

# **Auswirkungen neuer Informations- technologien auf das Fahrerverhalten**

von

Brigitte Färber  
Berthold Färber

Universität der Bundeswehr  
Institut für Arbeitswissenschaft  
München

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 149

**bast**

## Kurzfassung – Abstract

### Auswirkungen neuer Informationstechnologien auf das Fahrerverhalten

Aufgrund neuer Informationstechnologien steht dem Fahrer bereits jetzt eine Vielzahl von Systemen und Informationen im Fahrzeug zur Verfügung oder wird in Kürze verfügbar sein. Die Funktionsweise der Systeme wird erläutert, die auf sie gerichteten Erwartungen dargestellt, ebenso vorliegende Studien zur Evaluation.

Eine ungefilterte Ausgabe der Informationen würde den Fahrer überfordern. Daher wird ein „Informations-Manager“ vorgestellt, der verhindert, dass zu viele Informationen zur gleichen Zeit oder in einer ungünstigen Verkehrssituation dem Fahrer übermittelt werden. Der Informations-Manager teilt die Informationen in Kategorien wie „Fahrer- oder Fahrzeug-initiiert“, „sicherheitsrelevant“ oder „dringend bzw. aufschiebbar“ etc. ein. Die Ausgabelogik wird - neben dieser Kategorisierung - durch einen Belastungsprädiktor gesteuert, der aufgrund von Fahrzeugparametern von Aktionen des Fahrers und Umweltbedingungen eine Analyse und Vorhersage der Belastung ermöglicht.

Versuche zum Brems-, Beschleunigungs- und Überholverhalten zeigen, dass es möglich ist, anhand von Daten, die im Fahrzeug am sog. CAN-Bus anliegen (z. B. Pedalstellungen, Lenkwinkel, ABS-, ESP-Sensor), Aussagen über Fahrmanöver sowie den Fahrstil zu treffen. Die zusätzliche Berücksichtigung von Schalterstellungen (z. B. Licht, Nebelleuchte etc. „ein“) und Betätigung von Systemen (z. B. Navigationssystem aktiv) gibt eine gute Abschätzung des Fahrerzustands.

In einem groß angelegten Feldversuch zur Evaluation des Informations-Managers werden drei Versuchsbedingungen realisiert: ein Serien-System, ein Informations-Manager, der Informationen situationsabhängig ausgibt, sowie als Fahrerunterstützungs-Systeme Rückschaukameras (mit bzw. ohne Warnpiktogramm) und Distanzregelung (ACC bzw. ACC mit Stop & Go-Funktion). 36 Personen (Alter 30 - 50) fahren auf parallelisierten Strecken (nach Schwierigkeit, Verkehrsaufkommen) unter allen Versuchsbedingungen. In den normalen Verkehr werden spezifische Verkehrssituationen durch instruierte Teilnehmer eingebaut. Als abhängige Va-

riablen werden Blickverhalten, Fahrzeugparameter (Gas, Bremse, Lenkwinkel) und Fragebogendaten erhoben.

Die sequentielle Ausgabe von Informationen wird klar bevorzugt. Besonders interessante Ergebnisse der objektiven Daten sind: Auch redundante Display-Inhalte und irrelevante Anzeigen ziehen den Blick des Fahrers länger an. Das Aufrufen eines Ziels aus dem Zielspeicher des Navigationssystems erfordert lange Blickzuwendungen. Mit Informations-Manager blicken die Teilnehmer länger, dafür aber seltener zum Mittendisplay als ohne. Der Informations-Manager führt zu einem entspannteren Fahrstil. Auch wirkt er sich positiv auf die Verkehrssicherheit aus. Durch ein Warnpiktogramm im Rückschau-Display (Fahrzeug im toten Winkel) wird die Sicherheit in Überholsituationen verbessert.

Der Originalbericht enthält als Anhänge nähere Informationen zur den Versuchstrecken (A) und dem Versuchsablauf (B), eine Aufgabenübersicht über den Versuchsplan (C) sowie Auswertungen des Blickverhaltens (D, E) und der Fahrzeugdaten (F). Auf die Wiedergabe dieser Anhänge wurde in der vorliegenden Veröffentlichung verzichtet. Sie liegen bei der Bundesanstalt für Straßenwesen vor und sind dort einsehbar. Verweise auf die Anhänge im Berichtstext wurden beibehalten.

### Effects of New Information Technologies on Driver Behaviour

Due to new information technologies, drivers now have, or will in the near future have, a large number of in-vehicle systems and information at their disposal. This report describes the way in which these systems function, what is expected of them, and presents existing evaluation studies.

Providing unfiltered information would overtax the driver. An “information manager” is therefore presented which prevents too much information being given to the driver at the same time or in an unfavourable traffic situation. The information manager divides the information into categories such as “driver-initiated or vehicle-initiated”, “safety-relevant” or “urgent or able to be deferred” etc. The logic governing the provision of

information is controlled - in addition to this division into categories - by a load predictor which, based on vehicle parameters, driver actions and environmental conditions, enables the load to be analysed and predicted.

Tests on braking, acceleration and overtaking behaviour show that it is possible, based on data on the so-called CAN bus (e. g. pedal positions, angle of steering, ABS sensor, ESP sensor), to make statements on driving manoeuvres and driving style. If switch positions (e. g. light, fog light etc. "on") and activation of systems (e. g. navigation system active) are also taken into consideration, it is possible to provide a good estimation of the driver's condition.

A large-scale field test on the evaluation of the information manager created three test conditions: a series system, an information manager which provides situation-dependent information, and, thirdly, rear-view cameras (with or without warning graphics) and distance regulation systems (ACC or ACC with stop & go function) as driver support systems. Thirty-six people (age 30 – 50) drive on parallelised roadway sections (as regards difficulty and traffic volume) under all test conditions. Specific traffic situations are incorporated into normal traffic by participants instructed to do so. Visual-search behaviour, vehicle parameters (accelerator, brake, angle of steering) and questionnaire data are recorded as dependent variables.

Providing information sequentially is clearly preferred. Some of the particularly interesting results from the objective data are as follows: drivers look at redundant display information and irrelevant displays for longer periods as well; drivers need to look at the navigation system for a long time when calling up a destination out of the destination memory in the navigation system; the participants look at the central display for longer periods but less frequently when they have information managers compared with when they do not; the information manager leads to a more relaxed driving style and also has a positive effect on road safety; warning graphics in the rear-view display (vehicle in the blind spot) improve safety in overtaking situations.

There are appendices attached to the original report which contain more information on the test roadway sections (A) and the test sequence (B), the test plan showing an overview of the tasks (C),

evaluations of visual search behaviour (D, E) and of vehicle data (F). These appendices have been omitted from the present publication. They can be consulted at the Federal Highway Research Institute. Reference to the appendices have been retained in this report.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	7	2.8.2	Evaluationsstudien zu Systemen zur Verbesserung der Sicht des Straßenraums	23
1.1	Verkehrsaufkommen	7	2.9	Informationssystem zum Erkennen von Fußgängern/des toten Winkels	24
1.2	Neue Informationstechnologien als Lösung?	8	2.9.1	Erwartungen an Systeme zur Erkennung von Fußgängern/des toten Winkels	25
1.3	Informationsmenge	8	2.9.2	Evaluationsstudien zu Systemen zur Erkennung von Fußgängern/des toten Winkels	25
<b>2</b>	<b>Analyse der neuen Informations-technologien</b>	9	2.10	Informationssystem für die Fahrt	25
2.1	Autonome Fahrzeuge	9	2.10.1	Erwartungen an Informationen für die Fahrt	26
2.1.1	Erwartungen an Systeme zum Autonomen Fahren	10	2.10.2	Evaluationsstudien zu Informationen für die Fahrt	26
2.1.2	Ergebnisse von Evaluationsstudien zum Autonomen Fahren	10	2.11	Informationsdienste für Autofahrer per Internet	27
2.2	Systeme zur Fahrdynamik	11	2.11.1	Die WAP-Technologie	28
2.2.1	Erwartungen an Systeme zur Fahrdynamik	12	2.11.2	Welche Telematikdienste werden für Fahrer über Internet angeboten?	28
2.2.2	Ergebnisse von Evaluationsstudien zu Systemen der Fahrdynamik	13		Verkehrsservice	28
2.3	Systeme zur Distanzregelung	14		Routenplanung	29
2.3.1	Erwartungen an Systeme zur Distanzregelung	14		Dynamische Empfehlung für das günstigste Verkehrsmittel	29
2.3.2	Ergebnisse von Evaluationsstudien zur Distanzregelung	15		Parkinfo	29
2.4	Systeme zur Kollisionsvermeidung	17		Flottenmanagement/Fahrzeug-ortung und -verfolgung	30
2.4.1	Erwartungen an Systeme zur Kollisionsvermeidung	18		Unternehmenskommunikation	30
2.4.2	Ergebnisse von Evaluationsstudien zur Kollisionsvermeidung	18		Notruf und Pannendienst	30
2.5	Einparkhilfe	20		Tankstellenservice	31
2.5.1	Erwartungen an die Einparkhilfe	20		Fahr- und Flugpläne	31
2.5.2	Ergebnisse von Evaluationsstudien zur Einparkhilfe	21		Taxi- und Mietwagenservice	31
2.6	Alkohol-Kontroll-System	21		Reiseangebote	31
2.7	Müdigkeits-Warn-System	21		City-guide	31
2.7.1	Erwartungen an Müdigkeits-Warn-Systeme	22		Suchdienste	32
2.7.2	Ergebnisse von Evaluationsstudien zum Müdigkeitswarner	22		Wetter	32
2.8	Informationssystem zur Verbesserung der Sicht des Straßenraums	23		Nachrichten	32
2.8.1	Erwartungen an ein System zur Verbesserung der Sicht des Straßenraums	23		Gelbe Seiten/Auskunft	32
				E-Mail	32
				M-Commerce	32
				Zellortung	33
			2.11.3	Neue Mobilfunktechnologien	34
				Die Mobilfunktechnologie HSCSD	34
				Die Mobilfunktechnologie GPRS	34
				Der Mobilfunkstandard UMTS	35

2.11.4 Nutzen und Gefahren neuer Mobilfunktechnologien	36	4.5.2 Rückschau	63
Informationsdarstellung	36	4.5.3 Systeme zur Längsregelung des Fahrzeugs	65
Eingabemöglichkeiten	36	4.5.4 Datenerfassung und Versuchssteuerung	66
Inhaltliche Aspekte	36	4.6 Fragebogen	66
Fazit	36	4.6.1 Konzeption eines Technik-/Risiko-Fragebogens	66
<b>3 Weiterentwicklung des Infomanagers</b>	37	4.6.2 Ergebnisse des Technik-/Risiko-Fragebogens	67
3.1 Fahrer Aspekte	40	4.6.3 Analysebogen Verkehrs-sicherheit	69
3.1.1 Menge der Systeme	40	4.6.4 Fragen zu den technischen Systemen	69
3.1.2 Anzahl der Beifahrer	40	4.7 Versuchsablauf	69
3.1.3 Zustand des Fahrers	42	4.7.1 Chronologischer Ablauf	69
3.2 Fahrer-/Fahrzeug-Aspekte	43	4.7.2 Inhaltliche Darstellung	70
3.2.1 Längsbeschleunigung	43	4.8 Abhängige Variablen	74
3.2.2 Querschleunigung	48	4.9 Ergebnisse	74
3.3 Umweltaspekte	52	4.9.1 Einstellung zu den Systemen	74
3.3.1 Straßenart	53	4.9.2 Blickverhalten	75
3.3.2 Straßenverhältnisse	53	4.9.3 Verkehrssicherheit	82
3.3.3 Kategorisierung der Sichtbedingungen	54	4.9.4 Fahrzeugparameter	83
3.3.4 Weitere Faktoren	54	<b>5 Zusammenfassende Diskussion und Ausblick</b>	86
3.4 Wertung verschiedener Fahrer-, Fahrzeug- und Umweltaspekte	55	<b>6 Danksagung</b>	89
<b>4 Experimentelle Verhaltensbeobachtung</b>	55	<b>7 Literatur</b>	90
4.1 Zielsetzung der experimentellen Verhaltensbeobachtung	55		
4.2 Fragestellungen	55		
4.3 Evaluation des Informations-Managers	56		
4.3.1 Generelle Vorgehensweise	56		
4.3.2 Systeme	56		
4.3.3 Variation der Belastung	57		
4.3.4 Kompensatorische Hilfe	57		
4.3.5 Informationsmanagement	57		
4.3.6 Versuchsplan	58		
4.3.7 Versuchspersonen	58		
4.3.8 Zuordnung von Personen zu Versuchsbedingungen und Strecken	58		
4.3.9 Messungen	58		
4.4 Streckenauswahl und Verkehrssituationen	59		
4.5 Ausrüstung des Versuchsfahrzeugs	60		
4.5.1 Informationsübermittlung	60		

# 1 Einführung

## 1.1 Verkehrsaufkommen

„Mobilität für Jedermann“ wird bei den europäischen Verkehrstagen gefordert (HAASE, 1997) - wie sehen die Vorhersagen aus?

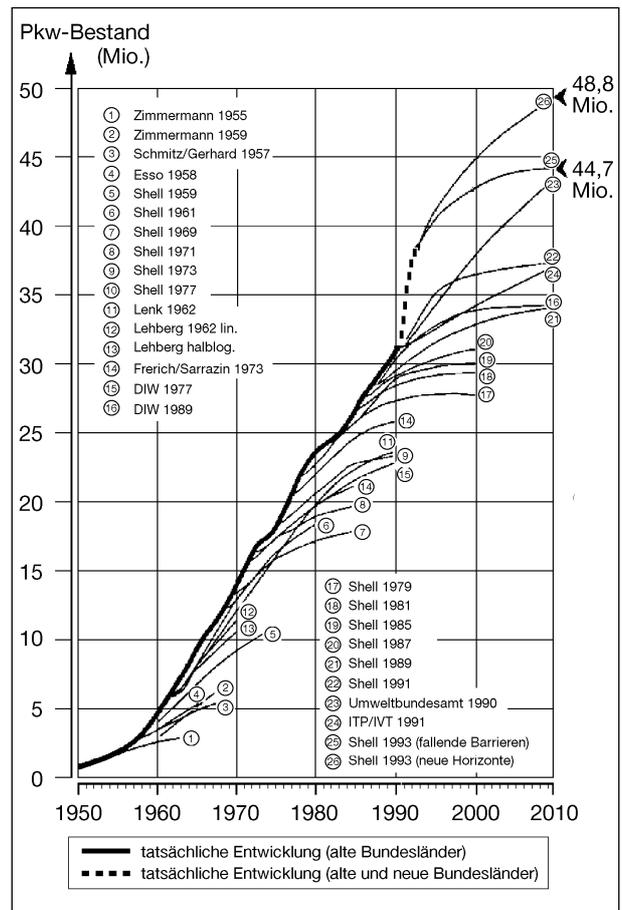
Für den Bundesverkehrswegeplan geht die Verkehrsprognose bis zum Jahr 2010 von einer Steigerung von rund 20 Prozent im Personenverkehr und von nahezu 50 % im Güterverkehr aus. „Der heutige grenzüberschreitende Güterverkehr wird sich etwa verdoppeln, und die Bundesautobahnen werden dabei weiterhin die Hauptlast zu tragen haben“ (Bundesministerium für Verkehr, BMV 1994a, S. 3). Das UPI prognostiziert für den gleichen Zeitraum eine Zunahme des Autoverkehrs um 40 - 50 % und des Lkw-Verkehrs um 80 - 100 % (UPI, 1993). Die ENQUETE-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages weist allerdings darauf hin, dass alle bisherigen Prognosen zur Entwicklung von Motorisierung, Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung insbesondere durch Unterschätzungen der Leistungsdaten gekennzeichnet waren. Bild 1 zeigt die Prognosen und die tatsächliche Entwicklung.

