

# Wiederherstellung der Fahreignung nach Hirnschädigung – Fahrstunden und Simulatortraining\*

M. Mönning<sup>1</sup>, D. Lahr<sup>1</sup>, M. Blattgerste<sup>2</sup>, W. Hartje<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Bielefeld, Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft, Abteilung für Psychologie

<sup>2</sup>Fachklinik für Neurologische Frührehabilitation Waldeck

## Zusammenfassung

Zur Wiederherstellung der Fahreignung erhielten hirngeschädigte Patienten, die bei einer praktischen Fahrprobe im öffentlichen Straßenverkehr kein ausreichend sicheres Fahrverhalten gezeigt hatten, fünf Fahrstunden und zehn Trainingseinheiten in einem Fahrsimulator, entweder in der genannten (n = 10) oder in der umgekehrten Reihenfolge (n = 11). Nach jeder dieser jeweils einwöchigen Übungsphasen absolvierten die Patienten erneut eine praktische Fahrprobe. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Verbesserung des Fahrverhaltens: 13 Patienten (62%) bestanden die zweite und 19 Patienten (90%) die dritte Fahrprobe. Die Art und Reihenfolge der Übungsmethode hatten keinen unterschiedlichen Effekt auf die Verbesserung der praktischen Fahrleistung. Die Leistungen der Patienten in psychometrischen Tests zur Erfassung der Aufmerksamkeit bzw. Reaktionsfähigkeit und Schnelligkeit der visuellen Orientierung korrelierten nur gering mit der Fahrleistung.

**Schlüsselwörter:** Fahreignung, Rehabilitation, Fahrprobe, Fahrsimulator, Fahrstunden

## Restitution of driving ability – training by driving lessons and driving simulator

M. Mönning, D. Lahr, M. Blattgerste, W. Hartje

### Abstract

With the aim to restore their driving ability, brain-damaged subjects who failed an on-road driving test were given five practical driving lessons and 10 training sessions in a driving simulator either in this sequence (n = 10) or in the reversed sequence (n = 11). After each of these one-week treatment phases the patients took another on-road driving test. Results showed a significant improvement of driving behaviour, with 13 patients (62%) passing the second and 19 patients (90%) passing the third driving test. The type and sequence of the treatment had no differential effect on the improvement of driving behaviour. Performances in psychometric tests of attention, reaction time and speed of visual orientation were only weakly correlated with the practical driving ability.

**Key words:** driving ability, rehabilitation, on-road driving test, driving simulator, driving lessons

Neurol Rehabil 2002; 8 (6): 295-301

## Einleitung

Die Frage der Beurteilung und Wiederherstellung der Fahreignung nach Hirnschädigungen hat in der neurologischen und neuropsychologischen Rehabilitation großes Interesse gefunden [3]. Es hat sich die Überzeugung durchgesetzt, daß die Fähigkeit zum Führen eines Kraftfahrzeuges wesentlich zur Wiederaufnahme sozialer Aktivitäten und zu einer unabhängigeren Lebensführung der Patienten im privaten und beruflichen Alltag beitragen kann. Trotz langjähriger Bemühungen ist aber immer noch nicht befriedigend geklärt, unter welchen Bedingungen Patienten nach einer Hirnschädigung noch in der Lage sind, am motorisierten Straßenverkehr teilzunehmen, und mit welchen Maßnahmen eventuell eine Wiederherstellung der Fahreignung herbeigeführt werden kann.

Da nicht zu erwarten ist, daß die von einer Hirnschädigung betroffenen Patienten und Patientinnen selbst in der Lage sind, die Bedeutung der durch die Schädigung eventuell hervorgerufenen Funktions- oder Leistungsstörungen für die Fähigkeit zum Führen von Kraftfahrzeugen zutreffend zu beurteilen, liegt es in der Verantwortung der behandelnden Ärzte und Psychologen, die Frage der Fahreignung in Betracht zu ziehen sowie in fraglichen Fällen die Patienten auf die Notwendigkeit einer Untersuchung der Fahreignung hinzuweisen [13]. Falls sich die Fahreignung als eingeschränkt erweist, sollte im Einvernehmen mit dem Patienten der Versuch zu ihrer Wiederherstellung unternommen werden. Für die Beurteilung der Fahreignung werden üblicherweise psychometrische Testverfahren verwendet, mit denen insbesondere Störungen der visuellen Orientierung und Auffassungsschnelligkeit, der Konzentrationsfähigkeit bzw.

\*Die Studie wurde durch das Kuratorium ZNS unterstützt (Förderprojekt 95004).

Resistenz gegenüber Ablenkungen, der flexiblen und adäquaten Verteilung der Aufmerksamkeit, der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit unter hoher oder lang anhaltender Belastung sowie der Reaktionsschnelligkeit und -sicherheit als verkehrsrelevante Risikofaktoren aufgedeckt werden sollen. Abgesehen von solchen Fällen, in denen die besondere Schwere der so festgestellten Leistungsstörungen eindeutig ausreicht, um die Annahme einer eingeschränkten Fahreignung zu rechtfertigen, und von solchen Fällen, in denen keinerlei Leistungsbeeinträchtigungen festzustellen sind, sollte zur Absicherung der Beurteilung eine praktische Fahrprobe in einem Fahrschulfahrzeug vorgenommen werden, die vom Fahrlehrer oder von der Fahrlehrerin beaufsichtigt und hinsichtlich des Fahrverhaltens beurteilt wird [1, 4, 5, 10, 11, 12, 14, 17, 19]. Dieses Vorgehen entspricht den Empfehlungen der Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung [2].

