

# Unterstützung der Fahrausbildung durch Lernsoftware

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Mensch und Sicherheit Heft M 219

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving it a 3D appearance. The logo is positioned in the bottom right corner of the page, partially overlapping a vertical white line that runs from the top to the bottom of the page.

# Unterstützung der Fahrausbildung durch Lernsoftware

von

Tibor Petzoldt  
Thomas Weiß  
Thomas Franke  
Josef F. Krems  
Maria Bannert

Technische Universität Chemnitz

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Mensch und Sicherheit Heft M 219**

**bast**

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

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

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

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

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

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

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.306/2006:**  
Unterstützung der Fahrausbildung durch Fahrsimulatoren und Lernsoftware

**Projektbetreuung**  
Heidrun Großmann

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

**Redaktion**  
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

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

ISSN 0943-9315  
ISBN 978-3-86918-177-6

Bergisch Gladbach, Dezember 2011

Print  kompensiert  
Id-Nr. 1214629  
[www.bvdm-online.de](http://www.bvdm-online.de)

## Kurzfassung

### Unterstützung der Fahrausbildung durch Lernsoftware

Ziel des Projektes war die empirische Abklärung der Potenziale neuer Lehr-Lerntechnologien für die Optimierung der Fahranfängervorbereitung. Hierfür sollte ein Lernangebot entwickelt und evaluiert werden, das fahraufgabenrelevante Kompetenzen unterstützt, die eine hohe Unfallrelevanz haben, bei Fahranfängern im Vergleich zu erfahrenen Kraftfahrern geringer ausgeprägt und in der Fahrausbildung nur beschränkt zu vermitteln sind. Vor diesem Hintergrund wurde die Förderung der Gefahrenwahrnehmung und damit verknüpfter Teilfertigkeiten (Blickverhalten, Situationsverständnis) als vielversprechender Ansatzpunkt identifiziert. Ausgehend von Erkenntnissen der Lehr-Lernforschung basiert das entwickelte Lernangebot auf dynamische Darstellungen sowie einer adaptiven Lernerfolgsmeldung.

Die empirische Überprüfung der Vorteile eines multimedialen Lernangebots erfolgte in einer Fahrsimulatorstudie. Fahrschüler, die ein multimediales Training zur Gefahrenwahrnehmung erhielten, wiesen ein signifikant besseres Blickverhalten und ansatzweise auch ein besseres Fahrverhalten als konventionell geschulte Fahrschüler auf. Zudem war ihre Gefahrenwahrnehmung – gemessen am Blickverhalten – vergleichbar mit den Leistungen erfahrener Fahrer. Darüber hinaus wurde dem Einfluss von Gestaltungsmerkmalen auf den Lernerfolg nachgegangen. Lerneffekte konnten nur erzielt werden, wenn das Lernangebot sowohl dynamische Darstellungen als auch adaptive Rückmeldungen enthielt und zwei Übungseinheiten umfasste, so dass neben dem Blickverhalten auch das Situationsverständnis und die Ableitung von Verhaltenskonsequenzen geschult wurde.

Angesichts dieser Befunde sowie untermauert durch die Validierung des Lernangebots kann davon ausgegangen werden, dass multimediale Lernanwendungen bei adäquater didaktischer Umsetzung dazu in der Lage sind, die notwendige Erfahrungsbildung zur Bewältigung von Gefahrensituationen in einem geschützten Umfeld zu fördern.

### Supporting driver education with computer based trainings

The objective of this project was the empirical assessment of the potential of computer based trainings to improve driver education. Therefore a training software had to be developed and evaluated that was supposed to support driving task relevant skills which are highly relevant for accident prevention, which are less developed in novice drivers than in experienced drivers and which are difficult to teach in driving schools. The facilitation of hazard perception and associated subskills (glance behaviour, situation comprehension) were identified as possible objectives of the training software. Based on the findings of educational research, the developed training software included dynamic presentation of content as well as adaptive feed-back on the learning progress.

The effects of the training software were empirically examined in a driving simulator study. Learner drivers which were trained in hazard perception with the software showed significantly better glance behaviour and to some degree better driving behaviour than conventionally trained learner drivers. Furthermore, their hazard perception, as measured through glance behaviour, was at a similar level as the performance of experienced drivers. In addition, the impact of design attributes of the computer based training on the test performance was investigated. Measurable effects were only found for the training that contained dynamic presentations as well as adaptive feedback, and only if the training included two separate training sessions.

Considering these findings and substantiated by the validation of the training software it can be assumed that computer based trainings, given that they are implemented with a sufficient instructional quality, are able to provide necessary experiences for the handling of hazardous situations in a protected environment.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Ausgangslage und Zielstellung des Projektes</b>	<b>7</b>
<b>2 Erstellung eines multimedialen Lernangebots für die Fahranfängervorbereitung</b>	<b>8</b>
2.1 Recherche/Bestandsaufnahme . . . . .	8
2.2 Sichtung vorhandener Lehr-Lernmedien . . . . .	13
2.3 Konzeption einer Lernsoftware für die Gefahrenwahrnehmung . . . . .	17
2.4 Zusammenfassung Kapitel 2 . . . . .	23
<b>3 Experimentelle Überprüfung des multimedialen Lernangebots</b>	<b>25</b>
3.1 Erstellung von Testszenarien zur Lernerfolgskontrolle . . . . .	25
3.2 Durchführung der experimentellen Überprüfung . . . . .	28
3.3 Zusammenfassung Kapitel 3 . . . . .	37
<b>4 Experimentelle Überprüfung der Wirksamkeit spezifischer Merkmale des multimedialen Lernangebots</b>	<b>38</b>
4.1 Expertenworkshop zu den Befunden der ersten Studie . . . . .	38
4.2 Modifikation des multimedialen Lernangebots . . . . .	38
4.3 Durchführung der experimentellen Überprüfung . . . . .	39
4.4 Zusammenfassung Kapitel 4 . . . . .	47
<b>5 Zusätzliche Validierung des multimedialen Lernangebots</b>	<b>48</b>
5.1 Vorüberlegungen . . . . .	48
5.2 Durchführung der experimentellen Untersuchung . . . . .	48
5.3 Zusammenfassung Kapitel 5 . . . . .	50
<b>6 Gesamtüberblick und Fazit</b>	<b>50</b>
<b>7 Literatur</b>	<b>53</b>



## 1 Ausgangslage und Zielstellung des Projektes

Das Risiko, in Verkehrsunfälle verwickelt zu werden, fällt für Fahranfänger nach wie vor weitaus höher aus als für erfahrene Kraftfahrer (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2008). In der Literatur wird hierfür vor allem der bei Fahranfängern geringere Automatisierungsgrad fahraufgabenrelevanter Fertigkeiten verantwortlich gemacht, der insbesondere in komplexen Verkehrssituationen schnell eine Überlastung der mentalen Kapazitäten nach sich zieht (vgl. LEUTNER & BRÜNKEN, 2002). Da Fahraufgaben in der Regel selbstgesteuert ausgeführt werden, liegt es jedoch in der Hand des Fahrers, die Komplexität des Fahrkontextes und damit verbundenen Anforderungen durch geeignete Maßnahmen (z.B. Verringerung der Geschwindigkeit, Erhöhung des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug etc.) zu reduzieren und auf diese Art Defizite bezüglich fahraufgabenrelevanter Fertigkeiten zu kompensieren. Auch die, in der Fachliteratur als „Kalibrierung“ bezeichnete, Anpassung von Entscheidungen und Handlungen an die Anforderungen des Fahrkontextes scheint bei Fahranfängern aber fehleranfälliger zu sein als bei erfahrenen Kraftfahrern (vgl. DE CRAEN, TWISK & HAGENZIEKER, 2008). Sowohl die Automatisierung von Fertigkeiten als auch die Fähigkeit zur angemessenen Kalibrierung sind an praktische Erfahrungen im Anwendungskontext gebunden (vgl. ANDERSON, 1982; WALLACE, HAWORTH & REGAN, 2005), die im Rahmen der traditionellen Fahrausbildung nur schwer in ausreichendem Maße gefördert werden können. Computergestützte Lernmittel, die über vielfältige Darstellungs- und Interaktionsmöglichkeiten verfügen, können jedoch auch abseits der Straße eine intensive, vergleichsweise realitätsnahe Auseinandersetzung mit Fahr- und Verkehrssituationen unterstützen. Große Hoffnungen sind deshalb mit der zunehmenden Integration neuer Lehr-Lerntechnologien in die Fahranfängervorbereitung verbunden.

Entsprechend der Ergebnisse des Vorläuferprojektes FE 89.174 „Multimedia in der Fahrausbildung“ verfügen neue Lehr-Lerntechnologien durchaus über das Potenzial, einen Beitrag zur Vermittlung fahraufgabenrelevanter Kompetenzen zu leisten. Jedoch ist deren Effizienz an eine Vielzahl spezifischer Bedingungen geknüpft, die je nach Wesen der Lehrziele sowie Merkmalen des Lernalters und des Gesamtkontextes variieren. Die im Vorläuferprojekt durchgeführte Systematisierung und Bewertung existierender Lehr-Lernsysteme hat ergeben, dass die in Deutschland bisher genutzten Anwendungen aus theoretischer Sicht nur ansatzweise dazu in der Lage sind, die Fahranfängervorbereitung

wirksam zu ergänzen (vgl. WEISS, BANNERT, PETZOLDT & KREMS, 2009). Bisher sind lediglich Präsentationsprogramme für Theoriesitzungen systematisch in die Fahrausbildung integriert und finden computergestützte oder internetbasierte Lernprogramme zu Prüfungen der theoretischen Fahrausbildung Anwendung. Damit beschränken sich computergestützte Anwendungen bislang weitgehend auf die Unterstützung der Vermittlung und des Erwerbs deklarativen Wissens. Unterstützungsbedarf und -möglichkeiten bestehen darüber hinaus in Hinblick auf die Ausbildung und Entwicklung fahraufgabenrelevanter Fertigkeiten - wie zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren. Fahrsimulatoren dürften ohne gravierende Veränderungen der Finanzierungsgrundlage auch in Zukunft nur schwer standardmäßig in die Fahranfängervorbereitung einzubeziehen sein, weshalb insbesondere die Optimierung von computerbasierten Lehr-Lern-Programmen (und hier insbesondere Anwendungen zur Selbstschulung) einen vielversprechenden Ansatzpunkt für die Zukunft darstellt. Computerbasierte Lehr-Lern-Programme ermöglichen ebenso wie Fahrsimulatoren die individuelle Auseinandersetzung mit dem Lernstoff, können Verkehrssituationen mit einer vergleichsweise hohen Realitätsnähe für Lernaktivitäten bereitstellen, benötigen aber deutlich geringere materiell-technische, räumliche und personelle Ressourcen. Ausgehend davon können sie entsprechend flexibel in die Fahranfängervorbereitung integriert werden.

Ziel des vorliegenden Projekts war die empirische Abklärung des Potenzials, welches die Integration neuer Lehr-Lerntechnologien in die Fahranfängervorbereitung bietet. Dies sollte exemplarisch anhand eines multimedialen Lernangebots erfolgen, welches auf den Erwerb fahraufgabenrelevanter Fertigkeiten abzielt,

- die bei Fahranfängern im Vergleich zu erfahrenen Kraftfahrern geringer ausgeprägt sind,
- die mit dem erhöhten Unfallrisiko von Fahranfängern in Zusammenhang stehen und
- in der traditionellen Fahrausbildung nur beschränkt vermittelt werden können.

Neben der Überprüfung der Wirksamkeit der Lernanwendung in Bezug auf praxisrelevante Lernerfolgskriterien sollte zudem der Frage nachgegangen werden, welche Gestaltungsmerkmale multimedialer Lernangebote für deren Wirksamkeit vor allem verantwortlich zeichnen.



## 2 Erstellung eines multimedialen Lernangebots für die Fahranfängervorbereitung

### 2.1 Recherche/Bestandsaufnahme

#### 2.1.1 Vorüberlegungen

Vor dem Hintergrund der Ausgangsüberlegungen (vgl. Kap. 1) waren für die Konzipierung des Lernangebots im Vorfeld zwei Fragen zu klären:

- welche Fertigkeiten bzw. Kompetenzen sollten thematisiert werden und
- auf welche Art und Weise sollte dies erfolgen.

Die Entwicklung des Lernangebots sollte auf der Basis aktueller Erkenntnisse der Unfallforschung, der Verkehrspsychologie und der Lehr-Lernforschung erfolgen sowie den aktuellen Stand der Fahrausbildung berücksichtigen. Aus diesem Grund wurden in diesen Bereichen im Vorfeld umfangreiche Recherchen durchgeführt. Für die Auswahl relevanter fahraufgabenbezogener Fertigkeiten wurden vor allem einschlägige Befunde zu fahrkompetenzbezogenen Unterschieden zwischen Fahranfängern und erfahrenen Fahrern und ihrer Unfallrelevanz zusammengetragen und die Unterstützungsmöglichkeiten und -grenzen in der Praxis der Fahrausbildung beleuchtet. Für die Auswahl relevanter Übungsszenarien wurden Klassifikationen von Verkehrssituationen und Fahraufgaben recherchiert und hinsichtlich ihrer Eignung als Strukturierungsgrundlage bewertet. Für die Ableitung von Gestaltungsanforderungen und der didaktischen Vermittlungsstrategie wurden sowohl Erkenntnisse zum fahraufgabenbezogenen Fertigkeitserwerb als auch des Lernens mit neuen Medien herangezogen. Da international bereits seit einiger Zeit Bestrebungen zu verzeichnen sind, die Fahranfängervorbereitung durch die Integration neuer Lehr-Lerntechnologien zu optimieren, sollte zudem ein Überblick über einschlägige computerbasierte Lernanwendungen erstellt und diese einer detaillierteren Analyse unterzogen werden. Nicht zuletzt bestand die Aufgabe auch darin, geeignete Autorentools und computerbasierte Anwendungen zu finden, die für die Umsetzung der geplanten Lerninhalte geeignet sind und zudem die spezifischen Anforderungen der Evaluation erfüllen.

#### 2.1.2 Darstellung der Ergebnisse

##### Auswahl relevanter fahraufgabenbezogener Fertigkeiten

Dass Fahrerfahrung ein bedeutender Faktor im Zusammenhang mit dem Unfallrisiko ist, konnte in mehreren Studien gezeigt werden (MAYCOCK, 1991; GREGERSEN, 1997; SCHADE, 2001; WILLIAMS, 2003; nach BIERMANN, 2007). Allgemein wird davon ausgegangen, dass größere Fahrerfahrung mit einer Erhöhung des Automatisierungsgrads fahraufgabenrelevanter Fertigkeiten einhergeht. Jedoch ist die Befundlage recht heterogen, welche fahraufgabenrelevanten Fertigkeiten konkret für die Verringerung des Unfallrisikos verantwortlich sind. Während insbesondere bei psychomotorischen Fertigkeiten auf der Stabilisierungsebene (vgl. 3-Ebenen-Modell der Fahrzeugführungsaufgabe; MICHON, 1985) keine überzeugenden Nachweise für deren Einfluss auf das Unfallrisiko erbracht wurden, konnte für die Fähigkeit zur Gefahrenwahrnehmung ein Zusammenhang mit dem Unfallrisiko gezeigt werden (vgl. HORSWILL & MCKENNA, 2004).

Gefahrenwahrnehmung kann betrachtet werden als Situationsbewusstheit für gefährliche Situationen (HORSWILL & MCKENNA, 2004), welche sowohl für die jeweiligen Fahr- und Verkehrssituationen angemessene Strategien der Informationssuche als auch die adäquate Interpretation der aufgenommenen Informationen erfordert. Insbesondere in Bezug auf Strategien der Informationssuche konnten in zahlreichen Studien Unterschiede zwischen Fahranfängern und erfahrenen Fahrern belegt werden. So nehmen Fahranfänger ihre Umwelt ausschrittweise wahr, fixieren wenige, eher unbewegliche Objekte und nutzen Rück- und Seitenspiegel seltener. Während erfahrene Fahrer ihre Suche nach Gefahrenhinweisen horizontal und weit vor das Fahrzeug ausrichten, orientieren sich Fahranfänger eher an der Straßenmarkierung kurz vor dem Fahrzeug und bevorzugen vertikale Suchstrategien (DEERY, 1999; nach BIERMANN, 2007). Unabhängig davon, ob eine größere Beanspruchung kognitiver Ressourcen aufgrund des geringeren Automatisierungsgrades oder die bei Fahranfängern fehlenden Erfahrungen mit kritischen Situationen im Straßenverkehr für solche reduzierte Strategien der Informationssuche verantwortlich zeichnen - die Verbesserung der Gefahrenwahrnehmung im Allgemeinen und der Informationssuche im Besonderen mit zunehmender Fahrerfahrung (Expertise) impliziert eine Trainierbarkeit dieser Fertigkeiten. Deshalb stellt die Schulung der Gefahrenwahrnehmung einen vielversprechenden Ansatzpunkt für die Optimierung der Fahranfängervorbereitung dar.

### **Gefahrenwahrnehmung und der Erwerb von relevanten Teilfertigkeiten**

Aus der Sichtweise von Gefahrenwahrnehmung als „Situationsbewusstheit“ in gefährlichen Situationen (HORSWILL & MCKENNA, 2004) ergaben sich Konsequenzen für die angestrebte Verbesserung der Gefahrenwahrnehmung im Allgemeinen und die Vermittlung angemessener Strategien der Informationssuche im Besonderen. Situationsbewusstheit entsteht jeweils durch einen dreistufigen Prozess, bei dem 1) die Perzeption der Umgebung und ihrer Elemente zu deren 2) Verständnis führen, welches wiederum 3) eine Projektion der Gegebenheiten in Raum und Zeit ermöglicht (ENDSLEY, 1995). Dieser Prozess ist hypothesengesteuert und rekursiv, d.h. die Informationssuche im aktuellen (Verkehrs-) Kontext, die Perzeption und das Verständnis aktueller Ereignisse sowie die Antizipation kommender Ereignisse vollziehen sich vor dem Hintergrund bisheriger Erfahrungen und bilden wiederum die Grundlage für den Charakter neuerlicher Informationssuche. Eine isolierte Vermittlung von Strategien der Informationssuche und des damit verbundenen Blickverhaltens greift somit zu kurz, da diese immer das Verständnis des jeweiligen Fahrkontextes erfordern und durch spezifische (Gefahren-)Hinweise (die bekannt sein müssen) ausgelöst werden. Angesichts der geringen Erfahrungen von Fahranfängern mit kritischen Situationen im Straßenverkehr sollte die Vermittlung von Informationssuchstrategien gebunden sein an die Konfrontation mit kritischen Fahr- und Verkehrssituationen, die typisch sind für den realen Straßenverkehr. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht in der assoziativen Verknüpfung von markanten Situationen, kritischen Objekten in diesen Situationen und angemessenen Strategien der Informationssuche.

Darüber hinaus galt zu berücksichtigen, dass die Generierung mentaler Repräsentationen des aktuellen und künftigen Fahr- und Verkehrsraumes verbunden ist mit der Ausführung von Teilkompetenzen, die auf wesensverschiedenen Fertigkeiten basieren. Während es sich bei der Perzeption des Verkehrsraumes primär um perzeptuell-motorische Fertigkeiten (visuelle Suche, Aufmerksamkeitsallokation) handelt, steigt auf den beiden folgenden Stufen die Bedeutung der deklarativen Wissensbasis und höherer mentaler Prozesse (Gedächtnis, Interpretation, Risikoeinschätzung etc.; vgl. VORDERER & KLIMMT, 2006). Ein umfassender Erwerb der Fähigkeit zur Gefahrenwahrnehmung erfordert somit Aufgabenstellungen und -formate, welche dem unterschiedlichen Charakter der Teilfertigkeiten Rechnung tragen und einen differenzierten Wissenserwerb ermöglichen. Da sich die drei Stufen der Gefahrenwahrnehmung jedoch gegenseitig bedingen,

sollte auch deren Integration hinreichend abgedeckt werden.

Rückschlüsse auf die zu wählende didaktische Strategie zur Verbesserung der Gefahrenwahrnehmung ergaben sich zudem aus der Art und Weise, wie der Erwerb von Fertigkeiten idealerweise vonstatten geht. Dieser vollzieht sich in einem mehrstufigen Prozess, in dem zunächst das den Fertigkeiten zugrundeliegende deklarative Wissen erworben wird, welches anschließend prozeduralisiert und im weiteren Verlauf in zunehmendem Maße automatisiert wird. Mit zunehmender Expertise kommt es zudem zum Tuning, d.h. die Fertigkeiten können über verschiedene Anwendungskontexte hinweg angemessen generalisiert und differenziert ausgeführt werden (vgl. ANDERSON, 1982). Während zu Beginn des Erwerbsprozesses demnach die Informationsvermittlung im Vordergrund steht, gewinnt mit fortschreitendem Lernprozess die aktive Auseinandersetzung mit dem Lernmaterial sowie die Ausführung der zu erwerbenden Fertigkeiten an Bedeutung.

In welchem Ausmaß Informationsvermittlung und Übung/Anwendung jeweils eine Rolle spielen, hängt neben dem Lernfortschritt auch vom Charakter der zu vermittelnden Fertigkeiten ab. Je größer die erforderliche deklarative Wissensbasis und die Bedeutung höherer mentaler Prozesse für die zu vermittelnde Fertigkeit sind, um so „informativer“ sollte die didaktische Strategie sein (WEISS et al., 2009). Zu berücksichtigen ist zudem, dass es im Verlauf des Lernprozesses zu einem Transfer der erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten in zunehmend komplexere (Lern-)Umgebungen kommen sollte, die durch ansteigende physische und funktionale „Genauigkeit“ gekennzeichnet sind. Damit ist der Grad gemeint, in dem der Übungs- und Anwendungskontext den realen Anwendungskontext abbildet (vgl. WALLACE et al., 2005). Während zu Beginn des Lernprozesses der Wissenserwerb durch die Präsentation instruktionaler Informationen in eher abstrakter und statischer Art und Weise unterstützt wird, sollte am Ende die Konfrontation des Lerners mit dem realen Anwendungskontext stehen, der eine hohe Anschaulichkeit, Dynamik und einen hohen Problembezug aufweist (vgl. WALLACE et al., 2005; WEISS et al., 2009). Dies gilt auch für die Realitätsnähe der für jeden Kompetenzerwerb unentbehrlichen Rückmeldungen (vgl. ALESSI & TROLIP, 1991; BANNERT, 2000), da der Lerner zudem in die Lage versetzt werden soll, sein Verhalten in konkreten Anwendungskontexten selbst regulieren zu können. Im realen Verkehrskontext stellen explizite Rückmeldungen eher die Ausnahme dar, weshalb zukünftige Fahrer die Nutzung der im Anwendungskontext zur Verfügung stehenden Rückmeldungen erlernen müssen und daher in zunehmen-

dem Maße mit den natürlichen Konsequenzen ihres Verhaltens konfrontiert werden sollten (vgl. WEISS et al., 2009).

### **Gefahrenwahrnehmung in der aktuellen Praxis der Fahrausbildung und Unterstützungspotenziale neuer Medien**

Gefahrenlehre (resp. Gefahrenwahrnehmung) stellt sowohl in der theoretischen als auch praktischen Fahrausbildung eine feste Größe dar (vgl. LAMSZUS, 2000; FAHRSCHAUSBO, 2008). Während in der theoretischen Ausbildung die Vermittlung der für die Gefahrenwahrnehmung erforderlichen deklarativen Wissensgrundlage dominiert, zielt die fahrpraktische Ausbildung auf die Ausführung und Übung der Fertigkeit im realen Anwendungskontext ab. Augenfällig ist jedoch, dass auf diese Art der mehrstufige Prozess des Fertigkeitserwerbs (vgl. ANDERSON, 1982) nur unvollständig abgedeckt werden kann. Während in Bezug auf die erste Stufe des Fertigkeitserwerbs vor allem die individuelle aktive Auseinandersetzung mit dem Stoff nur begrenzt ermöglicht werden kann, hängt die Qualität der Anwendung von Fertigkeiten im realen Verkehrskontext größtenteils von vorgefundenen Gegebenheiten ab, wodurch ein systematischer Kompetenzerwerb erschwert wird. Schwerer wiegt jedoch die geringe didaktische Verzahnung der beiden Ausbildungsteile, weshalb der Transfer des erworbenen theoretischen Wissens in den Anwendungskontext nur wenig unterstützt wird. Eine schrittweise Prozeduralisierung und Komposition (d.h. Zusammensetzung) der zur Gefahrenwahrnehmung gehörenden Teilfertigkeiten kann so kaum stattfinden bzw. ist vom individuellen Geschick des Fahrlehrers abhängig.

Die Unterstützung der Gefahrenwahrnehmung ist ein aussichtsreicher Ansatzpunkt für die Optimierung der Fahranfängervorbereitung mittels neuer Lehr-Lerntechnologien. Neue Lehr-Lerntechnologien können eine effiziente Übung und Anwendung fahraufgabenrelevanter Fertigkeiten gewährleisten und darüber hinaus deren Übertragung in den realen Verkehrskontext erleichtern. Vor allem ermöglichen sie individuelle und vergleichsweise realitätsnahe Lernaktivitäten (hohe physische und funktionale Genauigkeit, vgl. WALLACE et al., 2005), ohne die mit deren Ausführung im realen Verkehrskontext verbundenen Risiken in Kauf nehmen zu müssen. Dies dürfte ein entscheidender Vorteil im Vergleich zur traditionellen Fahrausbildung sein. Nicht zu vernachlässigen ist darüber hinaus das adaptive Potenzial neuer Medien, Merkmale der Instruktion zeitnah an die aktuellen Voraussetzungen des Lerners (z.B. das Vorwissen) anpassen zu können, sowie die Ermöglichung zeitlich und räumlich flexiblerer Lernformen, die

auch im Alltag eine individuelle aktive Auseinandersetzung mit dem Lernmaterial unterstützen (vgl. WEISS et al., 2009).

Insbesondere in den frühen Phasen des Fertigkeitserwerbs kann eine Unterstützung des Lernprozesses bereits mit einem vergleichsweise geringen materiell-technischen Ressourcenaufwand (z.B. mit computerbasierten Lernanwendungen zur Selbstschulung) erfolgen, da für die Vermittlung der deklarativen Wissensbasis und der beginnenden Prozeduralisierung eine allzu große Realitätsnähe der Lernaktivitäten nicht erforderlich und auch nicht förderlich ist (vgl. WALLACE et al., 2005; WEISS et al., 2009). Eine bereits mit einfacheren computerbasierten Lernanwendungen mögliche, dem Wesen der Gefahrenwahrnehmung im realen Kontext entsprechende, Dynamisierung von Darstellungen und Interaktionen würde jedoch eine Bereicherung des traditionellen Lernprozesses darstellen und dürfte die Prozeduralisierung bzw. den weiteren Transfer des erworbenen Wissens erleichtern (vgl. WEISS et al., 2009).

### **Geeignete Klassifikationen von Fahr- und Verkehrskontexten**

Eine systematische Entwicklung problembasierter Lern- und Übungsangebote, welche die tatsächlichen Anforderungen in der späteren Praxis hinreichend thematisieren, erfordert die sorgfältige Analyse des zukünftigen Anwendungskontextes. Hierbei besteht die Aufgabe darin, die Gesamtmenge von Teilproblemen zu identifizieren, deren Bewältigung in der Praxis jeweils unterschiedliche Kompetenzen bzw. Handlungsstrategien erfordert. Im Hinblick auf die Bewältigung des Fahr- und Verkehrskontextes im Allgemeinen und der Gefahrenwahrnehmung im Besonderen war es sinnvoll, den Problemraum über typische Fahr- und Verkehrssituationen zu charakterisieren, in denen Gefahren potenziell entstehen können. Einschlägige Klassifikationen, die z.B. im Fahrschulwesen und dem Versicherungswesen zu finden sind, unterscheiden sich aufgrund ihres jeweiligen Einsatzzwecks teilweise gravierend und waren für unsere Zwecke in unterschiedlichem Maße zielführend. Folgende Dimensionen und Kategorien konnten aus unserer Sicht dazu beitragen, den Problemraum „Gefahrenwahrnehmung im Fahr- und Verkehrskontext“ angemessen abzubilden:

- unterscheidbare Fahraufgaben, in deren Kontext Gefahren auftauchen können,
- unterscheidbare Verkehrswege, auf denen Gefahren auftauchen können,
- unterscheidbare Gefahrenquellen,
- unterschiedliche „Expliziertheit“ von Gefahren.

### Fahraufgaben und Verkehrswege:

Ausgehend vom 3-Ebenen-Modell der Fahrzeugführungsaufgabe (vgl. MICHON, 1985) haben FASTENMEIER und GSTALTER die Navigations- und Stabilisierungsaufgaben zu einer Grundfahraufgabe zusammengefasst. In allen Situationen einer Fahrt sind diese zu bewältigen und deshalb als eine Art Daueraufgabe anzusehen (FASTENMEIER & GSTALTER, 2002). Dies beinhaltet auch die Steuerung der selektiven Aufmerksamkeit, welche durch die visuelle Kontrolle des Fahrkorridors inklusive Gegenverkehr, die Suche nach möglichen Gefahren, das Sichern nach hinten, die Kontrolle der Verkehrsregelung, das Beachten und Einhalten von Vorschriften sowie das Ignorieren von Ablenkungen gekennzeichnet ist (FASTENMEIER & GSTALTER, 2002). Die Parallelen zu den Teilfertigkeiten der Gefahrenwahrnehmung und zur Situationsbewusstheit (siehe oben) sind hierbei unverkennbar. Je nach konkreter Fahr- und Verkehrssituation werden an diese Fertigkeiten jedoch unterschiedliche Anforderungen gestellt, weshalb es auf der Bahnführungs- bzw. Manöverebene notwendig ist, zwischen verschiedenen Fahraufgaben zu unterscheiden:

- Fahraufgaben im Längsverkehr (mit den Unteraufgaben Freies Fahren, Vorwegfahren, Hinterherfahren, Vorweg- und Hinterherfahren, Überholen, Überholt werden, Kolonnenfahren, Stop and go)
- Fahraufgaben im kreuzenden Verkehr (mit der grundsätzlichen Unterscheidung zwischen Annäherung und Befahren sowie der Spezifizierung der Fahrtrichtung in Geradeaus, Rechtsabbiegen, Linksabbiegen und Wenden)

Je nachdem, auf welchen Verkehrswegen diese Fahraufgaben anfallen, lassen sich diese noch weiter spezifizieren, wobei aus unserer Sicht nicht jede der vorgeschlagenen Klassen (vgl. FASTENMEIER & GSTALTER, 2002) eine im Hinblick auf die Gefahrenwahrnehmung relevante Differenzierung darstellte. Für unsere Zwecke reichte die folgende Unterteilung aus:

- 1 Fahrbahn (ein-, zwei- oder mehrspurig)
- 2 Fahrbahnen (ein-, zwei- oder mehrspurig)

Weitere Unterscheidungen der Verkehrswege im Hinblick auf Verlauf (gerade, Rechts- oder Linkskurven), Belag, Fahrbahntrennung, kreuzende oder einbiegende Straßen, Verkehrszeichen und Regelungen, Beparkung sowie den Gesamtkontext (Innenstadt, Wohngebiet, ländlicher Raum etc.) sind möglich und teilweise auch sinnvoll, um zweckmäßige Entscheidungen bezüglich potenzieller Übungsszenarien treffen zu können.