Das Verkehrsaufkommen wird also weiterhin steigen. Doch was tun, wenn die Verkehrswege jetzt schon an der Grenze ihrer Belastbarkeit stehen?

KRAUSE (1996) schätzt die Staukosten auf deutschen Straßen als volkswirtschaftlichen Verlust in Höhe von 200 Milliarden Mark jährlich.

Da der Bau neuer Straßen finanziell kaum mehr zu realisieren, ökologisch immer schwerer zu rechtfertigen und ihre entlastende Wirkung - falls sie überhaupt eintritt - nur von kurzer Dauer ist, versucht man, die Bildung von Staus (z. B. durch Verkehrsspitzen, Baustellen, Unfälle, Parkplatzsuchverkehr usw.) durch Verkehrssteuerung zu verringern.

Die so genannte „kollektive Verkehrsbeeinflussung“ soll hier Abhilfe schaffen. SODEIKAT (1997) berichtet von 30 Prozent weniger Staus und entsprechenden Unfallrückgänge dank der Verkehrsbeeinflussungsanlagen - allerdings habe dieser Effekt nicht an allen Anlagen nachgewiesen werden können. Auf einem Streckenabschnitt auf der A5 konnte durch Homogenisierung des Verkehrsflusses die Kapazität um 5 bis 9 % (geschätzt) erhöht werden (TOPP, 1995b).



**Bild 1:** Prognosen und tatsächliche Entwicklung (aus: ENQUETE-Kommission, 1994, S. 62). Anmerkung: Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes liegt der Pkw-Bestand im Juli 2001 bei ca. 44 Millionen ([www.destatis.de...](http://www.destatis.de...), 2002)

Doch der Aufbau dieser Infrastruktur ist kostspielig. Daher sollen die Autofahrer dazu bewogen werden, preiswerte Informationssysteme zu benutzen, z. B. das Informations- und Kommunikationsnetz „Sirius“ im Großraum Paris (KRULL-LAMOTHE, 1996). Ein weites Spektrum von Informationstechnologien bahnt sich seinen Weg ins Fahrzeug - die neueste Entwicklung sind Telematikdienste für Fahrzeugführer per Internet, etwa Routenplanung, Fahr- und Flugpläne, Wetterinformationen, E-mail, Auskunft, ... (vgl. Kapitel 2.11.2).

Doch stellt sich die Frage, ob die Information, die dem Fahrer angeboten wird, hilfreich ist oder ob sie ihn zu sehr von seiner Hauptaufgabe, dem sicheren Führen des Fahrzeugs, ablenkt.

## 1.2 Neue Informationstechnologien als Lösung?

Von den neuen Systemen verspricht man sich:

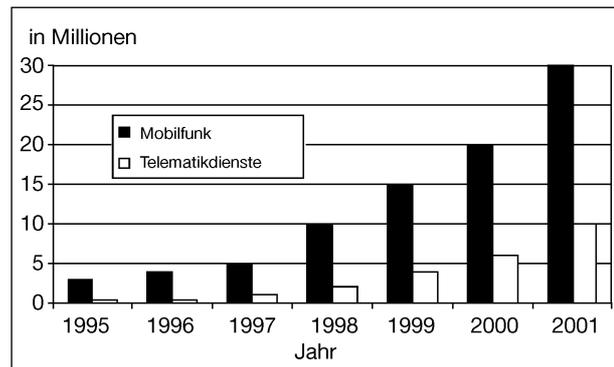
- die Optimierung des Verkehrsflusses, d. h., bestehende Netze sollen besser genutzt werden, weniger Staus sollen entstehen, usw.,
- die Verlagerung des Verkehrs auf den jeweils günstigsten und umweltfreundlichsten Träger, „Modal-Split“ durch Kombination verschiedener Verkehrsmittel,
- die Steigerung der Verkehrssicherheit, geringere Unfallfolgen, schnellere Unfallhilfe,
- die Vermeidung von Leerfahrten im gewerblichen Transportbereich, die Vermeidung von Suchfahrten durch bessere Information und Kommunikation,
- die Belegung von überlasteten Verkehrsnetzen nach marktwirtschaftlichen Kriterien (Stichwort: road pricing),
- die Reduktion von Lärm, Abgas und sonstigen Nebenwirkungen des Verkehrs, die Substitution von Verkehr

(vgl. z. B. BAUM, 1996; LINDE, 1996; ZIMMERMANN, 1996).

Sollte es jedoch nicht so positiv laufen und der Autofahrer doch einmal im Stau stecken bleiben, so würde die neue Technologie zumindest eine sinnvolle Nutzung der Zeit erlauben - als Stichwort sei hier das „mobile Büro“ genannt.

Doch sind auch Stimmen zu vernehmen, die zumindest Teile der neuen Technologie kritisch sehen:

Von vielen Seiten wird die mangelnde Abstimmung beklagt, das Fehlen von Normen, Regeln und Richtlinien. Aus ökologischer Sicht wird kritisiert, es handle sich um Scheinlösungen: Dies wird beispielsweise an der Wirtschafts- und Produktionsweise aufgezeigt, die, auf geringe Transportkosten zählend, zu immer weiträumigerer und globalerer Arbeitsteilung tendiere anstatt zur Verkehrsvermeidung (SPITZNER, 1993). Weitere Beispiele sind der ÖPNV, der lediglich die Funktion eines „Lückenbüßers“ einnehmen und Parkleitsysteme, die das schnelle Auffinden eines Parkplatzes garantieren und dadurch Autofahrer eher zum in die Stadt fahren „stimulieren“, als den Verkehr zu reduzieren (KROSTITZ & KÖTHNER, 1993).



**Bild 2:** Entwicklung der Anzahl von Telematiknutzern, verglichen mit Mobilfunk-Benutzern (aus: BODIN-STEINER, 2000, S. 40)

Zumindest, was wirtschaftliche Aspekte betrifft, scheinen sich die Erwartungen zu erfüllen: „Die Verkehrs telematik ist ein Wachstumsmarkt, der europaweite Umsätze in dreistelliger Millionenhöhe verspricht“ (HILGENDORF, siehe IV, 1997, S. 519).

Dabei scheint ein deutlicher Zusammenhang zwischen Mobilfunk-Nutzung und der Nutzung von Telematikdiensten zu bestehen, wie Bild 2 für Deutschland zeigt (BODIN-STEINER, 2000).

Sollte es nicht gelingen, den Informationsstrom zu kanalisieren, muss befürchtet werden, dass WEYD Recht behält: „La télématique routière ... Elle ressemble à un grand laboratoire où seraient menées d'innombrables expériences, souvent pragmatiques, parfois empiriques, dans des domaines de pointe, dont on ne maîtrise pas encore toutes les combinaisons“ (1994, S. 27).

## 1.3 Informationsmenge

Die Menge der Informationen, die simultan an den Fahrer von Kraftfahrzeugen übermittelt werden könnten, steigt durch neue Informationstechnologien und Fahrerassistenzsysteme beachtlich an.

Beim Stichwort „neue Informationstechnologien“ wird man zunächst an Informationen denken, die von außen an den Fahrer herangetragen werden. Dies geschieht entweder über stationäre oder mobile Endgeräte, z. B. ein Handy. Doch auch die sog. In-vehicle devices, also Fahrerassistenzsysteme im engeren Sinn (vgl. WALLENTOWITZ et al., 2001), die ihre Daten im Fahrzeug erheben (z. B. Abstandssensor, Wank-Sensor, Radumdrehungssensor), verrechnen und zum Gegensteuern verwenden (z. B. ABS, ESP), müssen bei den „neuen

Informationstechnologien“ berücksichtigt werden. Falls sie nicht völlig unbemerkt arbeiten, übermitteln sie dem Fahrer Information. Zudem besteht künftig die Möglichkeit, die in einem Fahrzeug erhobenen Messwerte an eine Zentrale zu senden, dort zu bündeln und an andere Fahrer zu Warnzwecken weiterzugeben (z. B. Aquaplaninggefahr, Staugefahr). Dies bedeutet, dass der gesamte Telematik-Bereich zu berücksichtigen ist. Das Wort „Telematik“ setzt sich zusammen aus Telekommunikation und Informatik.

Jedes einzelne System stellt, für sich genommen, meist kein ernsthaftes Problem dar, wenn es ergonomisch akzeptabel gestaltet ist. Die Schwierigkeiten erwachsen aus der Summe der darstellbaren Informationen. So konnten von FÄRBER & FÄRBER (1999) zwanzig Gruppen von Telematik-Systemen identifiziert werden: Während bei den Fahrzeugherstellern vor allem fahrzeuginterne Unterstützungssysteme, etwa im Bereich der Fahrdynamik, der Distanzregelung, der Rückwärtsfahr- und Einparkhilfe, der Fußgängererkennung und der Wegleitung im Blickpunkt standen, drängen Provider mit einem breiten Strom fahrzeugexterner Service-Leistungen, die per Handy übertragen werden können, auf den Markt.

Systeme, die bisher nur in Fahrzeugen der Oberklasse oder als Option zu erhalten waren, werden immer stärker zum Standard, z. B. ABS, Audiosysteme, Kontrollsysteme (DUNCAN & AUZINS, 1996). Neben die klassische Instrumentierung treten Komponenten, wie das Autotelefon, Navigationssysteme und Fernsehen (KNOLL & VOLLMER, 1994). Was vor kurzem noch Kopfschütteln hervorrief, gilt heute schon fast als selbstverständliche Forderung: ein Internet-Anschluss als Serienausstattung für das Fahrzeug (MORAWIETZ, 1998).

Was vor wenigen Jahren noch als technisches Problem galt, ist heute gängige Praxis: der Empfang von DAB-, RDS-TMC-, GSM-, DARC-, Infrarot- und GPS-Signalen, die Übertragung von Daten in ein fahrendes Objekt, die Speicherung größerer Datenmengen, um nur einige Beispiele zu nennen. Übermittelt wird die Information durch Satelliten (GPS), Funkstationen (Digital audio broadcasting - DAB), Sendemasten (digitale Mobilfunksysteme - D1-, D2-Netz).

Momentan ist die WAP-Technologie (WAP = Wireless application protocol) stark im Vormarsch, in naher Zukunft wird die Datenübertragung durch GPRS (General packet radio service) und UMTS

(Universal mobile telecommunications standards) erfolgen.

Die Diskussion um Bakensysteme, die per Kurzstreckenkommunikation die Information eines Leitrechners weitergeben (SCHNEIDER, 1996; THOMAS, 1995; ZACKOR, 1995, 1997), scheint mittlerweile abgeflaut.

Doch - ist alles, was technisch machbar ist - auch sinnvoll für den Autofahrer?

## 2 Analyse der neuen Informationstechnologien

Wie einleitend bereits bemerkt, sind bei den neuen Informationstechnologien nicht nur Informationen zu berücksichtigen, die von außen an den Fahrer herangetragen werden, sondern auch alle informierenden Fahrerassistenzsysteme, da die von ihnen gelieferte Information in der Gesamtmenge berücksichtigt werden muss.

Die Liste der Systeme, die für den Einsatz im Fahrzeug entwickelt werden, ist äußerst umfangreich. Sie umfasst Autonome Fahrzeuge, Systeme zur Distanzregelung, zur Fahrdynamik, zur Kollisionsvermeidung, Einparkhilfen, Müdigkeitwarner, Informationen zur Verbesserung der Außensicht, Navigationssysteme, Flottenmanagement, Gebührenerfassung, Informations- und Hilfsdienste, Notfallsysteme, Bordcomputer, Telefon, Fernsehen, Verkehrsmanagement, Fahrerinformations- und Fahrerassistenzsysteme, Sicherheitsdienste, Verbindung zum öffentlichen Verkehr und weitere Alternativen.

Eine Bestandsaufnahme von Telematik- und Fahrerassistenzsystemen findet sich bei FÄRBER & FÄRBER (1999), sie wird hier durch aktuelle Publikationen ergänzt.

### 2.1 Autonome Fahrzeuge

Systeme zur Entwicklung Autonomer Fahrzeuge streben die vollautomatische Führung eines Fahrzeugs an - zumindest auf spezifischen Fahrspuren. In definierten Zeitabschnitten kann sich der Fahrer von der Fahraufgabe zurückziehen und anderen Tätigkeiten zuwenden.

Im Rahmen des PROMETHEUS-Programms wurden wesentliche Fortschritte im Bereich des autonomen Fahrens erzielt. Im europäischen Raum be-

schäftigen sich mehrere Hersteller mit dem Thema. Hersteller in USA und Japan beginnen im Rahmen der entsprechenden Programme ebenfalls mit Forschungen zum autonomen Fahren. Autonome Fahrzeuge sind aus zwei Gründen für die Frage der Wirkung von Telematik-Systemen von Bedeutung:

Sollte es möglich sein, automatisch zu fahren, so ergibt sich hieraus für die Gestaltung und Zulassung von Fahrerinformationssystemen eine völlig neue Situation. Der Fahrer könnte sich wie ein Beifahrer verhalten und sich daher beliebigen Nebentätigkeiten widmen, bis er von sich aus die Lenkung des Fahrzeugs wieder übernehmen will.

Ein Fahrzeug, das theoretisch in der Lage ist, autonom zu fahren, verfügt über ein Situationswissen, das Fahrerunterstützung auf einem hohen Niveau gewährleisten könnte.

Der gegenwärtige Stand der Forschung lässt die Einführung von autonomen Fahrzeugen in ausgewählten Bereichen des Straßenverkehrs in den nächsten Jahren als wahrscheinlich erscheinen.