Versuche zur Wiederherstellung der Fahreignung haben sich sehr unterschiedlicher Methoden bedient. In der Erwartung, daß sich mit einer Verbesserung der testpsychologisch festgestellten »basalen« Funktionsdefizite auch die praktische Fahreignung wieder einstellen müßte, wurden Übungen mit testähnlichen Materialien (Durchstreich-Aufgaben, räumliche Orientierungs- und Konstruktionsaufgaben etc.) oder – in neuerer Zeit – computergestützte Übungen der Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit oder visuellen Auffassungsschnelligkeit und dergleichen durchgeführt [9, 18]. Zweifel an der Richtigkeit dieses Konzeptes führten zum Einsatz von zumeist sehr einfachen, nicht interaktiven Fahrsimulatoren, wobei z. B. in Video-Filmen kritische Situationen und Fehler des Fahrverhaltens erkannt und durch fahrähnliche Reaktionen beantwortet werden mußten. Interaktive Simulatoren werden erst in jüngster Zeit eingesetzt [20]. Teilweise wurden auch praktische Fahrübungen mit speziellen, z. B. den auf Golfplätzen verwendeten Kleinfahrzeugen oder mit normalen Personenkraftwagen durchgeführt; die Übungen fanden entweder auf geschütztem Terrain (Klinikparkplätze etc.) oder, seltener, im öffentlichen Verkehr, mit Fahrstrecken von nur wenigen Kilometern statt [6, 8, 16].

Die Effektivität der unterschiedlichen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Fahreignung ist nur schwer zu beurteilen, da sie meist nur mit kleinen Gruppen von Patienten durchgeführt und/oder nur solche Patienten einbezogen wurden, deren testpsychologisch festgestellte Funktionsstörungen nicht zu gravierend erschienen. Außerdem erfolgte die Beurteilung der Wirksamkeit der Trainingsprozeduren nach sehr unterschiedlichen Maßstäben.

In der vorliegenden Studie wurde die Wirksamkeit praktischer, unter Anleitung eines Fahrlehrers durchgeführter Übungsfahrten mit der Effektivität von Übungen in einem Fahrsimulator verglichen. Patienten einer neurologischen Rehabilitationsklinik, die sich bei einer standardisierten Testfahrt im öffentlichen Straßenverkehr als nicht ausreichend fahrtüchtig erwiesen hatten, nahmen jeweils an beiden Übungsprozeduren teil; die Reihenfolge wurde dabei über die Patienten pseudo-randomisiert. Im Anschluß an

jede der beiden Übungsphasen wurde das praktische Fahrverhalten durch eine weitere Testfahrt geprüft.

## Patienten und Methoden

### Patienten

Die Studie wurde im Rehabilitationszentrum der Johanner-Ordenshäuser Bad Oeynhausen durchgeführt. Die Aufnahme der Patienten und Patientinnen in die Studie erfolgte entweder auf deren eigenen Wunsch oder auf Veranlassung durch die behandelnden Ärzte und Ärztinnen der Klinik. Von der Untersuchung ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen eine weitere Teilnahme am motorisierten Straßenverkehr aus medizinischen Gründen grundsätzlich nicht in Frage kam (Epilepsie, Hemianopsie, Neglekt, hohes Re-Infarktrisiko und anderes); das Vorliegen oder die Schwere anderer medizinischer oder neuropsychologischer Funktionsbeeinträchtigungen blieb unberücksichtigt.

Von zunächst 34 Patienten, die im Rahmen der Studie an einer ersten Fahrprobe unter Aufsicht eines Fahrlehrers teilnahmen, wurden nur diejenigen 28 Patienten, die diese Fahrprobe nach dem Urteil des Fahrlehrers nicht bestanden hatten (s. unten), in die weitere Untersuchung mit zweiter und dritter Fahrprobe einbezogen. Davon nahmen 21 Patienten auch an der dritten Fahrprobe teil; diese bildeten die eigentliche Studiengruppe. Von den 7 ausgeschiedenen Patienten hatten 5 die zweite Fahrprobe bestanden und wollten sich nicht an der weiteren Untersuchung beteiligen; zwei Patienten wurden vorzeitig entlassen.

Die Patienten, die die erste Fahrprobe nicht bestanden, wurden entsprechend der intendierten Abfolge der Übungsprozeduren (Simulator/Fahrstunden oder umgekehrt, s. u.) zwei Behandlungsgruppen zugeordnet (Gruppe S/F bzw. F/S). Dabei wurde versucht, die Gruppen vor allem nach der Art der Hirnschädigung und nach dem Lebensalter so weit wie möglich anzugleichen. Tabelle 1 zeigt die Charakteristik der beiden Gruppen.

