.032021	-.22942	-.1004
	Varianzen sind nicht gleich			-4.227	19.42	.000	-.16492	.039020	-.24647	-.0834
RT Median Reaktionszeit	Varianzen sind gleich	.292	.592	-1.993	45	.052	-38.72	19.432	-77.860	.417
	Varianzen sind nicht gleich			-2.076	37.54	.045	-38.72	18.656	-76.503	-.940
RT Median Motorische Zeit	Varianzen sind gleich	6.477	.014	-5.407	45	.000	-108.15	20.001	-148.43	-67.86
	Varianzen sind nicht gleich			-4.558	20.68	.000	-108.15	23.728	-157.54	-58.76
TAVT Überblicksgewinnung	Varianzen sind gleich	.615	.437	6.401	45	.000	6.27	.980	4.299	8.246
	Varianzen sind nicht gleich			5.984	27.29	.000	6.27	1.048	4.123	8.422

C. TAP Alertnes und Geteilte Aufmerksamkeit- Vergleich zwischen Senioren und Jüngeren

T-Test

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
TAP Alertness Median Reaktionszeit gesamt	normal	31	242.5323	36.39870	6.53740
	senior	30	267.0333	41.97843	7.66418
TAP Alertness Standardabweichung gesamt	normal	31	40.1371	13.47166	2.41958
	senior	30	49.9733	23.76625	4.33910
TAP Alertness Median ohne Warnton	normal	31	247.5161	37.16707	6.67540
	senior	30	275.4333	41.17367	7.51725
TAP Alertness Median mit Warnton	normal	31	238.8871	36.45516	6.54754
	senior	30	259.8333	44.75148	8.17047
TAP Alertness Kennwert phasische Alertness	normal	31	.036161	.0506841	.0091031
	senior	30	.064133	.0892867	.0163015
TAP Get. Auf. Median Reaktionszeit gesamt	normal	31	680.1774	77.80751	13.97464
	senior	29	751.4483	81.95604	15.21885
TAP Get. Aufm. Anzahl Richtige	normal	31	30.32	1.939	.348
	senior	29	26.79	5.753	1.068
TAP Get. Aufm. Anzahl Fehler	normal	31	.52	1.092	.196
	senior	29	1.93	2.477	.460
TAP Get. Aufm. Anzahl Auslasser	normal	31	1.19	1.600	.287
	senior	29	1.62	1.741	.323

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
TAP Alertness Median Reaktionszeit gesamt	Varianzen sind gleich	2.069	.156	-2.438	59	.018	-24.5011	10.04983	-44.61	-4.3914
	Varianzen sind nicht gleich			-2.432	57.25	.018	-24.5011	10.07359	-44.67	-4.3310
TAP Alertness Standardabweichung gesamt	Varianzen sind gleich	2.671	.108	-1.997	59	.050	-9.8362	4.92575	-19.69	.02017
	Varianzen sind nicht gleich			-1.980	45.58	.054	-9.8362	4.96812	-19.84	.16656
TAP Alertness Median ohne Warnton	Varianzen sind gleich	2.170	.146	-2.782	59	.007	-27.9172	10.03628	-48.00	-7.8347
	Varianzen sind nicht gleich			-2.777	57.94	.007	-27.9172	10.05336	-48.04	-7.7928
TAP Alertness Median mit Warnton	Varianzen sind gleich	1.744	.192	-2.007	59	.049	-20.9462	10.43504	-41.83	-.06577
	Varianzen sind nicht gleich			-2.001	55.92	.050	-20.9462	10.47028	-41.92	.02896
TAP Alertness Kennwert phasische Alertness	Varianzen sind gleich	8.452	.005	-1.511	59	.136	-.027972	.0185120	******	******
	Varianzen sind nicht gleich			-1.498	45.62	.141	-.027972	.0186709	******	******
TAP Get. Auf. Median Reaktionszeit gesamt	Varianzen sind gleich	.000	.995	-3.456	58	.001	-71.2709	20.62533	-112.6	-29.985
	Varianzen sind nicht gleich			-3.449	57.18	.001	-71.2709	20.66166	-112.6	-29.899
TAP Get. Aufm. Anzahl Richtige	Varianzen sind gleich	7.216	.009	3.227	58	.002	3.53	1.094	1.340	5.719
	Varianzen sind nicht gleich			3.141	33.91	.003	3.53	1.124	1.246	5.813
TAP Get. Aufm. Anzahl Fehler	Varianzen sind gleich	5.248	.026	-2.895	58	.005	-1.41	.489	-2.393	-.437
	Varianzen sind nicht gleich			-2.829	37.92	.007	-1.41	.500	-2.427	-.402
TAP Get. Aufm. Anzahl Auslasser	Varianzen sind gleich	2.061	.156	-.990	58	.326	-.43	.431	-1.291	.436
	Varianzen sind nicht gleich			-.988	56.70	.328	-.43	.433	-1.293	.439

D. TAP Alertnes und Geteilte Aufmerksamkeit- Vergleich zwischen Patienten und Gesunden

T-Test

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
TAP Alertness Median Reaktionszeit gesamt	normal	31	242.5323	36.39870	6.53740
	patient	17	275.5294	42.58465	10.32829
TAP Alertness Standardabweichung gesamt	normal	31	40.1371	13.47166	2.41958
	patient	17	56.1353	29.36629	7.12237
TAP Alertness Median ohne Warnton	normal	31	247.5161	37.16707	6.67540
	patient	17	288.8529	47.17811	11.44237
TAP Alertness Median mit Warnton	normal	31	238.8871	36.45516	6.54754
	patient	17	271.0000	49.57318	12.02326
TAP Alertness Kennwert phasische Alertness	normal	31	.036161	.0506841	.0091031
	patient	17	.070529	.0677663	.0164357
TAP Get. Auf. Median Reaktionszeit gesamt	normal	31	680.1774	77.80751	13.97464
	patient	14	710.3214	83.75367	22.38411
TAP Get. Aufm. Anzahl Richtige	normal	31	30.32	1.939	.348
	patient	14	27.93	3.174	.848
TAP Get. Aufm. Anzahl Fehler	normal	31	.52	1.092	.196
	patient	14	3.07	5.136	1.373
TAP Get. Aufm. Anzahl Auslasser	normal	31	1.19	1.600	.287
	patient	14	2.57	2.593	.693