Beispiele aus der Literatur zum autonomen Fahren:

- 'Elektronischer Chauffeur' von Daimler-Benz (VDI-N, 1996 b),
- Intelligent Vehicle Highway Systems (HANCOCK & CAIRD, 1992; KÖNIG, 1995; SPREITZER, 1996; BLOOMFIELD et al., 1998; SHLADOVER, 2000),
- Automatisches Fahren (BRAESS & REICHART, 1995 b; ESCH, 1996; MEYROWITZ et al., 1996; ZACKOR, 1995),
- Autonome Fahrzeugführung (BENNING & MENGE, 2000; BINFET-KULL et al., 1998; BRAUCKMANN et al., 1995; DICKMANN & MAURER, 1999; ENKELMANN et al., 1995;



**Bild 3:** Autonom fahrendes Fahrzeug (Foto aus einer Filmdokumentation von DICKMANN, 1999)

FREUND et al., 1995; HESSE, 1995; ITO et al., 1998; MANIGEL, 1995; REDMILL & ÖZGÜNER, 1998).

### 2.1.1 Erwartungen an Systeme zum Autonomen Fahren

WARD (2000) diskutiert mögliche Nachteile der automatisierten Technologie: Der Fahrer wird aus dem Regelkreis ausgeklinkt, so könnten die Kenntnis der Situation und das Verantwortungsgefühl in kritischen Situationen unzureichend sein. Das Verhalten könnte sich in einer Weise ändern, dass die Vorteile des Systems unterlaufen werden. Beispielsweise könnte sich ein Fahrer so an die automatische Regelung des Abstands gewöhnen, dass er in einer kritischen Situation nicht mehr rechtzeitig reagiert.

Eine Befragung von BRIDGER & PATIENCE (2000) verdeutlicht die Komplexität der Beziehung zwischen Fahrer und Fahrzeug: Unter normalen Bedingungen wollen die Fahrer das Fahrzeug selbst fahren und kontrollieren, aber je schlechter die Umgebungsbedingungen (z. B. Regen, Schnee, schlechte Sicht), desto eher akzeptieren sie Assistenzsysteme. In einer Gefahrensituation (z. B. Unfall), wenn sie nicht mehr in der Lage sind, das Fahrzeug zu kontrollieren, bauen sie sogar auf das Assistenzsystem.

Ein Rating von Verkehrsexperten, durchgeführt von FÄRBER & FÄRBER (1998), zeigt, dass Autonomen Fahrzeugen auf einer Werteskala von 1 (= kein Sicherheitsgewinn) bis 5 (= sehr hoher Gewinn) eine mittlere Auswirkung bezüglich der Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer zugemessen wird (Median 3). Sie bieten dem Fahrer keine Information (Median 1), die mentale Beanspruchung durch sie ist mittel, die sensorische Ablenkung gering.

### 2.1.2 Ergebnisse von Evaluationsstudien zum Autonomen Fahren

SHLADOVER (2000) stellt Überlegungen an, wie man Schritt für Schritt zum Autonomen Fahren auf Autobahnen kommen könnte: Als erster Schritt ist die Nutzung des ACC (Adaptive Cruise Control) zu sehen, dann sollen additive Elemente, wie die Kooperation zwischen Fahrzeugen und Fahrzeugführung hinzukommen. Technische und ökonomische Aspekte sind ebenso einzubeziehen wie Anforderungen, die der Nutzer stellt, bzw. die an ihn gestellt werden.

BLOOMFIELD et al. (1998) beschreiben ein Simulatorexperiment, bei dem die linke Spur der Autobahn für Autonome Fahrzeuge reserviert ist, während auf der rechten und mittleren Spur nicht ausgerüstete Fahrzeuge fahren. 48 Autofahrer im Alter von 25 bis 34 Jahren bzw. älter als 64 Jahre erproben das System. Verglichen werden die Zeitabschnitte vor bzw. nach der autonomen Fahrphase, wobei Parameter wie Spurtreue, Geschwindigkeit, Abstand zum Vorfahrenden, Spurwechsel usw. erfasst werden. Ergebnisse stehen uns noch nicht zur Verfügung (nach einem Abstract von BLOOMFIELD, LEVITAN, GRANT, BROWN & HANKEY, 1998).

In einer Simulator-Studie erproben YANAGIYA, TOMITA & TSUGAWA (1999) den Effekt des Kamera-Gesichtsfeldes auf das laterale Regelverhalten eines autonomen Fahrzeugs mit maschinellem Sehen. Gefahren wird ein Kreis, zur lateralen Regelung dient ein Algorithmus. Untersucht werden Spurfehler und Fahrqualität, wobei Ausrichtung und Größe des Gesichtsfeldes variiert werden. Interessanterweise ist unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit beim maschinellen Sehen ein Sichtbereich von 10 bis 30 Meter, vor dem Fahrzeug optimal.

BENNINGER & MENGE (2000) beschreiben die Entwicklung von DICKMANNNS und seinen Mitarbeitern, in Zusammenarbeit mit DaimlerChrysler: Zunächst wurde mit einem Kastenwagen, voll gestopft mit Technik und fünf Tonnen Gewicht, experimentiert, inzwischen kann ein normaler Mercedes-Pkw als Selbstfahrer eingesetzt werden. Die Rechnerausrüstung benötigt jedoch noch den gesamten Fahrzeuginnenraum. Sobald das VaMP (Versuchsfahrzeug für autonome Mobilität im Pkw) auf der Autobahn ist, kann das System eingeschaltet werden. Derzeit fährt es mit 100 km/h im Verkehr mit.

DICKMANNNS & MAURER (1999) stellen eine flexible Systemarchitektur vor. Sie erlaubt die Behandlung komplexer Automatisierungsaufgaben, als Beispiel dienen sehende autonome Fahrzeuge. Die geleistete Entwicklungsarbeit, GPS, Software auf der Basis digitaler Karten und die Entwicklung geeigneter Mikroprozessoren, veranlasst die Autoren zu der Prognose, autonome Systeme seien selbst für komplexe Aufgaben in naher Zukunft realisierbar.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Autonome Fahren - zumindest in ausgewählten Be-

reichen - in nicht allzu ferner Zukunft auf Autobahnen realisiert werden kann, auch wenn noch eine Reihe technischer und vor allem rechtlicher Fragen zu klären ist (z. B. Personenerkennung, Fahrer- bzw. Herstellerhaftung bei Fehlleistungen).

## 2.2 Systeme zur Fahrdynamik

Systeme zur Verbesserung der Längs- und Querrführung befinden sich bereits in der Einführung oder stehen kurz davor. Inwieweit die Fahrer durch diese Systeme ein höheres Risiko (Risikohomöostase, vgl. WILDE, 1978) eingehen, ist augenblicklich noch offen.

Die von deutschen Herstellern entwickelten Geräte greifen entweder automatisch ein, durch Drosselung der Leistung bzw. Veränderung der Charakteristik der Stoßdämpfer, oder warnen den Fahrer über haptisch-kinästhetische Signale am Gaspedal oder Lenkrad.

Beispiele aus der Literatur für einen Eingriff im Bereich Fahrdynamik sind: ABS und ASR (GIES, 1991), die aktive Wankstabilisierung (SCHÖTTLE et al., 1996), der akustische Glättesensor, das Stabilitätsprogramm ESP oder eine generelle Fahrdynamikregelung (HAMBERGER et al., 1996 a, b).

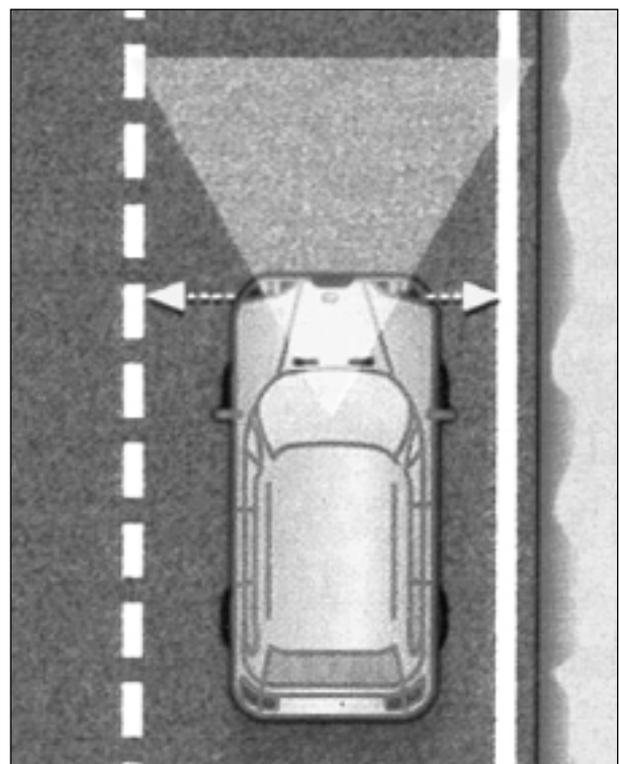


Bild 4: Automatische Spurführung

Beispiele aus der Literatur für Warnungen im Bereich der Fahrdynamik: Fahrer-Assistenzsysteme (REICHART, 1996; STANTON, 1995), z. B. ein Warnsystem bei Abweichen von der Fahrbahn von Mitsubishi (JEDA, 1996), von ADC (HAGLEITNER & BERNAL, 2000) oder Systeme zum Halten der Spur (AI, 1996 a; BRAESS & REICHART, 1995 b).

### 2.2.1 Erwartungen an Systeme zur Fahrdynamik

Erwartungen an das ABS:

GIES (1991) untersucht anhand von Unfallstatistiken, in welchen Fällen Antiblockiervorrichtungen (ABV) wirksam werden könnten: Dies ist bei allen Fahrmanövern der Fall, die normalerweise zum Blockieren eines oder mehrerer Räder führen. Fahrer beherrschen nur schwer bzw. gar nicht die komplexe Feinregelung von seitlichem Abdriften und gleichzeitigem Bremsen (z. B. in einer Kurve mit unterschiedlicher Griffigkeit des Untergrunds). Mit ABV bleibt das Fahrzeug lenkbar und seine Stabilität verbessert sich. GIES schätzt, dass in 15 % der beobachteten Unfälle durch eine ABV die Unfallfolgen verringert oder ein Unfall hätte vermieden werden können. Betrachtet man die verschiedenen Arten von Unfällen, so wäre in den 24 %, in denen der Fahrer ein kombiniertes Lenk- und Bremsmanöver versuchte, eine ABV hilfreich gewesen. Bei Unfällen mit Fußgängern liegt der Prozentsatz der Blockierbremsungen bei 68 % - der Einsatz einer ABV ließe hier deutlich weniger Unfälle erwarten, die Hochrechnung erbringt 5,8 %. Bei Unfällen in der Kurve, welchen eine Bremsung vorausging, wäre die Lenkfähigkeit durch ABV in 6,6 % der Fälle erhalten geblieben. Bei nasser Fahrbahn und höheren Ausgangsgeschwindigkeiten ist mit einer Reduktion der Unfälle durch eine ABV mit 3,4 % zu rechnen (vgl. GIES, 1991, S. 185 ff.).

Erwartungen an die ASR:

Die Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) verbessert die Stabilität bzw. die Lenkfähigkeit in Fahrsituationen, die nach hohen Vortriebskräften bei gleichzeitiger Seitenkraftübertragung verlangen. GIES (1991) hält anhand von Unfallstatistiken in 5,5 % aller Unfälle eine Einflussnahme der ASR für möglich - allerdings nur, wenn die Fahrer nicht zu schnell in die Kurve hinein gefahren sind. Im Detail berechnet GIES, dass ASR bei den Schnee- und Eisglätteunfällen im Bereich eines Gefälles in 5,1 %

der Fälle positiven Einfluss nehmen könnte. Bei Fahrzeugen mit niedrigem Leistungsgewicht und Heckantrieb, die bei verstärktem Leistungseinsatz besonders in der Kurve zu instabilen Fahrzuständen neigen, könnte sich ASR positiv auswirken. Dies wären 0,4 % der Unfälle (GIES, 1991, S. 187 ff.).

Erwartungen an ESP und AMS:

ESP (Electronic stability program) und AMS (Adhesion monitoring system) waren durch die sog. Elch-Test-Ergebnisse der Mercedes A-Klasse in aller Munde, wobei anzumerken ist, dass dieser Test unter Experten umstritten ist.

Das ESP kontrolliert das Gier- und Rollverhalten des Fahrzeugs und stabilisiert damit den Fahrzeugkurs in kritischen Fahrmanövern, ohne dass der Fahrer eingreift. Damit scheint ESP ein notwendiges Zubehör für eine neue Fahrzeuggeneration zu werden, die durch einen kurzen Radstand, in Relation zur Höhe des Fahrzeugs charakterisiert ist. Der hohe Schwerpunkt dieser Fahrzeuge kann durch elektronische Hilfen kompensiert werden.

Das AMS hingegen greift nicht automatisch ein. Es ist ein Warnsystem, das in einem Display die aktuelle Dynamik der Situation anzeigt, die Handlungsverantwortung jedoch beim Fahrer lässt.

Erwartungen an HCS:

HCS (Heading control systems), beispielsweise das Fahrerassistenzsystem von BMW bzw. Mitsubishi, versuchen, ein Abkommen von der Fahrbahn zu verhindern. Dazu wird eine Videokamera mit Objekterkennungsmodulen versehen und die Lenkradkräfte werden bei Gefahr verändert. Theoretisch ist von HCS-Systemen ein positiver Effekt zu erwarten, vor allem bei der Vermeidung von Verkehrsunfällen auf Landstraßen. Da das Abkommen von der Fahrbahn jedoch meist mit überhöhter Geschwindigkeit verbunden ist, kann keine ernsthafte Schätzung von Effekten vorgenommen werden. Vermutlich wird ein hilfreiches System in Richtung automatisches Fahren gehen.

Fahrdynamik - Erwartungen aus Sicht der Verkehrssicherheit:

Nach der Einschätzung von Verkehrsexperten haben fahrzeugautonome Eingriffe in die Fahrdynamik auf einer Werteskala von 1 bis 5 eine mittlere

Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 3). Sie bieten dem Fahrer ein geringes Maß an Information (Median 2), die mentale Beanspruchung durch sie ist mittel, ebenso die sensorische Ablenkung (FÄRBER & FÄRBER, 1998).

Die Warnung zur Fahrdynamik hat nach Einschätzung der Experten eine mittlere Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 3). Sie bietet dem Fahrer einen großen Informationsgewinn (Median 4), die mentale Beanspruchung durch sie ist mittel, die sensorische Ablenkung jedoch hoch (FÄRBER & FÄRBER, 1998).