	Simulator/Fahrstunden		Fahrstunden/Simulator	
	n = 11 (10 m, 1 w)		n = 10 (6 m, 4 w)	
	Mittelwert	Bereich	Mittelwert	Bereich
<b>Alter</b> (Jahre)	56	40–65	53	31–66
<b>Dauer</b> (Monate)	11,9	0,5–84	4,7	1–31
<b>Fahrpraxis</b> (Jahre)	36	30–45	30	10–50
<b>Ätiologie</b>	9 ischämisch, 2 hämorrhagisch		9 ischämisch, 1 hämorrhagisch	

**Tab. 1:** Zusammensetzung der Behandlungsgruppen nach Geschlecht, Alter, Dauer der Erkrankung, Fahrpraxis und Ätiologie (m: männlich, w: weiblich)

*Untersuchungs- und Trainingsverfahren*

**Fahrprobe:** Die unter Aufsicht eines Fahrlehrers<sup>1</sup> in einem Fahrzeug mit Schaltgetriebe oder einem für hemiparetische Patienten umrüstbaren Pkw mit Automatikgetriebe und Lenkrad-Drehknopf durchgeführte Fahrprobe dauerte ca. 90 Minuten. Die festgelegte Fahrstrecke umfaßte Bundes- und Landstraßen mit teilweise engen Ortsdurchfahrten und dichten Stadtverkehr sowie einen kurzen Autobahnabschnitt. Sofort nach Abschluß der Fahrprobe bewertete der Fahrlehrer die Fahrleistung global mit Noten von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend). Bei Noten von 5 oder 6 galt die Fahrprobe als nicht bestanden. Unsicherheiten in der technischen Handhabung des Fahrzeugs, die sich aus der mangelnden Vertrautheit der Patienten mit dem Fahrschulfahrzeug ergeben konnten, blieben unberücksichtigt.

Während der Fahrt wurde das Fahrverhalten der Patienten vom Fahrlehrer auf einem vorgefertigten Protokollbogen in insgesamt 225 Beobachtungssitems als korrekt oder nicht korrekt eingestuft. Die einzelnen Beobachtungssitems wurden zum Zweck der späteren differenzierteren Analyse des Fahrverhaltens zu 11 Kategorien zusammengefaßt (in Klammern: Anzahl der Items): Blinken zum Anzeigen eines Fahrtrichtungswechsels (30), Sichern an Kreuzungen und Einmündungen oder bei Hindernissen (9), Spurverhalten beim Einordnen oder Ein- und Ausfädeln (15), Spurhalten im Sinne des gleichmäßigen Einhaltens der Fahrspur (27), Geschwindigkeitsanpassung an die Verkehrssituation (30), Geschwindigkeitsbegrenzungen beachten (21), Abstand seitlich und zum vorausfahrenden Fahrzeug (26), Ampeln und Stoppschilder beachten (24), Orientierung nach Wegweisern (13), Vorfahrt und Gegenverkehr beachten (17), Fußgänger und Radfahrer beachten (13). Da verkehrsbedingt nicht immer alle im Protokoll vorgesehenen Verhaltensweisen beobachtbar waren, wurde für jede Kategorie der Anteil (%) der als korrekt beurteilten Items bezogen auf die beobachtbaren Items errechnet. Besondere Auffälligkeiten des Fahrverhaltens, insbesondere solche, die zu Eingriffen durch den Fahrlehrer in Gefahrensituationen führten, wurden im Protokoll zusätzlich notiert.

**Psychodiagnostik:** Zur Untersuchung der Aufmerksamkeit wurden die Untertests »Alertness ohne Warnton«, »Alertness mit Warnton« und »Geteilte Aufmerksamkeit« der Testbatterie zur Aufmerksamkeits-Prüfung TAP [21], zur Prüfung der Schnelligkeit der visuellen Orientierung der Zahlen-Verbindungs-Test ZVT [15] verwendet<sup>2</sup>.

**Trainingsverfahren:** Das Simulatortraining wurde mit dem in der Rehabilitationsklinik vorhandenen Fahrsimulator<sup>3</sup> (C.A.R. Auto-Fahrsimulator) durchgeführt. Dabei handelt

es sich um einen nicht-interaktiven Simulator, bei dem die Versuchsperson einen visuell am Bildschirm dargebotenen Pkw mit den üblichen Bedienungselementen steuern, beschleunigen und bremsen kann. Als weitere technische Bedienungselemente sind Fahrtrichtungsanzeiger und Lichtanlage vorhanden. Simulativ variiert werden können die Wetter-, Sicht- und Straßenverhältnisse (Sonne, Nebel, Regen, Schnee), die Streckenart (Ortsdurchfahrten, Landstraße, Autobahn) und die Verkehrsdichte (hoch, gering) sowie plötzlich auftretende Hindernisse (z. B. ein Reh). Registriert werden Zusammenstöße (Hindernisse, andere Verkehrsteilnehmer), Mißachtungen von Verkehrszeichen (z. B. Überfahren einer roten Ampel), Abdrängen anderer Fahrzeuge (z. B. überholende Fahrzeuge) und die Benutzung der Fahrspur (z. B. zu langes Fahren auf der linken Spur) oder Fehlen von notwendigen Fahrzeugeinstellungen (z. B. Licht im Tunnel). Gemessen werden die Fahrgeschwindigkeit und die Reaktionszeiten bei der Bedienung des Gas- und Bremspedals, unter anderem bei vorgegebenen Zielbremsungen. Die Dauer einer Trainingssitzung betrug ca. 30 Minuten. Im Verlauf des Simulatortrainings wurden die vorgegebenen Anforderungen unter Berücksichtigung der individuellen Leistungen der Patienten erhöht.

Die praktischen Fahrübungen mit der üblichen Dauer von 45 Minuten pro Fahrstunde wurden mit dem auch für die Fahrproben eingesetzten Fahrschulfahrzeug unter der Aufsicht des selben Fahrlehrers durchgeführt. Das Fahrverhalten der Patienten wurde dabei vom Fahrlehrer kommentiert und korrigiert bzw. eingeübt. Die Fahrübungen fanden außerhalb der für die Fahrprobe festgelegten Strecke statt.