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
									95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
TAP Alertness Median Reaktionszeit gesamt	Varianzen sind gleich	.562	.457	-2.83	46	.007	-32.9972	11.66831	-56.484	-9.510
	Varianzen sind nicht gleich			-2.70	28.9	.011	-32.9972	12.22339	-58.000	-7.994
TAP Alertness Standardabweichung gesamt	Varianzen sind gleich	8.43	.006	-2.59	46	.013	-15.9982	6.17261	-28.423	-3.573
	Varianzen sind nicht gleich			-2.13	19.8	.046	-15.9982	7.52214	-31.701	-.29536
TAP Alertness Median ohne Warnton	Varianzen sind gleich	1.23	.272	-3.35	46	.002	-41.3368	12.35192	-66.200	-16.47
	Varianzen sind nicht gleich			-3.12	27.1	.004	-41.3368	13.24722	-68.514	-14.16
TAP Alertness Median mit Warnton	Varianzen sind gleich	2.57	.116	-2.56	46	.014	-32.1129	12.52189	-57.318	-6.908
	Varianzen sind nicht gleich			-2.35	25.7	.027	-32.1129	13.69047	-60.271	-3.955
TAP Alertness Kennwert phasische Alertness	Varianzen sind gleich	1.91	.174	-1.99	46	.052	-.034368	.0172650	-.06912	******
	Varianzen sind nicht gleich			-1.83	26.0	.079	-.034368	.0187883	-.07299	******
TAP Get. Auf. Median Reaktionszeit gesamt	Varianzen sind gleich	.018	.893	-1.18	43	.246	-30.1440	25.64828	-81.869	21.581
	Varianzen sind nicht gleich			-1.14	23.6	.265	-30.1440	26.38824	-84.661	24.373
TAP Get. Aufm. Anzahl Richtige	Varianzen sind gleich	3.02	.089	3.123	43	.003	2.39	.767	.848	3.940
	Varianzen sind nicht gleich			2.611	17.5	.018	2.39	.917	.464	4.324
TAP Get. Aufm. Anzahl Fehler	Varianzen sind gleich	12.3	.001	-2.67	43	.011	-2.56	.956	-4.482	-.628
	Varianzen sind nicht gleich			-1.84	13.5	.087	-2.56	1.387	-5.539	.428
TAP Get. Aufm. Anzahl Auslasser	Varianzen sind gleich	1.84	.182	-2.19	43	.034	-1.38	.629	-2.647	-.109
	Varianzen sind nicht gleich			-1.84	17.6	.083	-1.38	.750	-2.957	.201

E. Gruppenunterschiede in ZVT und TMT-B

Oneway

ONEWAY deskriptive Statistiken

		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Bearbeitungszeit in sec.für ZVT	normal	31	71.39	14.249	2.559	66.16	76.61	47	98
	patient	13	121.62	51.844	14.379	90.29	152.94	67	234
	senior	30	112.00	48.328	8.823	93.95	130.05	71	321
	Gesamt	74	96.68	43.954	5.110	86.49	106.86	47	321
Bearbeitungszeit in sec. für TMT-B	normal	30	54.97	16.462	3.006	48.82	61.11	31	104
	patient	13	94.77	50.351	13.965	64.34	125.20	30	205
	senior	30	87.03	27.091	4.946	76.92	97.15	51	188
	Gesamt	73	75.23	33.546	3.926	67.41	83.06	30	205

ONEWAY ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bearbeitungszeit in sec.für ZVT	Zwischen den Gruppen	34955.784	2	17477.892	11.698	.000
	Innerhalb der Gruppen	106076.4	71	1494.034		
	Gesamt	141032.2	73			
Bearbeitungszeit in sec. für TMT-B	Zwischen den Gruppen	21460.800	2	10730.400	12.610	.000
	Innerhalb der Gruppen	59564.241	70	850.918		
	Gesamt	81025.041	72			

Post-Hoc-Tests

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable		(I) Gruppe	(J) Gruppe	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
							Untergrenze	Obergrenze
Bearbeitungszeit in sec.für ZVT	LSD	normal	patient	-50.23*	12.772	.000	-75.69	-24.76
			senior	-40.61*	9.899	.000	-60.35	-20.87
		patient	normal	50.23*	12.772	.000	24.76	75.69
			senior	9.62	12.835	.456	-15.98	35.21
		senior	normal	40.61*	9.899	.000	20.87	60.35
			patient	-9.62	12.835	.456	-35.21	15.98
	Bonferroni	normal	patient	-50.23*	12.772	.001	-81.55	-18.91
			senior	-40.61*	9.899	.000	-64.89	-16.34
		patient	normal	50.23*	12.772	.001	18.91	81.55
			senior	9.62	12.835	1.000	-21.86	41.09
		senior	normal	40.61*	9.899	.000	16.34	64.89
			patient	-9.62	12.835	1.000	-41.09	21.86
Bearbeitungszeit in sec. für TMT-B	LSD	normal	patient	-39.80*	9.686	.000	-59.12	-20.48
			senior	-32.07*	7.532	.000	-47.09	-17.04
		patient	normal	39.80*	9.686	.000	20.48	59.12
			senior	7.74	9.686	.427	-11.58	27.05
		senior	normal	32.07*	7.532	.000	17.04	47.09
			patient	-7.74	9.686	.427	-27.05	11.58
	Bonferroni	normal	patient	-39.80*	9.686	.000	-63.56	-16.04
			senior	-32.07*	7.532	.000	-50.54	-13.59
		patient	normal	39.80*	9.686	.000	16.04	63.56
			senior	7.74	9.686	1.000	-16.02	31.49
		senior	normal	32.07*	7.532	.000	13.59	50.54
			patient	-7.74	9.686	1.000	-31.49	16.02

*. Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant.