### 2.2.2 Ergebnisse von Evaluationsstudien zu Systemen der Fahrdynamik

EVANS (1998) untersuchte statistische Daten von General-Motors-Fahrzeugen, die über ABS als Standardausrüstung verfügen (Modelle von 1992) und Modelle ohne ABS (von 1991). Nachdem die Daten um Effekte, die nicht auf das ABS zurückgehen, bereinigt sind, ergibt sich auf nassen Straßen ein um  $10 \pm 3$  % geringeres Unfallrisiko als auf trockenen Straßen, für Fußgänger-Unfälle sinkt die Wahrscheinlichkeit um  $22 \pm 11$  %, jedoch steigt das Risiko eines Zusammenstoßes um  $39 \pm 16$  %: Zwar kann ABS auf nassen Straßen das Unfallrisiko auf ein vorausfahrendes Fahrzeug um  $32 \pm 8$  % senken, doch steigt die Gefahr, von hinten angefahren zu werden, um  $30 \pm 14$  % (EVANS, 1998).

COLLARD fasst die Ergebnisse von ABS-Studien zusammen: Unfälle, bei denen mehrere Fahrzeuge beteiligt sind, nehmen ab, doch steigt gleichzeitig die Anzahl von Unfällen von mit ABS ausgestatteten Einzelfahrzeugen, so dass die positive Bilanz nahezu auf Null schrumpft (COLLARD, 1998).

ROMPE, WALLRICH & SCHINDLER berichteten 1987 von einem Feldversuch mit 77 Fahrern, die bisher keine Erfahrung mit ABS gesammelt hatten und nun fünf verschiedene Fahraufgaben mit bzw. ohne ABS ausführen sollten. GIES (1991) fasst die Ergebnisse wie folgt zusammen: „Als besonders effektiv erwies sich die ABV (Anti-Blockier-Vorrichtung) für die  $\mu$ -Split-Bremmung, bei der die Fahrer mit ABV um den Faktor 6,27 häufiger die Situation beherrschten. Beim Bremsen in der Kurve, gleich welcher Kurvenverlauf, verließ das Standardfahrzeug die Fahrbahn um den Faktor 2,7 - 2,75 häufiger. Keine statistisch signifikanten Vorteile für die ABV konnten bei den Manövern Ausweichen und

Geradeausbremsung festgestellt werden. Obwohl dem Fahrer bekannt war, dass die Kollision mit dem plötzlich auftretenden Hindernis beim Ausweichmanöver nur über ein gleichzeitiges Lenken und Bremsen zu vermeiden war, reagierte er in vielen Fällen nur mit einer Bremsung. Lenkmanöver, die alleine auch nicht zum Erfolg führen konnten, wurden weniger häufig versucht“ (GIES, 1991, S. 143).

GIES (1991) vermutet, dass der Fahrer unbewusst sein ‚Wissen‘ über den Sicherheitsgewinn einer Antiblockiervorrichtung bei der Wahl seiner Geschwindigkeit und dem Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einfließen lässt. Da dieses Wissen oft nur aus unvollständigen Informationen besteht, z. B. ‚ABS verkürzt den Bremsweg‘, hat der Fahrer eine falsche Erwartungshaltung. Dies zeigt die Untersuchung von ASCHENBRENNER, BIEHL & WURM, die eine risikobetontere, offensivere Fahrweise der Fahrer mit ABS feststellt. Auf die Frage, wie das ABS wirke, äußern die Fahrer zu hohe Erwartungen, überschätzen das System und generalisieren seine Vorteile. Häufig genannt werden allgemein kürzere Bremswege - wohlgemerkt unter allen Straßenbedingungen. Genannt wird auch eine bessere Seitenführung und Spurhaltung - auch in Fällen, in denen gar nicht gebremst wird.

FLICK & FORKENBROCK (1998) berichten, dass eine Anzahl statistischer Unfall-Analysen keine Reduzierung der Automobilunfälle zeigt, nachdem ABS eingeführt wurde. Zwar werden Massenverkehrsunfälle auf nasser Straße durch ABS reduziert, doch nehmen Unfälle mit Einzelfahrzeugen zu, die von der Straße abkommen. Da die Ursachen nicht bekannt seien, werden Untersuchungen für ABS-Systeme bei unterschiedlichen Straßenbedingungen und Fahrmanövern geplant. MAZZAE et al. (1999) berichten über einen Feldversuch an einer Kreuzung. In einer realistischen Kollisionsvermeidungssituation tendieren Fahrer zu heftigen Brems- und Lenkmanövern. ABS reduziert Zusammenstöße auf nasser Fahrbahn signifikant, im Vergleich zu konventionellen Bremsen. Auch auf trockener Fahrbahn sind weniger Unfälle zu beobachten, jedoch wird der Unterschied nicht signifikant. Interessant sind auch die Ergebnisse für zwei verschiedene ABS-Systeme: Bei nasser Fahrbahn sind 28 % weniger Unfälle mit einem System zu verzeichnen, das starke Rückmeldung über das Bremspedal gibt (ABS von Bosch), gegenüber einem System mit leichtem Feedback (Delco VI ABS).

Die National Highway Traffic Safety Administration (USA) begann 1998, über das www eine Befragung durchzuführen. Die 34 Fragen befassen sich mit relevanten Personenparametern (z. B. Fahrerfahrung), mit der Ausrüstung des Fahrzeugs (ABS), der Wirkungsweise des ABS, den persönlichen Erfahrungen mit ABS und ob der Befragte mehr Information oder Werbung zum ABS wünscht. Die Ergebnisse sind noch nicht zugänglich.

Auf der IAA Nutzfahrzeuge wurde ein ESP für Zugmaschinen von Sattelzügen vorgestellt, entwickelt von Knorr-Systeme (AI, 2000a). Dabei werden die gleichen Sensoren wie im Pkw genutzt. Das ESP bremst beim Übersteuern das kurvenäußere Vorderrad, beim Untersteuern das kurveninnere Hinterrad der Zugmaschine. Teilweise können auch mehrere Räder oder der gesamte Sattelaufleger abgebremst werden. Serienmäßig soll das Nutzfahrzeug-ESP 2001 verfügbar sein, interessant ist es vor allem beim Transport gefährlicher Güter, etwa Brennstoffen und Chemikalien.

YAMAMOTO, KAGAWA & OKUNO (1999) stellen Algorithmen zur automatischen Spurführung vor, die besonders die Beeinträchtigung durch unbefestigten Straßenrand und Seitenwind auffangen sollen. Mit Hilfe eines Versuchsträgers wurden die störenden Kräfte gemessen, der Algorithmus erwies sich bei den bisher erprobten externen Kräften als günstig, könnte jedoch für stärkere Kräfte nicht mehr ausreichen. Es sollen nun spezifische Applikationen entwickelt und getestet werden.

Als Fazit ist festzuhalten, dass sich Systeme zur Fahrdynamik auf die Wahrscheinlichkeit, selbst einen Unfall zu verursachen, mindernd auswirken. Die Gefährdung durch andere, nicht ausgerüstete Fahrzeuge ist schwer abschätzbar und hängt stark von der Auslegung der Systeme ab.

## 2.3 Systeme zur Distanzregelung

Bei den Systemen zur Distanzregelung geht es um die Einhaltung des Sicherheitsabstands, meist zum vorausfahrenden Fahrzeug. Die Systeme stellen eine Erweiterung der Geschwindigkeitsregelung dar. Sie werden oft unter der Bezeichnung ACC (Adaptive Cruise Control), AICC (Autonomous Intelligent Cruise Control) oder ADR (Automatische Distanz-Regelung) geführt.

Beispiele aus der Literatur:

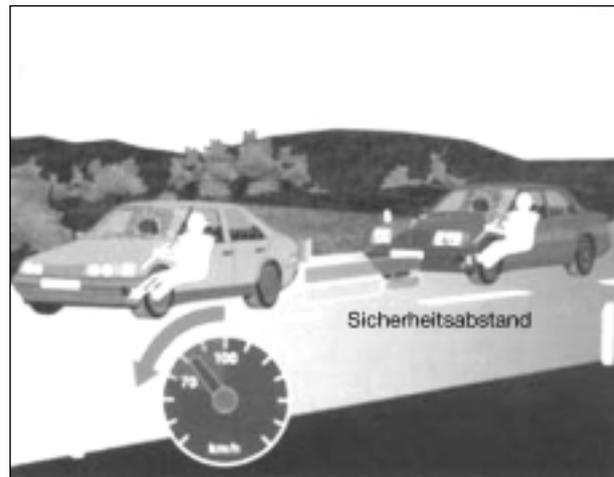


Bild 5: Das ACC-System regelt den Sicherheitsabstand

- AICC bzw. ACC (AI, 1996 a; CHALOUKKA et al., 1998; DORISSEN & HÖVER, 1996; HIPPE & JUNG, 1997; KURAGAKI et al., 1998; OLBRICH et al., 1998; REICHART & HUBER, 1998; WINTERHAGEN, 1995; WÖRDENWEBER et al., 1996),
- ADR (HAMBERGER et al., 1996 a, b),
- Manoeuvring (GODTHELP et al., 1993),
- ACC in Kombination mit einer vakuumverstärkten sanften Bremskontrolle (IJIMA et al., 2000).

Neu in der Entwicklung sind ACC-Systeme für den Innerorts- bzw. Stop & Go-Verkehr:

- Verhaltensbeobachtung im Ballungsraum (FÄRBER, 1998),
- Modellentwicklung mit teilweiser Erprobung (PERSSON et al., 1999; MAUREL et al., 1999; ERVIN et al., 1999).

### 2.3.1 Erwartungen an Systeme zur Distanzregelung

Erwartungen an den ACC:

HIPPE & JUNG (1997) gehen davon aus, dass Systeme, die dem Fahrer helfen, den Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug besser einzuhalten, Unfälle vermeiden oder mildern würden, die auf zu geringe Abstände zurückzuführen sind. Die Unfallstatistik zeigt 9 % aller Unfälle mit Personenschaden, nimmt man den Straßengüterverkehr hinzu, so sind es 15,6 Prozent.

LANGWIEDER, FROST & BACH (1998) analysierten Unterlagen der GDV (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft), um herauszufin-

den, welcher Teil der Kfz-Unfälle mit Personenverletzungen durch Fahrerassistenzsysteme beeinflusst werden könnte. Diese Statistik enthält mehr als 7.000 Heckunfälle, bei denen Personen verletzt wurden. Wären alle Fahrzeuge mit ACC ausgestattet, könnten 40 Prozent der Unfälle auf Landstraßen und 60 % der Autobahnunfälle in ihrer Unfallschwere vermindert werden, selbst wenn stehende Hindernisse nicht erkannt werden.

In Anbetracht der geringen Ausstattungsdichte müssen diese Prozentsätze jedoch erheblich reduziert werden. Die Autoren schätzen 2 % Unfallreduktion auf der Autobahn und 0,3 % für Landstraßen. Wären 10 % aller Fahrzeuge ausgerüstet, so könnten pro Jahr 2.300 Personen, die in Unfälle verwickelt sind, davon profitieren und ca. 41 Millionen Euro eingespart werden.

Die Distanzregelung hat nach Ergebnissen der Expertenbefragung von FÄRBER & FÄRBER (1998) eine positive Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 4 auf einer Skala von 1 bis 5). Sie bietet dem Fahrer ein mittleres Maß an Information (Median 3), die mentale Beanspruchung durch sie ist niedrig, die sensorische Ablenkung ist gering, was einen hohen Sicherheitsgewinn bedeutet.

### 2.3.2 Ergebnisse von Evaluationsstudien zur Distanzregelung

Vom TÜV-Rheinland wurde eine Reihe von Feldversuchen im realen Straßenverkehr durchgeführt. Erhoben wurden Variablen, die die Längsdynamik des Fahrzeugs beschreiben, Videos der Fahrscenarien und die Meinung der Versuchsteilnehmer. DORISSEN & HÖVER (1996) ziehen als Fazit, die Fahrer seien in der Lage, mit dem System sicher umzugehen, es sei sowohl eine Komfortsteigerung als auch eine positive Auswirkung auf die Verkehrssicherheit zu erwarten. Allerdings ist die Akzeptanz des Systems und seine Weiterentwicklung in starkem Maße von der verfügbaren Abstandsensorik abhängig.

Im Detail werden subjektive Ergebnisse berichtet: Bei einem AICC-Fahrversuch ohne Bremsengriff des Systems mit 30 Probanden wird das Beschleunigungsverhalten des Geschwindigkeitsreglers als angenehm und ausreichend eingestuft. Folgefahrten hinter einem Vorausfahrendem werden als angenehm, entspannend und komfortabel erlebt. Insgesamt gilt das System bei den Befragten als sicher bzw. sehr sicher. Bemängelt wird, wenn Ziele

bei der Annäherung zu spät erkannt werden, speziell bei schmalen Fahrzeugen (Motorrädern), wenn der Vorausfahrende vom System „verloren“ wird, das Ziel in Kurven falsch erkannt wird sowie das Peilen zwischen Zielen an Fahrspurgrenzen. Ob die Befragten das System kaufen würden, hängt vom Preis ab und von der Höhe des Anteils der zu fahrenden Autobahnkilometer.

CHALOUPKA et al. (1998) berichten über 94 Versuchsfahrten mit dem AICC. Dabei wurden standardisierte und freie Beobachtungen des Fahrverhaltens und der an der Situation beteiligten Verkehrsteilnehmer durchgeführt. Die Autoren ziehen das Fazit, Verhaltensbeobachtung allein erbringe keine Klarheit darüber, aus welchen Gründen bestimmte Verhaltensweisen gezeigt werden, da die Motive, die hinter dem beobachtbaren Verhalten stehen, nicht bekannt sind.

Im Detail ist zu beobachten, dass Fahrer ausgerüsteter AICC-Fahrzeuge zwar nicht häufiger überholen, doch versuchen sie durch Spurwechsel, den Platz vor sich frei zu halten. Auch kooperieren sie weniger mit anderen Verkehrsteilnehmern. Bei der Fahrt mit AICC wird weniger gesichert und gebremst, wenn Fußgänger auftauchen. Das Geschwindigkeitsverhalten wird homogener, allerdings wird dann auch in Situationen schneller gefahren, in denen eine langsamere Geschwindigkeit angebracht wäre. Das Abstandsverhalten verbessert sich, es muss weniger gebremst werden, um den richtigen Abstand zu halten.

Differenziert man nach Art der Straße, so ist festzustellen, dass vor allem im langsamen Stadtverkehr und auf der Autobahn seltener kritische Situationen beim Halten des Abstands und der Geschwindigkeit auftreten. Allerdings steigt die Wahrscheinlichkeit für mögliche kritische Ereignisse beim Spurwechsel, bei der Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern an der Kreuzung und in Vorrangsituationen.

Die Analyse der Fragebogendaten zeigt folgende Ergebnisse:

- Die Hälfte der Versuchsteilnehmer hält das System für sinnvoll, die andere nicht.
- Die Reaktion des Systems wird von einem Großteil als zu spät empfunden.
- Die Reaktion des Systems war oft „weniger klar“: Manchmal werden Reaktionen des Systems erwartet, die aber ausbleiben.