### Gefahrenquellen:

Unabhängig von den Fahraufgaben und Verkehrswegen kann das Gefahrenpotenzial von Fahr- und Verkehrssituationen auf unterschiedliche Quellen zurückgeführt werden:

- andere Verkehrsteilnehmer (weitere Unterscheidung nach PKW, LKW, Kräder, Fahrräder, Fußgänger, Sonderfahrzeuge/öffentlicher Nahverkehr etc.)
- Fahrbahnverlauf und -beschaffenheit
- Witterungs- und Sichtbedingungen

Insbesondere der erste Punkt sollte in einem Lern- und Übungsangebot hinreichend differenziert thematisiert werden, da jede der dort aufgeführten Gefahrenquellen über spezielle Eigenheiten verfügt, deren Kenntnis eine frühzeitige Gefahrenerkennung bzw. ein angemessenes Verhalten erleichtert. Demgegenüber stellen die beiden anderen Punkte (wenn man von Gefahren aufgrund von Fahrfehlern absieht) eher gefahren- bzw. risikosteigernde Faktoren als eigenständige Gefahrenquellen dar.

### Expliziertheit von Gefahren:

Von besonderer Relevanz für vorausschauendes Fahren (d.h. die frühzeitige Erkennung/Antizipation potenzieller Gefahren) ist die Frage, wie deutlich und explizit jeweils erkennbar ist, dass es zu einer Gefährdung kommen wird bzw. kommen könnte. BIERMANN (2007) schlägt diesbezüglich folgende Unterscheidung vor:

- Situationen mit diffusen Gefahrenhinweisen (Eingrenzung des Blickfeldes/Verdeckungen, Anwesenheit bestimmter Verkehrsteilnehmer, z.B. Kinder oder Fahrräder, Gesamtkontext, z.B. Wohngebiet oder Spielstraße, Anzahl der Verkehrsteilnehmer),
- wenig explizite Gefahren (konkreter Reiz, der Ankündigungspotenzial hat und für sich noch keine Gefahr darstellt, z.B. Ball, der auf die Straße rollt, bremsendes Fahrzeug, welches in der Kolonne weiter vorn fährt, etc.) und
- explizite Gefahrenhinweise (konkrete Gefahr, z.B. Kind, dass auf die Straße läuft, Fahrzeug, welches unmittelbar von einem bremst, etc.)

Während auf explizite Gefahren nur reagiert werden kann und die Bewältigung der Situation vor allem von der Reaktionsgeschwindigkeit abhängt, kann die Wahrnehmung von diffusen und wenig expliziten Gefahrenhinweisen (deren Kenntnis vorausgesetzt) den Fahrer bereits in eine Art Handlungsbereitschaft versetzen und ein angemessenes Verhalten bei Auftreten einer konkreten (expliziten)

Gefahr deutlich erleichtern. Bezeichnender Weise sind diffuse und wenig explizite Gefahrenhinweise meist dort zu finden, wo Fahranfänger in der Regel nicht hinschauen: in entfernten Bereichen sowie weit rechts und links vom Fahrzeug.

Eine ähnliche Unterteilung von Gefahrensituationen legten PRADHAN, FISHER und POLLATSEK (2006) einem computerbasierten Lernangebot zugrunde, welches insbesondere für die Vermittlung eines angemessenen Blickverhaltens konzipiert wurde. Sie unterschieden zwischen a) Obstruction (Verdeckungen relevanter Informationen), b) Sign Ahead (als Hinweisreiz für eine verdeckte potenzielle Gefahrenstelle) und c) Visible Pedestrian/Vehicle (vermeintlich unvorhersehbares Verhalten von sichtbaren Verkehrsteilnehmern). Die Evaluation des Programmes ergab, dass in Bezug auf alle drei Kategorien von Gefahrensituationen Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe zu verzeichnen waren. Am deutlichsten war der Unterschied in Bezug auf die letzte Kategorie. Auch dieser Befund spricht für die Bedeutung angemessenen Blickverhaltens für vorausschauendes Fahren.

### **Einschlägige Anwendungen und Autorenwerkzeuge**

Es wurde bereits eine Vielzahl von Versuchen unternommen, wirksame Lern- und Trainingsangebote für die Vermittlung der Fähigkeit zur Gefahrenwahrnehmung zu entwickeln. Diese fokussieren teilweise auf verschiedene Aspekte der Gefahrenwahrnehmung und unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der verwendeten Medien, sondern zudem auch in Bezug auf die zugrundeliegenden didaktischen Strategien (vgl. KUIKEN & TWISK, 2001; HORSWILL & MCKENNA, 2004; BIERMANN, 2007). Computerbasierte Anwendungen wurden bisher vorwiegend für Untersuchungszwecke entwickelt und stammen unter anderem von:

- CHAPMAN, UNDERWOOD und ROBERTS (2002), die speziell visuelle Suche thematisierten und dabei auf kommentierte Videosequenzen und Tracking-Aufgaben bei halber Geschwindigkeit setzten,
- MCGOWAN und BANBURY (2004), die ihr Hazard-Perception-Training im Sinne des Situation-Awareness-Modells von ENDSLEY (1995) konzipierten,
- PRADHAN et al. (2006), welche die Lerner im Rahmen ihres Risk-Awareness-And-Perception-Trainings (RAPT) unter Zeitdruck Serienbilder bearbeiten lassen und dabei sche-

matistische Darstellungen der Szenarien aus der Vogelperspektive verwenden.

Zudem existiert eine kleine Anzahl professioneller Produkte für die Unterstützung der Fahranfängervorbereitung, so etwa:

- DriveSmart (REGAN, TRIGGS & GODLEY, 2000), welches erfolgreich im australischen Bundesstaat Victoria eingesetzt wird,
- CDDrives (University of Waikato), welches für Fahranfänger in Neuseeland kostenlos erhältlich ist,
- Shift2ndGear (MCLEOD, 1999), welches im Bundesstaat New South Wales zum Einsatz kommt und neben Gefahrenwahrnehmung und Aufmerksamkeitskontrolle primär auf die Vermittlung angemessener Einstellungen fokussiert.

Im Hinblick auf die praktische Umsetzung des im Rahmen dieses Projekts geplanten Lernangebots und dessen Evaluation wurden von uns einige der hier aufgeführten Anwendungen näher analysiert. Primäres Ziel war hierbei, unsere theoriebasierten Vorstellungen bezüglich einer didaktisch sinnvollen Herangehensweise mit bereits existierenden Umsetzungen abzugleichen, auf deren praktische Umsetzbarkeit hin zu überprüfen und mögliche Beschränkungen bereits im Vorfeld zu erkennen (für die Ergebnisse der Analysen siehe Kap. 2.2).

Schwieriger gestaltete sich die Suche nach einschlägigen Autorentools, mittels derer das geplante computerbasierte Lernangebot konkret umgesetzt werden konnte. Da Szenarien, die für den Einsatz in Fahrsimulatoren erstellt werden, in den meisten Fällen auch für herkömmliche PC zu verwenden sind, schienen die entsprechenden Autorentools zumindest prinzipiell für unsere Zwecke geeignet. Allerdings werden solche Programme entweder nur im Zusammenhang mit dem Kauf eines Fahrsimulators vertrieben, erfordern immense zeitliche Ressourcen oder stellen nur ansatzweise die Funktionalitäten zur Verfügung, welche für die Umsetzung unserer Vorstellungen erforderlich gewesen wären. Anders verhält es sich mit dem „Vicom-Editor“, der von der Arge tp21 (TÜV/Dekra Dresden) im Rahmen der Revision der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung entwickelt wurde und über vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung von Verkehrsszenen verfügt. Eine Einschränkung der benutzerfreundlichen Software besteht jedoch darin, dass sie ausschließlich für die Herstellung von Videosequenzen konzipiert wurde und keine Möglichkeiten der Gestaltung und Anbindung lernförderlicher Interaktionen offeriert. Insbesondere die Ermöglichung von Interaktionen mit größerer Realitätsnähe (z.B. Steuerung der Video-

sequenzen mittels Maus, Tastatur, Controller oder PC-Lenkrad) ist deshalb mit einem großen Aufwand verbunden und in der Umsetzung sehr umständlich, da hierfür zusätzliche Anwendungen erforderlich sind. Daher scheint die Nutzung des Vicom-Editor ausschließlich für Lernangebote sinnvoll, für die eine geringere Realitätsnähe des Interaktionsformats akzeptabel ist.

Für die Zusammenführung der einzelnen Bestandteile (wie Präsentationen, Übungsszenarien oder Instruktionen) zu einem kompakten Lernangebot, welches zudem die für Untersuchungszwecke erforderliche Erhebung von Daten über die Lerner/Probanden ermöglicht, kamen herkömmliche Webseiteneditoren wie „Dreamweaver“ oder „Flash“ in Frage. Diese verfügen über die notwendigen Funktionalitäten und ermöglichen zudem die Anbindung an eine Datenbank. Letztere ist sowohl zur Erhebung und Speicherung von Lernerdaten als auch für die Generierung lernerspezifischer instruktionaler Ereignisse (z.B. fehlerspezifisches Feedback, Statistiken etc.) erforderlich.

Die Präsentation des Lernprogramms im Rahmen der Untersuchung konnte über einen herkömmlichen Webbrowser erfolgen, erforderte aber zudem die Anbindung an einen Webserver.

### 2.1.3 Zwischenfazit und Konsequenzen für das weitere Vorgehen

Entsprechend unserer Recherchen stellten Gefahrenwahrnehmung im Allgemeinen und Informationssuche im Besonderen Kompetenzen dar, auf deren Vermittlung das im Rahmen des Projektes zu erstellende und zu evaluierende Lernangebot sinnvollerweise abzielen konnte. Diese Fertigkeiten sind zwischen Fahranfängern und erfahrenen Fahrern sehr unterschiedlich ausgeprägt und durch systematisches Training verbesserbar. In der aktuellen Fahrausbildungspraxis wird der Gefahrenwahrnehmung im Zuge der Gefahrenlehre eine große Bedeutung beigemessen, jedoch könnte der Kompetenzerwerb durch die Nutzung neuer Lehr-Lerntechnologien weiter optimiert werden. Es ist davon auszugehen, dass bereits PC-basierte Anwendungen, die einen vergleichsweise geringen materiell-technischen Ressourcenaufwand erfordern, einen messbaren Kompetenzzuwachs bewirken. Da die traditionelle Fahrausbildung zumindest einen Teil des idealtypischen Erwerbsprozesses der Gefahrenwahrnehmung gewährleistet, sollte das Ziel darin bestehen, ein computerbasiertes Lernangebot zu schaffen, welches sich in die aktuelle Fahrausbildungspraxis integrieren lässt und noch fehlende Elemente des mehrstufigen Prozes-

ses beisteuert. Dies könnte ein problembasiertes, realitätsnahes Übungsangebot leisten, da insbesondere die individuelle Übung und Anwendung der Gefahrenwahrnehmung im Rahmen der bisherigen Praxis nur begrenzt möglich ist. Gebunden ist dies an die systematische Konfrontation der Lerner mit Übungsszenarien, welche jeweils typische Teilprobleme der Gefahrenwahrnehmung im Straßenverkehr darstellen. Eine hilfreiche Klassifikation zur Identifikation solcher Teilprobleme wurde in der Unterscheidung von Gefahrensituationen je nach „Expliziertheit“ der Gefahrenhinweise gesehen (vgl. BIERMANN, 2007), die insbesondere in Bezug auf die Vermittlung des vorausschauenden Fahrens von Bedeutung ist. Weitere relevante Klassifikationen, die als Orientierung für die konkrete Gestaltung einschlägiger Übungsszenarien dienen könnten, betreffen die unterschiedlichen Arten von Fahraufgaben, Verkehrswegen und Gefahrenquellen (vgl. FASTENMEIER & GSTALTER, 2002). Für die praktische Umsetzung der Lernmaterialien und Übungsszenarien sowie der damit verbundenen didaktischen Entscheidungen boten sich a) der Vicom-Editor und b) Dreamweaver oder Flash an. Die Präsentation des Lernangebots konnte über einen herkömmlichen Webbrowser (z.B. Mozilla Firefox, MS Internet Explorer) erfolgen.

## 2.2 Sichtung vorhandener Lehr-Lernmedien

### 2.2.1 Vorüberlegungen

Zweck der Sichtung vorhandener Lehr-Lernmedien war es, Anwendungen zu identifizieren, die ähnliche Zielstellungen wie die in Kap. 2.1 formulierten verfolgen. Diese Anwendungen sollten als Informationsquelle in Bezug auf die inhaltliche, aber auch technische Umsetzung eines möglichen Trainingsprogramms dienen. Konkrete Anregungen wurden vor allem in Bezug auf die inhaltliche Gestaltung der Videosequenzen, zugrunde liegende didaktische Strategien sowie mögliche Frage- und Antwortformate erwartet. Die Ergebnisse der aktuellen sowie im Rahmen des Vorläuferprojektes durchgeführten Recherchen (vgl. Kap. 2.1; WEISS et al., 2009) dienten hierbei als Ausgangsbasis. Zur Einschätzung der Relevanz der verfügbaren Lehr-Lernmedien wurden die im Bericht zum Vorläuferprojekt dargestellten Anwendungen einer erneuten Überprüfung unterzogen. Als nützlich im Rahmen des aktuellen Projektes wurden folgende Anwendungen identifiziert: CDDrives (Neuseeland), DriveSmart (Australien) und RAPT3 (USA). Diese Programme sollen im Folgenden genauer betrachtet werden. Dargestellt werden dabei vor allem dieje-

nigen Aspekte, die für die Erstellung der multimedialen Anwendung von Relevanz sind.

### 2.2.2 Darstellung der Ergebnisse

#### CDDrives

CDDrives wurde an der University of Waikato (Neuseeland) entwickelt. Die Software ist ein Element des „Practice programme“, einer gemeinsamen Initiative einer Verkehrsbehörde und dem gesetzlichen Unfallversicherer in Neuseeland. Fahranfänger können ein kostenfreies „Practice package“ anfordern, in dem CDDrives enthalten ist. Thematisiert wird in erster Linie das richtige Blickverhalten. Das Programm gliedert sich in fünf Module, in denen jeweils leicht modifizierte Aufgabenstellungen zu bewältigen sind. Eine experimentelle Überprüfung der Wirksamkeit des Trainings erfolgte bislang nicht. Auch die angestrebte Evaluation des Programms ist nach Aussage der Autoren bisher nicht erfolgt.

#### Material:

CDDrives nutzt Videosequenzen aus dem Realverkehr. Enthalten sind sowohl Clips aus dem Stadt- als auch aus Überland- sowie Autobahnverkehr, Szenen im Tageslicht und bei Nacht. Insgesamt sind in der Anwendung knapp 80 Videosequenzen enthalten, wobei einige wenige mehrfach genutzt werden. Eingebettet sind diese Sequenzen in ein virtuelles Cockpit, in dem Spiegel (kleinere Videoausschnitte) sowie ein Geschwindigkeitsanzeiger (animiert) dargestellt sind. Im unteren Bereich des Cockpits wird die jeweilige Fragestellung (und ggf. Antwortalternativen) dargeboten. Ebenfalls sichtbar sind ein Fortschrittsbalken sowie ein Steuerelement für die Hintergrundmusik (als motivationaler Faktor).

#### Gestaltung der Instruktionen:

Instruktionen und Erläuterungen sind in CDDrives eher kurz gehalten. Informationen werden zu Beginn eines jeden Moduls von mittels Flash animierten Charakteren vermittelt. Es wird kurz auf die zu trainierenden Fertigkeiten bzw. die folgenden Aufgaben eingegangen. So wird beispielsweise eine kurze Erläuterung der Unterschiede gegeben, die es zwischen Novizen und Experten in Bezug auf die Blickverteilung im Straßenverkehr gibt, um entsprechenden Übungsbedarf abzuleiten. Ansonsten erfolgt die Wissensvermittlung allerdings eher implizit innerhalb der jeweiligen Trainingsitems.

#### Gestaltung der Abfragen:

Ein Teil der Abfragen erfolgt im Multiple-Choice-

Format. Dazu wird das Video gestoppt und es werden vier Antwortalternativen vorgegeben. Es gibt jeweils nur eine richtige Antwort. Teilweise werden für diese Abfragen Teile des Standbildes unkenntlich gemacht (z.B. Spiegel, Windschutzscheibe). Ein anderes Format wird für die Erkennung von Gefahrenherden in den Sequenzen eingesetzt. Hier werden die Clips kurz angehalten, und der Teilnehmer markiert per Mausclick alle Elemente im Standbild, die nach seiner Meinung eine Gefahr darstellen könnten. Eine weitere Variante, die für die Erkennung von Gefahrenherden genutzt wird, ist das Anklicken der kritischen Elemente im laufenden Video. Ebenfalls enthalten sind Items, die denen des Hazard Perception Tests (HPT) ähneln. Hier soll in einer Sequenz geklickt werden, sobald ein Eingreifen erforderlich scheint. Allerdings wird hier, im Gegensatz zum HPT, die Szene im Moment des Klickens angehalten, und es wird eine Multiple-Choice-Frage dargeboten, in der in bewährter Form aus vier Antwortalternativen diejenige ausgewählt werden soll, die die Notwendigkeit des Eingriffs begründet.

#### Gestaltung des Feedbacks:

Eine Rückmeldung erfolgt bei Multiple-Choice-Aufgaben unmittelbar nach Beantwortung der Frage. Bei Falschantworten wird die korrekte Lösung angezeigt. Für Items, in denen eine Markierung von Gefahrenherden gefordert wird, erfolgt ebenfalls eine unmittelbare Rückmeldung. Hier werden im Standbild die relevanten Objekte markiert, so dass ein Abgleich der eigenen Markierung und der vorgegebenen Lösung erfolgen kann. Begründungen erfolgen nicht. Beim Anklicken der kritischen Elemente in der laufenden Videosequenz erfolgt die Rückmeldung über Töne - wurde auf ein kritisches Element geklickt, erfolgt ein entsprechendes akustisches Feedback, beim Anklicken eines unkritischen Objektes ertönt ein anderes Signal, welches auf einen Fehler hinweist. Zudem wird zum Ende der jeweiligen Sequenz rückgemeldet, wie viele der enthaltenen Gefahrenherde identifiziert wurden. In jedem der Itemformate ist eine Wiederholung der Videosequenz (nach Abgabe einer Antwort) durch den Teilnehmer möglich. Zudem erfolgt bei Fehlern in der Regel eine obligatorische Wiederholung der Sequenz, allerdings ohne erneute Abfrage. Ein generelles Feedback erfolgt auch nach Abschluss eines jeden Übungsmoduls - hier wird der Prozentsatz an richtig gelösten Items ausgegeben.

#### DriveSmart

DriveSmart wurde vom Monash University Accident Research Centre (MUARC, Australien) im Auftrag der Transport Accident Commission (TAC)

entwickelt. Die CD kann von Fahranfängern im australischen Bundesstaat Victoria seit 2000 kostenfrei angefordert werden. Besonderer Schwerpunkt des Trainings sind die Schlüsselbereiche „risk perception“ (Gefahrenwahrnehmung), „attentional control“ (Aufmerksamkeitssteuerung), „timesharing“ (Aufmerksamkeitsverteilung bei mehreren Aufgaben) und „calibration“ (Anpassung der Aufgabenschwierigkeit an das eigene Leistungsvermögen) (TRIGGS & REGAN, 1998). Diese Bereiche wurden aus Untersuchungen zur Unfallbeteiligung junger Fahrer abgeleitet (TRIGGS, 1994).

#### Material:

In DriveSmart wird, ebenso wie in CDDrives, mit Videosequenzen aus dem Realverkehr gearbeitet. Enthalten sind auch hier sowohl Clips aus dem Stadt- als auch aus Überland-/Autobahnverkehr, Szenen im Tageslicht und bei Nacht. Insgesamt sind knapp 90 Videosequenzen enthalten. Eingebettet sind diese Sequenzen in ein virtuelles Cockpit, in dem Spiegel (kleinere Videoausschnitte) sowie ein Geschwindigkeitsanzeiger (animiert) dargestellt sind. Im unteren Bereich des Cockpits wird die jeweilige Fragestellung (und ggf. Antwortalternativen) dargeboten. Fortschritte werden zwischen den Clips bzw. im Hauptmenü dargestellt. In einem inhaltlich und gestalterisch abweichenden Modul wird zusätzlich versucht, verteilte Aufmerksamkeit über eine stark vereinfachte Simulation zu trainieren. Da dieses Modul als nicht relevant für die primären Zielstellungen des Projektes erachtet wird, wird im Folgenden nicht näher darauf eingegangen.

#### Gestaltung der Instruktionen:

Allgemeine Instruktionen werden in DriveSmart von zwei menschlichen Charakteren (per Video) vermittelt. Vor Beginn eines jeden Lernmoduls wird ausführlich auf die jeweilige Zielsetzung eingegangen. Zusätzliche Erklärungen und Erläuterungen erfolgen auditiv vor jedem Item.

#### Gestaltung der Abfragen:

Eine Variante der Abfrage ist die Markierung relevanter bzw. kritischer Objekte im Standbild der gestoppten Videosequenz. Eine weitere Variante sind Multiple-Choice-Abfragen. Teilweise werden dazu Bildschirmbereiche unkenntlich gemacht, um Abfragen über aktuell im Bild vorhandene Elemente zu ermöglichen. Eine weitere Variante sind Abfragen, in denen zunächst ein Abstoppen des Videos bei kritischen Situationen gefordert wird, bevor es zu Multiple-Choice-Abfragen kommt. Zum Einsatz kommen auch Abbildungen der Verkehrssituation aus der Vogelperspektive, in denen die Anordnung der in der gestoppten Situation vorhandenen Ver-

kehrsteilnehmer nachvollzogen werden soll.

#### Gestaltung des Feedbacks:

Es erfolgt ein Feedback unmittelbar nach Eingabe der Antworten. Es werden jeweils die richtigen Lösungen angezeigt. Zudem erfolgen ausführliche verbale Begründungen (audio) zu jeder Lösung. Zusätzlich dazu werden die Sequenzen vom Standbild aus fortgesetzt bzw. wiederholt, um den (weiteren) Verlauf der Situation zu zeigen und so ggf. auf kritische Ereignisse hinzuweisen. Das Feedback erfolgt dabei unabhängig von der gegebenen Antwort - die Erläuterungen und die Fortsetzung des Clips erfolgen sowohl bei richtigen als auch falschen Antworten. Generell wird zwar ein Punktestand für die erbrachte Leistung erfasst. Dieser hat jedoch (für die videobasierten Module) keinen Einfluss auf den Fortgang des Trainings. Der Punktestand ist zudem lediglich im Hauptmenü abrufbar.

#### **RAPT3**

Beim „Risk Awareness and Perception Training“ (RAPT) handelt es sich um eine experimentelle Applikation. Die Entwicklung wurde an der University of Massachusetts (USA) geleistet. Die aktuelle Version (RAPT3) der Software ist auf der Homepage des „Human Performance Laboratory“ der Universität als Download verfügbar. Eine kommerzielle Umsetzung ist bislang nicht geplant.

#### Material:

Bei RAPT3 werden Serienbilder als Lehrmaterial genutzt. Die Fotos sind Aufnahmen aus Fahrerperspektive, in der Regel ist kein Cockpit erkennbar, auch Spiegel sind nicht dargestellt. In einigen Fällen sind zusätzlich Fotos verfügbar, die eine Sicht einfangen, die im Falle eines Blickes zur Seite bzw. eines Schulterblickes zu sehen wäre. Insgesamt sind neun Fotoserien enthalten, die in drei Abschnitten jeweils einmal gezeigt werden. Der erste Abschnitt (Pre-Test) dient zur Erfassung der Leistungsfähigkeit der Teilnehmer ohne Training. Im zweiten Abschnitt erfolgt das Training, im dritten schließlich eine erneute Testung (Post-Test), in der Veränderungen zwischen Pre- und Post-Phase erkennbar werden sollen.

#### Gestaltung der Instruktionen:

Instruktionen werden als geschriebener Text dargeboten. Szenen werden von einem Überblicksbildschirm eingeleitet, in dem eine Sicht aus Vogelperspektive auf die nachfolgende Situation dargestellt ist. Ergänzend wird kurz auf die jeweilige Fahraufgabe eingegangen (z.B. „In der folgenden Szene werden Sie die vorausliegende Kreuzung



geradeaus durchfahren“). Eine Wissensvermittlung erfolgt zunächst nicht (Pre-Test). Nachdem ein erster Durchgang an Serienbildern gezeigt wurde, werden die Szenen von ausführlicheren Erläuterungen zur jeweiligen Problematik begleitet (Training). Dies geschieht erneut anhand der Sicht aus Vogelperspektive. Diesmal jedoch werden verbale Hinweise zu möglichen Gefahrenquellen gegeben sowie für das Blickverhalten relevante Bereiche und Objekte erläutert. In der dritten Phase (Post-Test) schließlich werden wieder die Bildfolgen ohne weitere Erläuterungen dargeboten.

#### Gestaltung der Abfragen:

In RAPT3 gibt es nur eine Form der Abfrage. Probanden sind aufgefordert, auf jedem der Bilder die Bereiche anzuklicken, auf die sie ihre Blicke konzentrieren würden. Der Bildverlauf erfolgt automatisch. Blickentscheidungen müssen entsprechend zügig erfolgen. In einigen Szenen kann über einen Klick auf die Ränder der Fotos ein Blick zur Seite bzw. ein Schulterblick ausgelöst werden.

#### Gestaltung des Feedbacks:

In RAPT3 erfolgt kein unmittelbares Feedback. Eine Rückmeldung über die Leistung erfolgt in der Trainingsphase nach dem kompletten Durchlauf einer Bildsequenz. Es wird lediglich angegeben, ob alle kritischen Bereiche markiert wurden oder nicht, fehlerspezifische Aussagen werden nicht gemacht. Im Falle einer fehlerhaften bzw. unvollständigen Bearbeitung erfolgt eine obligatorische Wiederholung der Übung, so lange, bis keine Fehler bzw. Auslassungen mehr auftreten. In Pre- und Post-Phase wird keinerlei Feedback gegeben.

### **2.2.3 Zwischenfazit und Konsequenzen für das weitere Vorgehen**

Aus den vorgestellten Programmen ließen sich diverse Hinweise für die Gestaltung einer multimedialen Lernumgebung zur Prüfung der Projektziele ableiten.

Zur Vermittlung und Einübung von Gefahrenwahrnehmung im Allgemeinen und Informationssuche (Blickverhalten) im Besonderen ist die Verwendung eines dynamischen Lernmaterials anzustreben. Obgleich die Nutzung von Serienbildern eine einfache und in der Umsetzung entsprechend kostengünstige Option darstellt, war in Anbetracht neuer technischer Möglichkeiten und ihrer Verbreitung die Nutzung von Videosequenzen zu favorisieren. Vor dem Hintergrund der relativ eng umrissenen Zielstellung des Trainingsprogrammes und davon abgeleiteten Aufgabenkategorien erschien jedoch we-

der eine Verwendung von Aufnahmen des Realverkehrs noch eine Inszenierung von Verkehrssituationen geeignet. Vielmehr war die dynamische Darstellung einschlägiger Situationen in einer kontrollierbaren Umgebung erforderlich, wie sie beispielsweise bei der Aufzeichnung von dynamischen Szenarien in Fahrsimulatoren gegeben ist. Ausgehend davon wurde eine computerisierte Erstellung des dynamischen Lernmaterials angestrebt.

In Bezug auf die instruktionale Gestaltung konnten verschiedene Merkmale als nützlich identifiziert werden. Die direkte, auditive Ansprache des Teilnehmers, sei es durch menschliche oder animierte Charaktere (sogenannte Avatare), ist von einem motivationalen Standpunkt aus betrachtet zweifellos sinnvoll (vgl. KELLER & SUZUKI, 1998; nach NIEGEMANN, HESSEL, DEIMANN, HOCHSCHEIDMAUEL, ASANSKI & KREUZBERGER, 2004). Zudem kann so gerade bei längeren Anweisungen eventuellen Problemen aufgrund mangelnder Lesefähigkeit begegnet werden. Im Rahmen des aktuellen Projektes erschien eine Umsetzung mit Avataren in einer ausreichenden Qualität jedoch nicht möglich. Zudem hätte sich eine zu starke Konzentration auf die Umsetzung der Instruktionen als problematisch bezüglich der Zielstellungen des Projektes erweisen können. Elaborierte instruktionale Strategien, die bis zu einem gewissen Grad auch in einem nicht-multimedialen Umfeld denkbar wären, könnten bereits positive Auswirkungen haben, die unabhängig von der multimedialen Umsetzung sind. Entsprechend wären eventuelle Effekte, die in nachfolgenden Untersuchungen gefunden werden, nicht klar der multimedialen Umsetzung des Lernangebotes zuzuschreiben gewesen. Stattdessen wurde eine textbasierte Anweisung präferiert, die in ihrer Komplexität auf die Fähigkeiten der Zielgruppe zugeschnitten ist.

Auch für die Gestaltung der Abfragen wurden diverse Umsetzungsmöglichkeiten identifiziert. Im Sinne einer relativ einfachen Implementierung erschien vor allem die Nutzung von Multiple-Choice-Abfragen geeignet, da diese Form der Frage bei Standbild und i.d.R. ohne Eingriff in das Bild selbst erfolgen kann. Zudem können einfache Items, die ausschließlich auf die Wahrnehmungs- bzw. Blickbewegungsebene abzielen (etwa zur Position von anderen Verkehrsteilnehmern), gleichermaßen eingebracht werden wie komplexere Fragen, die zusätzlich eine Interpretation der Verkehrssituation erfordern. Ebenso verhältnismäßig einfach umzusetzen ist die Markierung kritischer Bereiche im Standbild. Allerdings setzt die Einschätzung des Gefahrenpotenzials bereits eine Interpretation der Situation voraus. Entsprechend erfordert die richtige Lösung eines solchen Items auch ein tieferes Ver-

ständnis der Situation, als es beim bloßen Lokalisieren anderer Verkehrsteilnehmer der Fall wäre. Derartige Abfragen könnten im bereits erwähnten Vogelperspektive-Format realisiert werden, in dem z.B. andere Fahrzeuge bestimmten Slots in einer Draufsicht der Fahrsituation zugeordnet werden müssen. Allerdings erhöht eine solches Format den Aufwand bei der technischen Umsetzung. Deutlich zu aufwendig erschien eine Markierung kritischer Objekte im laufenden Video. In Anbetracht der Rahmenbedingungen des Projektes galt es, möglichst einfach zu realisierende Varianten umzusetzen. Aus diesem Grund wurden Multiple-Choice-Fragen (ggf. auch mit unkenntlich gemachtem Standbild) sowie Markierungen im Standbild als Abfrageformate favorisiert.

Bezüglich des Feedbacks ergaben sich verschiedene Varianten der Gestaltung. Eine Beschränkung auf zusammenfassende Rückmeldung ohne direkten Bezug zum einzelnen Item erschien aus didaktischer Perspektive ungenügend, um maximalen Lernerfolg zu erzielen (NARCISS, 2006). Als sinnvoll war in jedem Fall eine direkte Rückmeldung der Lösungsgüte anzusehen. Idealerweise sind solche Rückmeldungen mit einer möglichst detaillierten Begründung verknüpft, die ggf. je nach richtiger oder falscher Antwort angepasst ist. Um die Möglichkeiten einer multimedialen Umsetzung voll auszunutzen zu können, bot sich zudem die Darstellung möglicher Konsequenzen aus einer gewählten Antwortalternative in Form einer Fortsetzung der Videosequenz an. Inwieweit solche Fortsetzungen ebenfalls je nach ausgewählter Antwortalternative angepasst werden sollten, ist vor allem auch eine Frage des technischen Aufwands.