F. UFOV: Unterschiede zwischen Senioren und Jüngeren

Nichtparametrische Tests

Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Rohwert_subtest1_Processing speed	75	20.5359	16.79197	16.67	130.00
Rohwerte_subtest2_divided attention	75	89.5122	114.26734	16.67	500.00
Rohwerte_subtest3_selective attention	75	175.9911	115.88502	40.00	500.00
Gruppe	78	1.99	.890	1	3

Mann-Whitney-Test

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Rohwert_subtest1_Processing speed	normal	30	29.20	876.00
	senior	29	30.83	894.00
	Gesamt	59		
Rohwerte_subtest2_divided attention	normal	30	21.12	633.50
	senior	29	39.19	1136.50
	Gesamt	59		
Rohwerte_subtest3_selective attention	normal	30	16.05	481.50
	senior	29	44.43	1288.50
	Gesamt	59		

Statistik für Test[a]

	Rohwert_subtest1_Processing speed	Rohwerte_subtest2_divided attention	Rohwerte_subtest3_selective attention
Mann-Whitney-U	411.000	168.500	16.500
Wilcoxon-W	876.000	633.500	481.500
Z	-.518	-4.204	-6.350
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.604	.000	.000

a. Gruppenvariable: Gruppe

G. Unterschiede zwischen Patienten und jüngeren Gesunden

Nichtparametrische Tests

Deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Rohwert_subtest1_Processing speed	75	20.5359	16.79197	16.67	130.00
Rohwerte_subtest2_divided attention	75	89.5122	114.26734	16.67	500.00
Rohwerte_subtest3_selective attention	75	175.9911	115.88502	40.00	500.00
Gruppe	78	1.99	.890	1	3

Mann-Whitney-Test

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Rohwert_subtest1_Processing speed	normal	30	21.60	648.00
	patient	16	27.06	433.00
	Gesamt	46		
Rohwerte_subtest2_divided attention	normal	30	18.82	564.50
	patient	16	32.28	516.50
	Gesamt	46		
Rohwerte_subtest3_selective attention	normal	30	16.13	484.00
	patient	16	37.31	597.00
	Gesamt	46		

Statistik für Test[a]

	Rohwert_subtest1_Processing speed	Rohwerte_subtest2_divided attention	Rohwerte_subtest3_selective attention
Mann-Whitney-U	183.000	99.500	19.000
Wilcoxon-W	648.000	564.500	484.000
Z	-2.104	-3.500	-5.102
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.035	.000	.000

a. Gruppenvariable: Gruppe

8.5.4 Zusammenhänge zwischen den neuro- und verkehrspsychologischen Variablen: Faktorenanalyse

Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	9.348	49.199	49.199	9.348	49.199	49.199	4.934	25.966	25.966
2	1.812	9.539	58.738	1.812	9.539	58.738	4.822	25.378	51.343
3	1.236	6.503	65.242	1.236	6.503	65.242	2.360	12.420	63.763
4	1.179	6.205	71.446	1.179	6.205	71.446	1.460	7.683	71.446
5	.966	5.083	76.529						
6	.826	4.346	80.875						
7	.623	3.278	84.153						
8	.480	2.528	86.681						
9	.449	2.363	89.043						
10	.430	2.262	91.305						
11	.300	1.580	92.886						
12	.281	1.479	94.364						
13	.259	1.366	95.730						
14	.238	1.254	96.984						
15	.183	.961	97.945						
16	.137	.723	98.669						
17	.107	.563	99.232						
18	.086	.453	99.684						
19	.060	.316	100.000						

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotierte Komponentenmatrix[a]

	Komponente			
	1	2	3	4
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.555	.271	.554	.293
DT Richtige	-.698	-.423	-.201	-.107
LVT Score: richtig unter Zeitlimit	-.422	-.401	-.338	-.381
PP Gesichtsfeld	-.840	-.195		
PP Trackingabweichung	.701		.426	
PP Median Reaktionszeit	.656	.103	.365	.170
RT Median Reaktionszeit	.176	.525	.431	.297
RT Median Motorische Zeit	.598	.113	.486	
TAVT Überblicksgewinnung	-.783	-.363	-.155	
Bearbeitungszeit in sec.für ZVT	.296	.795	.310	.141
Bearbeitungszeit in sec. für TMT-B	.351	.665	.365	.332
TAP Alertness Median Reaktionszeit gesamt	.130	.208	.830	-.153
TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt	.343	.409	.346	.165
TAP Geteilte Aufmerksamkeit Anzahl Richtige gesamt	-.374	-.596		-.181
TAP Geteilte Aufmerksamkeit Anzahl Fehler gesamt	.209	.840		
TAP Geteilte Aufmerksamkeit Anzahl Auslassungen gesamt				.927
Rohwert_subtest1_Processing speed		.868	.272	-.122
Rohwerte_subtest2_divided attention	.479	.759		
Rohwerte_subtest3_selective attention	.756	.509		

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 9 Iterationen konvergiert.