- Bemängelt werden falsche Reaktionen des Systems, z. B. in Kurven, bei Fahrzeugen auf der Nebenspur.
- Fast die Hälfte der Probanden empfindet das System als „lusteinschränkend“, 15 bis 25 % macht das Rückmeldesystem nervös.
- 50 % geben an, das Rückmeldesystem bewirke, dass sie kurz die Aufmerksamkeit von der Verkehrssituation abziehen. (Dies ist aus Sicht der Verkehrssicherheit als äußerst kritisch zu werten!)
- Mehr als 2/3 wollen ein System in ihrem Fahrzeug.
- Fast die Hälfte will das System abschalten können.
- 43 bis 46 % wollen das System nur, wenn es hundertprozentig sicher funktioniert.
- 2/3 der Befragten meinen, sie würden mit dem System langsamer fahren als sonst, ebenso viele meinen, das System hätte keinen Einfluss auf ihr Spurwechselverhalten. (Diese Aussage steht im Widerspruch zu den Beobachtungsdaten!)

Als unerwünschte Auswirkungen des Systems nennen die Versuchsteilnehmer:

- Man vertraue darauf, vor Gefahren gewarnt zu werden.
- Man verlere bestimmte Fähigkeiten, was zu Problemen bei einem Systemausfall führen könne.
- Die Warnsignale könnten zu Missverständnissen und zu einer Überlastung des Fahrers führen.
- Das Fahren werde langweiliger und ermüdender, man werde unaufmerksamer.

Zusammenfassend stellen CHALOUPKA et al. als positive Auswirkungen die weit gehende Regulierung der Sicherheitsabstände zum Vordermann, die Geschwindigkeitsregulierung und homogenere Geschwindigkeiten fest. Als negativ zeigt sich, dass größere Sicherheitsabstände andere Lenker veranlassen, in die Spur vor der beobachteten Person hineinzufahren, was in der Folge zu einer Vermehrung von Spurwechselkonflikten führt, weiterhin ergeben sich Probleme beim Einordnen zur Weiterfahrt (z. B. wenn man sich mental an den

Vordermann „angehängt“ hat) und Probleme bei der Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern (vor allem bei Verwendung der niedrigen Automatisierungsstufe).

Ein Experiment mit 20 Personen im Alter von 21 bis 30 Jahren bzw. 40 bis 50 Jahren wurde von McLAUGHLIN & SERAFIN (1999) vorgestellt. Die Versuchsteilnehmer fahren mit ACC eine Geschwindigkeit von 113 km/h, das Fahrzeug schließt auf ein Vorausfahrendes, das mit 89 km/h unterwegs ist, dreizehnmal problemlos auf. Dann wird der Anschein erweckt, das ACC-Fahrzeug könne nicht mehr rechtzeitig bremsen, um eine Kollision mit dem Vorausfahrenden zu vermeiden.

Die Bewegung des Fußes in Richtung Bremspedal begann bei einer Time-to-collision von 21,1 sec und reichte bis 4 sec. Etwa 8 % der Teilnehmer hielten in der Bewegung inne, ehe sie das Pedal traten, um zu bremsen. Der Zeitbereich bis zur Betätigung der Bremse lag zwischen 6,1 sec und 3,7 sec TTC. Die Bremskraft lag zwischen 0,16 und 0,32 g. Die älteren Fahrer bremsen später als die Jüngeren.

HOEDEMAEKER & BROOKHUIS (1998) ließen Autofahrer mit unterschiedlichen Fahrstilen (schnelle/langsame Fahrer, leicht/schwer ablenkbar) in einem Fahrsimulator fahren, wobei sich herauskristallisierte, dass mit ACC die Geschwindigkeit höher, die Abstände geringer und die Bremsmanöver heftiger wurden. Die Autoren folgern daraus, das System wirke sich nicht positiv auf die Verkehrssicherheit aus.

Allerdings attestiert HOEDEMAEKER in einer späteren Publikation (2000) dem ACC, er reduziere die Geschwindigkeitsvariation und nivelliere individuelle Unterschiede im Fahrverhalten auf Autobahnen, was zur Harmonisierung des Verkehrs beitrage. Als Grundlage für diese Aussage dienen ihm zwei Simulatorstudien und Befragungen. Für die ACC-Nutzung außerhalb der Autobahn rät der Autor zur Zurückhaltung, denn gefährliche Überholmanöver und verzögerte Reaktion auf Verkehr von rechts gehen einher mit einer Steigerung der Pulsfrequenz. Dies zeige klar, dass Verkehrssituationen solcher Art mit ACC schwieriger seien als ohne.

Von GOODRICH, BOER & INOUE (1999) wird die Ansicht vertreten, der ACC könne Komfort und Sicherheit nur erhöhen, wenn das Bremsverhalten des ACC entweder menschliches Verhalten nachbilde oder die Fähigkeit des Menschen verbessert

werde, die operationalen Grenzen des ACC zu erkennen und zu interpretieren.

MARSDEN, McDONALD & BRACKSTONE (2001) gleichen per mikroskopischer Simulation ein ACC-System mit realen Fahrprofilen ab, die in Frankreich, England und Deutschland erhoben wurden. Mit Hilfe dieses neuen Systems kann die Bremsvariation zwischen 44 und 52 % verringert werden, was eine Komfortsteigerung und Treibstoffersparnis bedeutet. Allerdings versprechen sich die Autoren vom ACC-Einsatz keine kurzfristige Verbesserung des Verkehrsdurchsatzes während Hauptverkehrszeiten, da die Ergebnisse Hinweise liefern, das System könnte für dichten Verkehr ungeeignet sein und daher vom Nutzer ausgeschaltet werden.

Über ein Feldexperiment mit 108 Versuchsteilnehmern berichten BOGARD et al. (1998) bzw. FRANCHER et al. (1998): Die Fahrer lernten sehr schnell, mit dem System umzugehen. Definitiv führte die Nutzung des ACC zu Einhaltung größerer Abstände, auch wurde der Fahrstil bei vielen Probanden weniger aggressiv. Überraschend war allerdings die Heftigkeit des Abbremsens, wenn der ACC deaktiviert werden sollte. Bezüglich der Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit wollen die Autoren keine Prognose abgeben.

Um den ACC auch für den Stop & Go-Verkehr nutzbar zu machen, führten ERVIN et al. (1999) empirische Messungen an acht Autofahrern, jeweils 2,5 Stunden lang, durch. Die Daten wurden analysiert, erste Schritte für ein ComputermodeLL des normalen Stop & Go-Betriebs unternommen, weiterhin verschiedene methodische Zugänge diskutiert. Ein Modell, das so viel wie möglich von der „manuellen Kontrolle“ erklärt, soll mit den gemessenen Daten validiert werden.

MAUREL, PARENT & DONIKIAN (1999) entwickelten einen ACC-Algorithmus für den Stop & Go-Verkehr. Vier Verkehrssituationen wurden ins Auge gefasst:

- einem Fahrzeug bei geringer Geschwindigkeit folgen,
- einem Fahrzeug folgen, das abbremst, um anzuhalten,
- einem Fahrzeug folgen, das wieder anfährt,
- anhalten vor einem stehenden Hindernis.

Das Modell wurde im Simulator überprüft. Obwohl seine Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist,

erhofft man sich eine Erhöhung des Komforts und der Sicherheit. Wie Hochrechnungen zeigen, kann der Verkehrsdurchsatz durch den Anteil ausgerüsteter ACC-Fahrzeuge beeinflusst werden: Je mehr Fahrzeuge ausgestattet sind, desto länger wird die Reisezeit.

Ein Fahrermodell für den ACC im Stop & Go-Verkehr wurde von PERSSON, BOTLING, HESSLOW & JOHANSSON (1999) entwickelt und in ersten Fahrten getestet. In normalen Fahrsituationen war die Übereinstimmung mit dem Verhalten eines echten Fahrers sehr groß. Gefährliche Situationen wurden auf einem Testgelände untersucht, beispielsweise, wenn das vorausfahrende Fahrzeug 40 km/h, das ACC-Fahrzeug 80 km/h fährt. Die Autoren vertreten die Ansicht, die meisten Probleme des Systems könnten durch Änderung der Parameter des Fahrermodells gelöst werden.

Zusammenfassend lassen sich für den ACC folgende Vorteile feststellen: Er führt zu gleichmäßigerem Verkehr, größeren Abständen, teilweise auch zu einem weniger aggressiven Fahrstil. Als nachteilig wird eine wachsende Zahl von Spurwechselkonflikten ausgemacht, weshalb das System für dichten Verkehr eher ungeeignet ist.

Was den ACC im Stop & Go-Verkehr betrifft, so können aus den hier referierten Modellentwicklungen und Simulatorexperimenten noch keine Folgerungen für den praktischen Betrieb gezogen werden.

## 2.4 Systeme zur Kollisionsvermeidung

Kollisionswarn- und -verhinderungssysteme versuchen, den Abstand zum Vorausfahrenden mit Hilfe von CCD-Kameras und Radar (z. B. Mitsubishi, Mazda, Nissan, Toyota) oder mittels eines Piezokeramischen Wandlers (Polaroid), bzw. den Abstand nach allen Seiten (z. B. Delco), zu erfassen, eventuell soll auch automatisch gebremst werden.

In erster Linie arbeiten japanischen Hersteller an diesen Systemen und erproben sie in Versuchsfahrzeugen (JEDA, 1996; ATZ, 1996; SPREITZER, 1996).

Die deutschen Hersteller scheinen sich eher zurückzuhalten, nicht zuletzt aufgrund der Erkenntnisse aus dem PROMETHEUS-Projekt. Um unter allen denkbaren Situationen adäquat reagieren zu können, sind entweder extrem große Zeitlücken erforderlich oder es treten gehäuft Fehlalarme auf.

Beschrieben werden im europäischen und amerikanischen Bereich

- Konzeptfahrzeuge, teilweise auch Experimente (HALLER et al., 1995; JANSSEN & NILSSON, 1993; JANSSEN & HUGH, 1994; SHINAR, 1995; SHINAR et al., 1997; WEBER et al., 1994; ZIMMERMAN, 1993),
- ein System für den Lkw-Einsatz stellen GORJESTANI et al. (2000) vor.

Zu unterscheiden sind Systeme, die warnen, und Systeme, die automatisch eingreifen.

#### 2.4.1 Erwartungen an Systeme zur Kollisionsvermeidung

MALATERRE & FONTAINE (1993) schätzen den Prozentsatz von Autofahrern, die ein System zur Kollisionsvermeidung wenigstens einmal inner- oder außerorts nutzen würden, auf 38 %. Aber sie fügen hinzu, dieser Anteil könne nur eine grobe Schätzung sein, da weder die Anzahl noch die Schwere der zu verhindernden Unfälle bekannt sei.

PEREL (1998) analysiert Untersuchungsergebnisse, die sich mit den Verkehrssicherheitsproblemen älterer Fahrer befassen und den Fähigkeiten, die wichtig für die Gestaltung von Kollisionsvermeidungs-Technologien sind.

LING SUEN & MITCHELL (1998) äußern die Meinung, Kollisionswarnsysteme würden die Sicherheit älterer oder behinderter Autofahrer erhöhen.

PARASURAMAN, HANCOCK & OLOFINBOBA (o. J.) betonen, wie wichtig die Glaubwürdigkeit eines Kollisionswarnsystems ist. Ungenauigkeiten in der Objekterkennung erhöhe die Rate falscher Alarme, wodurch sich eine Aversion des Nutzers ergeben könne. Doch auch wenn Systeme mit guter Erkennungsqualität entwickelt werden, kann die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit vorheriger Warnung sehr klein sein, da Zusammenstöße seltene Ereignisse sind. Konsistenterweise sollte der Alarm nur auftreten, wenn die Wahrscheinlichkeit einer Kollision sehr hoch ist. Man benötigt Entscheidungsgrenzen für hohe Treffer- und geringe Falsch-Alarm-Raten. Befolgt man diese Vorschläge, so werden wirkliche Kollisions-Szenarien nur von einem kleinen Anteil von Alarmen repräsentiert, wodurch wiederum die Effektivität der Kollisionswarnsysteme reduziert wird.

In der Expertenbefragung von FÄRBER & FÄRBER (1998) wird unterschieden zwischen fahrzeugautonomen Eingriffen und Kollisionswarnung.

Der fahrzeugautonome Eingriff bei Kollisionsgefahr hat nach Einschätzung der Experten auf einer fünfstufigen Skala von 1 (= kein Sicherheitsgewinn durch das System) bis 5 (sehr hoher Sicherheitsgewinn) eine mittlere Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 3). Er bietet dem Fahrer ein geringes Maß an Information (Median 2), die mentale Beanspruchung durch ihn ist mittel, ebenso die sensorische Ablenkung.

Die Kollisionswarnung erhält ebenfalls den Median 3 bei der Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer. Sie bietet dem Fahrer einen mittleren Informationsgewinn (Median 3), die mentale Beanspruchung durch sie ist mittel, die sensorische Ablenkung jedoch hoch.

#### 2.4.2 Ergebnisse von Evaluationsstudien zur Kollisionsvermeidung

DINGUS et al. (1997b) untersuchen drei verschiedene Anzeigen zur Abstandswarnung:

- ein Autosymbol, das um so größer wird, je kleiner der Abstand zum Vordermann ist, und das bei einem kritischen Abstand mit einer Frequenz von 4 Hz blinkt,
- neun übereinander gestaffelte Balken, von denen um so mehr aufleuchten, je näher das vorausfahrende Fahrzeug kommt, und die die Farbe wechseln (von Grün zu Orange zu Rot), bei einem Abstand von weniger als 0,9 Sekunden ebenfalls blinken,
- zwei viereckige Warnfelder, eines orange/gelb, eines rot, die je nach Abstand des Vorausfahrenden aufleuchten.

Gefahren wird ein Kurs von ca. 40 Kilometern. Verglichen mit der Baseline wird der Abstand bei Verwendung des blinkenden Autosymbols um 0,2 Sekunden größer. Die beiden anderen Displays haben keinen Effekt.

In einem weiteren Experiment wird untersucht, wie sich falscher Alarm auswirkt: Die älteren Fahrer halten prinzipiell mehr Abstand, der falsche Alarm beeinträchtigt ihr Fahrverhalten nicht. Die jüngeren Fahrer zeigen sich kaum beeindruckt bei einer Falsch-Alarm-Rate von bis zu 30 %, sie halten den größten Abstand bei einer Rate von 31 bis 60 %

(DINGUS, McGEHEE, MANAKKAL, JAHNS, CARNEY, HANKEY, 1997).