Insgesamt konnten viele relevante und nützliche Hinweise aus dem Studium der Anwendungen CD-DRives, DriveSmart und RAPT3 gewonnen werden. Dabei blieb, gerade mit Blick auf CDDrives und DriveSmart, allerdings immer zu bedenken, dass im Rahmen dieses Projektes keine marktfähige Applikation entwickelt werden sollte, sondern ein Instrument für die Überprüfung der Wirksamkeit multimedialer Trainings. Entsprechend war nicht jede Form der Umsetzung, die für ein komplettes Produkt sinnvoll erschien, im Rahmen des Projektes realisierbar. Ebenso wenig ist jedes in der Praxis erstrebenswerte Feature im wissenschaftlichen Sinne hilfreich bei der Auffindung und Einordnung möglicher Effekte. Dennoch wurde versucht, möglichst viele der als wichtig identifizierten Gestaltungsmerkmale in die zu entwickelnde Trainingsapplikation zu integrieren.

## 2.3 Konzeption einer Lernsoftware für die Gefahrenwahrnehmung

### 2.3.1 Vorüberlegungen

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Recherche und Sichtung vorhandener Lehr-Lernmedien ergaben sich folgende Schlussfolgerungen für die Erstellung einer Lernsoftware, welche die Potenziale neuer Lehr-Lerntechnologien zur Geltung bringt:

Ziel ist die Optimierung der Fahranfängervorbereitung durch die Intergration vergleichsweise ressourcenarmer neuer Lehr-Lerntechnologien. Thematisiert werden sollte eine Kompetenz, die bei Fahranfängern und erfahrenen Fahrern unterschiedlich ausgeprägt ist und deren Vermittlung in der aktuellen Fahrausbildungspraxis nur begrenzt möglich ist. Das *vorausschauende Erkennen von Gefahren* (resp. Gefahrenwahrnehmung) im Allgemeinen und *angemessene Informationssuche* im Besonderen stellen solche Kompetenzen dar. Da Teile des mehrstufigen Fertigkeitserwerbsprozesses im Rahmen der aktuellen Fahrausbildungspraxis abgedeckt werden können, sollte diese durch das multimediale Lernangebot nicht ersetzt, sondern ergänzt werden. Speziell sollte es darum gehen, die nur in Ansätzen unterstützte Prozeduralisierung des bereits vermittelten deklarativen Wissens zu ermöglichen und damit die Kluft zwischen Wissen und Können zu verringern. Da dies die individuelle Anwendung des Wissens und Ausführung der zu erlernenden Fertigkeiten erfordert, sollte der Grundcharakter des Lernangebots problem- und übungsbasiert sein. Die Vorteile neuer Lehr-Lerntechnologien liegen diesbezüglich in der möglichen Verwendung dynamischer Darstellungs- und Interaktionsformate, welche den Transfer des erworbenen Wissens und Könnens in den realen Anwendungskontext erleichtern, und einer (den Lernprozess individualisierenden) adaptiven Generierung von informativen Rückmeldungen der Lernleistung, die zumindest bis zu einem gewissen Grad den Charakter natürlicher Konsequenzen aufweisen können.

Ausgehend von den Befunden einschlägiger Studien, die eine auf den Nahbereich des eigenen Fahrzeugs beschränkte Informationssuche von Fahranfängern aufzeigten, sollten geeignete Übungsszenarien Gefahrenkontexte thematisieren, in denen potenzielle Gefahren bereits im Vorfeld durch die vorausschauende Einbeziehung von Informationen in entfernten Bereichen sowie links und rechts vom Fahrzeug erkennbar sind. Entsprechend der Klassifikation von BIERMANN (2007; vgl. Kap. 2.1.2) handelt es sich bei derartigen Informationen um „wenig explizite Gefahrenhinweise“, da diese noch keine konkrete und unausweichliche Gefahr signalisieren,

aber anzeigen, dass kurzfristig Änderungen des aktuellen oder geplanten Fahrverhaltens (Fahrrichtung und Geschwindigkeit) erforderlich sein könnten, um Kollisionen bzw. Unfälle zu vermeiden. Gefahrenhinweise sind in der Regel andere Verkehrsteilnehmer, die sich auf bestimmte Art und Weise verhalten, oder in den Verkehrsfluss eingreifende Objekte (z.B. Verkehrszeichen, Regeleinrichtungen, Baustellen).

Die Gestaltung eines reinen „Blicktrainings“ wurde als wenig zielführend angesehen, da sämtliche Teilaspekte der Situationsbewusstheit für gefährliche Situationen (entsprechend dem Verständnis von Gefahrenwahrnehmung) untrennbar miteinander verbunden sind (vgl. Kap. 2.1.2). Die Übungsinhalte sollten sich daher nicht nur auf die Perzeption, sondern auch das Verstehen und die Projektion von Informationen aus dem Verkehrsraum beziehen. Um einen systematischen Kompetenzerwerb zu ermöglichen, sollte zu Beginn des Lernprozesses das Training zunächst auf die Teilaspekte fokussiert werden, um diese im weiteren Verlauf zunehmend realitätsnah zu kombinieren. Zu beachten galt, dass diese Teilaspekte hierarchisch aufeinander aufbauen, d.h. die angemessene Projektion erfordert ein hinreichendes Verständnis, welches wiederum von Art und Menge der aufgenommenen Informationen abhängt. Dies sollte sich in der Dramaturgie des Lernangebotes widerspiegeln. Konsequenzen für die Gestaltung des Lernangebots ergaben sich zudem aus der Maßgabe, dass es sowohl um die Unterstützung des sogenannten nahen als auch fernen Transfers der erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten ging (vgl. WALLACE et al., 2005). Folgerichtig mussten die Lern- und Übungsszenarien sowohl Merkmale bzw. Schlüsselreize aufweisen, die sich auch in realen Anwendungskontexten widerspiegeln und dort trotz teilweise modifizierter Rahmenmerkmalen der Situationen (z.B. Witterungsbedingungen) wiederkannt werden (naher Transfer) als auch den Erwerb übergreifender Strategien ermöglichen, welche die Bewältigung neuartiger (d.h. sich von den Übungskontexten unterscheidender) Anwendungskontexte gewährleisten (ferner Transfer).

### 2.3.2 Aufbau und Gestaltung der Lernsoftware für das vorausschauende Erkennen von Gefahren

#### Allgemeine Struktur/didaktische Strategie

Das computerbasierte Lern- und Übungsangebot zur Gefahrenwahrnehmung wird in zwei durch eine Pause getrennten Lerneinheiten präsentiert und besteht aus folgenden Teilen:

1. Vorwissenstest
2. Wissensvermittlung
3. Übung und Anwendung

Die erste Lerneinheit setzt sich aus Vorwissenstest, Wissensvermittlung sowie dem ersten Teil der Übung und Anwendung zusammen. Der Fokus liegt dabei auf der Schulung von Teilkompetenzen des Situationsbewusstseins in gefährlichen Situationen (Wahrnehmung, Verständnis und Projektion). In der zweiten Lerneinheit sind die Übungen stärker auf die Kombination der Teilkompetenzen und die Ableitung von Verhaltenskonsequenzen ausgerichtet. D.h. die Anwendung des erworbenen Wissens wird auf realitätsnähere Art und Weise fortgesetzt.

Die gewählte Struktur spiegelt grob den prototypischen Prozess des Wissenserwerbs und die damit verbundenen Lehrfunktionen (vgl. BANNERT, 2000) wider und trägt zudem der Tatsache Rechnung, dass neue Informationen besser behalten und abgerufen werden können, wenn diese mit bereits existierenden Wissensbeständen (aktiviert über den Vorwissenstest) verknüpft werden. Da das Lernangebot auf die Unterstützung der Prozeduralisierung des Wissens abzielt, nimmt die Übung und Anwendung des Wissens naturgemäß den weitaus größten Raum ein und ist durch zunehmende Realitätsnähe gekennzeichnet (vgl. WALLACE et al., 2005). Durch die Generierung adaptiven, informativen Feedbacks wird der Charakter eines reinen, auf „Drill and Practice“ basierenden, Übungsprogrammes (vgl. BODENDORF, 1993) jedoch vermieden und die Lerner stattdessen zu umfassender Elaboration und einer damit einhergehenden tieferen Informationsverarbeitung angeregt. Damit ist gleichzeitig die individuelle Rückmeldung der erworbenen Kompetenzen an den Lerner (Lernerfolgskontrolle) gewährleistet, die einen essentiellen Bestandteil jedes Lernprozesses darstellt.

Die Bestandteile des computerbasierten Lernangebots zur Gefahrenwahrnehmung werden im Folgenden in der Reihenfolge ihres Auftretens während des Lernprozesses näher erläutert.

#### Vorwissenstest

Der Vorwissenstest setzt sich aus ausgewählten Fragen zur Gefahrenlehre der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung zusammen (23 Items) und verwendet eine computerbasierte Version der Theorieprüfung, die von der Arge tp21 (TÜV/Dekra Dresden) im Rahmen eines Projektes zur Optimierung der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung (TFEP) erstellt wurde. Diese besteht in einer Übertragung des amtlichen Fragenkatalogs auf den Computer und wird in verschiedenen Bundesländern bereits als obliga-

torische TFEP eingesetzt. Obwohl insbesondere die Items zur Gefahrenlehre über eine vergleichsweise geringe Trennschärfe zu verfügen scheinen, erlauben sie dennoch eine Überprüfung des für die Bearbeitung der Übungsszenarien relevanten Theoriewissens (Regeln, Verkehrszeichen etc.) bzw. sind dazu in der Lage, relevantes Vorwissen zu aktivieren. Für die Bearbeitung des Vorwissenstests, der aus untersuchungspraktischen Gründen nicht in die eigentliche Lernsoftware integriert ist, sind ca. 15 Minuten vorgesehen.

### Wissensvermittlung

Die Wissensvermittlung ist die erste Komponente der eigentlichen Lernsoftware. Deren Ziel ist sowohl das Aufzeigen der Relevanz der Lerninhalte (Motivierung zur Auseinandersetzung) als auch die Vermittlung fertigkeitsspezifischen Vorwissens, welches einen Teil der deklarativen Wissensbasis der im weiteren Verlauf anzuwendenden Fertigkeiten darstellt. Inhaltlich wurde diese Komponente an die einführende Instruktion der Lernsoftware „CD-Drives“ angelehnt und im Hinblick auf die von uns thematisierten Fertigkeiten erweitert. Die Wissensvermittlung besteht aus einer text- und abbildungs-


basierten Präsentation (siehe Bild 1). In dieser werden die Unterschiede zwischen Fahranfängern und erfahrenen Fahrern in Bezug auf das vorausschauende Erkennen von Gefahren veranschaulicht und Konsequenzen bezüglich angemessener Strategien der Informationssuche und -interpretation im Fahr- und Verkehrskontext erläutert. Letztere werden checklistenartig aufgeführt und als Vorgehensweise für die Bearbeitung der anschließenden Übungen explizit nahegelegt. Für die Bearbeitung dieser Programmkomponente sind ca. 10 Minuten vorgesehen.

### Übung und Anwendung

Im Anschluss an die Wissensvermittlung erfolgt die Übung und Anwendung des erworbenen Wissens, um dessen Prozeduralisierung zu unterstützen. Da die Übung und Anwendung der Kenntnisse zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren möglichst problembasiert und realitätsnah auf der einen und systematisch auf der anderen Seite erfolgen soll, mussten für die Gestaltung dieser Programmkomponente zahlreiche didaktische Entscheidungen getroffen werden:

Einführung in das vorausschauende Fahren

Objekte und Fahrzeuge in der Entfernung oder links und rechts vom Auto können sehr schnell das Geschehen in deiner unmittelbaren Nähe beeinflussen, z.B. den ...



... **PKW vor dir**, der plötzlich bremsen muss, weil eine **unberechenbare Oma** die Straße betreten hat oder eine Baustelle die Spur blockiert. Der Blick in Rück- und Seitenspiegel wiederum zeigt dir, ob du **selbst abbremsten musst** oder es möglich ist, das Fahrzeug vor dir **gefahrlos zu überholen**. Das kannst du aber eben nur entscheiden, wenn du jederzeit weißt, was um dich herum vorgeht.

**Natürlich kannst du nicht immer alles im Blick** und schon gar nicht im Kopf behalten! Die folgenden **Faustregeln** sollen dir dabei helfen, dennoch von Situation zu Situation die wesentlichen Informationen zu finden:

Zurück Weiter

Bild 1: Einführung in das vorausschauende Fahren

- Auswahl und Gestaltung geeigneter Verkehrsszenarien als Stimuli
- Gestaltung und Zuordnung der Frage- und Reaktionskomponenten
- Gestaltung und Zuordnung reaktionsspezifischer Rückmeldungen
- Festlegung einer sinnvollen Reihenfolge

Diese Schritte des Gestaltungsprozesses werden im Folgenden näher erläutert.

#### Auswahl und Gestaltung geeigneter Fahr- und Verkehrsszenarien:

Ausgangspunkt für die Auswahl und Gestaltung geeigneter Verkehrsszenarien stellte die Kombination prinzipiell unterscheidbarer Fahraufgaben (bei deren Ausführung Unfälle geschehen können) mit den von Fahranfängern vernachlässigten Blickbereichen (in denen sichtbare, aber wenig explizite Gefahrenhinweise zur Ankündigung potenzieller Unfälle auftauchen können) dar. Ausgehend von den Blickbereichen lassen sich so zwei grobe Kategorien potenzieller Gefahrensituationen unterscheiden:

- **Kategorie 1:**  
Gefahrensituationen, die durch Gefahrenhinweise im vertikal entfernten Bereich (Entfernung) angekündigt werden, wobei hinsichtlich einer angemessenen Reaktion jederzeit Rück- und Seitenspiegel im Blick behalten werden müssen. Typische Fahraufgaben umfassen den Längsverkehr mit den Unteraufgaben „Voraus- und Hinterherfahren“ und „Überholen“, „Überholt werden“ und „Vorbeifahren“.
- **Kategorie 2:**  
Gefahrensituationen, die durch Gefahrenhinweise im horizontal nahen und entfernten Bereichen (rechts und links) angekündigt werden, wobei auch hier hinsichtlich einer angemessenen Reaktion jederzeit Rück- und Seitenspiegel im Blick behalten werden müssen. Typische Fahraufgaben umfassen den Längsverkehr mit den Unteraufgaben „Voraus- und Hinterherfahren“ sowie Kreuzen mit den Unteraufgaben „Geradeaus“, „Rechtsabbiegen“ und „Linksabbiegen“ (Annähern und Befahren wird jeweils zusammengefasst).

Beide Kategorien sollten sich zu etwa gleichen Teilen in den Verkehrsszenarien widerspiegeln und bezüglich der dargestellten Fahraufgaben variieren. Da zu bewältigende Fahraufgaben unter anderem von der Spuranzahl abhängen, war dies gleichzeitig verbunden mit der systematischen Variation der Verkehrswege. Insbesondere ein- und zweispurige Strecken sollten in etwa gleichem Umfang vertreten

sein, da sich diese bezüglich möglicher Fahraufgaben und damit verbundener Anforderungen an den Fahrer unterscheiden.

Die Gestaltung der Verkehrsszenarien erforderte zudem Entscheidungen bezüglich der Art des konkreten Gefahrenhinweises (d.h. welche Verkehrsteilnehmer oder in den Verkehrsfluss eingreifenden Objekte dienen jeweils als Indikator für eine Gefahr) sowie weiterer Rahmenbedingungen des Fahr- und Verkehrskontextes (z.B. Verkehrsaufkommen, Streckenführung, baulicher Kontext). Um die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten einerseits zu festigen, andererseits aber auch deren flexible Anwendbarkeit unter variierenden Bedingungen zu gewährleisten, orientierten wir uns bei der Umsetzung weitestgehend an folgenden Prinzipien:

- Wiederholte Verwendung von Gefahrenhinweisen bei vergleichbaren Kontextmerkmalen (Fahraufgabe, Spurenanzahl, Rahmenbedingungen)
- Wiederholte Verwendung von Gefahrenhinweisen bei variierenden Kontextmerkmalen
- Variation des Gefahrenhinweises bei vergleichbaren Kontextmerkmalen

Die wiederholte Verwendung von Gefahrenhinweisen bei vergleichbaren Rahmenbedingungen und Anforderungen zielte in erster Linie auf die Unterstützung des nahen Transfers der erworbenen Fertigkeiten ab. Demgegenüber sollte über die Variation der Gefahrenhinweise bei gleichbleibenden und sich ändernden Verhaltensanforderungen sowohl der Aufbau übergreifender Strategien unterstützt werden (ferner Transfer) als auch für eine hinreichende Generalisierung und Differenzierung der Fertigkeiten gesorgt werden (Tuning).

Um den Lernenden ausreichend Zeit zu geben, sich in die Übungsszenarien hineinzufinden und zudem deren Realitätsbezug zu erhöhen, wurden die primär thematisierten Gefahrensituationen in umfassendere Episoden eingebettet, die durch ein lebendiges Verkehrsgeschehen ohne die Anforderungen zur Verhaltensänderung gekennzeichnet sind. Die Episoden haben deshalb eine Laufzeit von ca. 50 bis 70 Sekunden. Im Hinblick auf eine angemessene Realitätsnähe und die damit verbundene leichtere Übertragbarkeit der erworbenen Fertigkeiten in die Praxis wurden zudem sämtliche Fahr- und Verkehrsszenarien aus der Fahrerperspektive dargestellt (inklusive der im Cockpit vorhandenen Armaturen, Rück- und Seitenspiegel; siehe Bild 2). Die Umsetzung erfolgte in einem iterativen Prozess mit Hilfe des Vicom-Editors, wobei über den gesamten Gestaltungsprozess hinweg Expertenmeinungen von Fahrlehrern sowie



**Bild 2:** Darstellung der Verkehrsszenarien

im Bereich der Fahrschulpädagogik und -diagnostik tätiger Wissenschaftler eingeholt wurden, inwieweit die ausgewählten Szenarien relevanten Kontexten entsprechen und deren Umsetzung stimmig ist.

#### Gestaltung und Zuordnung von Reiz- und Reaktionskomponente:

Die Umwandlung der im Videoformat vorliegenden Verkehrsepisoden zu lernwirksamen Übungsszenarien erforderte die Gestaltung und Zuordnung einschlägiger Aufgaben- bzw. Fragestellungen (Reizkomponente) und Interaktionsmöglichkeiten (Reaktionskomponente). Von einer Verwendung dynamischer Interaktionen mit dem Lernmaterial (z.B. Tastendruck oder Mausklick, sobald Gefahrenhinweis auftaucht) wurde abgesehen, da deren praktische Umsetzung durch den verwendeten Szeneneditor nicht unterstützt wird. Die erforderliche Umsetzung dynamischer Interaktionen außerhalb des Editors hätte wiederum die zur Verfügung stehenden zeitlichen und personellen Ressourcen überstiegen. Es war jedoch davon auszugehen, dass allein die Verwendung dynamischer Darstellungen als Stimuli für die individuelle Übung und Auseinandersetzung zumindest in Bezug auf perzeptuelle und kognitive Fertigkeiten (wie die Gefahrenwahrnehmung) bereits einen hinreichenden Unterschied zur traditionellen Fahrausbildung darstellt, welcher die Potenziale neuer Lehr-Lerntechnologien zur Geltung bringt sollte. Um eine automatische Zuordnung von reaktions- und antwortspezifischen Rückmeldungen zu ermöglichen, fiel die Wahl auf gebundene Formate wie Multiple-Choice- und Markierungsaufgaben (siehe Bilder 3 und 4). Diese unterstützen zwar vorwiegend das Wiedererkennen (und weniger den freien Abruf) von Wissen, können aber bei innovativer Gestaltung und Auswahl der falschen Antwortoptionen (sogenannte Distraktoren) durchaus lernwirksam sein.



**Bild 3:** Fragestellung im Multiple-Choice-Format (im Beispiel: „Welcher der folgenden Aussagen würdest Du zustimmen? a) Ich muss mit dem Bremsen des vorausfahrenden Pkw rechnen; b) Ich kann nicht gefahrlos überholen; c) Es ist mit Fußgängern zu rechnen, die die Straße überqueren wollen; d) Der Bus verlässt gerade die Haltestelle“)

Die Inhalte möglicher Aufgaben- und Fragestellungen orientierten sich dabei an den Ebenen der Situationsbewusstheit, die um die Ebene „Verhaltenskonsequenzen“ erweitert wurden:

- Fragentyp 1 (Perzeption und z.T. Verständnis):  
Welches Tempolimit herrscht gerade? Welche Vorfahrtsregelung herrscht an dieser Stelle? Wo befinden sich von Dir aus gesehen andere Fahrzeuge?
- Fragentyp 2 (Verständnis und Projektion):  
Markiere die Bereiche, in denen sich wichtige Informationen befinden! Aus welchem Grund sind sie wichtig? Markiere die Bereiche, die Du im Auge behalten solltest! Aus welchem



**Bild 4:** Fragestellung als Markierungsaufgabe (im Beispiel: „Welche zwei Bereiche solltest Du hier besonders im Auge behalten? Markiere diese Bereiche direkt im Video!“)



Grund? Welchen der folgenden Aussagen würdest Du zustimmen? (Aussagen der gefährlosen Ausführbarkeit bestimmter Manöver oder der weiteren Entwicklung des Geschehens)

- Fragentyp 3 (Verhalten und Verständnis): Ist ein Eingreifen ins Verkehrsgeschehen erforderlich? Welche Reaktion ist angemessen? Warum?

Um pro Episode jeweils mehrere Aspekte der Situationsbewusstheit abdecken zu können, wurden diese in 3 bis 4 Sequenzen zerlegt, an deren Ende jeweils eine oder mehrere Fragen gestellt werden. Im Hinblick auf einen systematischen Aufbau der Teilfertigkeiten zur Gefahrenwahrnehmung wurde in der ersten Lerneinheit der Schwerpunkt auf Fragen des 1. und 2. Typs gelegt, während in der zweiten Lerneinheit ausschließlich die Fragen des 3. Typs gestellt wurden. Damit auch in der zweiten Lerneinheit bei jeder Verkehrsepisode Fragen zu mehreren konkreten Situationen gestellt werden konnten, war es (da Fragen des 1. und 2. Typs nicht gestellt werden konnten) im Gegensatz zur ersten Lerneinheit erforderlich, mehrere Gefahrensituationen in die Verkehrsepisoden zu integrieren. Während die Verkehrsepisoden in der ersten Lerneinheit also jeweils eine konkrete Gefahrensituation und mehrere gefahrenunspezifische Verkehrssituationen enthielt, war jede der Verkehrsepisoden der zweiten Lerneinheit durch zwei bis drei konkrete Gefahrensituationen derselben Gefahrenkategorie (siehe oben) gekennzeichnet.

Angesichts der generell hohen kognitiven Beanspruchung von Fahranfängern bei der Bewältigung des Straßenverkehrs (vgl. Kap. 2.1.2) sollte die Anhäufung von unspezifischem Wissen (Lernen „auf Vorrat“) vermieden und stattdessen der Situationbezug von Wahrnehmungsstrategien betont werden. Aus diesem Grund war zu gewährleisten, dass sich sämtliche Fragen auf Informationen bezogen, welche für das Erfassen der jeweiligen Gefahrenkontexte tatsächlich von Bedeutung sein könnten. Dies galt insbesondere für die Fragen des ersten Blocks, deren Bedeutung sich in der Regel erst im Rahmen der Bewältigung gefährlicher Situationen ergibt. Situationsunspezifische Fragen wurden lediglich aus didaktischen Gründen in die erste Lerneinheit integriert (z.B. um eine bestimmte Strategie für eine folgende Situation zu triggern oder zu veranschaulichen, wieviele Informationen uns normalerweise entgehen).

#### Gestaltung und Zuordnung reaktionsspezifischer Rückmeldungen:

Die Rückmeldungen sollten sowohl adaptiv als auch informativ sein (vgl. 2.3.1) und wurden je nach Lern-



**Bild 5:** Reaktionsspezifische Rückmeldung auf eine Markierungsaufgabe (im Beispiel: „Da hast Du die Situation nicht ganz richtig eingeschätzt. In der Fortsetzung der Szene wirst Du sehen, dass der vorausfahrende Pkw aufgrund des Gegenverkehrs anhalten muss (die anderen Gründe waren hier jedoch nicht entscheidend). Deshalb war es hier richtig, die Bereiche 'vorn Mitte' und 'vorn links' im Auge zu behalten.“)

einheit nach einem unterschiedlichen Muster gestaltet. In der ersten Lerneinheit (deren Schwerpunkt in der Übung der Teilkompetenzen liegt), bestehen die Rückmeldungen aus reaktionsspezifischen verbalen Kommentaren (siehe Bild 5), Aufforderungen zur Wiederholung von Sequenzen mit nochmaliger Beantwortung der Frage oder der Aufmerksamkeitsausrichtung in Bezug auf folgende Sequenzen. Je nach Ebene der Situationsbewusstheit wird dabei in unterschiedlichem Maße auf Wiederholung von Sequenzen (sinnvoller bei „Perzeption“) oder deren kommentierte Fortsetzung (sinnvoller bei „Verständnis“, „Projektion“ und „Verhaltenskonsequenzen“) gesetzt. In der zweiten Lerneinheit (deren Schwerpunkt in der verhaltensnahen Kombination der Teilkompetenzen liegt) bestehen die Rückmeldungen aus reaktionsspezifischen verbalen Kommentaren, welche in Bezug auf die Beantwortung der aufeinander aufbauenden Fragen des dritten Fragenblocks („Ist ein Eingreifen erforderlich?“, „Welche Reaktion ist angemessen?“, „Aus welchem Grund?“) zusammenfassend darstellen, inwieweit eventuelle Fehler bei der Bewältigung der Verkehrssituationen auf einen mangelnden Überblick über das Verkehrsgeschehen und/oder auf die unangemessene Auswahl von Handlungsalternativen zurückzuführen sind. Lediglich bei einem Nichterkennen der Notwendigkeit des Eingreifens (erste Frage) werden die entsprechenden Sequenzen wiederholt.

Um die in der Rückmeldung vermittelten Informationen bezüglich der in den Fragen thematisierten Aspekte von Verkehrssituationen realitätsnah zu veranschaulichen, schließen die Sequenzen der

Szenen prinzipiell nicht direkt aneinander an, sondern überlappen sich in der Regel um einige Sekunden. Dadurch wird ermöglicht, die gerade bearbeiteten Verkehrssituationen vor dem Hintergrund der neuen Informationen nochmals nachzuvollziehen.

Um den Status des Kompetenzerwerbs zu veranschaulichen und überprüfbar zu gestalten, wird pro Lerneinheit zudem eine Übersicht über die Qualität der bearbeiteten Übungsszenarien generiert, welche mit individuellen Ratschlägen für das weitere Vorgehen in Bezug auf die Übung mit der computerbasierten Lernanwendung bzw. der weiteren Fahrausbildung kombiniert sind.

#### Festlegung einer sinnvollen Reihenfolge:

Um eine angestrebte Gesamtlernzeit von 1,5 Stunden (ca. 45 Minuten pro Lerneinheit) nicht zu überschreiten, wurden insgesamt 26 Episoden ausgewählt (13 für jede Lerneinheit), wobei jede der Gefahrenkategorien (siehe oben) mit 6 bis 7 Episoden pro Lerneinheit vertreten ist. Da im Rahmen des Lernens und Übens mit der computerbasierten Lernanwendung zunächst grundlegende Strategien der Gefahrenwahrnehmung vermittelt und diese im weiteren Verlauf generalisiert und differenziert werden sollen, wurden die Episoden innerhalb jeder Lerneinheit nach folgendem Prinzip angeordnet:

1. 3 Episoden mit Gefahrenhinweisen im vertikal entfernten Verkehrsraum („Entfernung“)
2. 3 Episoden mit Gefahrenhinweisen im horizontal nahen oder entfernten Bereich („Rechts und Links“)
3. 7 Episoden, wobei die beiden Gefahrenkategorien abwechselnd thematisiert werden oder gemeinsam auftreten („Kreuz und Quer“)

Während die wiederholte Thematisierung derselben Gefahrenkategorie zu Beginn der Lerneinheit auf die Verinnerlichung der jeweils damit verbundenen Strategien der Informationssuche und -verarbeitung abzielt, soll deren durchmischte Präsentation im späteren Verlauf sowohl für die hinreichende Generalisierung und Differenzierung der Fertigkeiten als auch deren praxisorientierten Transfer sorgen.

Zusammenfassend sind in Tabelle 1 noch einmal die wesentlichen didaktischen Merkmale des Übungsteils und der darin verwendeten Verkehrsepisoden dargestellt.

#### **Kompilierung des Lernangebots und Layoutgestaltung**

Die Kompilierung sämtlicher Komponenten des computerbasierten Lernangebotes erfolgte unter der Maßgabe, ein übersichtliches Gesamtbild zu

entwickeln, in dessen Mittelpunkt die Darstellung der Übungsszenarien sowie der damit verbundenen Antwort- und Rückmeldungskomponenten stehen und wurde mittels „Adobe Flash“ umgesetzt. Das Augenmerk wurde hierbei ausdrücklich eher auf eine für die Evaluation des Lernangebots hinreichende Funktionalität als auf die Entwicklung einer marktfähigen Anwendung gelegt. Dies beinhaltet die Sequenzierung der Wissensvermittlung und der erstellten Szenen sowie deren Kombination mit den entsprechenden Fragen, Reaktionsfeldern und Rückmeldungen. Ebenso erforderte dies die Integration von allgemeinen Instruktionen zum Ablauf der Untersuchung und zur Nutzung des Lernmoduls sowie die Ermöglichung der Erhebung von Informationen über die Lerner.

## **2.4 Zusammenfassung Kapitel 2**

Auf der Basis umfangreicher Recherchen zu fahrkompetenzbezogenen Unterschieden zwischen Fahranfängern und erfahrenen Fahrern, dem idealtypischen Erwerb von fahraufgabenrelevanten Fertigkeiten, des aktuellen Curriculums der Fahrausbildung sowie Klassifikationsmöglichkeiten von Verkehrssituationen einerseits und der Analyse existierender Lernsoftware zur Vermittlung fahraufgabenrelevanter Kompetenzen andererseits wurde eine computerbasierte Lernanwendung entwickelt, welche auf die Unterstützung des Erwerbs und der Übung der Kompetenz zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren im Straßenverkehr abzielt. Primäres Ziel war dabei die systematische Ableitung einer didaktischen Strategie, welche dem aktuellen Erkenntnisstand der Unfallforschung und Verkehrspsychologie auf der einen und der Lehr-Lernforschung auf der anderen Seite Rechnung trägt. Ob die Lernsoftware die thematisierten fahraufgabenrelevanten Kompetenzen tatsächlich wirksamer vermittelt als vergleichbare konventionelle Lernangebote, sollte im Rahmen einer empirischen Studie überprüft werden, die im Folgenden vorgestellt wird.