8.5.5 Korrelationen zwischen Perimetrie, R-Kontrast und Alter

Korrelationen

			Alter	Anzahl absoluter Defekte rechts gesamt	Anzahl absoluter Defekte links gesamt	Anzahl relativer Defekte links gesamt	Anzahl relativer Defekte rechts gesamt	R-Contrast zentral Michelson Kontrast	periphere Kontrast wahrnehmung
Spearman-Rho	Alter	Korrelationskoeffizient	1.000	.516**	.374**	.368**	.353**	.475**	.316**
		Sig. (2-seitig)	.	.000	.001	.001	.002	.000	.005
		N	78	76	76	76	76	77	77
	Anzahl absoluter Defekte rechts	Korrelationskoeffizient	.516**	1.000	.753**	.536**	.561**	.391**	.331**
		Sig. (2-seitig)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.003
		N	76	76	76	76	76	76	76
	Anzahl absoluter Defekte links	Korrelationskoeffizient	.374**	.753**	1.000	.608**	.467**	.416**	.354**
		Sig. (2-seitig)	.001	.000	.	.000	.000	.000	.002
		N	76	76	76	76	76	76	76
	Anzahl relativer Defekte links gesamt	Korrelationskoeffizient	.368**	.536**	.608**	1.000	.756**	.382**	.467**
		Sig. (2-seitig)	.001	.000	.000	.	.000	.001	.000
		N	76	76	76	76	76	76	76
	Anzahl relativer Defekte rechts gesamt	Korrelationskoeffizient	.353**	.561**	.467**	.756**	1.000	.353**	.481**
		Sig. (2-seitig)	.002	.000	.000	.000	.	.002	.000
		N	76	76	76	76	76	76	76
	R-Contrast zentral Michelson Kontrast	Korrelationskoeffizient	.475**	.391**	.416**	.382**	.353**	1.000	.335**
		Sig. (2-seitig)	.000	.000	.000	.001	.002	.	.003
		N	77	76	76	76	76	77	77
	periphere Kontrastwahrnehmung	Korrelationskoeffizient	.316**	.331**	.354**	.467**	.481**	.335**	1.000
		Sig. (2-seitig)	.005	.003	.002	.000	.000	.003	.
		N	77	76	76	76	76	77	77

**. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

8.5.6 Korrelationen zwischen den Variablen des WTS und der Fahrprobe

Spearman-Rho		Notenmittel über beide Rater	Fehlermittel über beide Rater
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung"	Korr.-koeff.	.498(**)	.357(**)
	Sig. 2-seitig	.000	.001
	N	77	77
DT Richtige	Korr.-koeff.	-.473(**)	-.512(**)
	Sig. 2-seitig	.000	.000
	N	77	77
LVT Score: richtig unter Zeitlimit	Korr.-koeff.	-.421(**)	-.389(**)
	Sig. 2-seitig	.000	.001
	N	76	76
PP Gesichtsfeld	Korr.-koeff.	-.339(**)	-.445(**)
	Sig. 2-seitig	.003	.000
	N	77	77
PP Tracking-abweichung	Korr.-koeff.	.642(**)	.510(**)
	Sig. 2-seitig	.000	.000
	N	77	77
RT Median Reaktionszeit	Korr.-koeff.	.208	.154
	Sig. 2-seitig	.074	.186
	N	75	75
RT Median Motorische Zeit	Korr.-koeff.	.474(**)	.416(**)
	Sig. 2-seitig	.000	.000
	N	75	75
TAVT Überblicksgewinnung	Korr.-koeff.	-.400(**)	-.479(**)
	Sig. 2-seitig	.000	.000
	N	76	76

8.5.7 Korrelationen zwischen TAP und Fahrprobe

Korrelationen

			Noten mittel über beide Rater	Fehler mittel über beide Rater	TAP Alertness Median Reaktionszeit gesamt	TAP Alertness Standardab weichung gesamt	TAP Geteilte Aufmerksa mkeit Median gesamt	TAP Geteilte Aufmerksam keit Standardab weichung gesamt	TAP Geteilte Aufmerksa mkeit Anzahl Richtige gesamt
Spearman-Rho	Notenmittel über beide Rater	Korrelationskoeffizient	1.000	.656**	.386**	.411**	.346**	.374**	-.344**
		Sig. (2-seitig)	.	.000	.000	.000	.003	.001	.003
		N	78	78	78	78	74	74	74
	Fehlermittel über beide Rater	Korrelationskoeffizient	.656**	1.000	.204	.335**	.360**	.365**	-.336**
		Sig. (2-seitig)	.000	.	.073	.003	.002	.001	.003
		N	78	78	78	78	74	74	74
	TAP Alertness Median Reaktionszeit gesamt	Korrelationskoeffizient	.386**	.204	1.000	.641**	.272*	.134	-.231*
		Sig. (2-seitig)	.000	.073	.	.000	.019	.255	.048
		N	78	78	78	78	74	74	74
	TAP Alertness Standardab weichung gesamt	Korrelationskoeffizient	.411**	.335**	.641**	1.000	.056	.087	-.292*
		Sig. (2-seitig)	.000	.003	.000	.	.633	.462	.012
		N	78	78	78	78	74	74	74
	TAP Geteilte Aufmerksa mkeit Median	Korrelationskoeffizient	.346**	.360**	.272*	.056	1.000	.485**	-.343**
		Sig. (2-seitig)	.003	.002	.019	.633	.	.000	.003
		N	74	74	74	74	74	74	74
	TAP Geteilte Aufmerksa mkeit Standardab	Korrelationskoeffizient	.374**	.365**	.134	.087	.485**	1.000	-.287*
		Sig. (2-seitig)	.001	.001	.255	.462	.000	.	.013
		N	74	74	74	74	74	74	74
	TAP Geteilte Aufmerksa mkeit Anzahl	Korrelationskoeffizient	-.344**	-.336**	-.231*	-.292*	-.343**	-.287*	1.000
		Sig. (2-seitig)	.003	.003	.048	.012	.003	.013	.
		N	74	74	74	74	74	74	74

**. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

8.5.8 Zusammenhänge zwischen Fahrprobenergebnis und Simulatorvariablen

Spearman-Rho		Notenmittel über beide Rater	Fehlermittel über beide Rater
Notenmittel über beide Rater	Korr.koeff.	1.000	.656(**)
	Sig. (2-seitig)	.	.000
	N	78	78
Fehlermittel über beide Rater	Korr.koeff.	.656(**)	1.000
	Sig. (2-seitig)	.000	.
	N	78	78
Geschwindigkeit mean	Korr.koeff.	-.280(*)	-.456(**)
	Sig. (2-seitig)	.016	.000
	N	73	73
Geschwindigkeit Std.	Korr.koeff.	-.162	-.399(**)
	Sig. (2-seitig)	.171	.000
	N	73	73
Abstand von Mittellinie mean	Korr.koeff.	.245(*)	.143
	Sig. (2-seitig)	.036	.227
	N	73	73
Anzahl Wechsel d. Lenkradrichtung pro Km	Korr.koeff.	.027	.228
	Sig. (2-seitig)	.818	.053
	N	73	73
mean Lenkradwechsel aller Abbiegungen	Korr.koeff.	.085	.211
	Sig. (2-seitig)	.477	.074
	N	73	73
Anzahl Spurübertritte rechts	Korr.koeff.	.316(**)	.138
	Sig. (2-seitig)	.006	.243
	N	73	73
Spurübertritte rechts Promille der Zeit	Korr.koeff.	.316(**)	.145
	Sig. (2-seitig)	.007	.222
	N	73	73
Lokale Minima TTL mean	Korr.koeff.	-.337(**)	-.131
	Sig. (2-seitig)	.004	.267
	N	73	73
Anzahl Fehler Spur verlassen	Korr.koeff.	.306(**)	.218
	Sig. (2-seitig)	.008	.064
	N	73	73
Zeit bis crash Vordermann mean	Korr.koeff.	.317(**)	.386(**)
	Sig. (2-seitig)	.006	.001
	N	73	73
Zeit bis crash Vordermann Std.	Korr.koeff.	.310(**)	.395(**)
	Sig. (2-seitig)	.008	.001
	N	73	73
mean Bremsmax. Rehe	Korr.koeff.	.218	.345(**)
	Sig. (2-seitig)	.088	.006
	N	62	62

8.5.9 Partialkorrelationen

Korrelationen

Kontroll-variable			Fahr-proben-kennwert	DT Richtige	PP Gesichts feld	PP Trackingab weichung	RT Median Motorische Zeit	TAP Geteilte Aufmerksam keit Median gesamt	Rohwert Em. Stabilität Verkehr	Simulator: Anzahl Spurübertritte rechts	Simulator: Lokale Minima TTL
Alter	Fahrproben-kennwert	Korrelation	1,000	-,383	-,226	,448	,283	,271	,370	,319	-,309
		Sign. (2-seitig)	.	,001	,050	,000	,015	,020	,005	,006	,008
		Freiheitsgrade	0	74	74	74	72	71	54	70	70
	DT Anzahl Richtige	Korrelation	-,383	1,000	,378	-,283	-,262	-,305	-,181	-,202	,312
		Sign. (2-seitig)	,001	.	,001	,013	,024	,009	,187	,092	,008
		Freiheitsgrade	74	0	74	74	72	70	53	69	69
	PP Gesichtsfeld	Korrelation	-,226	,378	1,000	-,337	-,134	-,084	-,025	-,358	,190
		Sign. (2-seitig)	,050	,001	.	,003	,254	,484	,857	,002	,112
		Freiheitsgrade	74	74	0	74	72	70	53	69	69
	PP Tracking-abweichung	Korrelation	,448	-,283	-,337	1,000	,348	,180	,254	,344	-,148
		Sign. (2-seitig)	,000	,013	,003	.	,002	,130	,062	,003	,217
		Freiheitsgrade	74	74	74	0	72	70	53	69	69
	RT Median Motorische Zeit	Korrelation	,283	-,262	-,134	,348	1,000	,136	,399	,328	-,282
		Sign. (2-seitig)	,015	,024	,254	,002	.	,259	,003	,006	,018
		Freiheitsgrade	72	72	72	72	0	69	52	68	68
	TAP Get. Aufm. Median RT gesamt	Korrelation	,271	-,305	-,084	,180	,136	1,000	-,013	,027	-,300
		Sign. (2-seitig)	,020	,009	,484	,130	,259	.	,925	,825	,012
		Freiheitsgrade	71	70	70	70	69	0	53	67	67
	Emot. Stabilität Verkehr	Korrelation	,370	-,181	-,025	,254	,399	-,013	1,000	,170	-,292
		Sign. (2-seitig)	,005	,187	,857	,062	,003	,925	.	,229	,036
		Freiheitsgrade	54	53	53	53	52	53	0	50	50
	Simulator: Anz. Spurübertritte rechts	Korrelation	,319	-,202	-,358	,344	,328	,027	,170	1,000	-,335
		Sign. (2-seitig)	,006	,092	,002	,003	,006	,825	,229	.	,004
		Freiheitsgrade	70	69	69	69	68	67	50	0	70
	Simulator: Lokale Minima TTL	Korrelation	-,309	,312	,190	-,148	-,282	-,300	-,292	-,335	1,000
		Sign. (2-seitig)	,008	,008	,112	,217	,018	,012	,036	,004	.
		Freiheitsgrade	70	69	69	69	68	67	50	70	0

8.5.10 Ergebnisse der Diskriminanzanalysen

A. Gruppe = Junge Gesunde

Gemeinsam Matrizen innerhalb der Gruppen[a]