*Untersuchungs- und Trainingsablauf*

Die für die Teilnahme an der Studie in Betracht gezogenen Patienten absolvierten an aufeinander folgenden Tagen die psychometrischen Untersuchungen und die erste Fahrprobe. Patienten, die die Fahrprobe nicht bestanden, erhielten in den darauf folgenden 7 Tagen entweder 10 Trainingseinheiten im Fahrsimulator (2 Einheiten pro Tag) oder 5 praktische Fahrschulstunden (1 Fahrstunde pro Tag). Daran schlossen sich eine zweite psychometrische Untersuchung und eine zweite Fahrprobe an. In den darauf folgenden 7 Tagen erhielten die Patienten das jeweils andere, noch nicht absolvierte Training. Dem folgten die dritte psychometrische Untersuchung und Fahrprobe.

**Ergebnisse**

Dem Studienplan entsprechend hatten alle 21 Patienten die erste Fahrprobe nicht bestanden. Die zweite Fahrprobe wurde von 7 Patienten (64%) der Gruppe S/F (Simulator/Fahrstunden) und 6 Patienten (60%) der Gruppe F/S (Fahrstunden/Simulator) bestanden; bei der dritten Fahrprobe versagten nur noch 2 Patienten der Gruppe F/S. Faßt man die Gruppen zusammen, bestanden 62% der Patienten die zweite und 90% die dritte Fahrprobe. Diesen Verbesserungen ent-

<sup>1</sup> Fahrschule Manfred Wieland, Vlotho

<sup>2</sup> Wir danken den psychologischen Kolleginnen und Frau M. Siegert vom Rehabilitationszentrum Johanniter-Ordenshäuser, Bad Oeynhausen, für die Durchführung der Tests bzw. des Fahrsimulator-Trainings.

<sup>3</sup> Der Fahrsimulator wurde vom Kuratorium ZNS gestiftet

sprechen auch sehr deutliche Verbesserungen in der globalen Fahrnote (Abb. 1).

Bei den beiden Patienten, die auch die dritte Fahrprobe nicht bestanden, waren vom Fahrlehrer bei dieser Fahrt insbesondere Nichtbeachtungen der Vorfahrt neben Mängeln im Einhalten des seitlichen Abstandes, im allgemeinen Sicherungsverhalten und im Spurverhalten moniert worden; in einem der Fälle waren zwei Eingriffe erforderlich. Die testpsychologischen Befunde dieser Patienten wiesen keine besonderen Leistungsdefizite auf.

Da die Möglichkeit bestand, daß die mehr oder weniger willkürlich den unterschiedlichen Trainingsabfolgen zugeordneten Patientengruppen in wesentlichen Merkmalen differierten, wurden Vergleiche zwischen den Gruppen S/F und F/S hinsichtlich der psychodiagnostischen Leistungsvariablen und der Fahrverhaltensvariablen bei der ersten Testung bzw. Fahrprobe durchgeführt. Mittelwertvergleiche (t-Tests für unabhängige Stichproben) zeigten, daß sich die Gruppen in keiner der Variablen voneinander unterschieden (sämtliche  $p$ -Werte  $> 0,10$ ), so daß von der Vergleichbarkeit der Gruppen ausgegangen werden konnte.

Zur Prüfung des Einflusses der Trainingsprozeduren auf die allgemeine Fahrleistung wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) mit den Faktoren Gruppe bzw. Trainingsabfolge (S/F, F/S) und Fahrprobe (1., 2., 3. Fahrprobe) durchgeführt, mit der Fahrnote als abhängiger Variable. Es ergab sich nur ein signifikanter Haupteffekt der Fahrprobe ( $F = 39,2$ ;  $p < 0,0001$ ); weder der Haupteffekt der Gruppe bzw. Trainingsabfolge ( $F = 0,61$ ;  $p = 0,461$ ) noch die Interaktion zwischen den beiden Faktoren ( $F = 1,25$ ;  $p = 0,298$ ) waren signifikant (Abb. 2). Post-hoc Vergleiche (t-Tests für abhängige Stichproben,  $n = 21$ ) zeigten, daß sich die Fahrnote sowohl von der ersten zur zweiten als auch von der zweiten zur dritten Fahrprobe signifikant verbesserte ( $p < 0,001$  bzw.  $0,01$ ).

Um Aufschluß über eventuelle unterschiedliche Effekte der beiden Trainingsprozeduren auf die Merkmale des Fahrverhaltens zu gewinnen, wurden auch für die 11 unterschiedlichen Fahrverhaltensvariablen Varianzanalysen (ANOVA) mit den beiden Faktoren Gruppe (S/F, F/S) und Fahrprobe (1., 2., 3. Fahrprobe) berechnet. (Eine multivariate Analyse war wegen der im Verhältnis zur Zahl der abhängigen Variablen zu geringen Gruppengrößen nicht möglich). Das Signifikanzniveau wurde entsprechend der Anzahl der Analysen jeweils auf  $p = 0,005$  (bei Greenhouse-Geisser Korrektur der Freiheitsgrade) adjustiert. Keine dieser Analysen ergab eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Gruppe und Fahrprobe oder einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Gruppe. Über die drei Fahrproben hinweg (Haupteffekt der Fahrprobe) zeigte sich eine signifikante Verbesserung in fünf Aspekten des Fahrverhaltens: Spurhalten, Sichern, Geschwindigkeitsanpassung, Vorfahrt und Geschwindigkeitsbegrenzung. Wie Abbildung 3 deutlich macht, traten die Verbesserungen vorwiegend von der ersten zur zweiten Fahrprobe ein. Paarweise post-hoc Vergleiche zwischen den drei Fahrproben (t-Tests für abhängige Stichproben) für diese fünf Kategorien ergaben deutliche Ver-