Einheit	Nr.	Gefahrenkategorie	Spuren	Fahraufgabe	Gefahren-situationen	konkrete Gefahrenhinweise	Ausrichtung der Fragen auf
1	1		2	Längsverkehr	1	Baustelle	Perzeption Verständnis Projektion (1. und 2. Fragentyp)
	2	Entfernung	2	Längsverkehr		Bus an Haltestelle	
	3		1	Längsverkehr		Radfahrer	
	4		2	Kreuzen		abbliegender PKW/ Radfahrer	
	5	Rechts und Links	1	Kreuzen		abbliegender PKW/ Stau	
	6		1	Kreuzen		kreuzende Fußgänger	
	7		2	Längsverkehr		Baustelle/ blinkender Lieferwagen	
	8		2	Kreuzen		abbliegender PKW/ Stau	
	9	Kreuz und Quer	1	Kreuzen		kreuzende Fußgänger/ Gegenverkehr	
	10	(wechselnde Gefahrenkategorien)	2	Längsverkehr		Bus an Haltestelle	
	11		3	Längsverkehr		blinkender PKW	
	12		1	Längsverkehr		haltender Lieferwagen/ Gegenverkehr	
	13		3	Längsverkehr/ Kreuzen		LKW / blinkender PKW	
2	14		2	Längsverkehr	2 bis 3	Tankstelle/ Stau, warnblinkender LKW	Verhalten Verständnis (3. Fragentyp)
	15	Entfernung	1	Längsverkehr/ Kreuzen		blinkender PKW, Radfahrer, Kreuzung	
	16		3	Längsverkehr		Autobahnauffahrt, LKWs in Kolonne	
	17		1	Kreuzen		kreuzende Fußgänger	
	18	Rechts und Links	1	Kreuzen		spielende Kinder, Baustelle	
	19		1	Kreuzen		kreuzender PKW	
	20		2	Längsverkehr		Ampel/ Fußgänger	
	21		1	Längsverkehr/ Kreuzen		kreuzendes Kind, Radfahrer	
	22	Kreuz und Quer	2	Längsverkehr/ Kreuzen		blinkender PKW, kreuzender Fußgänger	
	23	(wechselnde Gefahrenkategorien)	1	Längsverkehr/ Kreuzen		kreuzende LKW, Radfahrer, Hund	
	24		3	Längsverkehr/ Kreuzen		blinkender LKW, Unfall/ blinkender PKW	
	25		2	Längsverkehr/ Kreuzen		blinkender PKW/ Fußgänger, spielende Kinder	
	26		2	Längsverkehr/ Kreuzen		Traktor/ blinkender PKW, Tram/ Fußgänger	

Tab. 1: Merkmale und Sequenzierung (Reihenfolge) der im Übungsteil präsentierten Verkehrsepisoden

### 3 Experimentelle Überprüfung des multimedialen Lernangebots

#### 3.1 Erstellung von Testszenarios zur Lernerfolgskontrolle

##### 3.1.1 Vorüberlegungen

Der Nachweis der Potenziale neuer Lehr-Lerntechnologien vor allem im Hinblick auf die Verringerung der Kluft zwischen theoretischem Wissen und praktischer Anwendung erfordert die Überprüfung des Transfers der erworbenen Kompetenzen in realitätsnähere Anwendungskontexte. Die Überprüfung der Wirksamkeit des entwickelten multimedialen Trainings erfolgte daher vorrangig mit Hilfe eines Fahrsimulators, der im Hinblick auf das Darstellungsformat, vor allem aber bezüglich des Interaktionsformates eine größere Realitätsnähe als das Lernangebot ermöglicht. Zum einen sollte überprüft werden, inwieweit es den Probanden gelingt, die im Lernangebot dargestellten Gefahrensituationen im realitätsnäheren Kontext zu bewältigen. Zum anderen stellte sich die Frage, in welchem Maße die Probanden dazu in der Lage sind, die erworbenen Kompetenzen auch auf neuartige Verkehrssituationen zu übertragen, die nach einem vergleichbaren Muster aufgebaut sind. Die Testszenarios sollten folglich sowohl bekannte Verkehrssituationen aus dem Lernangebot als auch Verkehrs- und Gefahrensituationen enthalten, deren Bewältigung nicht unmittelbar aus den Übungsaufgaben abgeleitet werden kann. Das Erkennen der für die jeweiligen Verkehrssituationen relevanten Informationen sollte demnach sowohl den nahen als auch den fernen Transfer des in den Lerneinheiten erworbenen Wissens erfordern (vgl. WALLACE et al., 2005). Da auch die Differenzierungsfähigkeit der Probanden überprüft werden sollte, bestand drittens die Aufgabe darin, die potenziell gefährlichen Situationen in ein hinreichend lebendiges (aber ungefährliches) Verkehrsgeschehen zu integrieren. Das Erkennen der für die jeweiligen Verkehrssituationen relevanten Informationen sollte demnach sowohl den nahen als auch den fernen Transfer des in der Lernepisode erworbenen Wissens erfordern (vgl. WALLACE et al., 2005).

Die Reaktionen auf Verkehrssituationen im Fahrsimulator (Steuerung des Fahrzeugs) hingegen weichen deutlich von den in den Lerneinheiten verwendeten Reaktionsformen (Beantwortung von Multiple-Choice-Fragen) ab. Deren angemessene Ausführung hängt nicht nur von den in der

Lernepisode vermittelten Kompetenzen ab, sondern von zusätzlichen (insbesondere psychomotorischen) Fertigkeiten, die bei den Probanden unterschiedlich ausgeprägt sein können. Die Lernerfolgskontrolle am Fahrsimulator konnte daher zumindest nicht ausschließlich auf der tatsächlichen Bewältigung der Verkehrssituationen beruhen (Kollisionen, Fehlverhalten, Time-to-Collision beim ersten Bremsen etc.), sondern erforderte weitere Indikatoren, die einen unmittelbaren Zusammenhang mit den in der Lernepisode thematisierten Kompetenzen aufweisen. Hierbei kam insbesondere die Analyse des Blickverhaltens (operationalisiert über Maße wie Ort, Anzahl und Dauer von Fixationen, Latenzzeiten, Kontingenzen zwischen verschiedenen Blickorten etc.) in Frage, da dieses entscheidend vom Verständnis des aktuellen Kontextes abhängt (vgl. CHAPMAN et al., 2002; MÜSSELER, DEBUS, HUESTEGGE, ANDERS & SKOTTKE, 2009). Die valide Erfassung und Analyse des Blickverhaltens wiederum ist an bestimmte Bedingungen geknüpft (Stimulus, Soft- und Hardware), die bereits bei Konzeption und Umsetzung der Testszenarios berücksichtigt werden sollten.

##### 3.1.2 Umsetzung

Auf Basis der Gestaltung des Lernangebotes zugrundeliegenden Klassifizierung von Gefahrensituationen des Lernangebots (vgl. Kap. 2.3.2) wurden drei Testumgebungen entwickelt, welche sich primär durch die Anzahl der Spuren pro Fahrtrichtung unterscheiden und deren Bewältigung eine vergleichbare Zeitdauer erfordert:

- einspurige Stadtstrecke, Länge 3500 m, 50 km/h
- zweispurige Stadtstrecke, Länge 3500 m, 50 km/h
- dreispurige Autobahnstrecke, Länge 8000 m, 110 km/h

Die Auswahl und Gestaltung der zu bewältigenden Verkehrssituationen erfolgte mit der Maßgabe, dass sowohl ein naher als auch ferner Transfer der in der Lernepisode erworbenen Kompetenzen überprüft werden kann. Zudem sollte eine möglichst repräsentative Auswahl der Gefahrensituationen aus der Lernsoftware getroffen werden. Mit der Einbettung der kritischen Gefahrensituationen in Sequenzen bzw. Situationen, die zwar die Aufmerksamkeit des Fahrers auf sich ziehen können, aber nicht zwingend einer Handlung bedürfen, wurde darauf abgezielt, möglichst realitätsnahe und alltägliche Verkehrssituationen herzustellen und zudem die bereits erwähnte Differenzierungsleistung

der Probanden zu überprüfen. Darüber hinaus sollte gewährleistet werden, dass die Verkehrssituationen eine hohe Sensitivität bezüglich der Wirksamkeit des Trainings mit der Lernsoftware aufweisen und sowohl Boden- oder Deckeneffekte vermieden werden.

In der späteren Analyse der Daten wurde deutlich, dass die dreispurige Autobahnstrecke eine zu geringe Standardisierung aufweist, als dass eine statistisch bedeutungsvolle Auswertung möglich wäre. Aus diesem Grund wurde von der weiteren Auswertung dieser Verkehrssituationen abgesehen. Im folgenden Abschnitt werden entsprechend nur die verbleibenden zwei Testumgebungen (einspurige und zweispurige Stadtstrecke) detailliert beschrieben. Die Beschreibung beinhaltet die in den zwei Testumgebungen integrierten Gefahrensituationen inklusive einer kurzen Erläuterung des Verhaltens, welches in den jeweiligen Situationen angebracht wäre (d.h. von erfahrenen Fahrern ausgeführt werden würde). Zudem werden die zur Umrahmung der eigentlichen Gefahrensituationen gedachten neutralen Verkehrssituationen dargestellt.

### **Testumgebung 1: Einspurige Strecke**

Die erste der drei Testumgebungen ist eine Stadtstrecke mit einer Fahrspur je Fahrtrichtung. Die Gesamtlänge der Strecke beträgt 3500 m, die vorgeschriebene Geschwindigkeit beträgt 50 km/h. Der Füllverkehr variiert wenige km/h über oder unter dieser Geschwindigkeit. Zu Beginn der Simulation befindet sich der Testfahrer in der vorgeschriebenen Geschwindigkeit etwa 50 m hinter einem Vorfahrer. Der Streckenaufbau gliedert sich in jeweils drei Situationen, die einen Nah- bzw. Fern-Transfer der erworbenen Kompetenzen erfordern.

#### Testszene 1.1: Ampel schaltet auf gelb um und Vorfahrer bremst (ferner Transfer):

Der Testfahrer nähert sich einer Ampel, welche bei einem Fahrer-Abstand von 60 m von grün auf gelb bzw. rot wechselt. Der Vorfahrer könnte noch durchfahren, bremst aber stark und bleibt noch vor der Ampel stehen.

Ein angemessenes Verhalten ist sowohl durch frühzeitige und häufige Fixation der Ampellichter und der Bremslichter des Vorfahrers als auch durch rechtzeitiges Bremsen gekennzeichnet.

#### Testszene 1.2: Haltender Bus in Gegenrichtung und Fußgänger von rechts (ferner Transfer):

Der Testfahrer fährt hinter einem Vorfahrer. Rechts vom Testfahrer wird ein Park sichtbar, in dem sich Menschen befinden. Auf der linken Straßenseite

ist in 400 m Entfernung eine Bushaltestelle zu erkennen, an der gerade ein Bus hält. Während sich der Testfahrer der Bushaltestelle nähert, laufen zwei Fußgänger aus dem Park in Richtung des Straßenrandes, um den Bus noch zu erreichen, bleiben aber noch auf dem Fußweg stehen. Der Vorfahrer vor dem Testfahrer zeigt keine Reaktion.

Der Testfahrer sollte die Bushaltestelle und den Bus frühzeitig bemerken und daraufhin auch die Fußgänger im Park beobachten, die sich zügig der Straße nähern. Der Testfahrer sollte die Geschwindigkeit reduzieren bzw. abbremsen, um die Fußgänger über die Straße zu lassen.

#### Testszene 1.3: Haltender Lieferwagen in Fahrspur und Gegenverkehr (naher Transfer, Bezug zu Lernszene 12):

Der Testfahrer wird durch einen haltenden, warnblinkenden Lieferwagen auf der Fahrspur am Weiterfahren gehindert. Das Überholen ist aufgrund entgegenkommenden Verkehrs zunächst unmöglich. Nach einer Weile ist die Gegenseite frei.

Ein angemessenes Verhalten ist sowohl durch das rechtzeitige Scanning der Gegenfahrbahn als auch durch eine angemessene Geschwindigkeitsänderung vor dem Lieferwagen gekennzeichnet.

#### Testszene 1.4: Bus in Fahrtrichtung verlässt Haltestelle (ferner Transfer):

In etwa 500 m Entfernung wird in Fahrtrichtung eine Bushaltestelle sichtbar, an der gerade ein Bus hält. Es gibt keinen Vorfahrer. Wenn der Testfahrer bis auf 50 m an den Bus herangefahren ist, fährt der Bus los. Überholen ist aufgrund des Gegenverkehrs nicht möglich.

Der Testfahrer sollte die Bushaltestelle und Bus frühzeitig bemerken und daraufhin sowohl den rückwärtigen Verkehrsraum als auch den Gegenverkehr überprüfen, ob ein Überholen des Busses möglich ist. Falls nicht, sollte er mit einer entsprechenden Verringerung der Geschwindigkeit reagieren.

#### Testszene 1.5: Querverkehr Vorrang gewähren (naher Transfer, Bezug zu Lernszene 19):

Der Testfahrer nähert sich hinter einem Vorfahrer einer Kreuzung. Auf der Querstraße nähert sich von rechts ein PKW, dem Vorfahrt zu gewähren ist. Der Vorfahrer bremst abrupt. Nachdem die Kreuzung wieder frei wird, fährt der Vorfahrer weiter.

Ein angemessenes Verhalten würde sich durch häufiges Blickverhalten in die gut einsehbare Kreuzung kennzeichnen. Der Testfahrer sollte den Querverkehr rechtzeitig bemerken und bereits seine

Geschwindigkeit reduzieren, bevor der Vorfahrer bremst.

Testszene 1.6: Abbiegen in Nebenstraße links und Fußgänger vor Überquerung Nebenstraße (naher Transfer, Bezug zu Lernszene 6):

Das Ende der Strecke stellt eine Abbiegesituation nach links in eine Nebenstraße dar. Es gibt keinen Vorfahrer. Beim Heranfahren an die Kreuzung besteht ein potenzielles Risiko durch einen Fußgänger, der sich der betreffenden Nebenstraße nähert. Der Fußgänger ist von weitem sichtbar, bleibt aber während des Abbiegens des Testfahrers hinter parkenden Fahrzeugen am linken Straßenrand verdeckt.

Ein angemessenes Verhalten ist sowohl durch frühzeitiges Erkennen und anhaltendes Suchverhalten nach dem Fußgänger, als auch durch angemessene Geschwindigkeitsänderung beim Abbiegen gekennzeichnet.

**Testumgebung 2: Zweispurige Strecke**

Als zweite Testumgebung fungiert eine zweispurige Stadtstrecke. Die Gesamtlänge der Strecke beträgt 3500 m und die vorgeschriebene Geschwindigkeit beträgt 50 km/h. Der Füllverkehr variiert wenige km/h über oder unter dieser Geschwindigkeit. Zu Beginn der Simulation befindet sich der Testfahrer in der vorgeschriebenen Geschwindigkeit auf der rechten Spur. Vor ihm befindet sich in etwa 25 m Entfernung ein Vorfahrer. Der Streckenaufbau gliedert sich in drei Situationen die einen Nah-Transfer und drei Situationen, die einen Fern-Transfer der erworbenen Kompetenzen erfordern.

Testszene 2.1: Baustelle auf Fahrerspur und Fahrzeuge von hinten (naher Transfer, Bezug zu Lernszene 1):

Der Testfahrer fährt auf der rechten Spur hinter einem Vorfahrer. In etwa 120 m Entfernung wird eine Baustelle auf der Spur des Testfahrers sichtbar. Auf der linken Nebenspur bietet der Verkehr nur schlecht eine Möglichkeit zum Überholen. Der Vorfahrer bremst vor der Baustelle und blinkt links. Sobald der Verkehr auf der linken Nebenspur frei wird, überholt der Vorfahrer die Baustelle. Der Testfahrer sollte die Baustelle frühzeitig erkennen.

Ein vorausschauendes Verhalten ist durch frühes Reduzieren der Geschwindigkeit sowie durch Überprüfen des rückwärtigen Verkehrs gekennzeichnet, um eine Möglichkeit zum Wechsel auf die linke Nebenspur zu suchen.

Testszene 2.2: Vorfahrer bremst durch Bus der Haltebucht verlässt (ferner Transfer):

Der Testfahrer nähert sich einer Bushaltestelle. In der Haltebucht steht ein Bus, der links blinkt und noch vor dem Vorfahrer auf die Fahrerspur fährt. Der Vorfahrer muss zunächst bremsen, fährt danach aber angemessen weiter.

Ein vorausschauendes Verhalten ist durch frühzeitiges Erkennen der Bushaltestelle und des blinkenden Busses gekennzeichnet. Der Testfahrer sollte bereits früh die Geschwindigkeit reduzieren, um einen sicheren Abstand zum Vorfahrer zu gewährleisten, sobald dieser beginnt zu bremsen.

Testszene 2.3: Vorfahrer bremst durch Stau an Tankstelle (naher Transfer, Bezug zu Lernszene 14):

In etwa 100 m Entfernung wird in Fahrtrichtung eine Tankstelle sichtbar. Der Testfahrer fährt hinter einem Vorfahrer, der bei Annäherung an die Tankstelle rechts blinkt und zu bremsen beginnt. In der Einfahrt der Tankstelle hat sich ein Stau bis zur Straße gebildet, wodurch der Vorfahrer auf der Fahrerspur zum Stehen kommt. Der Testfahrer muss überholen, um weiterzufahren zu können.

Ein angemessenes Verhalten ist durch frühzeitiges Erkennen der Tankstelle und des Staus in der Tankstelle gekennzeichnet. Der Testfahrer sollte daraufhin gezielt auf das Verhalten des Vorfahrers beobachten und früh den rückwärtigen Verkehrsraum nach einer Möglichkeit zum Überholen prüfen.

Testszene 2.4: Stehender Bus blockiert rechte Spur (naher Transfer, Bezug zu Lernszene 2):

In etwa 150 m Entfernung wird in Fahrtrichtung eine Bushaltestelle sichtbar, an der ein Bus hält und die Fahrerspur blockiert. Es gibt keinen Vorfahrer. Auf der linken Nebenspur befindet sich bereits länger kein Verkehr.

Ein vorausschauendes Verhalten ist durch frühzeitiges Erkennen der Bushaltestelle gekennzeichnet. Der Testfahrer sollte früh den rückwärtigen Verkehrsraum prüfen um auf die linke Fahrbahn zu wechseln ohne dabei die Geschwindigkeit reduzieren zu müssen.

Testszene 2.5: Radfahrer fährt auf die Straße wegen Baustelle auf Radweg (ferner Transfer):

Der Testfahrer nähert sich einem Radfahrer in Fahrtrichtung. Von weitem wird eine Baustelle auf dem Radweg sichtbar, die eine Weiterfahrt des Radfahrers verhindert. Der Radfahrer umfährt die Bau-

stelle links und fährt dabei knapp vor dem Testfahrer auf die Fahrerspur.

Ein angemessenes Verhalten ist durch frühzeitiges Erkennen des Radfahrers und v.a. der Baustelle gekennzeichnet. Der Testfahrer sollte die Situation beobachten und seine Geschwindigkeit reduzieren bzw. auf die linke Fahrspur wechseln um dem Radfahrer einen sicheren Wechsel auf die Straße zu ermöglichen.

#### Testszene 2.6: Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten (ferner Transfer):

Das Ende der Strecke stellt eine Abbiegesituation nach rechts in eine Nebenstraße dar. Es gibt keinen Vorausfahrer. Wenn sich der Testfahrer der Nebenstraße nähert, wird ein Radfahrer hinter eine Reihe von parkenden Fahrzeugen am rechten Straßenrand sichtbar. Der Radfahrer nähert sich dem Übergang auf der betreffenden Nebenstraße und stellt ein potenzielles Risiko beim Abbiegen des Testfahrers in die Kreuzung dar.

Ein angemessenes Verhalten ist durch rechtzeitiges Bemerkens des Radfahrers und Überprüfen der Situation durch den rechten Außenspiegel gekennzeichnet. Der Testfahrer sollte den Radfahrer vor dem Abbiegen vorbeilassen.

### **3.1.3 Zwischenfazit/Konsequenzen für das weitere Vorgehen**

Mit der aus zwei auswertbaren Fahrstrecken bestehenden Testumgebung für den Fahrsimulator wurde ein ausgewogenes Instrument zur Überprüfung des Lernerfolgs entwickelt, welches sowohl die im multimedialen Lernangebot enthaltenen Arten und Variationen von Gefahrensituationen adäquat abbildet als auch davon abweichende kritische Situationen bzw. Kontexte enthält. Damit waren die Voraussetzungen gegeben, sowohl den nahen als auch den fernen Transfer (vgl. WALLACE et al., 2005) der vermittelten bzw. trainierten Kompetenzen zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren zu überprüfen und somit differenzierte Aussagen bezüglich der Wirksamkeit multimedialer Lernangebote im Rahmen der Fahranfängervorbereitung treffen zu können.

## **3.2 Durchführung der experimentellen Überprüfung**

### **3.2.1 Methoden**

#### **Design**

Die experimentelle Überprüfung der Wirksamkeit des entwickelten multimedialen Lernangebots erfolgte mit drei Probandengruppen, welche sich durchweg aus Fahrschülern zusammensetzten. Die Kontrollgruppe durchlief dabei ausschließlich die Testung im Simulator. Die erste der Lerngruppen erhielt vor der Testung das entwickelte multimediale Training. Die zweite Lerngruppe schließlich bearbeitete vor der Testung ein papierbasiertes Training (Texte und Bilder), welches die Inhalte des multimedialen Lernangebots widerspiegelte (siehe Abschnitt „Material“). Dieses Design sollte es ermöglichen, nicht nur den Kompetenzzuwachs bezüglich der Gefahrenwahrnehmung durch ein spezielles Lernangebot zusätzlich zur Fahrausbildung sichtbar zu machen, sondern zudem mögliche Effekte auf die medialen Besonderheiten neuer Lehr-Lerntechnologien zurückzuführen.

#### **Teilnehmer**

Für die Auswahl der Stichprobe wurden verhältnismäßig restriktive Kriterien angelegt. Die Kriterien orientierten sich zum einen an den Zielstellungen des multimedialen Lernangebots (aufbauen auf vorhandenem Theoriewissen, die Erfahrungsbildung in der praktischen Ausbildung zu unterstützen). Zum anderen sollten die Auswahlkriterien in Hinblick auf die statistische Auswertung eine Minimierung unerwünschter Varianz durch mögliche Störeinflüsse sicherstellen. Voraussetzung für die Teilnahme an der Simulatorstudie war als Minimum das Absolvieren von 10 Themen der theoretischen Fahrausbildung. Gleichzeitig durften maximal 5 praktische Fahrstunden absolviert worden sein. Bereits vorhandene Führerscheine anderer Fahrerlaubnisklassen (Moped) führten zum Ausschluss, da davon auszugehen war, dass die mit dem Lernangebot zu vermittelnden kognitiven Fertigkeiten bereits deutlich ausgeprägter sind als bei Teilnehmern ohne jegliche Fahrerfahrung. Die technischen Rahmenbedingungen (Eye-Tracker zur Erfassung des Blickverhaltens, siehe Abschnitt „Variablen“) machten zudem den Ausschluss von Brillenträgern erforderlich. Die Probanden wurden über lokale Fahrschulen angeworben. Der überwiegende Teil nahm dort an Ferienkursen zur Theorieausbildung teil. Entsprechend befanden sich alle Teilnehmer auf einem relativ vergleichbaren Niveau bezüglich ihrer theoretischen und praktischen Fahrkenntnisse. Für die Teilnahme an der Untersuchung wurde eine Aufwandsentschä-

digung von 20 bis 30 Euro (je nach Versuchsdauer) gezahlt. Trotz des Bemühens, die Stichprobe möglichst repräsentativ für die anvisierte Zielgruppe auszuwählen, ist nicht auszuschließen, dass aufgrund von Selbstselektionsprozessen selbstreflexive, sicherheitsbewusste Fahrschüler überrepräsentiert waren.

An der Studie nahmen 58 Probanden (33 weiblich, 25 männlich) teil, die durchschnittlich bereits 11,7 Theoriestunden ( $SD = 3,3$ ) und 1,0 Fahrstunden ( $SD = 1,8$ ) absolviert hatten. Einige Teilnehmer gaben an, vor bzw. neben der praktischen Fahrschulung bereits privat das Führen eines Fahrzeuges geübt zu haben ( $M = 1,2$  h,  $SD = 1,9$ ). Das Durchschnittsalter betrug 17,4 Jahre ( $SD = 1,8$ ).

### Variablen

Entsprechend des Untersuchungsdesigns fungierte die Art des Trainings der vorausschauenden Erkennung von Gefahren als unabhängige Variable, wobei drei Ausprägungen zu unterscheiden sind:

- Gruppe 1) Lernsoftware (computerbasiert; dynamische Darstellungen + elaboriertes, fehlerspezifisches Feedback)
- Gruppe 2) Lernheft (papierbasiert; statische Darstellungen + Präsentation der richtigen Lösungen)
- Gruppe 3) kein Training (lediglich Theorieausbildung)

Als abhängige Variablen kamen sowohl die Angemessenheit der Informationssuche (Blickverhalten) als auch die Angemessenheit des Fahrverhaltens in Frage. Dabei wurde das Blickverhalten wie folgt operationalisiert:

- erstmalige Fixation des wenig expliziten Gefahrenhinweises (vgl. Kap. 2.1.2),
- erstmalige Fixation des Bereiches, in dem gefährdende Objekte auftauchen können (angekündigt durch den wenig explizite Gefahrenhinweis),
- erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz, bestehend aus „Gefahrenhinweis“ und „relevanter Bereich“ (wobei die Fixation des relevanten Bereichs zwingend nach der Fixation des Gefahrenhinweises, also aufgrund der Beurteilung des Gefahrenhinweises, zu erfolgen hat).

Die Kombination an Blickereignissen sollte es ermöglichen, zwischen der Qualität der Scanning-Strategie (Orientierungsfähigkeit bzw. Wahrnehmung) und dem Verständnis des Wahrgenommenen zu unterscheiden, die verschiedene Aspekte

der visuellen Orientierungsleistung resp. des vorausschauenden Fahrens darstellen (Situationsbewusstheit). Weiterhin sollte so vermieden werden, dass sich zufällig auftretende Blickereignisse (welche nicht vom Verständnis der jeweiligen Situation zeugen) in den Ergebnissen widerspiegeln (vgl. MÜSSELER et al., 2009). Dementsprechend kam der erstmaligen Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz als blickspezifische abhängige Variable die größte Bedeutung zu.

Die Angemessenheit des Fahrverhaltens wurde nicht, wie ursprünglich geplant, über reaktionszeitorientierte Indikatoren (z.B. Zeitpunkte für die Ereignisse „Fuß vom Gas“, „Bremsen betätigt“ oder „Blinker aktiviert“) operationalisiert, da die zu bewältigenden Verkehrssituationen nicht hinreichend standardisiert werden konnten, um eine diesbezügliche Vergleichbarkeit des situationsspezifischen Probandenverhaltens zu gewährleisten. Insbesondere unterschiedliche, aber gleichermaßen angemessene Strategien zur Bewältigung der auftauchenden Gefahren (z.B. Ausrollen lassen vs. spätes Bremsen) würden die Dynamik der Situationen so verändern, dass bestimmte Verhaltensweisen zu unterschiedlichen Zeitpunkten angemessen sind. Dies zeigte sich auch in einer explorativen Analyse der Fahrdaten.

Stattdessen wurde das während der Testfahrten aufgezeichnete Videomaterial genutzt, um die Angemessenheit des Fahrverhaltens der Probanden qualitativ zu beurteilen. Folgende Kategorien des Fahrverhaltens wurden unterschieden:

- „angemessenes Verhalten“
- „suboptimales Verhalten“
- „unangemessenes Verhalten“

Unter „angemessenem“ Fahrverhalten verstehen wir situationsspezifische Reaktionen, welche zur Unfallvermeidung führen und, falls es die konkrete Verkehrskonstellation zulässt, darüber hinaus den Fahrfluss nicht unterbrechen. In der Testsituation „Vorausfahrer bremst durch Stau an Tankstelle“ (Testszene 2.3) bedeutete dies beispielsweise, schon frühzeitig in die linke Spur zu wechseln und dadurch dem bremsenden Vorausfahrer auszuweichen. „Suboptimales“ Verhalten dagegen führt zwar ebenfalls zur Unfallvermeidung, allerdings würde hier der Fahrfluss unterbrochen werden, obwohl dies bei rechtzeitigem Erkennen der Gefahren nicht zwingend notwendig gewesen wäre. Im angesprochenen Beispiel kann das Bremsen und Anhalten hinter dem bremsenden Vorausfahrer als suboptimal bezeichnet werden, da prinzipiell ein Ausweichen auf die linke Spur möglich ist. Als „unangemessen“ schließlich wurde ein Verhalten kategori-

siert, welches zur Kollision bzw. zur Regelverletzung führt.

Um die Ausprägungen der abhängigen Variablen auf die experimentellen Bedingungen zurückführen zu können, war es erforderlich, potenzielle Störvariablen zu erfassen, die unabhängig von den experimentellen Bedingungen für Unterschiede zwischen den Probanden hinsichtlich der abhängigen Variablen verantwortlich sein können:

- demografische Informationen (Alter, Geschlecht, Bildung),
- Vorwissen und Vorerfahrungen,
- aktuelle Motivation (vgl. RHEINBERG, VOLLMEYER & ROLLETT, 2000),
- perzeptuelle Voraussetzungen, hier speziell das Farbsehen, da einige der Antwortoptionen und Rückmeldungen Bezüge zu farblichen Merkmalen des Lernangebotes herstellen,
- kognitive Voraussetzungen, hier speziell das räumliche Vorstellungsvermögen, da es bei der Erfassung von Verkehrssituationen auf die mentale Repräsentation räumlicher Zusammenhänge ankommt (vgl. MÜNZER, SEUFERT & BRÜNKEN, 2009),
- Symptome der Simulatorkrankheit, für die Personen unterschiedlich anfällig sein können (vgl. SCHLENDER, 2008).

### Material

Zur Herstellung der experimentellen Bedingungen und Erhebung der erforderlichen Daten wurden in der Untersuchung folgende Materialien eingesetzt:

#### Gruppe 1: multimediales Lernangebot

Das multimediale Lernangebot dient der Vermittlung und Übung der Kompetenz zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren und weist folgende Merkmale auf:

- zwei Lerneinheiten (jeweils ca. 45 min),
- einführende Wissensvermittlung zu Beginn,
- pro Lerneinheit 13 Szenen (animierte Verkehrssituationen aus der Fahrerperspektive), präsentiert in den Kategorien „Gefahrenhinweis in der Entfernung“, „Gefahrenhinweis Rechts und Links“ und „Kreuz und Quer“,
- Anreicherung der animierten Verkehrsszenen mit einem auditiven „Navigationssystem“,
- drei bis fünf Sequenzen pro Szene, nach denen jeweils Fragen zum Verkehrsgeschehen gestellt werden,

- gebundenes Antwortformat (Multiple Choice) mit reaktionsspezifischen Rückmeldungen,
- nach jeder Szene zusammenfassende Statements, nach jeder Lerneinheit Überblick über Leistungen und spezifische Empfehlungen.

Für die Verwendung der Lernsoftware ist ein einfacher PC mit Internetanbindung, Soundkarte, Lautsprechern oder Kopfhörern sowie einem Browser mit Flashplayer-Plugin erforderlich. Eine detailliertere Erläuterung des multimedialen Lernangebotes befindet sich im Kap. 2.3.