		Alter	DT Richtige	PP Trackingabweichung	LVT Score: richtig unter Zeitlimit	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	TAVT Überblicksgewinnung	Rohwerte_subtest2_divided attention	TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt
Korrelation	Alter	1.000	.026	-.450	-.488	.433	-.272	-.144	.457
	DT Richtige	.026	1.000	.228	.102	-.493	.436	-.619	-.258
	PP Trackingabweichung	-.450	.228	1.000	-.097	-.617	.026	-.168	-.307
	LVT Score: richtig unter Zeitlimit	-.488	.102	-.097	1.000	-.127	.367	.056	-.197
	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.433	-.493	-.617	-.127	1.000	-.340	.115	.741
	TAVT Überblicksgewinnung	-.272	.436	.026	.367	-.340	1.000	-.514	-.059
	Rohwerte_subtest2_divided attention	-.144	-.619	-.168	.056	.115	-.514	1.000	-.188
	TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt	.457	-.258	-.307	-.197	.741	-.059	-.188	1.000

a. Gruppe = normal

Schrittweise Statistik

Aufgenommene/Entfernte Variablen[a,b,c,d,e]

Schritt	Aufgenommen	Wilks-Lambda							
						Exaktes F			
		Statistik	df1	df2	df3	Statistik	df1	df2	Signifikanz
1	PP Trackingabweichung	.672	1	1	10.000	4.888	1	10.000	.051
2	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.424	2	1	10.000	6.118	2	9.000	.021

Bei jedem Schritt wird die Variable aufgenommen, die das gesamte Wilks-Lambda minimiert.

a. Maximale Anzahl der Schritte ist 16.

b. Minimaler partieller F-Wert für die Aufnahme ist 3.84.

c. Maximaler partieller F-Wert für den Ausschluß ist 2.71.

d. F-Niveau, Toleranz oder VIN sind für eine weitere Berechnung unzureichend.

e. Gruppe = normal

Variablen in der Analyse[a]

Schritt		Toleranz	F-Wert für den Ausschluß	Wilks-Lambda
1	PP Trackingabweichung	1.000	4.888	
2	PP Trackingabweichung	.620	10.444	.916
	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.620	5.263	.672

a. Gruppe = normal

Wilks-Lambda[a]

Schritt	Anzahl der Variablen	Lambda	df1	df2	df3	Exaktes F			
						Statistik	df1	df2	Signifikanz
1	1	.672	1	1	10	4.888	1	10.000	.051
2	2	.424	2	1	10	6.118	2	9.000	.021

a. Gruppe = normal

Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktionen

Eigenwerte[b]

Funktion	Eigenwert	% der Varianz	Kumulierte %	Kanonische Korrelation
1	1.360[a]	100.0	100.0	.759

a. Die ersten 1 kanonischen Diskriminanzfunktionen werden in dieser Analyse verwendet.

b. Gruppe = normal

Wilks' Lambda[a]

Test der Funktion(en)	Wilks-Lambda	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
1	.424	7.726	2	.021

a. Gruppe = normal

Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten[a]

	Funktion
	1
PP Trackingabweichung	1.226
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	1.016

a. Gruppe = normal

Struktur-Matrix[b]

	Funktion
	1
PP Trackingabweichung	.600
TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt[a]	.377
TAVT Überblicksgewinnung[a]	-.313
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.260
LVT Score: richtig unter Zeitlimit[a]	-.248
DT Richtige[a]	-.221
Alter[a]	-.111
Rohwerte_subtest2_divided attention[a]	-.088

Gemeinsame Korrelationen innerhalb der Gruppen zwischen Diskriminanzvariablen und standardisierten kanonischen Diskriminanzfunktionen
Variablen sind nach ihrer absoluten Korrelationsgröße innerhalb der Funktion geordnet.

a. Diese Variable wird in der Analyse nicht verwendet.

b. Gruppe = normal

Klassifizierungsstatistiken

A-priori-Wahrscheinlichkeiten der Gruppen[a]

Extremgruppen: Ränge 1 vs 4 (aggregierte Variable)	A-priori	In der Analyse verwendete Fälle	
		Ungewichtet	Gewichtet
1.00	.917	11	11.000
4.00	.083	1	1.000
Gesamt	1.000	12	12.000

a. Gruppe = normal

Klassifizierungsergebnisse[a,b]

		Extremgruppen: Ränge 1 vs 4 (aggregierte Variable)	Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
			1.00	4.00	Gesamt
Original	Anzahl	1.00	13	0	13
		4.00	0	1	1
		Ungruppierte Fälle	6	11	17
	%	1.00	100.0	.0	100.0
		4.00	.0	100.0	100.0
		Ungruppierte Fälle	35.3	64.7	100.0

a. 100.0% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

b. Gruppe = normal

B. Gruppe = patient

Gemeinsam Matrizen innerhalb der Gruppen[a]

		Alter	DT Richtige	PP Trackingabweichung	LVT Score: richtig unter Zeitlimit	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	TAVT Überblicksgewinnung	Rohwerte_subtest2_divided attention	TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt
Korrelation	Alter	1.000	-.369	.259	-.222	.765	-.561	.458	-.637
	DT Richtige	-.369	1.000	.061	.665	-.751	.235	-.096	.336
	PP Trackingabweichung	.259	.061	1.000	-.594	.302	-.543	.930	-.780
	LVT Score: richtig unter Zeitlimit	-.222	.665	-.594	1.000	-.725	.649	-.557	.561
	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.765	-.751	.302	-.725	1.000	-.775	.391	-.558
	TAVT Überblicksgewinnung	-.561	.235	-.543	.649	-.775	1.000	-.442	.406
	Rohwerte_subtest2_divided attention	.458	-.096	.930	-.557	.391	-.442	1.000	-.935
	TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt	-.637	.336	-.780	.561	-.558	.406	-.935	1.000

a. Gruppe = patient

Analyse 1: Schrittweise Statistik

Aufgenommene/Entfernte Variablen[a,b,c,d,e]

Schritt	Aufgenommen	Wilks-Lambda				Exaktes F			
		Statistik	df1	df2	df3	Statistik	df1	df2	Signifikanz
1	TAVT Überblicksgewinnung	.581	1	1	6.000	4.332	1	6.000	.083
2	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.313	2	1	6.000	5.489	2	5.000	.055
3	DT Richtige	.103	3	1	6.000	11.564	3	4.000	.019
4	Alter	.004	4	1	6.000	202.349	4	3.000	.001