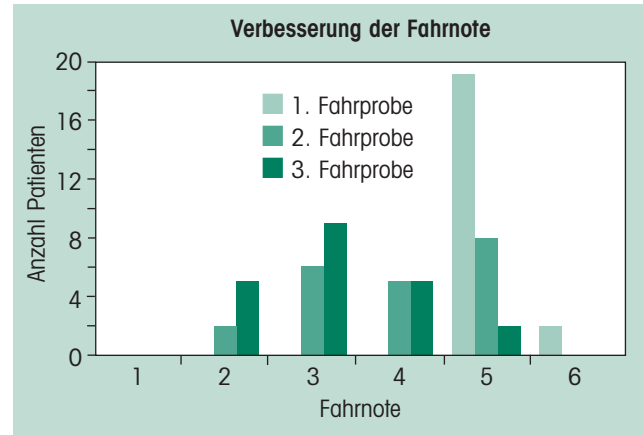


Abb. 1: Verbesserung der Fahrnote von der 1. zur 3. Fahrprobe in der Gesamtgruppe ( $n = 21$ )

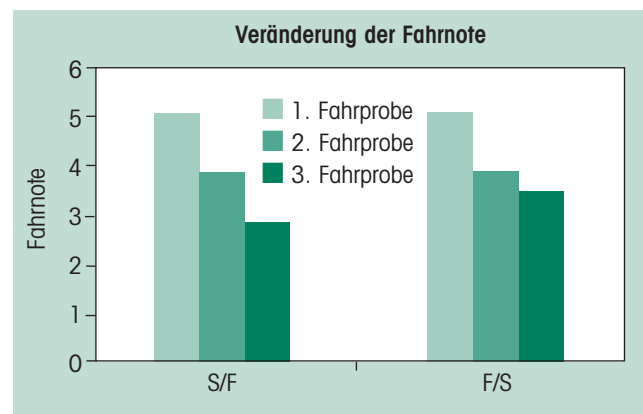


Abb. 2: Veränderung der Fahrnote von der 1. zur 3. Fahrprobe unter den Trainingsabfolgen Fahrstunden/Fahrsimulator (S/F) und Fahrsimulator/Fahrstunden (F/S)

besserungen von der ersten zur zweiten Fahrprobe in den Kategorien Spurhalten ( $p \leq 0,002$ ), Geschwindigkeitsanpassung ( $p \leq 0,003$ ), Geschwindigkeitsbegrenzung ( $p \leq 0,03$ ) und Vorfahrt ( $p \leq 0,02$ ); die Verbesserungen von der zweiten zur dritten Fahrprobe waren statistisch nicht signifikant ( $p$ -Werte  $> 0,05$ ).

Der Grad der Übereinstimmung zwischen der globalen Beurteilung der Fahrleistung durch den Fahrlehrer (Fahrnote) und dem konkreten Fahrverhalten (Fahrverhaltensvariablen) wurde korrelationsstatistisch untersucht. Für die erste Fahrprobe war eine Korrelationsberechnung nicht sinnvoll, da hier die Fahrnoten nur zwischen den Werten 5 und 6 variierten. Für die zweite Fahrprobe ergaben sich signifikante Korrelationen (Pearson  $r$ ,  $p \leq 0,05$ ) für die Kategorien Sichern ( $-0,50$ ), Spurverhalten ( $-0,48$ ), Spurhalten ( $-0,58$ ), Geschwindigkeitsbegrenzung ( $-0,43$ ) und Orientierung ( $-0,53$ ); für die dritte Fahrprobe waren die Korrelationen bei den Kategorien Sichern ( $-0,53$ ), Geschwindigkeitsanpassung ( $-0,57$ ), Abstand ( $-0,45$ ) und Vorfahrt ( $-0,57$ ) signifikant.

Obwohl das Interesse der Studie dem Fahrverhalten, und nicht den psychodiagnostischen Variablen galt, sollen die Veränderungen der testpsychologisch erfaßten Leistungen