VARALDA et al. (1995, siehe HALLER et al., 1995) berichten von einer Simulator-Studie, bei der einem Vorausfahrenden auf einer dreispurigen Autobahn zu folgen war. Die Sichtbedingungen zeigten klare Sicht oder starken Nebel. Die Warnung vor Kollision oder einem Hindernis erfolgte optisch, wobei zwei MMI-Lösungen erprobt wurden: ein Display mit einer kombinierten Anzeige für beide Warnungen, die andere zeigte zwei Displays (Kollision, Hindernis) an verschiedenen Orten der Armaturentafel. Zur Kontrolle diente eine Armaturentafel ohne Rückmeldung.

Die Ergebnisse zur Kollisionswarnung zeigen bei klarer Sicht für beide Display-Varianten höhere dynamische und absolute Abstände (Durchschnitt 5,6 sec; 93 Meter), verglichen mit der Kontrollbedingung (3,7 sec; 63 m). Berechnet man die Zeit, die der Fahrer näher, als das Sicherheits-Marginal erlaubt, am vorausfahrenden Fahrzeug „hängt“, so reduzierte sich ihr Anteil von 39 auf 11 %. Bei Nebel war der Abstand geringer.

Ein Kollisions-Warn-System für leichtere Lkw wurde in den USA erprobt. COURETAS (1998) berichtete zwar von den Vorzügen des Systems, jedoch zeigten sich auch einige Sicherheitsprobleme: So waren die erfahrensten Fahrer des Fuhrparks, nachdem sie das Warn-System erprobt hatten, plötzlich gehäuft in Auffahrunfälle verwickelt. Sie hatten „gelernt“, dichter aufzufahren. Die zukünftige Entwicklung wird daher weg von der Warnung, eher in Richtung Kollisionsvermeidung, gehen.

Um eine Simulator-Studie handelt es sich bei JANSSEN & THOMAS (1994): Verglichen werden drei Kollisionsvermeidungssysteme (CAS). Bei normalen oder schlechten Sichtbedingungen (Nebel und Dunkelheit) war einem Vorausfahrenden zu folgen. Der Versuch wurde mit 24 Männern durchgeführt.

Zwischen den CAS und den Sichtbedingungen gab es keine signifikanten Interaktionen. Mit einem der getesteten Systeme (4sTTC + Added Counterforce, CAS) können die Zeit des nahen Auffahrens und die durchschnittliche Geschwindigkeit reduziert werden. Dieses CAS nutzt als Kriterium eine „time-to-collision“ von 4 Sekunden und bremst dann selbstständig. Damit wird die Anzahl geringer Abstände verringert und die durchschnittliche Geschwindigkeit

reduziert. Die anderen Systeme unterliegen nach Ansicht der Autoren kompensatorischen Effekten: Man fährt unvorsichtiger, da die Unterstützung ja zur Verfügung steht.

BAREKET, FANCHER & ERVIN (1998) berichten über ein Kollisionsvermeidungssystem, einem weiterentwickelten ACC mit einer Bremskraft von 0,22 g. Es wird als nützlich und bei den meisten Fahrern als beliebt beschrieben. Kritisiert wird allerdings das zu langsame Beschleunigen, da die Fahrer befürchten, es könne zu lange dauern, bis die gewünschte Geschwindigkeit wieder erreicht sei. Bremst das System mit voller Kraft, ertönt ein Summer.

Eine Kombination von Abstandsmessung und Haftung zwischen Straße und Reifen integrierten SEILER, SONG & HENDRICK (1998) in ihren Kollisionsvermeidungs-Algorithmus, der sich in Simulationen als günstig erwies.

Gänzlich anders ist der Zugang von YANG et al. (2000): Zwei Fahrzeuge wurden mit DGPS (Differential Global Positioning System) ausgerüstet. Bewegen sich beide aus unterschiedlichen Richtungen auf eine Kreuzung ohne Ampel zu, so misst der im Fahrzeug befindliche GPS-Empfänger das Signal des anderen, setzt es in Relation zum eigenen Fahrzeug und zur Kreuzung und warnt den Fahrer. Die Effektivität des Systems wurde in einer Simulatorstudie überprüft. Allerdings thematisieren die Autoren nicht das Problem einer geringen GPS-Ausstattungsichte.

Um die Vorhersagekraft eines Kollisionsvermeidungs-Modells zu verbessern, prüfte TIJERINA (1998) verschiedene Prädiktor-Variablen: die Detektions-Reliabilität, den Anteil von versuchten Spurwechseln (wegen des potenziellen Konflikts mit anderen Fahrzeugen) und den Anteil von ausgeführten Spurwechseln, die für vier Reliabilitäts-Ausprägungen untersucht werden. Als großes Problem wird gesehen, dass ein hochreliales System auch einmal ausfallen kann, der Nutzer sich jedoch in falscher Sicherheit wiegt.

KOPISCHKE (2000) berichtet über die Entwicklung der automatischen Notbremse. Wird der Bremsalgorithmus so gewählt, dass das Produkthaftungsrisiko für den Fahrzeughersteller minimal ist, so wird erst gebremst, wenn auch ein professioneller Versuchsfahrer einen bevorstehenden Unfall nicht mehr verhindern könnte. Bei den meisten Probanden führt dies zu dem Eindruck, wertvoller Brems-

weg werde verschenkt. Eine Änderung der Bremsstrategie, nämlich die Beurteilung aus Sicht eines durchschnittlichen Fahrers vorzunehmen, könnte das Sicherheitspotenzial deutlich erhöhen.

Auch für Lkw wird die „virtuelle Stoßstange“ erprobt: GORJESTANI, SHANKWITZ & DONATH (2000) testeten ein radar- und lasergestütztes System zur Kollisionsvermeidung an zwei Fahrsituationen. Der Test-Lkw fuhr 18 m/sec, das Fahrzeug vor ihm stand und es gelang dem System, mit einer akzeptablen Bremskraft ( $2,7 \text{ m/sec}^2$ ) abzubremesen. Auch wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug plötzlich bremst, gelingt es, einen 15 m/sec schnellen Lkw anzuhalten.

Eine umfangreiche Studie von PIEROWICZ et al. (2000) diskutiert drei Herangehensweisen an die Kollisionsvermeidung: ein Fahrer-Beratungssystem (DAS: Driver Advisory System), ein defensives System und ein Kommunikationssystem. Das DAS war mit Sensoren und Fahrzeug-Kontrollsystemen ausgerüstet, um Fahrfehler zu identifizieren und automatisch einzugreifen, um einen Zusammenstoß zu vermeiden. Ähnlich funktionierte das defensive System, doch wurde hier fahrzeugseitig nicht eingegriffen. Das dritte, ein Kommunikationssystem, erfordert, dass alle Verkehrsteilnehmer mit einem Transponder verbunden sind und sich mit einem Kreuzungs-Kontroll-System austauschen. Dieses System wurde nicht weiter verfolgt, da es als nicht realisierbar gilt.

Mit einem Testfahrzeug, dem ICAS, wurden mehr als 4.000 Kreuzungen befahren, woraus sich eine Reihe von Empfehlungen ableiten lässt. So sollen in das bereits bestehende Programm der NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration, USA) Links-Abbiege-Pfade integriert werden, für Kreuzungen ohne Ampel soll die Entwicklung GPS-gestützter Systeme vorangetrieben werden, ebenso die Entwicklung von Sensoren, die nach vorne blicken, und die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen. Außerdem muss die Mensch-Maschine-Interaktion verbessert und die Akzeptanz erhöht werden.

Zusammenfassend stellen wir fest: Systeme, die vor einer Kollision warnen, wirken sich zunächst positiv auf das Abstandsverhalten der Fahrer aus, wenn das Warndisplay gut gestaltet ist. Allerdings scheint auf längere Sicht ein Gewöhnungseffekt aufzutreten (Fahrer „lernen“, dank des Unterstützungssystems, dichter aufzufahren). Die Entwicklung steuert auf Kollisionsvermeidungs-Systeme

zu, die das Fahrzeug im Notfall automatisch abbremsen oder zumindest durch ein Notbremsmanöver die Unfallfolgen mildern.

Systeme, die eine Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und/oder GPS erfordern, dürften aus Kostengründen nicht zu realisieren sein.

## 2.5 Einparkhilfe

Als technisch weniger anspruchsvolle Variante der Kollisionswarnung ist die Einparkhilfe zu sehen, die für statische Hindernisse und langsame Geschwindigkeiten konzipiert ist und dem Fahrer beim Einparken des Fahrzeugs behilflich sein soll. Technisch wird dies mit Rückfahrkamera(s) oder Ultraschallmessern gelöst.

Systeme mit Kameras informieren den Fahrer (siehe z. B. AYALA et al., 1995), während Systeme mit Ultraschalltechnologie nur ein Warnsignal auslösen können (z. B. ATZ, 1990; HB, 1995; STAHL & HÖTZEL, 1996; ATZ, 1999). Ein System auf Radarbasis kann für verschiedene Assistenz-Systeme genutzt werden (KUNERT, 1999).

### 2.5.1 Erwartungen an die Einparkhilfe

Erwartet wird, dass die Einparkhilfe den Fahrer beim Einparken unterstützt, ihm beispielsweise Personen, die er aufgrund ihrer Größe nicht sehen kann (z. B. Kinder), oder Hindernisse (z. B. Pfosten, Blumentrog) anzeigt und eine optimale Nutzung des Parkraums erlaubt (STAHL & HÖTZEL, 1996).

Man erhofft sich auch eine deutliche Reduktion transportbedingter Unfälle am Arbeitsplatz, beispielsweise gehen in England 25 % dieser Unfälle auf Rückwärtsfahrten zurück (GRAHAM, 1999).

Wir unterscheiden zwischen Information und Warnsignal.

Die Befragung der Verkehrsexperten von FÄRBER & FÄRBER (1998) weist für die Information beim Einparken eine mittlere Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer auf (Median 3 bei einer Skala von 1 bis 5). Sie bietet dem Fahrer einen hohen Informationsgewinn (Median 4), die mentale Beanspruchung durch sie ist niedrig, die sensorische Ablenkung mittel.

Das Warnsignal beim Einparken erreicht einen Median von 2,5. Das Signal bietet dem Fahrer einen hohen Informationsgewinn (Median 4), die mentale

Beanspruchung ist mittel, ebenso die sensorische Ablenkung.

### 2.5.2 Ergebnisse von Evaluationsstudien zur Einparkhilfe

WARD & HIRST (1998) zeigten eine Reihe von Displays für Rückfahr- und Einparkhilfen, die abstrakt oder konkret gehalten waren (Pfeildarstellung, Fahrzeug von oben bzw. von der Seite) und räumliche Information enthielten oder farbkodiert waren. Die Analyse zeigte, dass in den von ihnen untersuchten Darstellungen folgende Dimensionen unterschieden werden können: räumliche Information, Gefahrengrad, Objektdarstellung und Gefahrenkodierung. Die Autoren geben keine Empfehlung, welche Darstellung für den Nutzer besonders günstig ist.

AYALA, BARHAM & OXLEY (1995) untersuchten zwei Einparkhilfen, ein System von GEC-Marconi Avionics, das auf der Armaturentafel montiert wird, und den Parkpilot von Bosch, der auf der Rückablage angebracht wird und auditiv warnt. Mehr als 100 Autofahrer im Alter von 65 bis 86 Jahren nahmen am Experiment teil. Es zeigte sich deutlich, dass beide Einparkhilfen den Teilnehmern halfen, viel näher am Hindernis zu parken. Ohne Einparkhilfe schafften es nur 58 %, innerhalb eines Meters vor der Barriere anzuhalten, mit der GEC-Hilfe waren es 95 %. Die Position der Einparkhilfe spielte keine Rolle, auch die Anzahl der Kollisionen während der Einparkversuche wurde vom System nicht positiv beeinflusst: Denn mit beiden Systemen wurde das Hindernis touchiert, beim ersten Fahrmanöver mit GEC in 23 % der Fälle, mit Bosch in 42 %, während ohne Einparkhilfe die Prozentsätze bei 11 bzw. 17 lagen. Jedoch machte sich sehr schnell ein Lernprozess bemerkbar, so dass mit Einparkhilfe die Kollisionen schnell abnahmen.

Die Versuchsteilnehmer benötigten in der Tendenz für die Einparkmanöver mit Hilfsmitteln länger, auch waren mehr Änderungen in der Blickzuwendung nötig. Dies unterstützt die Hypothese, dass die Hilfen die Komplexität der Fahraufgabe und damit die visuelle und mentale Beanspruchung erhöhen. Wie eine Befragung nach dem Versuch zeigte, fand die große Mehrheit der Fahrer, beide Systeme seien leicht zu verstehen und zu benutzen. 2/3 fanden die auditive Rückmeldung des Parkpiloten nützlich, 18 % hörten sie nicht. Besonders gut fanden die Versuchsteilnehmer bei beiden Systemen die Entfernungsanzeige zum Hindernis.

Der Umgang mit Einparkhilfen, so ist als Fazit festzuhalten, erfordert eine Lernphase. Positiv wird die Entfernungsangabe zum Hindernis aufgenommen. Ist das System neben der optischen mit einer auditiven Rückmeldung ausgestattet, so muss die Lautstärke an das Hörvermögen des Autofahrers anzupassen sein.

## 2.6 Alkohol-Kontroll-System

Wenn ein Alkohol-Kontroll-System im Fahrzeug installiert ist, muss der Fahrer in eine Vorrichtung blasen, ehe er das Fahrzeug starten kann. Liegt der Alkoholgehalt über dem Limit, so wird der Anlasser blockiert. Auch während der Fahrt wird in zufällig gewählten Intervallen eine Atemprobe verlangt.

Das System erfreut sich - nach Herstellerangaben - vor allem in den USA großer Beliebtheit. Personen, die aufgrund von Trunkenheitsdelikten ihren Führerschein abgeben mussten, erhalten die Fahrerlaubnis wieder, wenn sie ein Fahrzeug mit dem Kontrollsystem benutzen. Das System wird auch für Fahranfänger empfohlen, weiterhin für Fuhrunternehmen (SENS-O-LOCK, 1998).