#### Gruppe 2: papierbasiertes Lernangebot

Im Hinblick auf eine systematische Überprüfung der Potenziale neuer Lehr-Lerntechnologien war es erforderlich, die verwendeten didaktischen Strategien sowie das zusätzliche Lernen als mögliche Ursachen für bessere Leistungen der experimentellen Gruppe auszuschließen. Aus diesem Grund wurde ein Teil der Probanden mit einem papierbasierten Lernangebot geschult, welches auf einer vergleichbaren didaktischen Strategie beruht und auch vom Inhalt und Umfang her mit dem computerbasierten Lernangebot übereinstimmt. Unterschiede beschränkten sich ganz bewusst auf Merkmale, welche als besonders typisch für neue Lehr-Lerntechnologien angesehen werden (vgl. Kap. 2.1.2): die Realitätsnähe des Darstellungsformates (statisch vs. dynamisch) und die Adaptivität der Rückmeldungen (Abhängigkeit der präsentierten Informationen vom Antwortverhalten der Lerner). Die papierbasierte Handreichung zur Vermittlung und Übung der Kompetenz zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren weist folgende Merkmale auf:

- zwei Lerneinheiten (in Abhängigkeit vom individuellen Lerntempo jeweils ca. 30 min),
- einführende Wissensvermittlung zu Beginn,
- pro Lerneinheit 13 Szenen, präsentiert in den Kategorien „Gefahrenhinweis in der Entfernung“, „Gefahrenhinweise Rechts und Links“ und „Kreuz und Quer“,
- zwei Abbildungen pro Szene (Screenshot aus den in der Lernsoftware verwendeten Animationen), nach denen jeweils Fragen zum Verkehrsgeschehen gestellt werden,
- gebundenes Antwortformat (Multiple Choice), Beantwortung der Fragen mit Hilfe eines Arbeitsblattes,
- Präsentation der Lösung und zusammenfassendes Statement auf der jeweils folgenden Seite.



**Bild 6:** Fahrsimulator



**Bild 7:** Eye-Tracker im Simulator

#### Testumgebungen im Simulator:

Die Überprüfung der Wirksamkeit der Intervention erfolgte über die Bewältigung von Testumgebungen am Fahrsimulator, welche durch folgende Merkmale gekennzeichnet sind:

- Strecke 1: einspurig (Stadtverkehr), 6 potentielle Gefahrensituationen, zulässige Höchstgeschwindigkeit 50 km/h, Länge 3500 m,
- Strecke 2: zweispurig (Stadtverkehr), 6 potentielle Gefahrensituationen, zulässige Höchstgeschwindigkeit 50 km/h, Länge 3500 m,
- Strecke 3: dreispurig (Autobahn), 6 potentielle Gefahrensituationen, zulässige Höchstgeschwindigkeit 110 km/h, Länge 8000 m (nicht ausgewertet, siehe Kap. 3.1.2).

Die Probanden waren angehalten, ihr Fahrzeug ungefähr auf Niveau der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zu bewegen, da Abweichungen (sowohl zu schnelles als auch zu langsames Fahren) zu Problemen in der Dynamik der kritischen Fahrsituationen geführt hätten. Eine detailliertere Beschreibung und Erläuterung der Testumgebungen befindet sich im Kap. 3.1.2.

Der in der Untersuchung genutzte Fahrsimulator ist ein interaktiver Simulator basierend auf der Simulationsumgebung STISIM Drive. Die vorhandene Konfiguration besteht aus einem statischen Serienfahrzeug (BMW 350i, vgl. Bild 6), welches mit einer Steuerung mit Lenkkräftsimulation und einem konfigurierbarem Display (in der vorliegenden Untersuchung Geschwindigkeits- und Drehzahlanzeige) ausgestattet ist. Die vorhandenen Bedienelemente können in Verbindung mit der Simulation genutzt werden. Drei Projektoren erzeugen zusammen ein horizontales Blickfeld von 135°. Darüber hinaus wird ein 3D-Soundsystem eingesetzt, um eine realitätsnahe Geräuschkulisse zu erzeugen. Aufgezeichnet

werden können Daten sowohl bezüglich des Fahrerfahrzeugs (Rohdaten wie Position und Geschwindigkeit sowie weiterführende Daten wie Time To Collision) als auch Daten, die sich auf die Fahrumgebung beziehen (zum Beispiel Position und Geschwindigkeit anderer Fahrzeuge). Die Testfahrten der Probanden können jedoch nicht nur numerisch, sondern zudem analog (in Form von Videos) erfasst und abgespeichert werden.

Zur Erfassung des Blickverhaltens wurde ein Eye-Tracker (head-mounted) des Herstellers SMI eingesetzt (vgl. Bild 7). Dieser ermöglicht es, auch das Blickverhalten sowohl numerisch (in Form der Koordinaten für die jeweiligen Blickorte) als auch analog (in Form eines Videos aus der Fahrerperspektive mit projizierter Markierung für den jeweils aktuellen Blickort) aufzuzeichnen.

#### Eingesetzte Fragebögen und Tests:

Die Erfassung allgemeiner Informationen über die Probanden, potenzieller Ko- und Störvariablen sowie subjektiver Einschätzungen und Bewertungen erforderte die Verwendung folgender Fragebögen und Tests:

- Vorbefragung zur Lernepisode: demografische Informationen (4 Items), einschlägige Erfahrungen (17 Items), aktuelle Motivation (9 Subskalen mit insgesamt 18 Items; in Anlehnung an NARCISS, 2006; SCHOOR, 2010),
- Vorwissenstest zur Gefahrenlehre (computerbasierte Version der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung, 23 ausgewählte Items),
- Nachbefragung zur Lernepisode: allgemeine Bewertung des Lernangebotes (8 Items),



- Erfassung der Qualität der Lernaktivitäten (Lernleistung) mit Hilfe von Logdaten (Gruppe 1) bzw. mittels eines Arbeitsblattes (Gruppe 2),
- Vorbefragung zum Simulatortest: Aktualisierung einschlägige Erfahrungen (4 Items), aktuelle Motivation (9 Subskalen mit insgesamt 20 Items),
- Kurzform des Ishihara-Tests (Farbensehen, 6 Tafeln, ISHIHARA, 2000),
- Paperfolding-Test (räumliches Vorstellungsvermögen, 20 Items, EKSTROM, FRENCH & HARMAN, 1976),
- Nachbefragung zum Simulatortest: allgemeine Bewertung der Testszenarien (9 Items),
- Simulator Sickness Questionnaire (SSQ, KENNEDY, LANE, BERBAUM & LILIENTHAL, 1993).

### Ablauf

Hinsichtlich des Ablaufs der Untersuchung waren sowohl inhaltlich-methodische Aspekte als auch die organisatorischen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Aufgrund des zeitlichen Rahmens des Projektes sowie der Erfordernis eines vergleichbaren Vorwissensstandes auf Seiten der Probanden war es notwendig, die Wissensvermittlung auf einen Termin zu beschränken und nicht (wie aus lernpsychologischer Sicht sinnvoller) über einen längeren Zeitraum auszudehnen. Da auf diese Art nur kurz- und mittelfristige Lerneffekte zu erwarten sind, musste die Lernerfolgskontrolle am Fahrsimulator relativ zeitnah zur Lernepisode stattfinden. In vergleichbaren Studien (z.B. der Evaluation des RAPT, vgl. PRADHAN, FISHER & POLLATSEK, 2005) konnten zwar auch noch nach drei bis fünf Tagen Effekte gefunden werden. Da die meisten unserer Probanden aber einen Blockkurs zum Erwerb der Fahrerlaubnis besuchten und dadurch mit jedem weiteren Tag neue Kompetenzen erwarben, die eine Rückführung eventueller Effekte auf unsere Intervention erschwerten, setzten wir die Lernerfolgskontrolle am Fahrsimulator zwei Tage nach der Lernepisode an.

### Ablauf Lernepisode:

Die Lernepisode verlief für die Gruppen 1 und 2 nach demselben Muster:

1. Vorbefragung
2. Vorwissenstest
3. 1. Lerneinheit

4. 15 Minuten Pause
5. 2. Lerneinheit
6. Nachbefragung

Hinsichtlich der Dauer unterschieden sich beide Gruppen jedoch. Die Dauer der Lernphase für Gruppe 1 war von der Länge der animierten Sequenzen (inklusive des Lesens und Beantwortung der Fragen ca. 45 min pro Lerneinheit) geprägt. In Gruppe 2 hing es von jedem Probanden selbst ab, wie lange er oder sie sich mit dem Lernmaterial auseinandersetzte. Für Gruppe 3 (Kontrollgruppe) diente dieser erste Termin lediglich dem Ausfüllen des Vorbefragungsbogens sowie der Bewältigung des Vorwissenstests (Dauer ca. 20 min).

### Ablauf Testung:

Nach der Begrüßung wurde den Versuchspersonen kurz der Ablauf der zweiten Sitzung erklärt. Die Teilnehmer wurden gebeten eine Einwilligungserklärung zur Simulatoruntersuchung durchzulesen und bei ihrem Einverständnis zu unterzeichnen. Als erster Test wurde der Ishihara-Test (ISHIHARA, 2000) auf Farbenblindheit durchgeführt. Hierzu wurden den Probanden Farbkarten gezeigt und gefragt, welche Zahl sie darin erkennen. Die Ergebnisse wurden vom Versuchsleiter notiert. Danach erhielten die Versuchspersonen die Instruktionen für den Paperfolding-Test (EKSTROM et al., 1976). Wenn der Versuchsleiter das Verständnis der Aufgabe sichergestellt hatte, wurden zweimal jeweils drei Minuten gestoppt, in denen die Testperson zwei Aufgabenseiten löste. Nach dem Test wurden die Teilnehmer gebeten, sich die Instruktionen für die drei Teststrecken durchzulesen, die sie im Laufe der Untersuchung im Simulator fahren werden. Danach erhielten die Versuchspersonen den SSQ (KENNEDY et al., 1993) als Vortest zur Überprüfung der Gesundheit und Übelkeit vor der Simulatorfahrt.

Nach dieser ersten Testreihe wurden die Testpersonen in den Fahrsimulator eingewiesen, und über wichtige Elemente wie etwa Gas und Bremse, Blinker und Lenkung informiert. Danach wurde ihnen der Eyetracking-Helm aufgesetzt und hinsichtlich der individuellen Sitzposition und Eigenschaften der Augen adjustiert. Dazu wurden die Teilnehmer gebeten, ihren Kopf einige Zeit ruhig zu halten, damit der Versuchsleiter die Augenbewegung in der Software kalibrieren konnte. Falls die Datenqualität nicht zufriedenstellend war, musste dieser Prozess wiederholt werden. Den Probanden wurde danach explizit mitgeteilt, dass sie ihren Kopf während der Fahrt frei bewegen konnten.

Damit die Teilnehmer ein Gefühl für den Simulator und die Umsetzung von Lenkung, Gas und

Bremse bekamen, fuhren sie zunächst zweimal eine Übungsstrecke. Im Anschluss erhielten sie die Vorbefragung zur Simulatorfahrt.

Nach den Übungsfahrten wurden die Aufzeichnung des Eye-Tracking und die Video-Aufzeichnung der Simulation gestartet. Je nach Randomisierung wurden die Teststrecken in unterschiedlicher Reihenfolge gefahren. Nach jeder Simulatorfahrt wurde den Versuchspersonen eine Reihe von Fragen gestellt, um die Standardisierung der Untersuchung sicherzustellen. So wurde nachgefragt, ob immer der rechte Fuß für Gas und Bremse benutzt wurde und der Blinker vorschriftsmäßig verwendet wurde. Weiterhin erkundigte sich der Versuchsleiter nach Übelkeit bei den Testpersonen während der Simulation. Falls dem Versuchsleiter im Laufe der Simulationen Fehler und Schwächen beim Eye-Tracking auffielen, wurden die Pausen zwischen den Teststrecken genutzt, um das System neu zu kalibrieren.

Im Anschluss an die Teststrecken wurden die Probanden gebeten, erneut den SSQ als Nachtest und die Nachbefragung zur Simulatorfahrt auszufüllen. Die Dauer der Untersuchung belief sich zwischen 1,5 und 2 Stunden, abhängig von der Geschwindigkeit der Kalibrierung für das Eye-Tracking. Am Ende der Untersuchung erhielten Teilnehmer der Experimentalgruppen jeweils 30 Euro und die Teilnehmer der Kontrollgruppe jeweils 20 Euro als Teilnahmeentschädigung.

### Hypothesen

Insbesondere die Analyse des Blickverhaltens war als vielversprechend und aussagekräftig einzustufen, da angemessene Strategien der Informationssuche und die damit verbundene Informationsaufnahme im Straßenverkehr das primäre Lernziel unserer Interventionen darstellt, während auf eine Integration von fahrverhaltensnäheren dynamischen Interaktionen als Reaktion auf die Übungsszenarien verzichtet wurde (vgl. Kap. 2.3.2). Zudem konnten in vergleichbaren Studien (z.B. zur Evaluation des RAPT, vgl. PRADHAN et al., 2005) vor allem in Bezug auf Blickdaten Unterschiede zwischen den experimentellen Bedingungen festgestellt werden. Für die tatsächliche Bewältigung von Gefahrensituationen am Fahrsimulator (Fahrverhalten) sind hingegen noch weitere Fertigkeiten erforderlich, die nicht im Rahmen der Lernangebote thematisiert wurden. Die Unterschiede im Bezug auf das Fahrverhalten zwischen den drei Gruppen konnten daher potenziell geringer ausfallen. Eine Analyse war dennoch unverzichtbar, da das Fahrverhalten letztlich ein entscheidender Indikator für die Wirksamkeit des Trainings ist.

Da die Analyse des Blickverhaltens im Fokus der aktuellen Bestrebungen stand, wurden zunächst diesbezüglich Hypothesen formuliert:

- **H1.1:** Probanden der Gruppe 1 (Lernsoftware) finden Gefahrenhinweise schneller, richten ihre Blicke schneller auf die für die Situation relevanten Bereiche und führen angemessene Blicksequenzen zeitiger aus als Probanden der Gruppe 2 (Lernheft).
- **H1.2:** Probanden mit Training (Gruppe 1 u. 2) erzielen zudem bessere Leistungen als Probanden ohne Training (Gruppe 3).

Die Begründung für diese Annahmen ist, dass Probanden mit Lernheft zwar die deklarative Wissensbasis der Fertigkeit erwerben (und damit einen Vorteil gegenüber der Kontrollgruppe erlangen) können, aber keine Möglichkeit haben, diese im dynamischen Kontext zu prozeduralisieren (im Gegensatz zur Gr. 1).

Unter der Annahme, dass ein angemessenes Blickverhalten auch eine Vorbereitung einer angemessenen Reaktion darstellt, sollte ein früheres Erfassen einer Situation auch ein angemesseneres Fahrverhalten in den jeweiligen Situationen zur Folge haben. Damit konnten in Analogie zum Blickverhalten folgende Hypothesen aufgestellt werden:

- **H1.3:** Probanden der Gruppe 1 (Lernsoftware) zeigen ein angemesseneres situationsspezifisches Fahrverhalten als Probanden der Gruppe 2 (Lernheft).
- **H1.4:** Probanden mit Training (Gruppe 1 u. 2) zeigen ein angemesseneres situationsspezifisches Fahrverhalten als Probanden ohne Training (Gruppe 3).

### 3.2.2 Ergebnisse

#### Vorwissenstest

Im Vorwissenstest zeigen sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen. Sowohl die Gruppe „Lernsoftware“ als auch die Gruppe „Lernheft“ lösen im Schnitt 18,4 Fragen ( $SD = 2,1$  bzw.  $2,5$ ) korrekt, die Gruppe „kein Training“ löst 19,4 Fragen ( $SD = 1,3$ ) richtig. Eine Varianzanalyse ergibt entsprechend keinen signifikanten Effekt der Gruppenzugehörigkeit ( $F(2, 55) = 1,317, p = ,276$ ). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass alle drei Gruppen vergleichbare Voraussetzungen bzgl. ihrer theoretischen Fahrkenntnisse aufweisen.

### Weitere potenzielle Kovariablen

Auch bezüglich weiterer potenzieller Kovariablen (vgl. Kap. 3.2.1) sind kaum signifikante Unterschiede zwischen den drei Versuchsbedingungen vorhanden. Diese treten lediglich im Zusammenhang mit der subjektiven Bewertung der didaktischen Qualität der Lernangebote auf, wonach die mit der Papierversion lernenden Fahrschüler die didaktischen Merkmale ihres Lernangebots positiver bewerten als die Lernsoftwaregruppe ( $p = .031$ ).

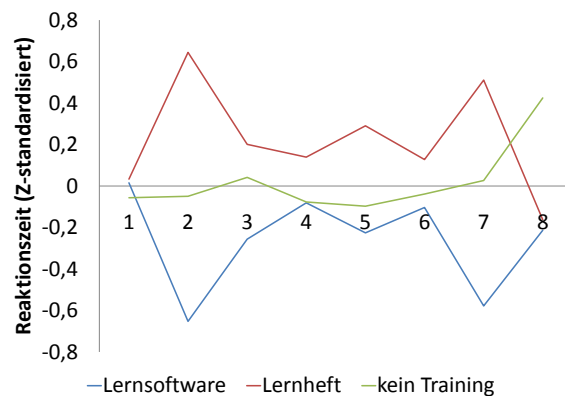
### Blickverhalten

Entsprechend der vorgestellten Hypothesen bzw. abhängigen Variablen bezieht sich die Auswertung der Blickdaten auf den Zeitpunkt der ersten Fixation des wenig expliziten Gefahrenhinweises, den Zeitpunkt der ersten Fixation des relevanten Gefahrenbereiches sowie das erstmalige Auftreten der Blicksequenz „Gefahrenhinweis - relevanter Gefahrenbereich“. Eine Reliabilitätsanalyse der unter 3.1.2 beschriebenen Testszenen ergab, dass insgesamt acht dieser Testszenen eine zufriedenstellende Messgenauigkeit aufweisen. Die im Folgenden berichteten Ergebnisse beziehen sich entsprechend auf diese acht Testszenen. Im Einzelnen sind dies:

- Ampel schaltet auf gelb um und Vorfahrer bremst (Testszene 1.1),
- haltender Lieferwagen in Fahrerspur und Gegenverkehr (Testszene 1.3),
- Bus in Fahrtrichtung verlässt Haltestelle (Testszene 1.4),
- Querverkehr Vorrang gewähren (Testszene 1.5),
- Vorfahrer bremst durch Bus, der Haltebuch verlässt (Testszene 2.2),
- Vorfahrer bremst durch Stau an Tankstelle (Testszene 2.3),
- stehender Bus blockiert rechte Spur (Testszene 2.4),
- Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten (Testszene 2.6).

Die Reduktion des Testmaterials hat keine veränderte Gewichtung der umgesetzten Testkategorien (Anzahl der Spuren, naher vs. ferner Transfer) zur Folge, da sich die vier entfernten Szenen gleichmäßig auf die Kategorien „einspurig/naher Transfer“, „einspurig/ferner Transfer“, „zweispurig/naher Transfer“ und „zweispurig/ferner Transfer“ verteilen.

Aufgrund der bekannten Unsicherheiten bei Eye-Tracker-Systemen konnten von den 58 vorliegenden Datensätzen nur insgesamt 36 ausgewertet

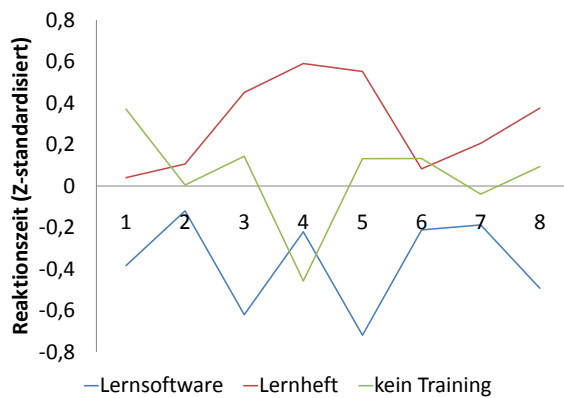


**Bild 8:** Erstmalige Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises

werden, die übrigen waren aufgrund schlechter Trackingqualität nicht verwertbar. Die Ausfälle betreffen alle drei Gruppen in etwa gleichem Maße, so dass mit jeweils 12, 13 und 11 Probanden ausreichend Datenmaterial vorliegt, um statistische Analysen vorzunehmen. Sofern nicht anderweitig beschrieben, wird auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  getestet.

In Bild 8 sind die Z-standardisierten Zeiten für die erstmalige Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises dargestellt, aufgeschlüsselt nach den acht ausgewählten Verkehrssituationen. Hier sind deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen. Die Lernsoftwaregruppe ist beinahe durchweg schneller bei der Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises als die beiden anderen Gruppen. Auffällig ist allerdings auch, dass die Kontrollgruppe scheinbar bessere Ergebnisse als die Gruppe erzielt, die mit Hilfe des Lernheftes trainiert wurde. Eine einfaktorielle Varianzanalyse für den Faktor „Gruppenzugehörigkeit“ ergibt allerdings einen lediglich auf 10%-Niveau signifikanten Unterschied ( $F(2, 33) = 3,016, p = ,063$ ). Post-hoc Analysen zeigen, dass sich die Gruppe „Lernsoftware“ signifikant von der Gruppe „Lernheft“ unterscheidet ( $p = ,020$ ). Die Gruppe „kein Training“ hingegen unterscheidet sich weder von der Gruppe „Lernsoftware“ noch der Gruppe „Lernheft“ signifikant.

In Bild 9 sind die Z-standardisierten Zeiten für die erstmalige Fixation des Bereiches, in dem gefährdende Objekte auftauchen können, dargestellt. Es ergibt sich ein ähnliches Muster wie zuvor für die Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises. Die Lernsoftwaregruppe scheint am schnellsten den Bereich zu fixieren, in dem gefährdende Objekte auftauchen können, die Lernheftgruppe schneidet am schlechtesten ab. Die Varianzanalyse ergibt einen entsprechenden signifikanten Effekt des Faktors „Gruppenzugehörigkeit“ ( $F(2, 33) = 6,877$ ,

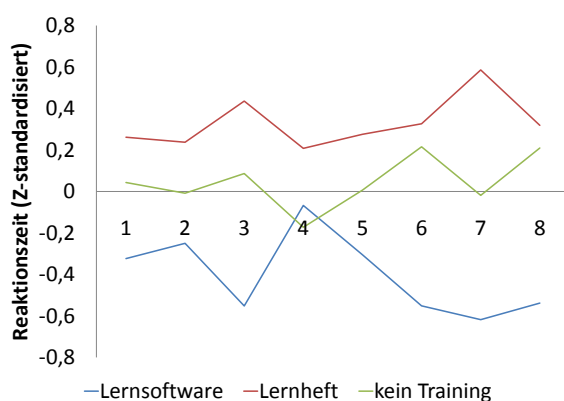


**Bild 9:** Erstmalige Fixation des Bereiches, in dem gefährdende Objekte auftauchen können

$p = ,003$ ). Die post-hoc Analysen zeigen, dass sich die Lernsoftwaregruppe signifikant von beiden anderen Gruppen unterscheidet („Lernheft“:  $p = ,001$ ; „kein Training“:  $p = ,035$ ).

Ein vergleichbares Bild zeigt sich auch für die erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz, bestehend aus „Gefahrenhinweis“ und „relevanter Bereich“ (Bild 10). Erneut scheint die an der Lernsoftware trainierte Gruppe in nahezu allen Situationen tendenziell früher die entsprechende Blickreaktion zu zeigen als die beiden anderen Gruppen. Die Varianzanalyse zeigt erneut, dass die Gruppenzugehörigkeit signifikante Auswirkungen auf die Reaktionszeit hat ( $F(2, 33) = 6,590$ ,  $p = ,004$ ). Die post-hoc Analysen ergeben signifikante Unterschiede zwischen der Lernsoftwaregruppe und den beiden anderen Gruppen („Lernheft“:  $p = ,001$ ; „kein Training“:  $p = ,042$ ).

Da die erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz aus „Blick zum Gefahrenhinweis“ und „Blick in den relevanten Bereich“ als



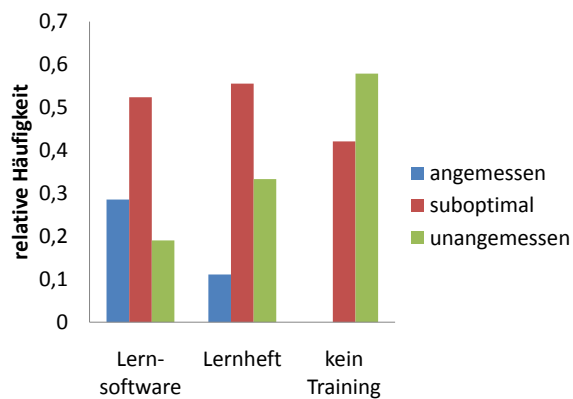
**Bild 10:** Erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz

zentraler und bester Indikator für ein vorausschauendes Fahren angesehen wird, erfolgte eine eingehendere Differenzierung der Ergebnisse für diese Variable in Bezug auf den zu leistenden Wissenstransfer zur Bewältigung der Fahr-situation. Eine getrennte Analyse von Test-szenen, deren Bewältigung lediglich eine geringe Transferleistung erfordert („Nahtransfer“; vier Test-szenen) und Szenen, deren Bewältigung eine höhere Transferleistung erfordert („Ferntransfer“; ebenfalls vier Test-szenen), erbringt für beide Fälle vergleichbare Ergebnisse. Eine Varianzanalyse, die lediglich die „Nahtransfer“-Situationen einbezieht, zeigt ebenso einen signifikanten Effekt der Gruppenzugehörigkeit für die erstmalige Komplettierung der geforder-ten Blicksequenz ( $F(2, 33) = 3,916$ ,  $p = ,030$ ) wie die ausschließliche Betrachtung der „Ferntransfer“-Situationen ( $F(2, 33) = 4,967$ ,  $p = ,013$ ). Im post-hoc Vergleich ergibt sich für den „Nahtransfer“ lediglich zwischen der Lernsoftwaregruppe und der Lernheftgruppe ein signifikanter Unterschied ( $p = ,009$ ), während sich beim „Ferntransfer“ die Lernsoftwaregruppe von beiden anderen Gruppen signifikant unterscheidet („Lernheft“:  $p = ,004$ ; „kein Training“:  $p = ,049$ ).

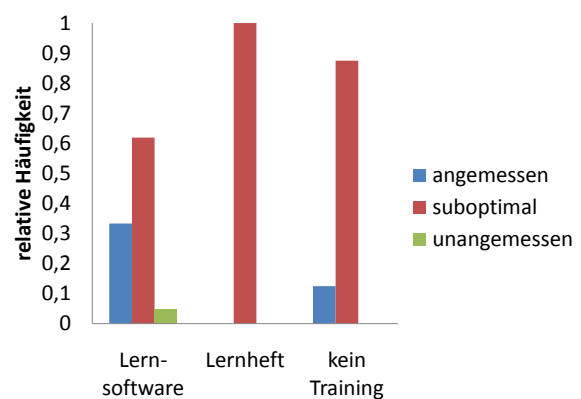
### Fahrverhalten

Da für die Bewertung des Verhaltens die Videoszene das Datenmaterial liefert und Einschränkungen der Blickdatenanalyse entfielen, war es hier möglich, einen deutlich größeren Teil der Stichprobe in die Analyse einzubeziehen. Je nach Fahr-situation sind 55-58 verwertbare Datensätze verfügbar. Die Einschätzung wurde von einem Rater ohne Kenntnis der Hypothesen beziehungsweise der Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmer vorgenommen. Für die Analyse des Fahrverhaltens wurden die gleichen acht Test-szenen der Blickdatenanalyse, jeweils vier Szenen der einspurigen und der zweispurigen Teststrecke, ausgewählt.

In Bild 11 und Bild 12 sind exemplarisch die relativen Auftretenshäufigkeiten der drei Verhaltens-kategorien (angemessenes, suboptimales und unangemessenes Fahrverhalten) dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Lernsoftwaregruppe jeweils einen größeren Anteil an angemessenen Reaktionen zeigt als die beiden Vergleichsgruppen. Der Kruskal-Wallis-Test bestätigt für die Situation „Vorausfahrer bremst durch Stau an Tankstelle“ (Test-szene 2.3) einen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen bezüglich des Fahrverhaltens ( $\chi^2(2, N = 58) = 9,540$ ,  $p = ,008$ ). Paarweise Vergleiche mittels Mann-Whitney-U-Test ergeben einen signifikanten Unterschied zwischen der Lernsoftwaregruppe und der Gruppe, die kein Training erhalten hat ( $p = ,003$ ), sowie auf 10% Feh-



**Bild 11:** Relative Häufigkeiten angemessenen, suboptimalen und unangemessenen Verhaltens für Situation „Vorausfahrer bremst durch Stau an Tankstelle“



**Bild 12:** Relative Häufigkeiten angemessenen, suboptimalen und unangemessenen Verhaltens für Situation „Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten“

lernniveau einen Unterschied zwischen den mit Hilfe des Lernheftes trainierten Probanden und den untrainierten Teilnehmern ( $p = .087$ ). Für die Situation „Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten“ (Testszene 2.6) ergibt sich nur auf 10%-Fehlerniveau ein signifikanter Unterschied ( $\chi^2(2, N = 55) = 5,343, p = ,063$ ). Paarweise Vergleiche zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen Lernsoftwaregruppe und Lernheftgruppe ( $p = .030$ ). Für alle weiteren Situationen ergeben sich keine signifikanten Unterschiede.

### 3.2.3 Diskussion

Ziel der experimentellen Überprüfung war es, das Potenzial der entwickelten multimedialen Lernanwendung im Hinblick auf die Unterstützung der Fahranfängervorbereitung zu überprüfen. Im Rahmen der durchgeführten Studie konnte gezeigt werden, dass multimediale Lernanwendungen tatsächlich lernwirksam sein können.

Kritische informelle Rückmeldungen der Teilnehmer bezogen sich vor allem auf das multimediale Lernangebot. Es wurde teilweise moniert, dass das gegebene Feedback unnötig lang und komplex ist. Die von den Versuchsleitern berichteten Beobachtungen legen zudem die Vermutung nahe, dass einige Teilnehmer auch nicht ausreichend Zeit in das aufmerksame Lesen und Verstehen der Rückmeldungen investiert haben, um tatsächlich davon zu profitieren. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit diese Problematik zum Nachlassen der Motivation führen kann. Ob eine entsprechende Veränderung des Feedbackformates sinn- und wirkungsvoll ist, bleibt zu prüfen.

Die Hypothese, dass Fahrschüler, die mit Hilfe der entwickelten Lernsoftware trainiert werden, schnell-

er Gefahrenhinweise auffinden, ihre Blicke schneller auf die für die Situation relevanten Bereiche richten und früher angemessene Blicksequenzen ausführen als Fahrschüler, die eine papierbasierte Version mit vergleichbaren Lerninhalten bearbeiten (H1.1), konnte bestätigt werden. Ebenso konnte gezeigt werden, dass sich die multimedial trainierten Fahrschüler in ihrem Blickverhalten auch positiv von einer Kontrollgruppe ohne zusätzliches Training abheben. Die Annahme, dass auch eine papierbasierte Form des Trainings zu verbesserten Leistungen im Vergleich zu untrainierten Probanden führt, konnte hingegen nicht bestätigt werden (H1.2). Die statistischen Analysen zeigen keine Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen. Eine plausible Erklärung für diesen Befund bezieht sich dabei auf das bereits angeführte Modell des Kompetenzerwerbs von ANDERSON (1982). Das entwickelte multimediale Lernangebot zielte explizit auf die Unterstützung der Prozeduralisierung des vermittelten Wissens. Annahme war, dass speziell die Eigenschaften multimedialer Anwendungen in der Lage sind, diesen Prozess zu unterstützen. Demgegenüber bewegt sich die Vermittlung der Inhalte mit Hilfe des Lernheftes verstärkt auf der Ebene des deklarativen Wissens, eine Prozeduralisierung findet nicht in gleichem Maße statt, wie dies mit Hilfe der multimedialen Anwendung möglich ist. Die Ausführung von Handlungen vor dem Hintergrund einer deklarativen Wissensbasis wiederum ist dadurch gekennzeichnet, dass Einzelschritte eher langsam ablaufen und mit relativ vielen Fehlern behaftet sind. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass die Probanden der Gruppe „Lernheft“ zwar ein umfassenderes Wissen bezüglich der jeweiligen Verkehrssituationen und entsprechenden Verhaltensweisen aufweisen, jedoch (noch) nicht in der Lage sind, dieses Wissen nutzbringend umzusetzen.