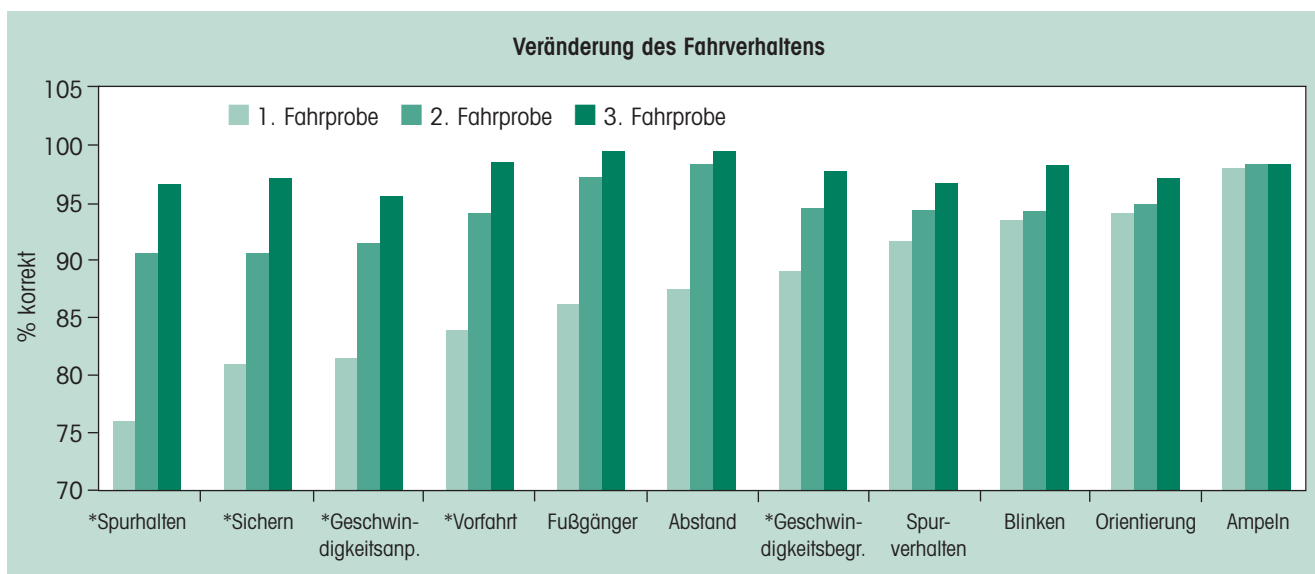


Abb. 3: Veränderung des Fahrverhaltens von der 1. zur 3. Fahrprobe. Die Anordnung der Fahrverhaltenskategorien folgt den Leistungen bei der 1. Fahrprobe (Gesamtgruppe, n = 21; \* p ≤ 0,005).

im Bereich der Aufmerksamkeit und visuellen Orientierung doch kurz dargestellt werden, da sich hieraus vielleicht Hinweise für die Interpretation der auf das Fahrverhalten bezogenen Resultate ergeben könnten. Vergleiche zwischen den drei Testzeitpunkten (Varianzanalysen mit anschließenden paarweisen t-Tests für abhängige Stichproben) ergaben keinerlei signifikante Veränderungen der TAP-Parameter (Alertness mit und ohne Warnton: jeweils Reaktionszeit-Median; Geteilte Aufmerksamkeit: Reaktionszeit-Median sowie Auslassungen und Fehlreaktionen). Im Unterschied hierzu verbesserte sich die Leistung im ZVT (Lösungszeiten in den Durchgängen A, B, C und D) deutlich ( $p < 0,05$ ): Von der ersten zur zweiten Testung verbesserte sich die ZVT-Leistung in allen Durchgängen signifikant ( $p = 0,007$ ); von der zweiten zur dritten Testung kam es zu keiner weiteren signifikanten Verbesserung ( $p$ -Werte jeweils  $> 0,10$ ).

Um festzustellen, ob die Veränderung der praktischen Fahrleistung mit Veränderungen der psychometrisch festgestellten Aufmerksamkeits- oder visuellen Orientierungsleistungen zusammenhängt, wurden für die entsprechenden Leistungsvariablen die Differenzwerte zwischen den drei Fahrproben bzw. Testungen errechnet und interkorreliert. Wegen der Vielzahl der berechneten Korrelationskoeffizienten ist dabei nur eine orientierende Bewertung sinnvoll. Aus der Korrelationsmatrix waren keinerlei systematische und interpretierbare Zusammenhänge erkennbar.

## Diskussion

Das zentrale Interesse der Studie galt der Frage, inwieweit hirngeschädigte Patienten, deren Fahreignung aufgrund des Ergebnisses einer praktischen Fahrprobe in Zweifel zu ziehen ist, in der Lage sind, durch Übungen in einem Fahrsimulator und/oder durch praktische Fahrstunden die Fahr-

eignung wiederzuerlangen. Die Ergebnisse sprechen dafür, daß dies bei der überwiegenden Mehrzahl der Patienten möglich ist: 90% der Patienten zeigten nach einem zweiwöchigen Behandlungsplan, der beide Übungsprozeduren umfaßte, ein nach dem Fahrlehrerurteil zumindest ausreichend sicheres Fahrverhalten.

Die Analyse der aus dem Fahrproben-Protokoll ermittelten Fahrverhaltenskategorien ließ erkennen, daß sich die deutlichsten Verbesserungen in den Kategorien Sichern, Spurhalten, Geschwindigkeitsanpassung, Beachtung von Geschwindigkeitsbegrenzungen und Beachten der Vorfahrt ergaben. Die Verbesserungen stellten sich im wesentlichen schon von der ersten zur zweiten Fahrprobe ein (s. Abb. 3); die Veränderungen von der zweiten zur dritten Fahrprobe waren in den einzelnen Fahrverhaltenskategorien statistisch nicht mehr signifikant. In der Gesamtbeurteilung der Fahrleistung durch den Fahrlehrer (Fahrnote) ergab sich jedoch auch noch von der zweiten zur dritten Fahrprobe eine weitere signifikante Verbesserung (s. Abb. 1 und 2).

Entgegen der ursprünglichen Erwartung konnten für die beiden Trainingsprozeduren (Fahrsimulator und Fahrstunden) keine unterschiedlichen Auswirkungen auf die praktische Fahrleistung festgestellt werden. Weder hinsichtlich der globalen Fahrnote noch hinsichtlich der verschiedenen Fahrverhaltensmerkmale deutete sich in den entsprechenden Varianzanalysen ein unterschiedlicher Effekt der Trainingsprozeduren bzw. -abfolgen an, so daß die Annahme nahe liegt, daß die Übungen am Fahrsimulator und die praktischen Fahrstunden gleichermaßen zur Verbesserung oder Wiederherstellung der Fahreignung beigetragen haben.