Bei jedem Schritt wird die Variable aufgenommen, die das gesamte Wilks-Lambda minimiert.

a. Maximale Anzahl der Schritte ist 16.

b. Minimaler partieller F-Wert für die Aufnahme ist 3.84.

c. Maximaler partieller F-Wert für den Ausschluß ist 2.71.

d. F-Niveau, Toleranz oder VIN sind für eine weitere Berechnung unzureichend.

e. Gruppe = patient

Wilks-Lambda[a]

Schritt	Anzahl der Variablen	Lambda	df1	df2	df3	Exaktes F			
						Statistik	df1	df2	Signifikanz
1	1	.581	1	1	6	4.332	1	6.000	.083
2	2	.313	2	1	6	5.489	2	5.000	.055
3	3	.103	3	1	6	11.564	3	4.000	.019
4	4	.004	4	1	6	202.349	4	3.000	.001

a. Gruppe = patient

Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktionen

Eigenwerte[b]

Funktion	Eigenwert	% der Varianz	Kumulierte %	Kanonische Korrelation
1	269.799[a]	100.0	100.0	.998

a. Die ersten 1 kanonischen Diskriminanzfunktionen werden in dieser Analyse verwendet.

b. Gruppe = patient

Wilks' Lambda[a]

Test der Funktion(en)	Wilks-Lambda	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
1	.004	22.406	4	.000

a. Gruppe = patient

Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten[a]

	Funktion
	1
Alter	-8.442
DT Richtige	14.900
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	28.273
TAVT Überblicksgewinnung	13.704

a. Gruppe = patient

Struktur-Matrix[b]

	Funktion
	1
Rohwerte_subtest2_divided attention[a]	-.318
TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt[a]	.188
LVT Score: richtig unter Zeitlimit[a]	.180
PP Trackingabweichung[a]	-.178
TAVT Überblicksgewinnung	.052
Alter	-.007
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.007
DT Richtige	.003

Gemeinsame Korrelationen innerhalb der Gruppen zwischen Diskriminanzvariablen und standardisierten kanonischen Diskriminanzfunktionen
Variablen sind nach ihrer absoluten Korrelationsgröße innerhalb der Funktion geordnet.

a. Diese Variable wird in der Analyse nicht verwendet.

b. Gruppe = patient

Klassifizierungsstatistiken

A-priori-Wahrscheinlichkeiten der Gruppen[a]

Extremgruppen: Ränge 1 vs 4 (aggregierte Variable)	A-priori	In der Analyse verwendete Fälle	
		Ungewichtet	Gewichtet
1.00	.250	2	2.000
4.00	.750	6	6.000
Gesamt	1.000	8	8.000

a. Gruppe = patient

Klassifizierungsergebnisse[a,b]

		Extremgruppen: Ränge 1 vs 4 (aggregierte Variable)	Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
			1.00	4.00	Gesamt
Original	Anzahl	1.00	2	0	2
		4.00	0	9	9
		Ungruppierte Fälle	5	1	6
	%	1.00	100.0	.0	100.0
		4.00	.0	100.0	100.0
		Ungruppierte Fälle	83.3	16.7	100.0

a. 100.0% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

b. Gruppe = patient

C. Gruppe = senior

Gemeinsam Matrizen innerhalb der Gruppen[a]

		Alter	DT Richtige	PP Trackingabweichung	LVT Score: richtig unter Zeitlimit	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	TAVT Überblicksgewinnung	Rohwerte_subtest2_divided attention	TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt
Korrelation	Alter	1.000	.810	.885	-.249	.705	-.723	-.877	.157
	DT Richtige	.810	1.000	.867	-.435	.858	-.936	-.912	-.130
	PP Trackingabweichung	.885	.867	1.000	.020	.949	-.927	-.734	.370
	LVT Score: richtig unter Zeitlimit	-.249	-.435	.020	1.000	.083	.113	.651	.917
	COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)	.705	.858	.949	.083	1.000	-.980	-.615	.351
	TAVT Überblicksgewinnung	-.723	-.936	-.927	.113	-.980	1.000	.724	-.157
	Rohwerte_subtest2_divided attention	-.877	-.912	-.734	.651	-.615	.724	1.000	.310
	TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt	.157	-.130	.370	.917	.351	-.157	.310	1.000

a. Gruppe = senior

Analyse 1

Schrittweise Statistik

Aufgenommene/Entfernte Variablen[a,b,c,d,e]

Schritt	Aufgenommen	Wilks-Lambda							
						Exaktes F			
		Statistik	df1	df2	df3	Statistik	df1	df2	Signifikanz
1	Alter	.172	1	1	3.000	14.417	1	3.000	.032
2	DT Richtige	.037	2	1	3.000	25.742	2	2.000	.037

Bei jedem Schritt wird die Variable aufgenommen, die das gesamte Wilks-Lambda minimiert.

a. Maximale Anzahl der Schritte ist 16.

b. Minimaler partieller F-Wert für die Aufnahme ist 3.84.

c. Maximaler partieller F-Wert für den Ausschluß ist 2.71.

d. F-Niveau, Toleranz oder VIN sind für eine weitere Berechnung unzureichend.

e. Gruppe = senior

Variablen in der Analyse[a]

Schritt		Toleranz	F-Wert für den Ausschluß	Wilks-Lambda
1	Alter	1.000	14.417	
2	Alter	.344	27.257	.547
	DT Richtige	.344	7.212	.172

a. Gruppe = senior

Wilks-Lambda[a]

Schritt	Anzahl der Variablen	Lambda	df1	df2	df3	Exaktes F			
						Statistik	df1	df2	Signifikanz
1	1	.172	1	1	3	14.417	1	3.000	.032
2	2	.037	2	1	3	25.742	2	2.000	.037

a. Gruppe = senior

Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktionen

Eigenwerte[b]