Die Hypothese, dass Fahrschüler, die mit Hilfe des multimedialen Lernangebots trainiert werden, auch auf Fahrverhaltensebene Verbesserungen bzw. Unterschiede im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen zeigen (H1.3), konnte anhand der Klassifizierung der situationsspezifischen Angemessenheit des Fahrverhaltens nur für wenige Testszene bestätigt werden. Eine Ursache ist dafür zweifelsfrei in der hohen Zahl an Freiheitsgraden zu suchen, die zwangsläufig bei der Bewältigung der Fahrscenarien bestehen. Vor diesem Hintergrund wird das Auffinden potenzieller Unterschiede generell erschwert. Hinzu kommt, dass für eine angemessene Reaktion tatsächlich nicht nur eine entsprechende Prozeduralisierung des Blickverhaltens, sondern auch des Fahrverhaltens selbst notwendig ist. Die vorliegende Umsetzung des multimedialen Lernangebots, in der auf eine Integration dynamischer Interaktionen als Reaktion auf die Übungsszenarien explizit verzichtet wurde (vgl. Kap. 2.3.2), kann diesem Anspruch nur sehr eingeschränkt gerecht werden. Es ist jedoch zu konstatieren, dass dennoch in einigen Situationen bereits Verbesserungen zu beobachten sind. Für die papierbasierte Form des Trainings sind analog zum Blickverhalten auch beim Fahrverhalten (H1.4) keinerlei Verbesserungen zu erkennen.

versuchen. Ungeachtet der aufgeführten Beschränkungen konnte mit der experimentellen Überprüfung im Fahrsimulator die Wirksamkeit der Lernsoftware nachgewiesen werden. Es zeigte sich, dass das multimediale Lernangebot zu signifikanten Verbesserungen im Blickverhalten führt, was sich teilweise auch in einem besseren Fahrverhalten widerspiegelt.

### 3.3 Zusammenfassung Kapitel 3

Kernaufgabe der Studie war die Überprüfung der Wirksamkeit des multimedialen Lernangebots zur Gefahrenwahrnehmung. Zunächst ging es um die Erarbeitung eines geeigneten Testverfahrens zur Überprüfung möglicher Lerneffekte des Lernangebots - hierfür wurden Testscenarien für den Fahrsimulator entwickelt. Es zeigte sich, dass eine zu große Dynamik in den Verkehrssituationen deren Auswertbarkeit beeinträchtigt. Keine der Testscenen der Autobahnstrecke konnte letztlich in die Auswertung aufgenommen werden. Eine Analyse der numerischen Fahrdaten war ebenfalls nicht möglich. Als problematisch für die Durchführung der Studie erwiesen sich die restriktiven Auswahlkriterien für die Versuchsteilnehmer, welche die Akquise einer hinreichend großen Stichprobe erschwerten. Gleichzeitig sind enge Auswahlkriterien sowie die Kontrolle relevanter Eigenschaften der Probanden unumgänglich, um Effekte ohne den Einfluss möglicher Störvariablen auf die Lernintervention zurückführen zu können. Des Weiteren schränkten die Anforderungen an die Analyse von Blickdaten die Zahl der für die Auswertung verwertbaren Testscenen und Datensätze ein. Dennoch haben sich Versuchsaufbau und -ablauf in weiten Teilen bewährt und ermöglichen eine weitere Nutzung in Folge-

## 4 Experimentelle Überprüfung der Wirksamkeit spezifischer Merkmale des multimedialen Lernangebots

### 4.1 Expertenworkshop zu den Befunden der ersten Studie

Zunächst wurden nur die grundlegenden Vorteile der multimedialen Lernanwendung für die Fahranfängervorbereitung aufgezeigt. Damit blieb die Frage offen an welche konkreten Bedingungen die größere Wirksamkeit neuer Lehr-Lerntechnologien im Vergleich zu konventionellen Lernangeboten gebunden ist. Im weiteren Verlauf sollten deshalb systematische Modifikationen am multimedialen Lernangebot vorgenommen und verschiedene Versionen des Lernangebots miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse der experimentellen Studie wurden im Rahmen eines Expertenworkshops präsentiert, zu dem Vertreter aus einschlägigen Wissenschaftszweigen (Verkehrspsychologie, Instruktionspsychologie) und dem Fahrerlaubniswesen (TüV/Dekra, BAST) geladen waren. Das Ziel des Workshops bestand in der Bewertung und Diskussion der aktuellen Befunde sowie der Ableitung von Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

Die vorgestellten Befunde wurden im Wesentlichen als überzeugendes Indiz für die Potenziale neuer Lehr-Lerntechnologien im Rahmen der Fahranfängervorbereitung gewertet. Zudem wurden aber auch einige inhaltliche und methodische Punkte angesprochen, die im Hinblick auf eine Generalisierung der Befunde und die Ableitung von Handlungsempfehlungen zu klären waren. Dazu gehörte u.a. die Identifikation für den Lernerfolg relevanter Gestaltungsmerkmale neuer Lehr-Lerntechnologien als Voraussetzung für deren zweckmäßige Integration in die Fahranfängervorbereitung. Hierfür wurde die Ergänzung des experimentellen Designs empfohlen. Weiterhin wurde angemerkt, dass der Vergleich des Lernerfolgs von Fahrschülern, welche mit unterschiedlichen Lernangeboten lernen, zwar aufschlussreich sei, der Vergleich mit Leistungen von erfahrenen Fahrern jedoch ein aussagefähigeres Kriterium für die Wirksamkeit neuer Lehr-Lerntechnologien in der Fahranfängervorbereitung darstellen würde. Im Hinblick auf den möglichen Einfluss von Merkmalen der Probanden auf die Wirksamkeit neuer Medien wurde vor allem dem räumlichen Vorstellungsvermögen eine große Bedeutung beigemessen und die Kontrolle dieser Variable bei den eingesetzten Lerninterventionen vorgeschlagen.

## 4.2 Modifikation des multimedialen Lernangebots

### 4.2.1 Vorüberlegungen

Von den im Rahmen des Expertenworkshops erarbeiteten Empfehlungen für die Ausrichtung der zweiten experimentellen Studie wurde die Ergänzung des experimentellen Designs um weitere Bedingungen als besonders relevant bewertet. Die Umsetzung eines vollständigen 2x2-Designs (mit den unabhängigen Variablen „Darstellungsmodus“ und „Feedbackgestaltung“ bei jeweils zwei Ausprägungen) wurde ausgeschlossen, da die erforderlichen Modifikationen des Lernangebots für eine der noch fehlenden Versuchsbedingungen (statische Darstellungen + fehlerspezifisches Feedback) die zur Verfügung stehenden Ressourcen bei Weitem überstiegen hätten. In der Ergänzung des bisherigen Designs um die Bedingung „dynamische Darstellungen + KCR-Feedback (Knowledge of correct Result; vgl. NARCISS, 2006)“ wurde jedoch eine Möglichkeit gesehen, zumindest auf indirektem Wege die Wirksamkeit der einzelnen Gestaltungsmerkmale zu ermitteln. Aufgrund der von den Versuchsleitern geschilderten Beobachtungen während der Lernphase in Studie 1 (vgl. Kap. 3.3.3) ist davon auszugehen, dass die mit zusätzlichem Leseaufwand verbundenen Rückmeldungen von den Lernern als eher störend empfunden wurden. Daher war zu erwarten, dass eine Reduzierung des Informationsgehaltes des Feedbacks die Wirksamkeit der multimedialen Lernanwendung nicht beeinträchtigt.

Weiterhin wurde der Vorschlag als plausibel und umsetzbar erachtet, eine Gruppe erfahrener Fahrer in die Untersuchung einzubeziehen und deren Leistung am Fahrsimulator als weiteres Kriterium für die Wirksamkeit neuer Lehr-Lerntechnologien in der Fahranfängervorbereitung zu verwenden. Zusätzlich zu den abgeleiteten Maßnahmen aus dem Workshop entschieden wir uns, auch den Übungsumfang zu variieren, in dem eine Versuchsgruppe lediglich die erste der beiden Lerneinheiten des Lernangebots absolvieren sollte, um den Einfluss des Übungsumfanges prüfen zu können. Gerade im Hinblick auf die Effizienz des Einsatzes neuer Medien ist der Frage eine große Bedeutung einzuräumen, welcher Lern- und Übungsumfang notwendig ist.

### 4.2.2 Umsetzung

Während für die Einbeziehung erfahrener Fahrer keine Lernintervention benötigt wurde und für die



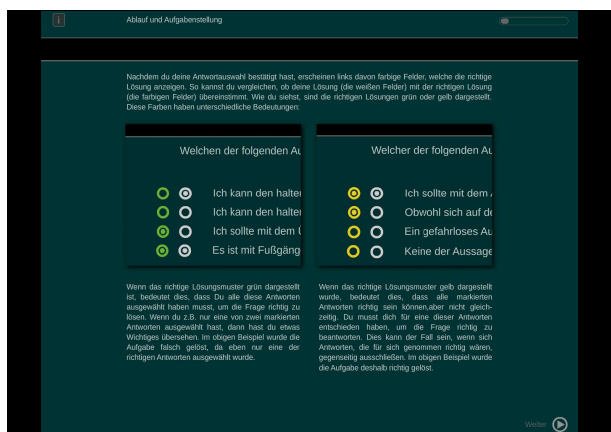


Bild 13: Erläuterung des Feedbackformats in Studie 2

Modifikation des Übungsumfangs die erste Lerneinheit des bisherigen Lernmaterials unverändert übernommen werden konnte, machte die Variation des Charakters der Rückmeldungen eine grundlegende Überarbeitung des multimedialen Lernangebots erforderlich. Ziel war es, den Lernenden die Rückmeldungen nicht mehr automatisch entsprechend der individuellen Reaktionen auf die Fragestellungen zu präsentieren, aber dennoch die Möglichkeit einzuräumen, die Richtigkeit der eigenen Lösungen zu überprüfen (adäquat zur papierbasierten Version). Daher entschieden wir uns dafür, die jeweils richtigen Lösungsmuster im Anschluß an die Eingabe der eigenen Lösungen einzublenden. Die richtigen Lösungsmuster wurden in unterschiedlichen Farben angezeigt, je nachdem, ob jede der korrekten Antwortoptionen zwingend markiert werden musste oder diese lediglich verschiedene Antwortalternativen darstellten, von denen mindestens eine ausgewählt sein sollte (siehe Bilder 13 und 14).

Am Ende jeder Lerneinheit des überarbeiteten Lernangebots sollte es für die Lernenden nach wie vor möglich sein, die Ergebnisse bei der Bearbeitung

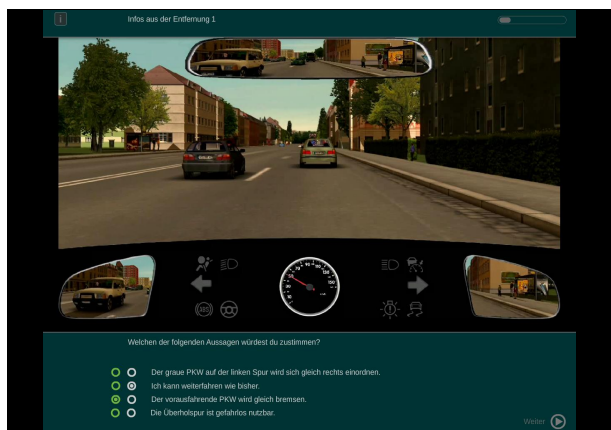


Bild 14: Feedback auf eine Multiple-Choice-Aufgabe

der Lernaufgaben auf einen Blick zu sehen. Im Gegensatz zur ursprünglichen Version der Lernanwendung bestand dies jedoch nicht in der Generierung einer ergebnisspezifischen verbalen Einschätzung, sondern lediglich in der statistischen Darstellung der richtigen und falschen Lösungen. Die Umgestaltung der multimedialen Lernanwendung in Hinblick auf die Art der Fehlerrückmeldung machte zudem eine Anpassung der Instruktion erforderlich, welche ins Lernangebot einführt sowie dessen Grundaufbau und Handhabung erläutert.

#### 4.2.3 Zwischenfazit/Konsequenzen für das weitere Vorgehen

Um im Rahmen der experimentellen Überprüfung des zusätzlichen Beitrags neuer Lehr-Lerntechnologien zur Fahranfängervorbereitung den Einfluss spezifischer Gestaltungsmerkmalen analysieren zu können, wurden ergänzend zur Ausgangsversion der Lernsoftware und der inhaltlich analog aufgebauten Papierversion des Lernangebots zwei weitere multimediale Umsetzungsformen entwickelt. Somit standen insgesamt vier verschiedene Schulungsversionen zur Gefahrenwahrnehmung für die Analyse

- der Vorteile dynamischer im Vergleich zu statischen Darstellungsformaten,
- des Einflusses der Art und Weise der Fehlerückmeldung und
- der Bedeutung des Übungsumfanges

in Hinblick auf Wirkungseffekte des Lernangebots zur Verfügung. Kombiniert mit der Testung erfahrener Fahrer am Simulator sowie den Befunden der Testfahrten der Kontrollgruppe ohne vorherige Schulung waren die Voraussetzungen gegeben, um auf fundierter empirischer Grundlage die zentralen Fragestellungen der Studie zu beantworten.

### 4.3 Durchführung der experimentellen Überprüfung

#### 4.3.1 Methode

##### Design

Im Rahmen der zweiten Studie wurden zwei weitere Gruppen von Fahrschülern einbezogen, die das multimediale Lernangebot zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren in einer der beiden neu entwickelten Varianten durchführten (vgl. Kap. 4.2). Während bei der Lernsoftware der einen Gruppe im Vergleich zur ersten Studie der Informationsgehalt der Rückmeldungen reduziert wurde, bestand das



Lernangebot der anderen Gruppe lediglich aus der ersten Lerneinheit der in der ersten Studie verwendeten multimedialen Lernanwendung (bei ansonsten identischen Merkmalen). Der Lernerfolg wurde wieder mittels der Bewältigung von Testfahrten am Fahrsimulator überprüft. Genaugenommen handelt es sich um eine Erweiterung des Untersuchungsdesigns der ersten Studie, da der Lernerfolg der beiden neuen Versuchsgruppen auch mit Versuchsgruppen der ersten Studie verglichen wurde. Das gilt auch für die in der zweiten Studie zusätzlich einbezogene Gruppe der erfahrenen Fahrer. Sie mussten keine Lernphase durchlaufen, sondern sich lediglich den Testfahrten am Fahrsimulator unterziehen. Die Testergebnisse der erfahrenen Fahrer wurden sowohl den Ergebnissen der Versuchsgruppen der ersten als auch der zweiten Studie gegenübergestellt. Das erweiterte Untersuchungsdesign bestand somit aus insgesamt sechs Versuchsgruppen (siehe Abschnitt „Variablen“ und Tabelle 2).

### Teilnehmer

Im Interesse der Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden für die Auswahl der Probanden der beiden zusätzlichen Lerngruppen die Kriterien der ersten Studie verwendet (vgl. Kap. 3.2.1). Die Teilnehmerakquise erfolgte wieder in Kooperation mit lokalen Fahrschulen. Die Probanden dieser zwei Versuchsgruppen befanden sich auch diesmal auf einem vergleichbaren Niveau bezüglich ihres theoretischen und fahrpraktischen Vorwissens. Wie schon bei der ersten Studie wurde die Teilnahme der Fahrschüler mit 20 - 30 Euro (je nach Versuchsdauer) vergütet. Die Gruppe der erfahrenen Fahrer wurde aus Studenten der TU Chemnitz rekrutiert, die als Fahrer mindestens 20.000 km zurückgelegt haben mussten und für ihre Teilnahme studiumsrelevante Kreditpunkte angerechnet bekamen. Obwohl die gefahrenen Kilometer nur in Kombination mit der Dauer des Führerscheinbesitzes und dem Charakter der Fahrzeugnutzung aussagekräftig bezüglich der individuellen Fahrerfahrung sind, wurden diese Variablen nicht als weitere Kriterien für die Probandenakquise verwendet, sondern lediglich zur nachträglichen Kontrolle erfasst. Wie schon bei der ersten Studie ist auch für die zweite Studie nicht auszuschließen, dass selbstreflexive, sicherheitsbewusste Fahrschüler in den Lerngruppen überrepräsentiert sind. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die erfahrenen Fahrer im Gegensatz zu den Fahrschülern durchgängig ein gleichmäßig hohes Bildungsniveau aufwiesen.

An den beiden Studien nahmen insgesamt 112 Probanden (62 weiblich, 50 männlich) teil. Für die fünf Gruppen von Fahrschülern ergab sich ein Durchschnitt von 11,9 absolvierten Theoriestunden

( $SD = 3,2$ ), sowie 1,4 praktischen Fahrstunden ( $SD = 2,3$ ). Einige Teilnehmer gaben an, vor bzw. neben der praktischen Fahrschulung bereits privat das Führen eines Fahrzeuges geübt zu haben ( $M = 1,5$  h,  $SD = 3,0$ ). Das Durchschnittsalter betrug 17,6 Jahre ( $SD = 2,0$ ). Die Gruppe der erfahrenen Fahrer wies ein Durchschnittsalter von 23,7 Jahren ( $SD = 3,0$ ) auf, und hatte im Schnitt ca. 80.000 km ( $SD = 96.700$ ) Fahrerfahrung.

### Variablen

Im Rahmen der Erweiterung des Untersuchungsdesigns wurde die Art des Trainings der vorausschauenden Erkennung von Gefahren variiert, wobei in Abhängigkeit von den jeweils verwendeten Ausprägungen der Variablen „Darstellungsformat“, „Feedbackformat“ und „Übungsumfang“ Versuchsgruppen zum Einsatz kamen (vgl. Tabelle 2):

- Gruppe 1) Lernsoftware erste Version (zwei Einheiten, dynamische Darstellungen + elaboriertes, fehlerspezifisches Feedback; bereits erhoben in Studie 1),
- Gruppe 2) Lernheft (zwei Einheiten, statische Darstellungen + Präsentation der richtigen Lösungen; bereits erhoben in Studie 1),
- Gruppe 3) kein Training (lediglich Theorieausbildung; bereits erhoben in Studie 1),
- Gruppe 4) Lernsoftware zweite Version (zwei Einheiten, dynamische Darstellungen + Präsentation der richtigen Lösungen),
- Gruppe 5) Lernsoftware dritte Version (eine Einheit, dynamische Darstellungen + elaboriertes, fehlerspezifisches Feedback).

Eine weitere unabhängige Variable stellte die vorhandene Fahrerfahrung dar - hierbei sollten die auf Fahrerfahrung basierenden fahraufgabenrelevanten Kompetenzen mit den mit Hilfe der Trainingsangebote erworbenen Kompetenzen verglichen werden:

- Gruppen 1,2,4,5) Training (differenziert entsprechend der Art des Trainings), aber keine Fahrerfahrung (vgl. Tabelle 2)
- Gruppe 6) erfahrene Fahrer (Fahrerfahrung, aber kein Training)
- Gruppe 3) kein Training und keine Fahrerfahrung

Als abhängige Variablen kamen vor allem die bereits in der ersten Studie verwendeten Verhaltensmaße im Zusammenhang mit der Bewältigung der Simulatoraufgabe (Fahr- und Blickverhalten; vgl. Kap. 3.2.1) in Frage.

		Darstellungsformat			
		dynamisch		statisch	
		1 Lerneinheit	2 Lerneinheiten	1 Lerneinheit	2 Lerneinheiten
Feedback	einfach	-	Gruppe 4 (N=16)	-	Gruppe 2 (N=18)
	elaboriert	Gruppe 5 (N=17)	Gruppe 1 (N=21)	-	-

**Tab. 2:** Merkmale der von den Versuchsgruppen genutzten Lernangebote (entsprechend der Variablen „Darstellungsformat“, „Feedback“ und „Übungsumfang“)

Auch die Auswahl zu kontrollierender potenzieller Störvariablen der ersten Studie wurde beibehalten (vgl. Kap. 3.2.1) und lediglich im Hinblick auf die Vorerfahrungen an die spezifischen Besonderheiten der Gruppe der erfahrenen Fahrer angepasst (Dauer des Führerscheinbesitzes, Umfang der Fahrerfahrung, Art/Charakter der Fahrerfahrung).

### Material

Zur Herstellung der experimentellen Bedingungen und Erhebung der erforderlichen Daten wurden in der Untersuchung folgende Materialien eingesetzt:

#### Gruppe 4: multimediales Lernangebot mit reduziertem Feedback

Mit Ausnahme der umgestalteten Rückmeldungen entspricht das Lernmaterial für Gruppe 4 vollständig der in Studie 1 verwendeten und in Kap. 3.2.1 beschriebenen Lernintervention für Gruppe 1.

#### Gruppe 5: multimediales Lernangebot mit reduziertem Übungsumfang

Das Lernmaterial für Gruppe 5 entspricht vollständig der ersten Lerneinheit der in Studie 1 verwendeten und in Kap. 3.2.1 beschriebenen Lernintervention für Gruppe 1.

#### Testumgebungen am Fahrsimulator

Die Überprüfung der Wirksamkeit der Intervention erfolgte wiederum mittels der Bewältigung der Teststrecken am Fahrsimulator, die vollständig aus Studie 1 übernommen wurden (vgl. Kap. 3.1.2).

Weiterhin entsprachen sämtliche der für Lernintervention, Testung und Datenerfassung erforderlichen technischen Ressourcen (PC, Fahrsimulator, Eye-Tracker) der in der ersten Studie verwendeten Hardware (vgl. Kap. 3.2.1).

#### Fragebögen und Tests

In Bezug auf die Erfassung allgemeiner Informationen über die Probanden, potenzieller Ko- und Störvariablen sowie subjektiver Einschätzungen und Bewertungen wurden nur geringfügige Änderungen am Fragebogenmaterial und den Tests vorgenommen. Diese beschränkten sich auf die Erstellung einer speziellen Version der Vorbefragung zum Simulatortest für die Gruppe der erfahrenen Fahrer. Diese Version enthielt spezifische Items zur Erfassung der individuellen Fahrerfahrungen (6 Items). Die für erfahrenen Fahrer irrelevanten Fragen zur Fahrausbildung und zum zukünftigen Nutzerverhalten (5 Items) wurden in dieser Version entfernt. Vor- und Nachbefragung zur Lernepisode, Vorbefragung zum Simulatortest für Fahrschüler, Nachbefragung zum Simulatortest, Vorwissenstest zur Gefahrenlehre, Paperfolding-Test (räumliches Vorstellungsvermögen), Ishihara-Test (Farbsehen) und Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) wurden hingegen unverändert übernommen. Wie schon in Studie 1 erfolgte zudem die Erfassung der Qualität der Lernaktivitäten durch Logdaten (vgl. Kap. 3.2.1).

#### Durchführung

Um die Vergleichbarkeit mit der ersten Studie zu gewährleisten, wurde der allgemeine Ablauf unverändert beibehalten (vgl. Kap. 3.2.1). Dementsprechend fand die Simulatortestung wieder zwei Tage nach der Lernepisode statt. Während der Ablauf der Simulatortestung sowohl für die beiden Lerngruppen als auch die Gruppe der erfahrenen Fahrer gleich war (Dauer ca. 2 Stunden), führte der unterschiedliche Übungsumfang für die beiden Lerngruppen (eine vs. zwei Einheiten des Lernmoduls á 45 min.) jedoch nicht nur dazu, dass die Lernepisode für eine der Lerngruppen kürzer war als für die andere, sondern zudem auch kürzer als die Lernepisode der Lerngruppen in der ersten Studie (ca. zwei vs. drei Stunden).

## Hypothesen

Wie bereits in der ersten Studie erfolgte auch in der zweiten Studie die Hypothesenprüfung vorrangig auf Grundlage des Blickverhaltens. Das Fahrverhalten wurde erneut als sekundäres Kriterium behandelt, da Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen nicht zwingend erwartet werden konnten (vgl. Kap. 3.2.1). Unter der Annahme, dass ein angemessenes Blickverhalten die Voraussetzung für eine angemessenen Reaktion darstellt, sollte das frühere Erfassen der Verkehrssituationen die Bewältigung dieser Situationen aber zumindest erleichtern.

Die Kernhypothesen bezüglich des generellen Vorteils multimedialer Lernangebote im Vergleich zu konventionellen Lernmedien wurden in den Grundaussagen beibehalten, aufgrund der Einbeziehung erfahrener Fahrer nunmehr jedoch speziell auf die Population der Fahrschüler bezogen. Zudem wurde, unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus Studie 1, die Annahme eines Effektes der papierbasierten Lernintervention verworfen. Als zentrale Hypothesen ergaben sich:

- **H2.1:** Fahrschüler mit multimedialen Lernangeboten (Gruppe 1, 4 u. 5) finden Gefahrenhinweise schneller, richten ihre Blicke schneller auf die für die Situation relevanten Bereiche, führen angemessene Blicksequenzen zeitiger aus und zeigen häufiger ein angemessenes Fahrverhalten als mit „Lernheft“ geschulte Fahrschüler (Gruppe 2).
- **H2.2:** Fahrschüler mit multimedialen Lernangeboten (Gruppe 1, 4 u. 5) finden Gefahrenhinweise schneller, richten ihre Blicke schneller auf die für die Situation relevanten Bereiche, führen angemessene Blicksequenzen zeitiger aus und zeigen häufiger ein angemessenes Fahrverhalten als Fahrschüler „ohne Training“ (Gruppe 3).

Im Zusammenhang mit der Modifikation des multimedialen Lernangebotes ergaben sich weitere Hypothesen, die sich auf die Wirksamkeit spezifischer Merkmale der Lernsoftware bezogen:

- **H2.3:** Fahrschüler der Gruppe 4 (Lernsoftware zweite Version) finden Gefahrenhinweise ebenso schnell, richten ihre Blicke ebenso schnell auf die für die Situation relevanten Bereiche, führen angemessene Blicksequenzen genauso zeitig aus und zeigen ebenso häufig ein angemessenes Fahrverhalten wie die Fahrschüler der Gruppe 1 (Lernsoftware erste Version).
- **H2.4:** Fahrschüler mit vollständigem multimedialem Lernangebot (Gr. 1 und 4) finden Gefahrenhinweise schneller, richten ihre Blicke schneller auf die für die Situation relevanten

Bereiche, führen angemessene Blicksequenzen zeitiger aus und zeigen häufiger ein angemessenes Fahrverhalten als Fahrschüler, die nur mit dem ersten Teil des multimedialen Lernangebots (Gruppe 5) geschult wurden.

Aufschlußreich sollte zudem der Vergleich der aus Fahrschülern bestehenden Lernergruppen mit den Leistungen der erfahrenen Fahrer beim Simulator-test sein, da deren Leistung ein Kriterium für die Praxisrelevanz der erworbenen Kompetenzen darstellt. Hierfür wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

- **H2.5:** Fahrschüler mit vollständigem multimedialem Lernangebot (Gruppe 1 u. 4) finden Gefahrenhinweise ebenso schnell, richten ihre Blicke ebenso schnell auf die für die Situation relevanten Bereiche und führen angemessene Blicksequenzen genauso zeitig aus wie „erfahrene Fahrer“ ohne Lernangebot (Gruppe 6), zeigen aber seltener ein angemessenes Fahrverhalten als diese.
- **H2.6:** Fahrschüler ohne oder nur mit einem Teil des multimedialen Lernangebots (Gruppe 2, 3 u. 5) finden Gefahrenhinweise später, richten ihre Blicke später auf die für die Situation relevanten Bereiche und führen angemessene Blicksequenzen später aus als „erfahrene Fahrer“ ohne Lernangebot (Gruppe 6) und zeigen auch seltener ein angemessenes Fahrverhalten als diese.

## 4.3.2 Ergebnisse

### Vorwissenstest

Im Vorwissenstest zeigen sich auch unter Einbezug der beiden neuen Versuchgruppen von Fahrschülern keine nennenswerten Unterschiede. Die Gruppe „Lernmodul zweite Version“ löst im Schnitt 18,0 Fragen ( $SD = 3,7$ ) richtig, die Gruppe „Lernmodul dritte Version“ löst 18,1 Fragen ( $SD = 3,2$ ) korrekt. Eine Varianzanalyse ergibt entsprechend keinen signifikanten Effekt der Gruppenzugehörigkeit ( $F(4, 86) = ,779, p = ,542$ ). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass alle fünf Gruppen vergleichbare Voraussetzungen bzgl. ihrer theoretischen Fahrkenntnisse aufweisen.

### Weitere potenzielle Kovariablen

Auch nach der Erweiterung des Untersuchungsdesigns sind zwischen den Gruppen mit Fahrschülern keine signifikanten Unterschiede bezüglich demografischer Variablen und einschlägiger Vorerfahrungen zu verzeichnen (eine Einbeziehung der erfahrenen Fahrer hätte in diesem Zusammenhang kei-

ne Aussagekraft). Im Gegensatz zu Studie 1 fällt jedoch auch die Bewertung der didaktischen Merkmale der Lernangebote nicht signifikant unterschiedlich aus, weil sich die Einschätzungen der hinzugekommenen Lerngruppen kaum von den Einschätzungen der Lernmodulgruppe aus Studie 1 unterscheiden. Hervorzuheben ist, dass die Erweiterung des Untersuchungsdesigns in einem signifikanten Unterschied bezüglich der aktuellen Motivation zur Bewältigung des Simulatortests resultiert ( $p = ,019$ ), der nahezu ausschließlich auf das geringere tätigkeitsspezifische ( $p = ,002$ ) und kontextspezifische Interesse ( $p = ,000$ ) der erfahrenen Fahrer zurückzuführen ist. Erfahrene Fahrer finden es demnach weniger interessant als Fahrschüler, an einem Fahrsimulator zu sitzen und animierte Strecken abzufahren.

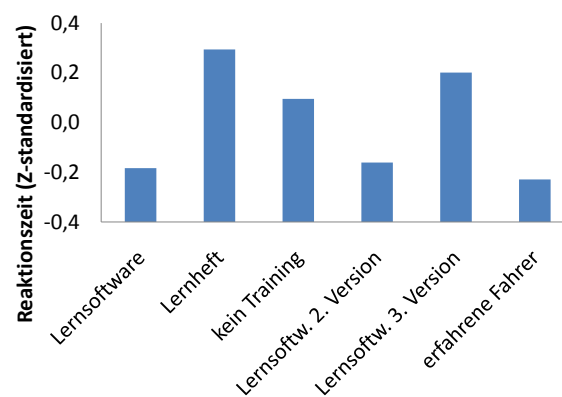
### Blickverhalten

Auch in der zweiten Studie führte die mit Unsicherheiten verbundene Nutzung von Eye-Tracker-Systemen dazu, dass einige der Datensätze aufgrund schlechter Trackingqualität nicht verwertbar waren. Beide Studien zusammengenommen, betraf dies 42 der 112 Probanden. Die 70 gültigen Datensätze verteilten sich wie folgt auf die Untersuchungsbedingungen:

- Gruppe 1 „Lernsoftware“ (erste Version): 12
- Gruppe 2 „Lernheft“: 13
- Gruppe 3 „kein Training“: 11
- Gruppe 4 „Lernsoftware zweite Version“: 10
- Gruppe 5 „Lernsoftware dritte Version“: 10
- Gruppe 6 „erfahrene Fahrer“: 14

Aus Gründen der Vergleichbarkeit und Ökonomie wurden analog zur ersten Studie acht Verkehrssituationen ausgewertet (siehe 3.2.2). Die im Folgenden berichteten Ergebnisse stellen also die Leistungen der Probanden im Fahrsimulator hinsichtlich dieser acht Situationen gemessen am Blick- und Fahrverhalten dar. Entsprechend der vorgestellten Hypothesen bzw. abhängigen Variablen bezieht sich die Auswertung der Blickdaten auf den Zeitpunkt der ersten Fixation des wenig expliziten Gefahrenhinweises, den Zeitpunkt der ersten Fixation des relevanten Gefahrenbereiches sowie das erstmalige Auftreten der Blicksequenz „Gefahrenhinweis - relevanter Gefahrenbereich“.