So ermutigend dieses Ergebnis im Hinblick auf die Möglichkeit einer raschen Wiederherstellung der durch Hirnschädigungen beeinträchtigten Fahreignung erscheint, so mag doch gerade die Tatsache, daß sich kein unterschied-

licher Effekt der beiden Trainingsprozeduren feststellen ließ, Fragen hinsichtlich der Bedeutung der Ergebnisse aufkommen lassen. In erster Linie läßt sich die Frage aufwerfen, ob es sich bei der Verbesserung des Fahrverhaltens überhaupt um eine Folge der Übungsmaßnahmen und nicht lediglich um einen einfachen Übungseffekt aufgrund des mehrmaligen Durchfahrens der selben Teststrecke handelt. Außerdem wäre daran zu denken, daß sich eine anfängliche, das Fahrverhalten verunsichernde Prüfungsangst im Laufe der zweiten und dritten Fahrprobe deutlich abschwächt und – in Verbindung mit der zunehmenden Vertrautheit mit der Fahrstrecke – ein streßfreieres und dadurch besseres Absolvieren der Fahrprobe ermöglicht. Schließlich kann angeführt werden, daß auch die zunehmende Vertrautheit mit dem Fahrzeug, insbesondere wenn mit einem umgerüsteten Fahrzeug gefahren werden mußte, eine Erleichterung mit sich brachte.

Verschiedene Überlegungen und Beobachtungen sprechen allerdings gegen die Triftigkeit dieser Einwände. Wenn man davon ausgeht, daß das Versagen der Patienten bei der ersten Fahrprobe die Folge einer hirnganisch bedingten Beeinträchtigung der kognitiven, perzeptiven oder psychomotorischen Funktionstüchtigkeit ist, dann erscheint es wenig plausibel, daß deren negative Auswirkungen allein durch die Wiederholung der Fahrprobe ausgeglichen oder aufgehoben werden könnten. Unter der Annahme einer zunehmenden Vertrautheit mit dem Fahrzeug wäre außerdem zu erwarten gewesen, daß diejenigen Patienten, die in der ersten Behandlungsphase praktische Übungsfahrstunden mit dem auch bei den Testfahrten verwendeten Fahrzeug erhielten, sich bei der zweiten Fahrprobe deutlich stärker verbessert hätten als die am Simulator trainierten Patienten; auch die Gewöhnung an das Fahren unter der kritischen Aufsicht des Fahrlehrers hätte sich speziell bei diesen Patienten positiv auswirken können. Für solche Effekte ergaben sich aus den statistischen Analysen jedoch keinerlei Hinweise.

Ginge man in der kritischen Betrachtung so weit anzunehmen, daß die Ursache des Versagens der Patienten bei der ersten Fahrprobe nicht in hirnganisch bedingten Funktionsstörungen lag, sondern in anderen, eher psychischen Faktoren, wie z. B. der Angst vor einem Fahrverbot bei nicht bestandener Fahrprobe oder der Schwierigkeit, sich auf ein fremdes, technisch ungewohntes Fahrzeug umzustellen, dann würde dies den diagnostischen Wert einer einmaligen Fahrprobe generell in Zweifel ziehen; erst die Ergebnisse mehrerer Testfahrten könnten dann einen brauchbaren Beitrag zur Beurteilung der Fahreignung leisten. Zu bedenken ist andererseits aber, daß unter einer solchen Prämisse auch gesunde Personen bei einer entsprechenden Fahrprobe ähnlich häufig scheitern sollten wie Patienten; hierfür gibt es aber keine Anhaltspunkte. Bei Fahrproben von 31 gesunden Personen im Alter zwischen 60 und 79 Jahren (selbe Strecke, selber Fahrlehrer und gleiche Beurteilung wie bei der vorliegenden Studie) bestanden 28 Personen (90%) die Fahrprobe, die Mehrzahl davon (82%) mit mindestens befriedigender Fahrleistung. Das Fahrverhalten

in den einzelnen Kategorien war im Gruppendurchschnitt zu 90 – 100% korrekt [7].

Ein weiterer Einwand könnte unterstellen, daß die Verbesserungen von der ersten zur dritten Fahrprobe auf die wiederholte Beurteilung der selben Patienten durch ein und denselben Fahrlehrer zurückgehen, der zudem die Fahrunterweisung der Patienten in einer der beiden Behandlungsphasen vornahm, also auf einen »Fahrlehrer-Beurteilungsbias«. Allerdings wäre eine Tendenz des Fahrlehrers zur positiveren Beurteilung der Fahrleistung bei der zweiten und dritten Fahrprobe vor allem im Anschluß an die Erteilung der fünf Fahrstunden zu erwarten gewesen, weniger dagegen im Anschluß an das Fahrsimulatortraining; ein solcher Effekt konnte aber nicht festgestellt werden. Darüber hinaus zeigte sich die Verbesserung der Fahrleistung nicht nur in der Beurteilung durch den Fahrlehrer, sondern auch in den verschiedenen Fahrverhaltensvariablen, die auf der Auswertung der Fahrproben-Protokolle basieren. Das Fahrverhalten wurde zwar vom Fahrlehrer protokolliert, die Notierung bei den einzelnen Items (korrekt/nicht korrekt) kann aber als weitgehend objektiv betrachtet werden, und die Auswertung der Protokolle wurde erst nach Abschluß der Studie »blind« vorgenommen.