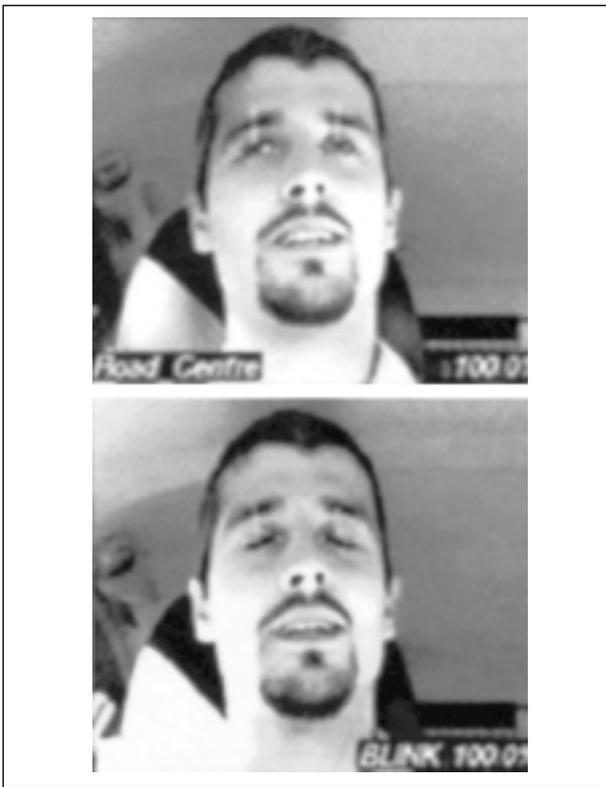
Erwartet wird eine Reduktion von Fahrten unter Alkoholeinfluss. Sie stellen in den meisten Ländern ein ernstes Problem dar.

Evaluationsstudien liegen bisher nicht vor. Um die Auswirkungen des Systems abschätzen zu können, müssten folgende Fragen geklärt werden:

- Gibt es Möglichkeiten, das System zu „überlisten“?
- Würden Fahrer ein derartiges System auf freiwilliger Basis akzeptieren, wenn es sie davor schützt, betrunken zu fahren?
- Wie wirkt sich die Test-Wiederholung während der Fahrt auf die generelle Verkehrssicherheit aus? Wird der Fahrer durch diese Aktion vom Verkehrsgeschehen abgelenkt und verursacht möglicherweise einen Unfall?
- Welche rechtlichen Bestimmungen sind erforderlich, können sie politisch durchgesetzt werden?

## 2.7 Müdigkeits-Warn-System

Versuche, den Wachheitszustand des Fahrers zu erkennen und bei Übermüdung Gegenmaßnahmen zu ergreifen, werden vor allem in Japan angestellt



**Bild 6:** Das Face-Lab-System, ein Kamera-System, das die Lidbewegung erfasst

(JEDA, 1996). Vorgeschlagen werden Maßnahmen, wie das Ausströmen von Duft (z. B. Mitsubishi, Nissan), Stop & Go-Betrieb der Radiomusik im 30-Sekunden-Takt (Mazda), sprachliche Warnungen (Honda), optische, akustische und haptische Warnungen (Toyota).

In Deutschland werden von einer Arbeitsgruppe um Audi, VW, DaimlerChrysler und wissenschaftlichen Instituten Müdigkeitsdetektoren und -warngeräte entwickelt. Man setzt überwiegend auf physiologische Veränderungen: So scheint langsames Augenrollen ein Zeichen für nicht mehr tolerierbare Müdigkeit zu sein (www.alertness-management.de, 2002).

Die Geräte sollen über GSM überwacht werden.

Die Frage ist, ob die Systeme hinreichend valide sind, ob sie von den Nutzern akzeptiert werden und welche Konsequenz aus der Messung gezogen werden kann - soll sich das Fahrzeug selbsttätig abschalten?

### 2.7.1 Erwartungen an Müdigkeits-Warn-Systeme

Der Müdigkeitswarner hat in der Expertenbefragung von FÄRBER & FÄRBER (1998) eine geringe

Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 2). Er bietet dem Fahrer wenig Informationsgewinn (Median 2), die mentale Beanspruchung durch ihn ist mittel, ebenso die sensorische Ablenkung.

### 2.7.2 Ergebnisse von Evaluationsstudien zum Müdigkeitswarner

Die Studie von VINCENT, NOY & LAING (1998) weist 32 Lkw-Fahrer zufällig zwei Gruppen zu: Die eine verfügt über ein Müdigkeits-Warn-System, die andere dient als Kontrollgruppe. Bei der Gruppe mit Warnsystem aktiviert der Versuchsleiter einen Warnton, wenn spezifische Müdigkeitskriterien erreicht werden. Die Fahrer können jederzeit eine Pause von 15 Minuten Dauer einlegen, wenn sie dies für nötig erachten.

Aus Vorstudien ist eine Adaption des Verhaltens an das System bekannt: Das subjektive und objektive Müdigkeitsniveau war bei Fahrern mit dem Warnsystem höher. Die Häufigkeit und Dauer von Pausen werden durch das Warnsystem nicht beeinflusst. Es deutet sich an, dass die Vorteile des Müdigkeitswarners durch Verhaltensänderung zunichte gemacht werden.

WIERWILLE, LEWIN & FAIRBANKS (1996) entwickelten verschiedene Algorithmen, um Müdigkeit zu erfassen. Doch zeigten auch die überarbeiteten Algorithmen geringere Korrelation zwischen abhängigen Müdigkeitsmessungen und unabhängigen, handlungsbedingten Messungen als erwartet. Wenn die Handlung in einen direkten Bezug zu Messungen der Fahrspur gesetzt wird, kann die Klassifikation besser durchgeführt werden.

Auch SARKAR et al. (1999) vertreten die Ansicht, es sei noch intensive Forschung nötig, um zu prüfen, inwieweit Müdigkeitswarner in realen Fahrsituationen tatsächlich Müdigkeit messen. Man versucht nun, mehrere Sensortypen zu kombinieren, um die gewünschte Detektionsrate zu erreichen und falsche Alarme zu vermeiden. Verschiedene Warn-Modi sollen untersucht werden, z. B. Warnung per Sprachausgabe oder die Vibration des Sitzes.

Ein Video-Monitoring-System, das eigentlich dazu gedacht ist, zu erkennen, ob ein Beifahrer im Fahrzeug ist, ein Kindersitz vorne montiert ist, etc., könnte auch auf die Augen gerichtet werden und die Lidfrequenz messen (BOVERIE et al., 1998).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die valide Messung der Müdigkeit nach wie vor Probleme bereitet. Zudem existiert noch kein überzeugendes Konzept, welche Aktionen sinnvollerweise zu ergreifen sind, wenn das System eine Übermüdung des Fahrers feststellt.

## 2.8 Informationssystem zur Verbesserung der Sicht des Straßenraums

Vor allem von deutschen Herstellern stammen die Ansätze,

- die sich mit der Verbesserung der Ausleuchtung des Straßenraums durch automatische Leuchtweitenregelung,
- automatisches Abblenden (z. B. Lidar-Sensoren von HELLA, siehe WÖRDENWEBER et al., 1996),
- UV-Scheinwerfern,
- IR-Scheinwerfern in Verbindung mit einer Infrarot-Kamera (BRAESS & REICHART, 1995 b) und
- der Berücksichtigung der Straßengeometrie (von digitalisierten Straßenkarten, siehe HAMBURGER et al. 1996 a, b) beschäftigen.

Sie zielen darauf ab, unter ungünstigen Sicht- und Wetterbedingungen die Sicht des Fahrers auf den Straßenraum zu verbessern.

MARTINELLI & SEOANE (1999) erproben passive Infrarot-Sensoren in Kombination mit einem Head-up Display.

Ein Regensensor, der auf der Innenseite der Windschutzscheibe angebracht ist, kann verschiedene Wetterbedingungen detektieren, etwa starken Regen oder Nebel, und die Wischer-Geschwindigkeit regeln (HB, 1995).

### 2.8.1 Erwartungen an ein System zur Verbesserung der Sicht des Straßenraums

Aufgrund von Unfallstatistiken erwarten WÖRDENWEBER, LACHMAYER & WITT (1996) eine Reduktion der Hauptrisiken für Nachtunfälle durch gute Fahrzeugbeleuchtung. Im Jahre 1993, so stellen die Autoren fest, ereigneten sich 49,6 % der Todesfälle bei Nachtfahrten, die Fahrleistung bei Nacht betrage jedoch nur 20 bis 25 %. Als Einflussfaktoren für Nachtunfälle werden, neben Sicht und Sichtbarkeit, auch Ermüdung und Alkohol genannt. Unfälle mit Verkehrstoten ereignen sich hauptsächlich auf Landstraßen und Autobahnen.



**Bild 7:** Verbesserung der Sicht des Straßenraums durch Infrarot-Technologie (von HELLA)

Genauere Schätzungen, wie sich die Verbesserung der Sicht auf die Verkehrssicherheit auswirken könnte, werden nicht gegeben.

Eine Verringerung von Unfällen, die auf zu spätes Erkennen von Objekten zurückgehen, die sich normalerweise außerhalb des Sichtfeldes befinden, erwarten MARTINELLI & SEOANE (1999).

BRAESS & REICHART (1995b) erwarten durch die Verbesserung der Sicht unter ungünstigen Sichtverhältnissen (z. B. bei Nacht oder Nebel) zwar eine Verbesserung des Komforts, doch dürfe der Sicherheitsgewinn aufgrund möglicher höherer Fahrgeschwindigkeiten nicht überbewertet werden.

LING & MITCHELL (1998) vertreten die Ansicht, Systeme zur Verbesserung der Sicht würden vor allem die Sicherheit von älteren und behinderten Autofahrern erhöhen.

Die Expertenbefragung von FÄRBER & FÄRBER (1998) diagnostiziert für die Verbesserung der Sicht des Straßenraums eine positive Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 4 auf einer Werteskala von 1 bis 5). Sie weist einen hohen Informationsgewinn aus (Median 4), die mentale Beanspruchung ist niedrig, die sensorische Ablenkung mittel.

### 2.8.2 Evaluationsstudien zu Systemen zur Verbesserung der Sicht des Straßenraums

GRIMMER, ADELDT & STEPHAN (1995) haben anhand von Szenarien eine Befragung zur Akzeptanz von Systemen zur Sichtverbesserung durchgeführt. Dem Statement „Wenn es einwandfrei funktionieren würde, dann fände ich ein solches System sehr gut“ stimmen von 1.074 Befragten 44 %

völlig und 35 % eher zu. Allerdings zweifeln 73 % an der technischen Zuverlässigkeit des Systems. 70 % wären bereit, das System zu testen, 56 % können sich vorstellen, sich an das System zu gewöhnen.

BARHAM, OXLEY & AYALA (1998) untersuchten ein Nachtsichtgerät auf Infrarot-Basis, das für ein Militärflugzeug entwickelt wurde, in einem Kraftfahrzeug.

Mit Fahrern zwischen 30 und 65 Jahren wurden Versuche auf einem Flugfeld durchgeführt. Fußgänger-Attrappen konnten mit Hilfe des Systems aus einer um 50 Meter größeren Entfernung (Mittelwert) erkannt werden als ohne System. Einige Personen berichteten jedoch über Schwierigkeiten bei der Nutzung des Head-up Displays.

BARHAM et al. zeigten auf der Vision in Vehicles Conference 1997 eine Weiterentwicklung des Systems, allerdings nur mit stehenden Bildern. Es war daher nicht möglich, zu prüfen, ob die beiden Bilder - die Außensicht und das Head-up Display - übereinstimmen. Durch Kopfbewegungen, die von der Kamera nicht ausgeführt werden, entstehen zwei Bilder, die bezüglich des Blickwinkels nicht übereinstimmen. Fehlt die Kongruenz, so könnte das positive Potenzial des Systems entwertet werden, die negativen Einflüsse auf die Wahrnehmung des Fahrers würden überwiegen. In ihrer Publikation von 1999 teilen die Autoren mit, in den meisten Fällen sei es den Probanden möglich gewesen, die mit Hilfe von DSP-Algorithmen (Kontrastverbesserung und Erkennung von Kanten) aufbereiteten Bilder gut zu erkennen.

Eine Simulator-Studie von NILSSON & ALM (1996) mit 24 erfahrenen Kraftfahrern untersuchte drei Sichtbedingungen: gute Sicht mit einer Sichtweite von 480 Metern, Nebel mit 50 Metern Sichtweite und ein Sichtverbesserungssystem (VES) bei Nebel. Das VES war simuliert, es nutzte eine schwarz-weiße Kopie des im Simulator gezeigten Videos (klare Sicht) auf einem 17 x 12 cm großen Bildschirm auf der Motorhaube des Fahrzeugs in der Sichtlinie des Fahrers, Augabstand 1,4 Meter. Bei normaler Sicht betrug die durchschnittliche Geschwindigkeit 105 km/h, bei Nebel 61 km/h, mit dem VES-System 91 km/h. Diese Unterschiede sind statistisch signifikant. Die Versuchspersonen fuhren bei Nebel näher an der Mittellinie, bezüglich der lateralen Position war die Variation am kleinsten. Hier fand sich die größte Variation in der VES-Bedingung. Die Autoren schließen daraus, dass die

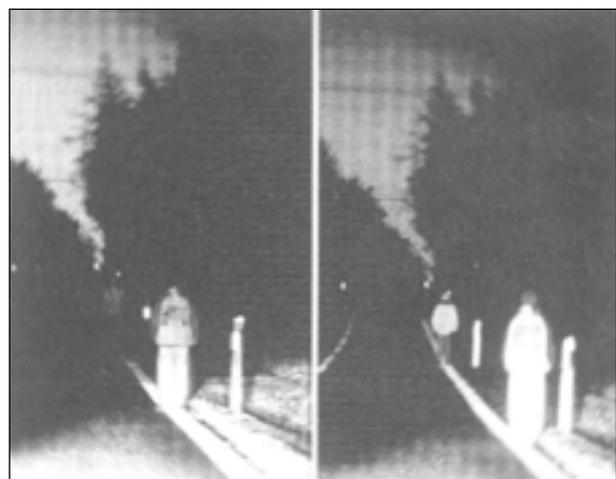
VES-Gruppe größere Probleme hat, auf einem kontinuierlichen Kurs zu bleiben als die anderen Fahrer. Es stellte sich auch als schwierig heraus, auf den Monitor zu schauen, während ein Lkw überholt wurde: Die meisten Fahrer blickten zwischen Monitor und Straße hin und her.

Wenn 400 Meter vor dem Fahrzeug ein rotes Quadrat auftaucht, sollten die Fahrer so stark wie möglich bremsen. Bei normaler Sicht betrug die Reaktionszeit 0,82 Sekunden, bei VES-Nutzung 1,07 sec, der Abstand 25 bzw. 28 Meter (nicht signifikant). Bei Nebel (Sicht 50 m) ergeben sich Werte von 23,14 sec bzw. 385 m. Weitere Untersuchungen sind geplant, um Langzeit-Effekte, Mensch-Maschine-Aspekte und Strategien zur Informationssuche zu erforschen.

Als Fazit ist festzuhalten: Ein gut funktionierendes System zur Verbesserung der Sicht des Straßenraumes würde sich hoher Akzeptanz erfreuen, wobei sich bereits andeutet, dass die Mensch-Maschine-Schnittstelle der kritische Punkt ist. „Doppelbilder“, sei es durch Divergenzen zwischen Außenwelt und Head-up-Darstellung oder zwei verschiedenen Darstellungsorten (Windschutzscheibe, Display) führen zu Irritationen, die einen möglichen Sicherheitsgewinn zunichte machen würden.