In Bild 15 sind die Z-standardisierten Zeiten für die erstmalige Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises dargestellt. Neben den bereits bekannten Ergebnissen zu den Gruppen „Lernmodul“, „Lernheft“ und „kein Training“ fällt hier auf, dass die erfahrenen Fahrer nur unwesentlich bes-



**Bild 15:** Erstmalige Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises

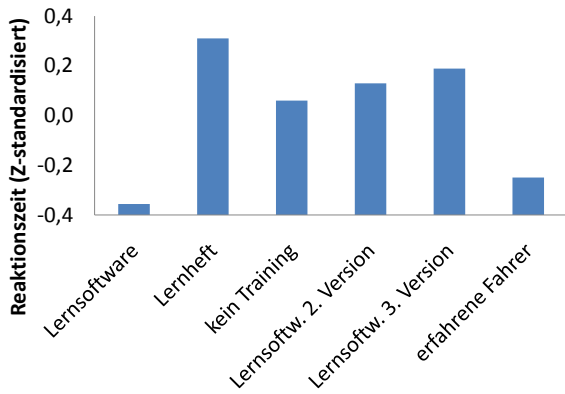
sere Ergebnisse als die Nutzer der erste Version des Lernmoduls erzielen. Auch die zweite Version des Lernmoduls scheint gute Ergebnisse zur Folge zu haben. Die einfaktorielle Varianzanalyse für den Faktor „Gruppenzugehörigkeit“ ergibt allerdings erneut einen lediglich auf 10%-Niveau signifikanten Effekt ( $F(5, 64) = 2,172, p = ,068$ ). Post-hoc-Analysen zeigen signifikante Unterschiede zwischen dem Lernheft und den Gruppen „Lernmodul“, „Lernmodul zweite Version“ und „erfahrene Fahrer“. Auf 10% Fehlerniveau ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe „Lernmodul dritte Version“ und den Gruppen „Lernmodul“ und „erfahrene Fahrer“ (für einen Überblick der  $p$ -Werte siehe Tabelle 3).

In Bild 16 sind die Z-standardisierten Zeiten für die erstmalige Fixation des Bereiches, in dem gefährdende Objekte auftauchen können, dargestellt. Auffällig ist, dass die Gruppe „Lernmodul“ sogar leicht bessere Werte erzielt als die erfahrenen Fahrer. Erkennbar ist zudem, dass, anders als für die Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises, die Bearbeitung der zweiten Version des Lernmoduls offenbar keine Vorteile bringt. Die einfaktorielle Vari-

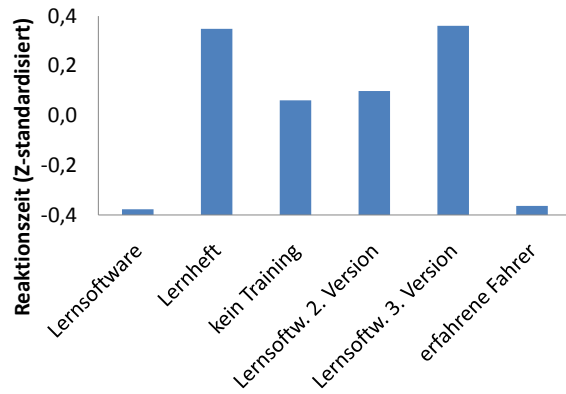
Gruppe	1	2	3	4	5	6
1 (Lernsoftw.)		,027**	,210	,912	,094*	,827
2 (Lernheft)	,027**		,361	,045**	,676	,012**
3 (kein Training)	,210	,361		,271	,648	,132
4 (Lernsoftw. 2)	,921	,045**	,271		,130	,757
5 (Lernsoftw. 3)	,094*	,676	,648	,130		,053*
6 (erfahrene F.)	,827	,012**	,132	,757	,053*	

\*  $p < ,10$ ; \*\*  $p < ,05$

**Tab. 3:**  $p$ -Werte der paarweisen Vergleiche aller Bedingungen in Bezug auf die erstmalige Fixation des unspezifischen Gefahrenhinweises



**Bild 16:** Erstmalige Fixation des Bereiches, in dem gefährdende Objekte auftauchen können



**Bild 17:** Erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz

anzanalyse für den Faktor „Gruppenzugehörigkeit“ erbringt ein signifikantes Ergebnis ( $F(5, 64) = 4,971, p = ,001$ ). Post-hoc-Analysen zeigen signifikante Unterschiede zwischen dem Lernmodul in der ursprünglichen Version und den Gruppen „Lernheft“, „kein Training“, „Lernmodul zweite Version“ und „Lernmodul dritte Version“. Lediglich zu den erfahrenen Fahrern besteht kein signifikanter Unterschied. Die erfahrenen Fahrer unterscheiden sich entsprechend ebenso signifikant von den Gruppen „Lernheft“, „Lernmodul zweite Version“ und „Lernmodul dritte Version“, sowie auf 10% Fehlerniveau von der Gruppe „kein Training“ (für einen Überblick der  $p$ -Werte siehe Tabelle 4).

Ein vergleichbares Bild zeigt sich auch für die erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz, bestehend aus „Gefahrenhinweis“ und „relevanter Bereich“ (Bild 17). Erneut scheinen die Gruppen „Lernmodul“ und „erfahrene Fahrer“ in etwa vergleichbare Leistungen zu erbringen, während alle anderen Gruppen teilweise deutlich abfallen. Die einfaktorielle Varianzanalyse zeigt einen signifikanten Unterschied für den

Faktor „Gruppenzugehörigkeit“ ( $F(5, 64) = 5,999, p = ,000$ ). Post-hoc-Analysen zeigen erneut signifikante Unterschiede zwischen dem Lernmodul in der ursprünglichen Version und allen anderen Gruppen mit Ausnahme der erfahrenen Fahrer. Die erfahrenen Fahrer unterscheiden sich entsprechend ebenso signifikant von diesen Gruppen (für einen Überblick der  $p$ -Werte siehe Tabelle 5).

Auch hier erfolgte eine eingehendere Differenzierung der Ergebnisse für die „erstmalige Komplettierung der angemessenen Blicksequenz“ in Bezug auf den zu leistenden Wissenstransfer zur Bewältigung der Fahrsituation. Eine getrennte Analyse von Szenen, deren Bewältigung lediglich eine geringe Transferleistung erfordert („Nahtransfer“; vier Testszene) und Szenen, deren Bewältigung eine höhere Transferleistung erfordert („Ferntransfer“; ebenfalls vier Testszene), erbringt für beide Fälle vergleichbare Ergebnisse (siehe Bild 18). Eine Varianzanalyse, die lediglich die „Nahtransfer“-Situationen einbezieht, zeigt ebenso einen signifikanten Effekt der Gruppenzugehörigkeit für die erstmalige Komplettierung der geforderten Blicksequenz ( $F(5, 64) = 3,448, p = ,008$ ) wie

Gruppe	1	2	3	4	5	6
1 (Lernsoftw.)		,000**	,018**	,008**	,003**	,512
2 (Lernheft)	,000**		,143	,300	,485	,001**
3 (kein Training)	,018**	,143		,701	,477	,066*
4 (Lernsoftw. 2)	,008**	,300	,701		,749	,030**
5 (Lernsoftw. 3)	,003**	,485	,477	,749		,012**
6 (erfahrene F.)	,512	,001**	,066*	,030**	,012**	

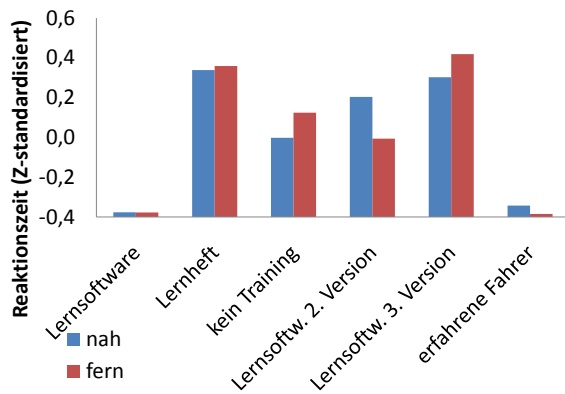
\*  $p < ,10$ ; \*\*  $p < ,05$

**Tab. 4:**  $p$ -Werte der paarweisen Vergleiche aller Bedingungen in Bezug auf die erstmalige Fixation des Bereiches, in dem gefährdende Objekte auftauchen können

Gruppe	1	2	3	4	5	6
1 (Lernsoftw.)		,000**	,028**	,021**	,000**	,942
2 (Lernheft)	,000**		,139	,209	,951	,000**
3 (kein Training)	,028**	,139		,856	,148	,028**
4 (Lernsoftw. 2)	,021**	,209	,856		,215	,020**
5 (Lernsoftw. 3)	,000**	,951	,148	,215		,000**
6 (erfahrene F.)	,942	,000**	,028**	,020**	,000**	

\*  $p < ,10$ ; \*\*  $p < ,05$

**Tab. 5:**  $p$ -Werte der paarweisen Vergleiche aller Bedingungen in Bezug auf die erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz



**Bild 18:** Erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz, getrennt nach Nah- und Ferntransfer

die ausschließliche Betrachtung der „Ferntransfer“-Situationen ( $F(5, 64) = 4,890, p = ,001$ ). Im Post-hoc-Vergleich ergeben sich für den „Nahtransfer“ Unterschiede zwischen der Gruppe „Lernmodul“ und den Gruppen „Lernheft“, „Lernmodul zweite Version“ und „Lernmodul dritte Version“. Ähnlich verhält es sich für die erfahrenen Fahrer. Auch deren Leistung unterscheidet sich signifikant von den Gruppen „Lernheft“, „Lernmodul zweite Version“ und „Lernmodul dritte Version“. Für den „Ferntransfer“ zeigen sich Unterschiede zwischen der Gruppe „Lernmodul“ und den Gruppen „Lernheft“, „keine Intervention“ und „Lernmodul dritte Version“, sowie vergleichbare Unterschiede für die erfahrenen Fahrer. Zudem zeigt sich auf 10% Fehlerniveau ein Unterschied zwischen den Gruppen „Lernmodul zweite Version“ und „Lernmodul dritte Version“ (für einen Überblick der  $p$ -Werte siehe Tabelle 6).

**Fahrverhalten**

Analog zur ersten Studie wurde das Fahrverhalten der in der zweiten Studie untersuchten Gruppen mit Hilfe der Videodaten kategorisiert und mit den

Daten aus der ersten Studie zusammengeführt. Es wurden alle Testszenarien betrachtet, die auch im Rahmen der Blickdatenanalyse ausgewertet wurden.

In den Bildern 19 und 20 sind die Daten aus zwei der Testsituationen dargestellt. Für die Situation „Vorausfahrer brems durch Stau an Tankstelle“ (Bild 19) zeigt sich für die gemeinsame Betrachtung aller sechs Versuchsgruppen, dass die Gruppen „Lernmodul zweite Version“ und „Lernmodul dritte Version“ ähnliche Ergebnisse erzielen wie die Gruppe „Lernmodul“. Die erfahrenen Fahrer zeigen den höchsten Anteil an angemessenen Reaktionen. Der Kruskal-Wallis-Test ergibt entsprechend einen signifikanten Einfluss des Faktors „Gruppenzugehörigkeit“ ( $\chi^2(5, N = 103) = 26,552, p = ,000$ ; die Ergebnisse des paarweisen Vergleiches der einzelnen Bedingungen finden sich in Tabelle 7). Vergleichbare Ergebnisse ergeben sich für Situation „Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten“ (Bild 20). Während die Gruppen „Lernmodul“, „Lernmodul zweite Version“ und „Lernmodul dritte Version“ gute Ergebnisse zu erzielen, die teilweise recht nahe an die Leistungen der erfahrenen Fahrer heranreichen, fielen vor allem die Gruppen „Lernheft“ und „kein Training“ teilweise deutlich ab. Auch hier zeigt der Kruskal-Wallis-Test einen signifikanten Effekt des Faktors „Gruppenzugehörigkeit“ auf ( $\chi^2(5, N = 103) = 29,511, p = ,000$ ; die Ergebnisse des paarweisen Vergleiches der einzelnen Bedingungen finden sich in Tabelle 7). Für alle weiteren Situationen ergeben sich keine statistisch bedeutungsvollen Unterschiede.

**4.3.3 Diskussion**

Ziel der zweiten Studie war es, die vor allem bezüglich des Blickverhaltens bereits in der ersten Studie nachgewiesene Wirksamkeit neuer Medien genauer zu beleuchten. Konkret sollten folgende Fragen überprüft werden:

Gruppe	Nahtransfer							Ferntransfer					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
1 (Lernsoftw.)		,004**	,138	,027**	,010**	,885	1		,001**	,032**	,120	,001**	,973
2 (Lernheft)	,004**		,170	,593	,887	,004**	2	,001**		,301	,119	,795	,001**
3 (kein Training)	,138	,170		,435	,248	,162	3	,032**	,301		,589	,224	,025**
4 (Lernsoftw. 2)	,027**	,593	,435		,712	,031**	4	,120	,119	,589		,088*	,101
5 (Lernsoftw. 3)	,010**	,887	,248	,712		,011**	5	,001**	,795	,224	,088*		,001**
6 (erfahrene F.)	,885	,004**	,162	,031**	,011**		6	,973	,001**	,025**	,101	,001**	

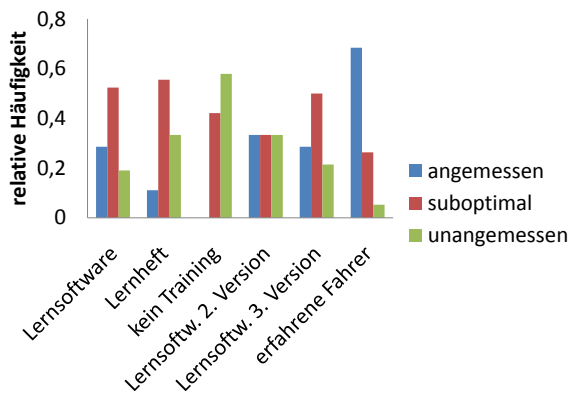
\*  $p < ,10$ ; \*\*  $p < ,05$

**Tab. 6:**  $p$ -Werte der paarweisen Vergleiche aller Bedingungen in Bezug auf die erstmalige Komplettierung der jeweils angemessenen Blicksequenz, geteilt nach Nah- und Ferntransfer

Gruppe	Vorausfahrer bremst durch Stau an Tankstelle							Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
1 (Lernsoftw.)		,152	,003**	,747	,927	,012**	1		,030**	,267	,061*	,387	,010**
2 (Lernheft)	,152		,087*	,464	,241	,000**	2	,030**		,128	,000**	,002**	,000**
3 (kein Training)	,003**	,087*		,050**	,010**	,000**	3	,267	,128		,004**	,048**	,000**
4 (Lernsoftw. 2)	,747	,464	,050**		,826	,030**	4	,061*	,000**	,004**		,312	,680
5 (Lernsoftw. 3)	,927	,241	,010**	,826		,021**	5	,387	,002*	,048**	,312		,120
6 (erfahrene F.)	,012**	,000**	,000**	,030**	,021**		6	,010**	,000**	,000**	,680	,120	

\* p < .10; \*\* p < .05

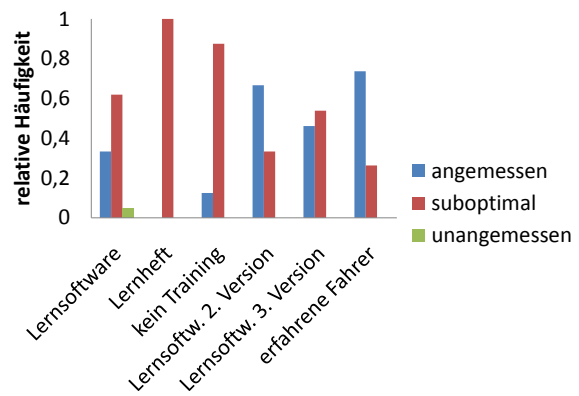
**Tab. 7:** p-Werte der paarweisen Vergleiche aller Bedingungen in Bezug auf das Fahrverhalten für die Situationen „Vorausfahrer bremst durch Stau an Tankstelle“ und „Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten“



**Bild 19:** relative Häufigkeiten angemessenen, suboptimalen & unangemessenen Verhaltens für Situation „Vorausfahrer bremst durch Stau an Tankstelle“

- inwieweit erzielt ein im Hinblick auf die Rückmeldung verändertes Lernangebot vergleichbare Effekte,
- hat eine verkürzte Version des Lernangebots bereits positive Auswirkungen und
- wie sind die Gruppen der trainierten und untrainierten Fahrschüler im Vergleich zu einer Gruppe erfahrener Fahrer einzuordnen.

Betrachtet man zunächst die Gruppe der erfahrenen Fahrer, so ist festzustellen, dass diese für beinahe alle Messungen die besten Ergebnisse erzielt. Die zu Tage getretenen Unterschiede bezüglich der aktuellen Motivation zur Bewältigung des Simulator-tests scheinen offenbar keine nachhaltigen negativen Auswirkungen auf die Testleistungen gehabt zu haben. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass die Testumgebung eine hinreichende Validität aufweist, um aus den Ergebnissen generalisierende Schlussfolgerungen zu ziehen. Auffällig ist, dass die mit Hilfe der ersten Version des Lernmo-



**Bild 20:** relative Häufigkeiten angemessenen, suboptimalen & unangemessenen Verhaltens für Situation „Abbiegen in Nebenstraße rechts und Radfahrer von hinten“

duls trainierten Fahrschüler in Bezug auf die Blickmaße ähnliche Werte wie die erfahrenen Fahrer erreichen, während in Bezug auf die Fahrverhaltensmaße auch bei diesen Probanden gewisse Unterschiede zu den erfahrenen Fahrern zu verzeichnen sind. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse können in Hinblick auf die aufgestellten Hypothesen folgende Aussagen getroffen werden. Die Hypothese, dass Fahrschüler mit einem kompletten multimediale Lernangebot im Simulator-test ein ähnlich angemessenes Blickverhalten wie erfahrene Fahrer zeigen, aber seltener ein angemessenes Fahrverhalten aufweisen (H2.5), kann nur für jene Probanden bestätigt werden, deren multimediales Lernangebot eine adaptive Rückmeldung enthielt. Die Annahme, dass Probanden ohne eine Schulung oder lediglich mit Schulung des ersten Teils der multimediale Lernintervention sowohl in Bezug auf das Blick- als auch das Fahrverhalten schwächere Leistungen zeigen als erfahrene Fahrer (H2.6), erscheint in Anbetracht der Datenlage hingegen als zutreffend.



Die Hypothesen, dass mit Hilfe einer multimedialen Anwendung trainierte Probanden bessere Leistungen (früheres Auffinden des Gefahrenhinweises, frühere Blicke auf situationsrelevante Bereiche, früheres Ausführen einer situationsangemessenen Blicksequenz) erzielen als solche, die keine Intervention (H2.2) bzw. eine papierbasierte Intervention (H2.1) erhalten, ließen sich nur teilweise bestätigen. Während, wie bereits aus der ersten Studie bekannt, die Umsetzung des multimedialen Lernangebots mit elaborierter Rückmeldung tatsächlich positive Effekte auf Blick- und Fahrverhalten hat, lassen sich keine Verbesserungen für das Lernmodul mit vereinfachter Rückmeldung nachweisen. Ebenso wenig scheint die ausschließliche Applikation der ersten Lerneinheit des Lernmoduls nachweisbare Lerneffekte zu bewirken. Beide Varianten hatten Leistungen zur Folge, die sich im wesentlichen im Bereich der Gruppen „Lernheft“ bzw. „kein Training“ bewegten.

Dementsprechend konnte auch die Hypothese, dass eine vereinfachte Rückmeldung der Lernleistung ähnliche Leistungen hervorbringt wie die elaborierte Rückmeldung (H2.3) nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse weisen in die gegenteilige Richtung. Die Annahme, dass die Applikation beider Lerneinheiten bessere Ergebnisse zur Folge hat als die ausschließliche Nutzung der ersten Lerneinheit (H2.4), konnte nur für die ursprüngliche multimediale Version des Lernangebots belegt werden. Ein umfangreicheres Training hat augenscheinlich erst dann einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg, wenn die Lernleistung auf elaborierte Art und Weise zurückgemeldet wird. Ergänzend ist anzumerken, dass sich die Versionen mit nur einer Lerneinheit und mit zwei Lerneinheiten nicht nur quantitativ hinsichtlich des Umfangs der Übungsaufgaben, sondern auch qualitativ in Hinblick auf die Art bzw. Zielrichtung der Übungsaufgaben unterscheiden (vgl. Kap. 2.3.2). Während in der ersten Lerneinheit der Schwerpunkt auf der Schulung von Teilkompetenzen des Situationsbewusstseins liegt, sind die Übungsaufgaben in der zweiten Lerneinheit darüber hinaus auf die Kombination der Teilkompetenzen und die Ableitung von Verhaltenskonsequenzen ausgerichtet. Vor diesem Hintergrund ist eine endgültige Aussage, ob der Trainingsumfang oder der Trainingsinhalt der entscheidende Faktor für diesen Unterschied ist, nicht möglich.

Erklärungsbedarf ergibt sich vor allem für den Ergebnisbefund, dass die zweite Version des multimedialen Lernangebotes (mit vereinfachter Fehlermeldung) nicht die gleichen positiven Auswirkungen auf die Testleistungen der Teilnehmer bewirkte wie die ursprüngliche Umsetzung des Lernangebots (mit adaptiver Lernerfolgsmeldung).

Schließlich erfolgte die Reduzierung der Rückmeldung vor dem Hintergrund, dass das elaborierte Feedback der ursprünglichen Version der Lernsoftware von einigen/einer Reihe von Probanden als zu umfangreich empfunden und häufig nicht vollständig gelesen wurde. Die überarbeitete Umsetzung sollte den Leseaufwand verringern, und damit die Motivation (und unter Umständen auch das Verständnis) erhöhen. Es zeigt sich aber, dass offenbar die von einigen Probanden in der ersten Teilstudie vorgenommene subjektive Einschätzung des Lernangebotes nicht den tatsächlich erzielten Lernerfolg der Versuchsgruppe widerspiegelt. Vielmehr scheint es, dass erst die Kombination aus dynamischer Darstellung und fehlerspezifischer Rückmeldung die gewünschten positiven Effekte erzielt. Die ausschließliche Verwendung einer dynamischen Präsentation von Verkehrssituationen lediglich mit Angabe der richtigen Lösung bzw. Lösungen („Knowledge of Correct Result“-Rückmeldung) ist augenscheinlich nicht ausreichend für empirisch nachweisbare Wirkungseffekte.

#### 4.4 Zusammenfassung Kapitel 4

Zentrale Aufgabe der zweiten Studie war die Untersuchung, ob und inwieweit die Effekte des entwickelten multimedialen Lernangebots auf verschiedene Teilaspekte der gewählten Umsetzung zurückzuführen sind. Ausgehend von den Schlussfolgerungen des Expertenworkshops zu den Ergebnissen der ersten Studie und zu wissenschaftlich ertragreichen Erweiterungsperspektiven der Studie wurden zwei weitere experimentelle Variationen der Lernsoftware erarbeitet. Sowohl aufgrund theoretischer Annahmen als auch vor dem Hintergrund der Rückmeldungen der Versuchsteilnehmer zur eingesetzten Lernsoftware in der ersten Untersuchung wurde zum einen eine Version mit vereinfachter Lernerfolgsmeldung entwickelt und in die Wirksamkeitsprüfung einbezogen. Des Weiteren wurde der Frage nachgegangen, ob bei einer verkürzten Lernphase ebenfalls positive Lerneffekte im Fahrsimulator nachweisbar sind. Daher wurde eine weitere Version der Lernsoftware mit lediglich der ersten Lerneinheit in die Wirksamkeitsprüfung einbezogen. Schließlich wurde, nicht zuletzt zum Zwecke der Validierung, das Untersuchungsdesign durch Einbeziehung erfahrener Fahrer in den Fahrsimulatortest erweitert. Die erarbeiteten Anpassungen wurden implementiert und in entsprechenden experimentellen Bedingungen umgesetzt. In einem Versuchsablauf, der eine Vergleichbarkeit mit den in der ersten Studie erzielten Ergebnissen zulässt (identischer Ablauf, identische Testszenarien), wurden das Blick- und Fahrverhalten der drei ergänzenden Teil-



nehmergruppen (vereinfachte Lernerfolgsrückmeldung, verkürzte Lernphase, erfahrene Fahrer) erhoben. Es zeigte sich, dass die ursprünglich gewählte Umsetzung des Lernangebots, mit dynamischer Darbietung von Verkehrsszenarien und fehlerspezifischem Feedback in insgesamt zwei Lerneinheiten, vor allem auf Blickverhaltensebene Lerneffekte zur Folge hat, die nahezu vergleichbar sind mit den Leistungen von erfahrenen Fahrern. Die anderen Umsetzungsversionen des Lernangebots zur Gefahrenwahrnehmung konnten diese Wirkung nicht erzielen.

## 5 Zusätzliche Validierung des multimedialen Lernangebots

### 5.1 Vorüberlegungen

Zusätzlich zur Überprüfung der Wirksamkeit des multimedialen Lernangebots am Fahrsimulator (Validierung an einem externen Kriterium) wurde untersucht, inwieweit sich die während der Bearbeitung des multimedialen Lernangebots (resp. der darin enthaltenen Lernaufgaben) erbrachten Leistungen von unerfahrenen und erfahrenen Fahrern unterscheiden (Validierung an einem internen Kriterium). Unterstellt man, dass das Lernangebot tatsächlich konkrete kognitive Defizite von Fahranfängern adressiert, müsste man davon ausgehen, dass die dargebotenen Inhalte für unerfahrene Fahrer einen relativ hohen Neuigkeitswert aufweisen. Demgegenüber sollten die Inhalte erfahrenen Fahrern tendenziell eher vertraut sein. Zwar basiert die inhaltliche Gestaltung der verwendeten Szenen auf Befunden zu Unterschieden zwischen Fahranfängern und erfahrenen Fahrern, aber es nicht empirisch geklärt, ob sich diese Unterschiede auch in den Szenen widerspiegeln.

In Anbetracht der Umsetzung des Lernangebots in einem Frage-und-Antwort-Format ist es möglich, den vermuteten Unterschied zwischen erfahrenen und unerfahrenen Fahrern zu quantifizieren. Sofern das Lernangebot tatsächlich an spezifischen Defiziten unerfahrener Fahrer ansetzt, ist zu erwarten, dass erfahrene Fahrer im Schnitt mehr Fragen korrekt beantworten. Dabei ist allerdings zu beachten, dass das multimediale Lernangebot nicht unter diagnostischen Gesichtspunkten entwickelt wurde. So verbietet es sich z.B. schon aus motivationalem Blickwinkel, größere Zahlen von Items in dem Lernangebot zu platzieren, die von unerfahrenen Fahrern praktisch nicht gelöst werden können. Dennoch erscheint es grundsätzlich plausibel, verschiedene Lösungsgüten in Abhängigkeit von der Fahrerfahrung zu erwarten.

### 5.2 Durchführung der experimentellen Untersuchung

#### 5.2.1 Methoden

##### Teilnehmer

Für die Gruppe der unerfahrenen Fahrer wurde auf die Lerndaten der Probandengruppe „Lernsoftware“ aus der ersten Studie zurückgegriffen. Die Gruppe umfasste 21 Fahrschüler (11 weiblich, 10 männlich) mit einem Durchschnittsalter von 18,1 Jahren

Gefahrenkategorie	unerfahrene Fahrer		erfahrene Fahrer			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>T</i> ( <i>df</i> =40)	<i>p</i>
Gefahrenhinweis links/rechts (1. Lerneinheit)	0,47	0,11	0,55	0,12	2,277	,028**
Gefahrenhinweis links/rechts (2. Lerneinheit)	0,50	0,12	0,57	0,09	2,138	,039**
Gefahrenhinweis in Entfernung (1. Lerneinheit)	0,48	0,11	0,50	0,11	0,793	,432
Gefahrenhinweis in Entfernung (2. Lerneinheit)	0,47	0,05	0,51	0,06	2,311	,026**
Gefahrenhinweis links/rechts (gesamt)	0,49	0,09	0,56	0,08	2,838	,007**
Gefahrenhinweis in Entfernung (gesamt)	0,48	0,06	0,51	0,07	1,557	,127
alle Situationen zusammengefasst	0,49	0,07	0,53	0,06	2,433	,020**

\*  $p < .10$ ; \*\*  $p < .05$ 

**Tab. 8:** Durchschnittliche Anzahl korrekt beantworteter Fragen und Ergebnisse der Überprüfung mittels t-Test

( $SD = 2,5$ ). Im Schnitt hatten die Fahrschüler zum Zeitpunkt der Untersuchung 13 Theorietemen absolviert, bei gleichzeitig kaum praktischen Fahrstunden (85,7% nahmen bis zur Erhebung an keiner Fahrstunde teil). Auch die privaten Fahrpraxiserfahrungen waren mit im Schnitt unter 2 Stunden gering.

Bei der Gruppe der erfahrenen Fahrer wurde eine Mindestfahrleistung von 20.000 Kilometer vorausgesetzt und das Alter auf maximal 30 Jahre begrenzt. Das Durchschnittsalter der 21 Probanden (12 weiblich, 9 männlich) betrug 23,7 Jahre ( $SD = 2,8$ ). Die durchschnittliche Fahrerfahrung betrug 6,07 Jahre ( $SD = 2,85$ ), die Gesamtfahrleistung etwa 80.000 Kilometer ( $M = 79.762$  km,  $SD = 60.980$ ).

### Material und Durchführung

Das Testmaterial und die Durchführung für die Gruppe erfahrener Fahrer entsprechen der Gruppe „Lernsoftware“ aus der ersten Studie (siehe Kap. 3.2.1).

Zentrales Element der Validitätsuntersuchung war das im Rahmen des Projektes entwickelte multimediale Lernangebot, bestehend aus zwei Lerneinheiten mit je 13 Szenarien pro Lerneinheit. Hinzu kamen Fragenbögen zu demografischen Informationen (4 Items), einschlägigen Erfahrungen (17 Items), und der aktuellen Motivation (9 Subskalen mit insgesamt 18 Items; in Anlehnung an NARCISS, 2006; SCHOOR, 2009), eine Nachbefragung zur allgemeinen Bewertung des Lernangebots (als Treatmentcheck, 8 Items) sowie ein Vorwissenstest zur Gefahrenlehre (computerbasierte Version der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung, 23 ausgewählte Items).