Eine zusammenfassende Abwägung der Argumente stützt die Auffassung, daß die Verbesserung des Fahrverhaltens der Patienten und das schließliche Bestehen der Fahrprobe auf die angewandten Trainingsprozeduren zurückzuführen sind. Die Möglichkeit der Wiedererlangung der Fahreignung nach einer Hirnschädigung ist demnach durchaus positiv einzuschätzen. Angesichts der erheblichen rehabilitativen Bedeutung, die der Befähigung zum selbständigen Autofahren zukommt, sollten alle Anstrengungen unternommen werden, um die Fahreignung der Patienten zu überprüfen und nötigenfalls durch Fahrübungen am Simulator oder im realen Straßenverkehr wiederherzustellen.

Für zukünftige Studien mit ähnlicher Zielsetzung wären für die Wiederholung von Fahrproben unterschiedliche, aber äquivalente Fahrstrecken wünschenswert. Die Zusammenstellung von im Schwierigkeitsgrad vergleichbaren Strecken stellt allerdings ein nicht zu unterschätzendes Problem dar. Zur Prüfung der Wirksamkeit der beiden in der vorliegenden Studie eingesetzten Trainingsprozeduren erschien es zunächst natürlich auch wünschenswert, eine unbehandelte Kontrollgruppe einzubeziehen; daraus hätte sich die Möglichkeit ergeben, den Effekt der bloßen Wiederholungen der Fahrproben zu erfassen. Dieser Plan war aber aus ethischen Gründen nicht zu realisieren. Die in Betracht gezogene Alternative eines Wartegruppen-Designs scheiterte an der zu kurzen Verweildauer der Patienten in der Rehabilitationsklinik.

**Korrespondenzadresse:**

Prof. Dr. Wolfgang Hartje  
Abteilung für Psychologie  
Universität Bielefeld  
Postfach 100131  
D-33501 Bielefeld  
e-mail: wolfgang.hartje@uni-bielefeld.de

## Literatur

1. Brouwer WH, Withaar F: Fitness to drive after traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation* 1997; 7: 177-193
2. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg): Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit, Heft M 115. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 2000
3. Dettmers C (Hrsg): Fahreignung nach Hirninfarkt und Schädelhirntrauma. *Neurologie und Rehabilitation* 2001; 7: 242-262
4. Fattal C, Théry JM, Gania L, Coulon JM, Layre JC, Enjalbert M: Sélection des patients cérébrolésés en vue de la reprise de la conduite automobile. *Ann Réadaptation Méd Phys* 1998; 41: 77-83
5. Hannen P, Hartje W, Skreczek W: Beurteilung der Fahreignung nach Hirnschädigung. *Nervenarzt* 1998; 69: 864-872
6. Jones RD, Giddens H, Croft D: Assessment and training of brain-damaged drivers. *Am J Occup Ther* 1983; 37: 754-760
7. Kaiser A, Kroll G, Krone M, Mönning M, Griese H, Hartje W: Die praktische Fahrprobe im höheren Lebensalter. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 2001; 12 (Suppl): 25
8. Kewman DG, Seigerman C, Kintner H, Chu S, Henson D, Reeder C: Simulation training of psychomotor skill: Teaching the brain-injured to drive. *Rehabilitation Psychology* 1985; 30: 11-27
9. Klavara P, Gaskovski P, Martin K, Forsyth RD, Heslegrave RJ, Young M, Quinn RP: The effects of dynavision rehabilitation on behind-the-wheel driving ability and selected psychomotor abilities of persons after stroke. *Am J Occup Ther* 1995; 49: 534-542
10. Korteling JE, Kaptein NA: Neuropsychological driving fitness tests for brain-damaged subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 138-146
11. Lundqvist A, Rönberg J: Driving problems and adaptive driving behaviour after brain injury: a qualitative assessment. *Neuropsychological Rehabilitation* 2001; 11: 171-185
12. Mazer BL, Korner-Bitensky NA, Sofer S: Predicting ability to drive after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 743-750
13. Mönning M, Sabel O, Hartje W: Rechtliche Hintergründe der Fahreignungsdiagnostik. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 1997; 8: 62-71
14. Niemann H, Döhner A: Fahreignung von Patienten mit Schädigung des ZNS. In: Schlag B (Hrsg): *Empirische Verkehrspsychologie*. Papst Science Publishers, Lengerich 1999, 69-90
15. Oswald WD, Roth E: *Der Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT)*. Hogrefe, Göttingen 1997
16. Quigley RL, DeLisa JA: Assessing the driving potential of cerebral vascular accident patients. *Am J Occup Ther* 1983; 37: 474-478
17. Schanke A-K, Sundet K: Comprehensive driving assessment: Neuropsychological testing and on-road evaluation of brain injured patients. *Scand J Psychol* 2000; 41: 113-121
18. Sivak M, Hill CS, Henson DL, Butler BP, Silber SM, Olson PL: Improved driving performance following perceptual training in persons with brain damage. *Arch Phys Med Rehabil* 1984; 65: 163-167
19. Wald J, Liu L, Hirsekorn L, Taylor S: The use of virtual reality in the assessment of driving performance in persons with brain injury. In: Westwood JD, Hoffman HM, Mogel GT, Stredney D (eds): *Medicine meets virtual reality 2000*. IOS Press, Amsterdam 2000, 365-367
20. Wolbers T, Küst J, Karbe H, Netz J, Hömberg V: Interaktive Fahrsimulation – ein neuer Weg zur Diagnose und Rehabilitation der Fahrtauglichkeit. *Rehabilitation* 2001; 40: 87-91
21. Zimmermann P, Fimm B: Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). PsyTest, Version 1.02. Psychologische Testsysteme, Würselen 1994