Funktion	Eigenwert	% der Varianz	Kumulierte %	Kanonische Korrelation
1	25.742[a]	100.0	100.0	.981

a. Die ersten 1 kanonischen Diskriminanzfunktionen werden in dieser Analyse verwendet.

b. Gruppe = senior

Wilks' Lambda[a]

Test der Funktion(en)	Wilks-Lambda	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
1	.037	6.572	2	.037

a. Gruppe = senior

Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten[a]

	Funktion
	1
Alter	1.676
DT Richtige	-1.537

a. Gruppe = senior

Struktur-Matrix[b]

	Funktion
	1
TAP Geteilte Aufmerksamkeit Median gesamt[a]	.463
Alter	.432
LVT Score: richtig unter Zeitlimit[a]	.251
TAVT Überblicksgewinnung[a]	.227
DT Richtige	-.179
PP Trackingabweichung[a]	.151
COG Mittlere Zeit "Korrekte Zurückweisung" (sec)[a]	-.137
Rohwerte_subtest2_divided attention[a]	-.068

Gemeinsame Korrelationen innerhalb der Gruppen zwischen Diskriminanzvariablen und standardisierten kanonischen Diskriminanzfunktionen
Variablen sind nach ihrer absoluten Korrelationsgröße innerhalb der Funktion geordnet.

a. Diese Variable wird in der Analyse nicht verwendet.

b. Gruppe = senior

A-priori-Wahrscheinlichkeiten der Gruppen[a]

Extremgruppen: Ränge 1 vs 4 (aggregierte Variable)	A-priori	In der Analyse verwendete Fälle	
		Ungewichtet	Gewichtet
1.00	.200	1	1.000
4.00	.800	4	4.000
Gesamt	1.000	5	5.000

a. Gruppe = senior

Klassifizierungsstatistiken

Klassifizierungsergebnisse[a,b]

		Extremgruppen: Ränge 1 vs 4 (aggregierte Variable)	Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		Gesamt
			1.00	4.00	
Original	Anzahl	1.00	1	0	1
		4.00	1	6	7
		Ungruppierte Fälle	12	10	22
	%	1.00	100.0	.0	100.0
		4.00	14.3	85.7	100.0
		Ungruppierte Fälle	54.5	45.5	100.0

a. 87.5% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

b. Gruppe = senior

Danksagung

Bei der Entstehung dieser Arbeit wurde ich von vielen Seiten tatkräftig unterstützt. Mein Dank gilt an erster Stelle meinem Doktorvater Prof. Pöppel, der mir diese Arbeit ermöglichte und mich von der Zulassungsprüfung bis zur Endphase des Schreibens stets in angenehm motivierender Weise unterstützte. Ohne Miklós Kiss, den geistigen Vater des Projekts, hätte es diese Studie nie gegeben. Danke für die schöne Zusammenarbeit, die vielen kreativen Ideen und die motivierende Dynamik! Danke auch an Marc Wittmann und Jan Churan, die mit Rat und Tat und Simulatorprogrammen immer zur Seite standen. Aus der Reihe der Kollegen sei besonders herzlich Isabel Pallauf, Martina Gogova und Ulrike Buchkremer für ihr großes Engagement gedankt, ihr wart ein tolles Team! Vielen Dank auch allen anderen GRPlern, die immer zu wissenschaftlichen Diskussionen oder einem kollegialem Plausch da waren.

Keine empirische Erhebung funktioniert ohne die Mitarbeit von vielen Probanden. Vielen Dank für Ihr Interesse an meiner Forschungsarbeit. Eine Heraushebung als mittlerweile „professionelle Testperson“ verdient Jerry Melzer – danke Jerry! Ein ganz herzliches Dankeschön geht an unseren Fahrlehrer Willi Meier, er sorgte dafür, dass wir zuverlässig und sicher wieder nach Hause kamen. Gedankt sei auch den Mitarbeitern der Buchberg-Klinik, der Isarwinkler-Reha-Klinik und der Bad Heilbrunner Klinik für die gute Zusammenarbeit. Vielen Dank an Martin Keller aus der Schweiz, er ermöglichte mir die Erhebung erster Simulatordaten.

Ein herzlicher Dank gilt Prof. Karlene Ball für die freundliche zur Verfügung Stellung des UFOV sowie der Fa. Schuhfried für die zur Verfügung Stellung eines Wiener Testsystems.

Lieber Sebastian, ich danke Dir für die große Unterstützung in so vieler Hinsicht. Ohne Dich wäre ich nicht so weit gekommen.

Ein herzliches Dankeschön meinen Eltern für ihre Unterstützung, sowie der Familie Fritz für die herzliche Aufnahme und Begleitung in den letzten zwei Jahren.

In dankbarer Erinnerung an meinen lieben Tobias.

Lebenslauf

28.06.1975	geb. in Trier
1981	Einschulung
1985	Friedrich Wilhelm Gymnasium Trier
1994	Abitur am Friedrich Wilhelm Gymnasium Trier
10/1994	Studium der Germanistik, Geographie und Philosophie auf Magister an der Universität Trier
10/1995	Beginn mit dem Diplomstudiengang Psychologie
09/1996	Zwischenprüfung in Germanistik
09/1997	Vordiplom in Psychologie
10/1997	Studienortwechsel an die Albert-Ludwig-Universität Freiburg
08/2001	Diplom in Psychologie, Thema der Diplomarbeit: „Perzeption von musikalischen Rhythmen“
08/2001 – 06/2002	Projektleitung „Musik und Emotion“ am Universitätsklinikum Freiburg; Freie Mitarbeiterin bei der Badischen Zeitung
seit 07/2002	Doktorandin am Generation Research Program GRP der LMU München. Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe Mensch-Maschine-Interaktion.