Zu Beginn der Untersuchung erfolgten die Vorbefragung und der Vorwissenstest, dann wurde von den Probanden der erste, ca. 45 minütige Lernabschnitt absolviert. Es folgte eine 15 minütige Pause sowie

ein zweiter Lernabschnitt von erneut 45 min Länge. Abschließend wurde eine Nachbefragung durchgeführt.

### Hypothesen

Wenn das multimediale Lernangebot tatsächlich auf kognitive Fertigkeiten ausgerichtet ist, die bei Fahranfängern unzureichend ausgeprägt sind, mit zunehmender Erfahrung aber erworben werden, so sollten sich bei der Bewältigung der Übungsaufgaben Unterschiede zwischen den Fahrschülern und erfahrenen Fahrern finden lassen. Die konkrete Hypothese lautete daher wie folgt:

- **H3.1:** Erfahrene Fahrer beantworten Fragestellungen, deren Beantwortung die Antizipation möglicher Gefahrensituationen erfordern, häufiger richtig als Fahrschüler.

### 5.2.2 Ergebnisse

#### Vorwissenstest

Im theoretischen Vorwissenstests beantworteten beide Gruppen durchschnittlich 18 der 23 gestellten Fragen richtig (Fahranfänger:  $M = 18,00$ ,  $SD = 2,39$ ; erfahrene Fahrer:  $M = 18,19$ ;  $SD = 1,75$ ). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass in beiden Gruppen hinreichend theoretisches Wissen vorhanden ist, und dass sich die Gruppen zudem diesbezüglich nicht unterscheiden.

#### Multimediales Lernangebot

In Tabelle 8 sind die relativen Häufigkeiten korrekter Antworten zu den Übungsaufgaben der Lernsoftware differenziert nach den Versuchsgruppen sowie zusätzlich aufgeschlüsselt für die beiden Gefahrenklassen „Gefahrenhinweis rechts/links“ und „Gefahrenhinweis in Entfernung“. Wie bereits die Mittelwerte zeigen, erzielten erfahrene Fahrer durch-

weg bessere Ergebnisse als unerfahrene Fahrer. T-Tests für unabhängige Stichproben ( $df = 40$ ) ergaben signifikante Unterschiede für „Gefahrenhinweis rechts/links“ in beiden Lerneinheiten, sowie für „Gefahrenhinweis in Entfernung“ in der zweiten Lerneinheit. Auch die Zusammenfassung aller Antworten zu einem Gesamtleistungsindex erbrachte einen signifikanten Unterschied zugunsten der erfahrenen Fahrer.

### 5.2.3 Diskussion

Ziel der beschriebenen Analyse war es, die Validität des Lernangebots zu untermauern. Hierfür wurde geprüft, ob das entwickelte Lernangebot tatsächlich fahraufgabenrelevante Kompetenzen schult, bei denen unerfahrener Fahrer Defizite im Vergleich zu erfahrenen Fahrer aufweisen. Die Ergebnisse zeigen, dass erfahrene Fahrer im Schnitt tatsächlich mehr Items des Lernangebots korrekt lösen als unerfahrene Fahrer (H3.1). Dieser Unterschied findet sich sowohl in der Gesamtpunktzahl, als auch bei der Unterteilung in qualitativ verschiedene Itemkategorien. Es zeigt sich zudem für unerfahrene Fahrer im Schnitt eine Lösungsgüte, die knapp unter 50%-Niveau liegt. Dies zeigt, dass das Lernangebot Fahranfänger in ausreichendem Maße fordert (die Lösung der Items ist nicht zu einfach), dabei aber gleichzeitig auch Erfolgserlebnisse zulässt (die Lösung der Items ist nicht zu schwer), was in der Summe optimal die Motivation der Nutzer unterstützt. Grundsätzlich bekräftigen die Ergebnisse, dass das multimediale Lernangebot inhaltlich valide ist und dabei in seiner Umsetzung didaktisch-motivationale Anforderungen erfüllt.

## 5.3 Zusammenfassung Kapitel 5

Ziel der dritten Studie war die zusätzliche Validierung des multimedialen Lernangebots. Die ergänzende Bearbeitung des Lernangebots durch eine Gruppe erfahrener Fahrer und der Vergleich der erbrachten Leistungen mit einer Lerngruppe unerfahrener Probanden belegt, dass die eingesetzten Übungsszenarien Teilkompetenzen aufgreifen, die bei Fahranfängern noch unzureichend ausgeprägt sind. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass ein ausreichendes Maß an Validität des Lernangebots gewährleistet ist.

## 6 Gesamtüberblick und Fazit

Ziel des BAST-Projektes „Unterstützung der Fahrausbildung durch Fahrsimulatoren und Lernsoftware“ war die empirische Abklärung der Potenziale neuer Lehr-Lerntechnologien im Hinblick auf die Optimierung der Fahranfängervorbereitung. Hierfür sollte ein multimediales Lernangebot entwickelt und evaluiert werden, welches auf den Erwerb einer fahraufgabenrelevanten Fertigkeit abzielt,

1. die bei erfahrenen Kraftfahrern stärker ausgeprägt ist als bei Fahranfängern,
2. Zusammenhänge mit dem erhöhten Unfallrisiko von Fahranfängern aufweist und
3. in der konventionellen Fahrausbildung schwer zu vermitteln ist.

Als vielversprechender Ansatzpunkt für die Optimierung der Fahranfängervorbereitung wurde die Förderung der Gefahrenwahrnehmung und damit verbundener Teilfertigkeiten (Blickverhalten, Situationsverständnis) identifiziert, deren hinreichende Prozeduralisierung im Rahmen der Fahrausbildung kaum möglich ist.

Um die Ergebnisse der Evaluation eindeutig auf die didaktischen Besonderheiten neuer Lehr-Lerntechnologien zurückführen zu können, sollte das Lernangebot Gestaltungsmerkmale aufweisen und auf einer didaktischen Strategie basieren, die ohne die Verwendung neuer Medien nur schwer umzusetzen ist. Im Hinblick auf eine leichte Integration ins bestehende System der Fahranfängervorbereitung sollte dessen Nutzung zudem an vergleichsweise geringe materiell-technische, räumliche und personelle Ressourcen geknüpft sein. Ausgehend von der Sichtung vorliegender Lernprogramme im Themenbereich und einschlägiger computergestützter Autorentools wurde ein computergestütztes, multimediales Lernangebot konzipiert, das sich durch dynamische Darstellungen von Verkehrssituationen und eine adaptive Lernerfolgsmeldung auszeichnet.

Das im Projekt entwickelte Trainingsprogramm für das vorausschauende Erkennen von Gefahren besteht in seiner ursprünglichen Form aus zwei Lerneinheiten á 45 Minuten und ermöglicht die Anwendung von Wissen zur Gefahrenwahrnehmung und die individuelle Übung von Fertigkeiten zum vorausschauenden Fahren im realitätsnahen Kontext. Es ist gekennzeichnet durch animierte Verkehrsepisoden mit Gefahrenpotenzial, zu denen Fragen im Multiple-Choice-Format beantwortet werden müssen und deren Bewältigung die rechtzeitige Erkennung und korrekte Interpretation von Gefahrenhinweisen (vgl. BIERMANN, 2007) erfordert. Als weite-

re Besonderheit neuer Lehr-Lerntechnologien wurde zudem die Generierung reaktionsspezifischer Rückmeldungen integriert, um eine individuelle Passung zwischen den Voraussetzungen der Lerner und dem Lernangebot zu ermöglichen.

Um nicht nur die allgemeine Wirksamkeit neuer Lehr-Lerntechnologien zu überprüfen, sondern zudem Aussagen bezüglich der Wirksamkeit einzelner Gestaltungsmerkmale treffen zu können, wurden drei unterschiedliche Versionen des computerbasierten Lernangebots mit systematisch variierten Gestaltungsmerkmalen (Informationsgehalt der Rückmeldungen, Übungsumfang) erstellt. Für die Evaluation der Lernangebote kamen angesichts der Zielstellung des Projekts insbesondere Fahrschüler am Ende der theoretischen Ausbildung in Frage. Neben dem internen Vergleich der drei Versionen des multimedialen Lernangebots wurden für die empirische Wirksamkeitsprüfung Vergleiche mit

- einer papierbasierten Version des Lernangebots (als konventionellem Lernmedium),
- einer Gruppe von Fahrschülern ohne Lernangebot (Kontrollgruppe) und
- einer Gruppe von erfahrenen Fahrern ohne Lernangebot (als praxisrelevanter Vergleichsmaßstab)

durchgeführt. Die Überprüfung der Wirksamkeit der Lerninterventionen im Hinblick auf die Praxis-tauglichkeit der erworbenen Kompetenzen zur Gefahrenwahrnehmung erfolgte mit Hilfe eines Fahr-simulators, der einen realitätsnäheren Anwendungskontext im Vergleich zum computergestützten Training anhand der Beantwortung von Fragen im Multiple-Choice-Format darstellt. Angesichts des Ausbildungsstandes der Fahrschüler (Absolvierung von mindestens 10 Themen der theoretischen Ausbildung und maximal fünf praktischen Fahrstunden) und einschlägiger Befunde vergleichbarer Studien stellte vor allem die Angemessenheit des Blickverhaltens (und weniger das eigentliche Fahrverhalten) bei der Bewältigung verschiedener Teststrecken am Simulator ein relevantes Kriterium für den Lernerfolg dar. Komplettiert wurde das Projekt durch eine Untersuchung, welche auf die empirische Überprüfung der inhaltlichen Validität des computerbasierten Lernangebots abzielte. Es konnte gezeigt werden, dass die ins Lernangebot integrierten Übungsszenarien inhaltlich valide sind, also tatsächlich Kompetenzen thematisieren, die von Novizen und erfahrenen Fahrern unterschiedlich erfolgreich bewältigt werden. Dies stellte eine wichtige Voraussetzung für die praktische Bedeutsamkeit der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen dar.

Im Rahmen der empirischen Untersuchung konnte gezeigt werden, dass das im Projekt entwickelte computerbasierte Lernangebot zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren zu einem angemesseneren Blickverhalten bei der Bewältigung von Verkehrsszenarien am Fahr-simulator im Vergleich zu Fahrschülern, die entweder mit einem konventionellen Lernangebot übten oder gar kein Lernangebot nutzen durften, führte. Das galt allerdings nur dann, wenn das computerbasierte Lernangebot sowohl durch

- dynamische Darstellungen,
- reaktionsbasierte Rückmeldungen sowie
- einen ausreichenden Übungsumfang

gekennzeichnet war, was entsprechende Rückschlüsse auf die Gestaltungsmerkmale wirksamer multimedialer Lernanwendungen zulässt. Aufschlussreich ist zudem, dass sich das Blickverhalten der Versuchsgruppe, die mit der Ausgangsversion der Lernsoftware trainiert wurde, nicht oder nur wenig von dem der erfahrenen Fahrer unterschied. Dieser Befund deutet an, dass es mit Hilfe von neuen Lehr-Lerntechnologien tatsächlich möglich zu sein scheint, den auf Erfahrungsprozessen im Anwendungskontext basierenden Erwerb fahraufgabenrelevanter perzeptueller und kognitiver Fertigkeiten abzukürzen.

Berücksichtigt werden sollte allerdings, dass ein angemessenes Blickverhalten und damit verbundene kognitive Prozesse zwar wesentliche Voraussetzungen für angemessenes Fahrverhalten darstellen, dieses aber darüberhinaus von weiteren Faktoren (z.B. psychomotorische Fertigkeiten) abhängt, welche im multimedialen Lernangebot nicht oder nur mit geringer Realitätsnähe thematisiert werden konnten. Angesichts des Ausbildungsstandes der Fahrschüler war es daher wenig überraschend, dass sich die in Bezug auf das Blickverhalten identifizierten Gruppenunterschiede nur teilweise in der Angemessenheit des Fahrverhaltens am Fahr-simulator widerspiegeln. Gleichwohl sollte sich das (zeitigere) Erkennen potenzieller Gefahren auch in entsprechenden Reaktionen auf diese Gefahren niederschlagen, damit die mit dem Lernangebot vermittelten Kompetenzen als praxisrelevant gelten können. Die Einbeziehung von Probanden mit stärker ausgeprägten fahrpraktischen Fertigkeiten als in der vorliegenden Studie (mit maximal fünf Fahrstunden) wäre eine Möglichkeit, in Folgestudien eindeutiger Aussagen bezüglich der Auswirkung des Trainings mit der Lernsoftware auf das konkrete Fahrverhalten treffen zu können. Im Hinblick auf die Abschätzung der Chancen der Nutzung neuer Lehr-Lerntechnologien für die Absenkung des Unfallrisiko von Fahranfängern ist es zudem erforderlich,

das Fahrverhalten nicht nur am Fahrsimulator, sondern auch im realen Fahr- und Verkehrskontext zu überprüfen (z.B. im Rahmen einer standardisierten Fahrstunde, anhand der Bewältigung der fahrpraktische Prüfung oder durch längsschnittliche Erfassung von Unfällen). Eine Potentialanalyse des Einsatzes neuer Lehr-Lern-Technologie in diesem Sinne konnte im Rahmen des Projekts nicht geleistet werden und ist Aufgabe weiterer Forschung.

Des Weiteren ist in Hinblick auf die Verallgemeinerung der vorliegenden Befunde auf untersuchungsbedingte Spezifika der Lernsoftware und ihres Einsatzes zu verweisen. Beispielsweise bestand die Lernintervention aus nur einer Lernphase von maximal 90 Minuten Länge. Aus lernpsychologischen Gründen ist nicht davon auszugehen, dass auf dieser Basis nachhaltige Verhaltensänderungen bewirkt werden können. Nach Befunden aus der Lehr-Lernforschung ist jedoch zu vermuten, dass bei einer Erweiterung des Einsatzes solcher multimedialer Lernangebote zum vorausschauenden Erkennen von Gefahren in Form von mehreren aufeinander aufbauenden Lerneinheiten die gefundenen Effekte bezüglich eines angemesseneren Blickverhaltens verstärkt zu Tage treten und auch auf der (Fahr-)Verhaltensebene positive Konsequenzen nach sich ziehen könnten. Eine Verbesserung der Wirksamkeit ist zudem auch bei einer realitätsnäheren Interaktionsform in den Übungen (z.B. durch Tastendruck oder Mausklick beim Auftauchen eines Gefahrenhinweises Verwendung von PC-Lenkrädern etc.) als dies im vorliegenden multimedialen Lernangebot möglich war zu erwarten.

Die Wirksamkeit von Lerninterventionen hängt nicht zuletzt von deren angemessener Integration in das System der Fahranfängervorbereitung ab. Die Entwicklung und Evaluation konkreter Einsatzszenarien der Nutzung multimedialer Lernangebote im Kontext der Fahrausbildung stellt eine eigenständige Forschungsaufgabe dar. Eine Bearbeitung war angesichts des finanziellen und zeitlichen Rahmens des vorliegenden Projekts nicht möglich. Die Untersuchung dieser Aufgabenstellung sollte neben der Validierung der Befunde zur Förderung der Gefahrenwahrnehmung mittels der entwickelten Lernsoftware oder einer optimierten Version im realen Fahrkontext vor der Praxiseinführung ein Ziel zukünftiger Studien sein.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass multimediale Lernangebote zum vorausschauenden Erkennen von Gefahrenhinweisen das Potenzial haben, die Fahrausbildung sinnvoll zu ergänzen. Dabei zeigten die Untersuchungen, dass es von der konkreten Umsetzung eines solchen Lernangebots abhängt, ob Wirkungseffekte erzielt werden. Wie auch aus lehr-lerntheoretischer Sicht nicht

anders zu erwarten, kann eine pauschale Aussage in Hinblick auf eine grundsätzliche Überlegenheit multimedialer Lernangebote nicht gemacht werden. Die Nutzung medialer Darstellungsmöglichkeiten der Lerninhalte allein reicht nicht aus, um messbare Lernerfolge erreichen zu können. Vielmehr kommen die Vorteile der dynamischen Präsentation von Verkehrsszenarien erst in Verbindung mit einer entsprechenden Instruktionsgestaltung zum Tragen. Zudem muss das computergestützte Training einen hinreichenden Umfang aufweisen, so dass neben dem Blickverhalten auch das Situationsverständnis und die Ableitung von Verhaltenskonsequenzen in unterschiedlichen Verkehrssituationen geschult werden kann. Dieser Befund deckt sich mit der dem Projekt zugrundeliegenden Annahme, dass Erfahrungsbildung zum vorausschauenden Fahren vor allem ein entsprechendes wiederholtes Erleben einschlägiger Verkehrssituationen erfordert. Den vorliegenden Befunden zufolge kann die Erfahrungsbildung in der Gefahrenwahrnehmung bis zu einem gewissen Grad tatsächlich in einer geschützten Umgebung fernab der Gefahren des realen Straßenverkehrs am Computer erfolgen - bei einer adäquaten multimedialen und didaktischen Aufbereitung der Lern- bzw. Übungsinhalte.

## 7 Literatur

- ALESSI, S.M.; TROLLIP, S.R. (1991): Computer-based instruction - Methods and development, 2. Auflage, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- ANDERSON, J.R. (1982): Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, S. 369-406.
- BANNERT, M. (2000): Instruktionspsychologische Aspekte des Lernens mit Multimedia. In H. Altenberger, A. Hotz, U. Hanke & K. Schmitt (Hrsg.), *Medien im Sport – zwischen Phänomen und Virtualität*. Schondorf: Karl Hofmann. S. 163-175.
- BIERMANN, A. (2007): Gefahrenwahrnehmung und Expertise – Möglichkeiten der Erfassung und Eignung als Prädiktor des Verunfallungsrisikos junger Fahrer. Dissertation, Digitale Bibliothek Thüringen
- BODENDORF, F. (1993): Typologie von Systemen für die computergestützte Weiterbildung. In F. Bodendorf & J. Hoffmann (Hrsg.) *Computer in der betrieblichen Weiterbildung*. München; Wien: Oldenbourg Verlag. S. 63-82.
- CHAPMAN, P.; UNDERWOOD, G.; ROBERTS, K. (2002): Visual search patterns in trained and untrained novice drivers. *Transportation Research Part F*, 5, S. 157-167.
- DE CRAEN, S.; TWISK, D.A.M.; HAGENZIEKER, M.P. (2008): The development of a method to measure speed adaptation to traffic complexity: Identifying novice, unsafe, and overconfident drivers. *Accident Analysis and Prevention*.
- ENDSLEY, M.R. (1995): Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37, S. 32–64.
- EKSTROM, R.B.; FRENCH, J.W.; HARMAN, H.H. (1976). *Manual for kit of factor-reference cognitive tests*. Princeton, New Jersey: Educational Testing Service.
- FAHRSCHAUSBO (2008): Fassung des Inkrafttretens vom 30.10.2008, zuletzt geändert durch Vierte Verordnung zur Änderung der Fahrerlaubnis-Verordnung und anderer straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften vom 18. Juli 2008, *Bundesgesetzblatt 2008 Teil I Nr. 31 S. 1338*, ausgegeben zu Bonn am 29. Juli 2008.
- FASTENMEIER, W.; GSTALTER, H. (2002): *INVENT-FAS/FVM, AP 1200: Fahraufgabenklassifikation*. Abschlussbericht im Auftrag der BMW AG, Robert Bosch GmbH, DaimlerChrysler AG, Volkswagen AG. München: mensch-verkehr-umwelt, Institut für Angewandte Psychologie.
- HORSWILL, M.S.; MCKENNA, F.P. (2004): Drivers' Hazard Perception Ability: Situation Awareness on the Road. In S. Banbury & S. Tremblay (Hrsg.) *A cognitive approach to situation awareness: Theory and application*: Ashgate Publishing Company. S. 155-175.
- ISHIHARA, S. (2000): *The Series of plates design as a test for color deficiency*. Tokio: Kanehara.
- JEX, H.R.; MCDONNELL, J.D.; PHATAK, A.V. (1966): A „critical“ tracking task for manual control research. 7th IEEE Symposium on Human Factors in Electronics (HFE), HFE 7, S. 138-145.
- KENNEDY, R.S.; LANE, N.E.; BERBAUM, K.S.; LILIENTHAL, M.G. (1993): Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *Journal of Aviation Psychology*, 3, S. 203-220.
- KUIKEN, M.; TWISK, D.A.M. (2001): Safe driving and the training of calibration. Report R-2001-29 des SWOV Institute for Road Safety Research.
- LAMSZUS, H. (2000): *Curricularer Leitfaden Praktische Ausbildung Pkw Bundesvereinigung der Fahrlehrerverbände - BVF München 2000*.
- LEUTNER, D.; BRÜNKEN, R. (2002): Lehr- lernpsychologische Grundlagen des Erwerbs von Fahr- und Verkehrskompetenz. In: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.). *Zweite Internationale Konferenz „Junge Fahrer und Fahrerinnen“*. Heft M 143, S. 76-87.
- MCGOWAN, A.M.; BANBURY, S.P. (2004): Evaluating interruption-based techniques using embedded measures of driver anticipation. In S. Banbury & S. Tremblay (Hrsg.) *A cognitive approach to situation awareness: Theory and application*: Ashgate Publishing Company. S. 176-192.
- MCLEOD, J. (1999): SHIFT - NRMA young driver road safety program. Paper presented at the 1999 Insurance Commission of Western Australia Conference on Road Safety 'Green Light for the Future'.
- MICHON, J. (1985): A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In L. A. Evans & R. C. Schwing (Hrsg.) *Human behavior and traffic safety*. New York: Plenum. S. 487-525.
- MÜNZER, S.; SEUFERT, T.; BRÜNKEN, R. (2009): Learning from multimedia presentations: Facilitation function of animations and spatial abilities. *Learning and Individual Differences*, 19, S. 481-485.
- MÜSSELER, J.; DEBUS, G.; HUESTEGGE, L.; ANDERS, S.; SKOTTKE, E.-M. (2009): Maß-

- nahmen zur Verbesserung der visuellen Orientierungsleistung bei Fahranfängern. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe M (Mensch und Sicherheit), Heft 199.
- NARCISS, S. (2006): Informatives tutorielles Feedback. Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse. Münster: Waxmann.
- NIEGEMANN, H.M.; HESSEL, S.; DEIMANN, M.; HOCHSCHEID-MAUEL, D.; ASANSKI, K.; KREUZBERGER, G. (2004): Kompendium E-Learning. Berlin: Springer.
- PRADHAN, A.; FISHER, D.; POLLATSEK, A. (2005): The effects of PC-based training on novice drivers' risk awareness in a driving simulator. In Proceedings of the 3rd International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, Rockport, Maine.
- PRADHAN, A.; FISHER, D.; POLLATSEK, A. (2006): Risk perception training for novice drivers: Evaluating duration of effects on a driving simulator. 85th Transportation Research Board Annual Meeting CD-ROM, TRB, National Research Council, Washington, D.C.
- REGAN, M.A.; TRIGGS, T.J.; GODLEY, S.T. (2000): Simulator-based evaluation of the DriveSmart novice driver CD-ROM training product. In Proceedings of the Road Safety Research, Policing and Education 2000 Conference. Brisbane, Australia.
- RHEINBERG, F.; VOLLMEYER, R.; ROLLETT, W. (2000): Motivation and action in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. Pintrich, & M. Zeidner (Hrsg.), Handbook of self-regulation. San Diego: Academic Press. S. 503-529.
- SCHLENDER, D. (2008): Simulatorkrankheit in Fahrsimulatoren. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 54, S. 78.
- SCHOOR, C. (2010): Die Bedeutung von Motivation für Wissenserwerbsprozesse beim computerunterstützten kooperativen Lernen. Berlin: Logos.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2008): Verkehrsunfälle: Unfälle von 18- bis 24-Jährigen im Strassenverkehr 2007. Wiesbaden.
- TRIGGS, T.J. (1994): Human performance and driving: the role of simulation in improving young driver safety. In Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association. Toronto: Human Factors Association of Canada.
- TRIGGS, T.J.; REGAN, M.A. (1998): Development of a cognitive skills training product for novice drivers. In Proceedings of the Road Safety Research, Policing and Education Conference. Wellington, New Zealand: Land Transport Safety Authority and New Zealand Police.
- VORDERER, P.; KLIMMT, C. (2006): Rennspiele am Computer: Implikationen für die Verkehrssicherheitsarbeit. Zum Einfluss von Computerspielen mit Fahrzeugbezug auf das Fahrverhalten junger Fahrer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe M (Mensch und Sicherheit), Heft 181.
- WALLACE, P.; HAWORTH, N.; REGAN, M. (2005): Best training methods for teaching hazard perception and responding by motorcyclists. Monash University Accident Research Centre. Report No. 236.
- WEISS, T.; BANNERT, M.; PETZOLDT, T.; KREMS, J. (2009): Einsatz von computergestützten Medien und Fahrsimulatoren in Fahrausbildung, Fahrerweiterbildung und Fahrerlaubnisprüfung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe M (Mensch und Sicherheit), Heft 202.

## Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt  
für Straßenwesen

## Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

**2004**

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

**2005**

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

- M 173: Kolloquium „Mobilitäts-/Verkehrserziehung in der Sekundarstufe“ € 15,00
- M 174: Verhaltensbezogene Ursachen schwerer Lkw-Unfälle  
Evers, Auerbach € 13,50

**2006**

- M 175: Untersuchungen zur Entdeckung der Drogenfahrt in Deutschland  
Iwersen-Bergmann, Kauert € 18,50
- M 176: Lokale Kinderverkehrssicherheitsmaßnahmen und -programme im europäischen Ausland  
Funk, Faßmann, Zimmermann, unter Mitarbeit von Wasilewski, Eilenberger € 15,00
- M 177: Mobile Verkehrserziehung junger Fahranfänger  
Krampe, Großmann € 15,50
- M 178: Fehlerhafte Nutzung von Kinderschutzsystemen in Pkw  
Fastenmeier, Lehnig € 15,00
- M 179: Geschlechtsspezifische Interventionen in der Unfallprävention  
Kleinert, Hartmann-Tews, Combrink, Allmer, Jüngling, Lobinger € 17,50
- M 180: Wirksamkeit des Ausbildungspraktikums für Fahrlehreranfänger  
Friedrich, Brünken, Debus, Leutner, Müller € 17,00
- M 181: Rennspiele am Computer: Implikationen für die Verkehrssicherheitsarbeit – Zum Einfluss von Computerspielen mit Fahrzeugbezug auf das Fahrverhalten junger Fahrer  
Vorderer, Klimmt € 23,00
- M 182: Cannabis und Verkehrssicherheit – Mangelnde Fahreignung nach Cannabiskonsum: Leistungsdefizite, psychologische Indikatoren und analytischer Nachweis  
Müller, Topic, Huston, Strohbeck-Kühner, Lutz, Skopp, Aderjan € 23,50
- M 183: Hindernisse für grenzüberschreitende Rettungseinsätze  
Pohl-Meuthen, Schäfer, Gerigk, Moecke, Schlechtriemen € 17,50

**2007**

- M 184: Verkehrssicherheitsbotschaften für Senioren – Nutzung der Kommunikationspotenziale im allgemeinmedizinischen Behandlungsalltag  
Kocherscheid, Rietz, Poppelreuter, Riest, Müller, Rudinger, Engin € 18,50
- M 185: 1<sup>st</sup> FERSI Scientific Road Safety Research-Conference  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden € 24,00
- M 186: Assessment of Road Safety Measures  
Erstellt im Rahmen des EU-Projektes ROSEBUD (Road Safety and Environmental Benefit-Cost and Cost-Effectiveness Analysis for Use in Decision-Making) € 16,00
- M 187: Fahrerlaubnisbesitz in Deutschland  
Kalinowska, Kloas, Kuhfeld € 15,50
- M 188: Leistungen des Rettungsdienstes 2004/05 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2004 und 2005  
Schmiedel, Behrendt € 15,50

**2008**

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



M 190: Potenziale zur Verringerung des Unfallgeschehens an Haltestellen des ÖPNV/ÖPSV  
Baier, Benthaus, Klemms, Schäfer, Maier, Enke, Schüller € 16,00

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2009

M 199: Maßnahmen zur Verbesserung der visuellen Orientierungsleistung bei Fahranfängern  
Müsseler, Debus, Huestegge, Anders, Skottke € 13,50

M 200: Entwicklung der Anzahl Schwerverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland  
Lefering € 13,50

M 201: Bedeutung der Fahrpraxis für den Kompetenzerwerb beim Fahrenlernen  
Grattenthaler, Krüger, Schoch € 20,00

M 202: Computergestützte Medien und Fahrsimulatoren in Fahrausbildung, Fahrerweiterbildung und Fahrerlaubnisprüfung  
Weiß, Bannert, Petzoldt, Krens € 16,00

M 203: Testverfahren zur psychometrischen Leistungsprüfung der Fahreignung  
Poschadel, Falkenstein, Pappachan, Poll, Willmes von Hinckeldey € 16,50

M 204: Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern  
Evers € 21,00

M 205: Das Verkehrsquiz – Evaluationsinstrumente zur Erreichung von Standards in der Verkehrs-/Mobilitätserziehung der Sekundarstufe  
Heidemann, Hufgard, Sindern, Riek, Rudinger € 16,50

## 2010

M 206: Profile im Straßenverkehr verunglückter Kinder und Jugendlicher  
Holte € 18,50

M 207: ADAC/BAST-Symposium "Sicher fahren in Europa" nur als CD erhältlich € 24,00

M 208: Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland  
Baum, Kranz, Westerkamp € 18,00

M 209: Unfallgeschehen auf Landstraßen – Eine Auswertung der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik  
Heinrich, Pöppel-Decker, Schönebeck, Ulitzsch € 17,50

M 210: Entwicklung und Evaluation eines Screening-Tests zur Erfassung der Fahrkompetenz älterer Kraftfahrer (SCREEMO)  
Engin, Kocherscheid, Feldmann, Rudinger € 20,50

M 211: Alkoholverbot für Fahranfänger  
Holte, Assing, Pöppel-Decker, Schönebeck € 14,50

M 212: Verhaltensanweisungen bei Notsituationen in Straßentunneln  
Färber, Färber € 19,00

M 213: Begleitetes Fahren ab 17 Jahre – Prozessevaluation des bundesweiten Modellversuchs  
Funk, Grüninger, Dittrich, Goßler, Hornung, Kreßner, Libal, Limberger, Riedel, Schaller, Schilling, Svetlova € 33,00

## 2011

M 214: Evaluation der Freiwilligen Fortbildungsseminare für Fahranfänger (FSF) – Wirksamkeitsuntersuchung  
Sindern, Rudinger € 15,50

M 215: Praktische Fahrerlaubnisprüfung – Grundlagen und Optimierungsmöglichkeiten – Methodische Grundlagen und Möglichkeiten der Weiterentwicklung  
Sturzbecher, Bönninger, Rüdell et al. € 23,50

M 216: Verkehrserziehungsprogramme in der Lehreraus-/Fortbildung und deren Umsetzung im Schulalltag – Am Beispiel der Moderatorenkurse "EVA", "XpertTalks", "sicherfahren" und "RiSk"  
Neumann-Opitz, Bartz (in Vorbereitung)

M 217: Leistungen des Rettungsdienstes 2008/09 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2008 und 2009  
Schmiedel, Behrendt € 16,50

M 218: Sicherheitswirksamkeit des Begleiteten Fahrens ab 17. Summative Evaluation  
Schade, Heinzmann € 20,00

M 219: Unterstützung der Fahrausbildung durch Lernsoftware  
Petzoldt, Weiß, Franke, Krens, Bannert € 15,50

---

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

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

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.