## 2.9 Informationssystem zum Erkennen von Fußgängern/des toten Winkels

Vor allem japanische Hersteller verfolgen zur Zeit die Idee, nachts Fußgänger zu erkennen oder das Problem des toten Winkels zu lösen. Die Arbeiten sind ausschließlich technologisch orientiert und



**Bild 8:** Verbesserung der Erkennung von Fußgängern durch Infrarot-Technologie (von HELLA)

machen keine Aussagen zur benutzeradäquaten Informationsdarstellung (JEDA, 1996).

### 2.9.1 Erwartungen an Systeme zur Erkennung von Fußgängern/des toten Winkels

Das Erkennen von Fußgängern wurde im Experten-Rating (FÄRBER & FÄRBER, 1998) zusammen mit dem Erkennen des toten Winkels eingeschätzt. Es erzielt eine mittlere Auswirkung auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 3 auf einer Skala von 1 bis 5). Das Erkennen weist einen hohen Informationsgewinn auf (Median 4), die mentale Beanspruchung ist mittel, die sensorische Ablenkung hoch.

### 2.9.2 Evaluationsstudien zu Systemen zur Erkennung von Fußgängern/des toten Winkels

BOGHOSSIAN & VELASTIN (1999) stellten ein System vor, das in einem U-Bahnhof installiert ist. Es erkennt mit Hilfe von Bewegungsvektoren Fußgänger auf Kamerabildern, der Hintergrund und die Beleuchtungssituation bleiben unverändert. Dazu wurde eine Netzwerk-Architektur erstellt, die zunächst „lernte“, normale Bewegungsabläufe zu erfassen und anschließend ungewöhnliches Verhalten herauszufiltern. In mehr als 99 % der Fälle arbeitete das System fehlerfrei.

Es ist nicht bekannt, ob das Programm unter den wechselhaften Bedingungen im Straßenverkehr (Hintergrund, Beleuchtungsbedingungen) eingesetzt werden könnte.

JOHNSTON, MAZZAE & GARROTT (1996) entwickelten zwei Systeme, um Fußgänger, die sich direkt vor einem Bus oder auf der rechten Seite befinden, zu detektieren. System A schaltete sich aus, sobald der Bus anfang zu fahren (Bewegung 6 bis 12 Inches). Das Display zeigte einen geradeaus gerichteten Schulbus. System B schaltete sich aus, wenn die Tür geschlossen wurde und keine bewegten Objekte detektiert wurden. Das Display zeigte ein nach rechts gerichtetes Schulbus-Symbol. Jedes System wurde achtmal erprobt.

Dabei lieferten die Systeme einige Fehlalarme, und in einem Falle (System A) wurden Kinder nicht entdeckt. Die Information des Systems wurde in 90 % der Fälle bei System A berücksichtigt, in 74 % bei B. Die Fahrer berichteten, dass sie ihre Spiegel öfter als sonst benutzten. Die visuelle Warnung schien weder abzulenken noch zu stören. Die au-

ditive Warnung wurde nur bei System A als akzeptabel eingeschätzt, nicht bei B. System A, so meinen die Fahrer, würde von ihnen immer angeschaltet werden, System B meistens. Die Autoren vertreten die Ansicht, allein die Anwesenheit der Systeme erhöhe die Sicherheit.

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Zunächst stellt sich das Problem, Personen oder Objekte bei den wechselnden Beleuchtungs- und Hintergrundbedingungen eindeutig zu erkennen, dann die Frage, wie die Information optisch, eventuell auch akustisch an den Fahrer übermittelt werden soll, um seine Aufmerksamkeit zu erregen und ihn nicht von anderen wichtigen Informationen abzulenken.

## 2.10 Informationssystem für die Fahrt

Informationen, die die Fahrt betreffen, sollen den Fahrer auf der Planungsebene unterstützen. Alle die Fahrt betreffende Informationen sollen direkt ins Fahrzeug übertragen werden, beispielsweise Verkehrsinformationen, Informationen über die Route, den Straßenzustand, den Verkehrsfluss, nahe gelegene P & R-Plätze oder Tankstellen. Verschiedene Systeme werden erprobt bzw. angeboten. Hier stellt sich vor allem die Frage, wie die Information vom Benutzer abgerufen bzw. an ihn weitergegeben wird. Erfolgt dies sparsam, benutzeradäquat und über einen Sinneskanal, der nicht bereits durch die Fahraufgabe stark beansprucht ist, so kann der Fahrer durchaus von den neuen Informationen profitieren. Auch die Vermeidung von Verkehr, z. B. durch Umsteigen auf öffentliche Transportmittel, ist denkbar. Die Integration der Verkehrsträger ist sicherlich ein wichtiges Ziel. Zu berücksichtigen sind jedoch auch die Auswirkungen der dazu erforderlichen Kommunikation. Sowohl von Herstellerseite als auch vom Anbieter der Alternativen (ÖNV, Bahn etc.) müssten große Anstrengungen zur optimalen Aufbereitung der Information unternommen werden.

Zur Literatur: Mit dem Datentransfer ins Fahrzeug, ohne spezifische Beschreibung der übertragenen Information, beschäftigen sich Anbieter wie ARDIS (MELE, 1993), DeTeMobil (KREMER & MERTENS, 1995; MERTENS, 1996), Grundig (AI, 1996 b), IBM, Intel, Microsoft (SZ, 1998) sowie eine Reihe von Autoren, z. B. KELLER (1995), PLOSS & TSCHOCHNER (1997).

Folgende Autoren befassen sich mit Informationen, die die Fahrt betreffen, etwa

- verkehrsregelnde Maßnahmen (ANDRESEN et al., 1993),
- Verkehrsfluss-Informationen (ANGERMÜLLER et al., 1996; CHASSANG et al., 1996; FAU, 1994; GERNER, 1996; IV, 1997g; KRAUSE, 1996; SCHLICHTER & REICHART, 1998; SCHMIDT. R., 1996; THOMAS, 1995; TT, 2001; www.blaupunkt.de, 2001),
- Routeninformationen (EMMIS, 1994; IV, 1997g),
- Navigationssystem (AI, 2000b; TT, 2001a; www.vdodayton, 2001),
- Navigationssystem mit Sprachsteuerung (TT, 2001b),
- dreidimensionale Karten für Navigationssysteme (ENDO et al., 1998),
- Verkehrsleitsysteme (BOLTZE et al., 1997; www.comroad, 2000),
- Parkleitsysteme (CHEVREUIL, 1994; IV, 1997 a; KONHÄUSER, 1996; KROSTITZ & KÖTHNER, 1993; KRUX, 1998),
- Tankstellen (BMW-Werbung, 2000; FKT, 1995),
- meteorologische Daten (HLUBEK & HOBEIN, 2000; LEVIÅKANGAS & PILLI-SIHVOLA, 1999; WEYD, 1994),
- Informationen für den Anschluss zum öffentlichen Verkehr (HELLÅKER et al., 1993),
- Abfahrtszeit von Fähren (LEVIÅKANGAS & PILLI-SIHVOLA, 1999),
- Informationen für Gefahrguttransporte (ISERMANN & MÜLLER-KÄSTNER, 1996),
- Flottenmanagement (www.daimlerchrysler.de, 2001).

Auch in umgekehrter Richtung ist der Informationsfluss denkbar: Vom Fahrzeug werden Messdaten an die Leitstelle übermittelt, etwa über den Straßenzustand (WINTERHAGEN, 1995), den Verkehrsfluss, oder Signale von gestohlenen Fahrzeugen (EISENSTEIN, 1999).

### 2.10.1 Erwartungen an Informationen für die Fahrt

ANGERMÜLLER et al. (1996) berichten von den Ergebnissen einer Marktstudie, die für Verkehrsinformationen hohe Wertigkeit (Wert 4,5 bei einer Skala von 0 bis 5) unter den Nutzern zeigte. Als beson-

ders wichtig wurden die Meldung von Staus, die Empfehlung von Umleitungen und die Meldung freier Strecken eingestuft, erst an zweiter Stelle wurden die Geschwindigkeit, die Dauer und die Prognose eines Staus genannt. Allgemeine Info-dienste erreichten nur einen Wert von 2,25 (ANGERMÜLLER, TILGNER, GABLER & REISCH, 1996).

Zu unterscheiden sind Informationen, die vom Fahrer angefordert wurden, und solche, die automatisch an das Fahrzeug geschickt werden:

Nach Einschätzung von Verkehrsexperten (FÄRBER & FÄRBER, 1998) stellen aktiv vom Fahrer angeforderte Informationen (die Fahrt betreffend) einen mittleren Sicherheitsgewinn für die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer dar (Median 3 bei einer Skala von 1 bis 5). Ihr Informationsgehalt ist hoch (Median 4), die mentale Beanspruchung ist mittel, die sensorische Ablenkung jedoch hoch.

Automatisch durch das System gemeldete Informationen (die Fahrt betreffend) sind kaum ein Gewinn für die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer (Median 2). Ihr Informationsgehalt ist hoch (Median 4). Die mentale Beanspruchung ist hoch, ebenso die sensorische Ablenkung, d. h., der Sicherheitsgewinn ist gering.

### 2.10.2 Evaluationsstudien zu Informationen für die Fahrt

HELLÅKER et al. (1993) beschreiben das System PROMISE, das in Göteborg, Schweden, implementiert wird. Hier arbeiten Verkehrs- und Servicebetriebe zusammen, nutzen ihre Computer-Ressourcen, Telekommunikation und die Terminals von Endverbrauchern. Folgende Service-Leistungen sind geplant: Parkplatzbelegung, Verfügbarkeit und Reservierung, Straßenverkehrsinformationen, Bericht zum aktuellen Wetter, Wettervorhersage, öffentliche Verkehrsmittel (HELLÅKER, PALMGREN & TURUNEN, 1993).

GERNER (1996) berichtet von einem geplanten Großversuch in Nordrhein-Westfalen. Dabei geht es um die Erhebung von Floating Car Data (FCD), wodurch der Verkehrsfluss von Fahrern für andere Fahrer gemessen wird. Jedes ausgestattete Fahrzeug schwimmt dabei wie ein Korken im Verkehrsstrom mit, wobei viele dieser Floating Cars ein aktuelles und realistisches Bild liefern.

Unter dem Projektnamen VERDI (Vehicle related dynamic information) wird mit etwa 1.000 Fahrzeu-

gen bei realistischen Bedingungen ein Großversuch durchgeführt (www., 1998e).

KRUX (1998) stellt das Kölner Park-Info-System vor. Geplant ist in diesem Projekt, Information ins Fahrzeug zu transportieren. Vorerst geht es um die Mitteilung, wie viele freie Parkplätze noch verfügbar sind, und eine individuelle Routenführung zum Parkhaus, in dem der Fahrer einen Parkplatz vorfindet. Zusätzlich wird ein Konzept der Parkplatzreservierung entwickelt und getestet.

Auf der Basis von Fragebogen-Ergebnissen entwickelten NEALE et al. (1999) Empfehlungen, wie Service-, Straßenzustands-, Stau-Informationen usw. dargestellt werden sollten. Die Befragten bevorzugten bei der Darstellung eine Kombination von Symbol und Text, ausschließlich Text ist zu vermeiden. Informationen, die nur auf Fahrten zu unbekannt Zielen genutzt werden, z. B. Servicestellen, sollten vom Fahrer an- oder ausgeschaltet werden. Bei Informationen über bevorstehende Fahrmanöver, etwa Abbiegen oder die nächste Autobahn-Ausfahrt benutzen, sollten die Entfernung und ein weiterer Parameter, etwa die Zeit, angegeben werden.

Auch KANTOWITZ et al. (1999) befassen sich mit der Darstellung verschiedener Fahrerinformationen, sie treffen ihre Aussagen aufgrund von Fahrsimulator-Experimenten. Der Vergleich von 9 jüngeren und 9 älteren Autofahrern zeigte, dass visuelle und akustische Symbole nach einer Zeit von 50 Sekunden zu 99 % von den jüngeren und zu 90 % von den älteren Versuchsteilnehmern wiedererkannt wurden. Bei einem zweiten Vergleich zwischen 12 jüngeren und 6 älteren Fahrern war festzustellen, dass Jüngere nahezu perfekt so genannte „earcons“, also akustische Signale, lernen konnten, während die Älteren auch nach längerer Übung dazu nicht in der Lage waren. Daher ist von der Verwendung akustischer Signale abzuraten.

Mit Hilfe eines Simulatorexperiments prüften LIU, SCHREINER & DINGUS (1999), welche Modalität bei einem Fahrer-Informationssystem günstiger ist: die visuelle, die auditive oder eine Kombination aus beiden. Für die Reaktion in Notsituationen zeigte das auditive und das kombinierte Display schnellere Reaktionszeiten, wobei die Fehlerrate beim erstgenannten höher war. Bei der Navigationsaufgabe schnitt das kombinierte Display am besten ab, das Gleiche gilt für die Parameter Geschwindigkeit und Fahrsicherheit. Bezüglich der Beanspruchung und persönlichen Bewertung wur-

den das kombinierte und das auditive Display besser beurteilt als das visuelle.

COLLINS et al. (1999) untersuchten ein Fahrer-Informationssystem, das einerseits zur Navigation, andererseits für Informationen (z. B. über Vorschriften auf Straßenverkehrszeichen) diente. 58 Probanden verschiedener Altersgruppen fuhren mit oder ohne System, bei Regen bzw. trockenem Wetter, bei Tag und Nacht. Dabei zeigen sich bei Fahrten mit dem System eine bessere Geschwindigkeitsanpassung und größerer Reaktionsabstand. Das Informationssystem erwies sich bei komplexen, unbekannt Situationen oder bei schlechter Sicht als vorteilhaft, auch wurden Verkehrszeichen besser wahrgenommen. Die Mehrzahl der Teilnehmer sieht das System positiv.

Die Auswirkungen von Reiseinformationen werden von HANOWSKI et al. (1999) in einem Feldexperiment untersucht. Der Fahrer wird mit unerwarteten Situationen konfrontiert (Warnung im Fahrzeug, Vorgänge außerhalb des Fahrzeugs). Die Autoren berichten, das Informationssystem wirke sich sehr positiv aus, die Fahrer seien gut in der Lage, zwischen der Fahrzeugführung und dem System hin- und herzuschalten, ältere Personen würden sich vorsichtiger verhalten. Bei ihnen sind längere Reaktionszeiten festzustellen, doch äußern die Autoren die Hoffnung, diese durch optimale Gestaltung des Fahrer-Informationssystems reduzieren zu können.

Als Fazit lässt sich feststellen, dass Informationen, die für die Fahrt nützlich sind, etwa Stauumfahrung, Verkehrszeichen, Service, Parkplatzmanagement, ..., realisiert werden, sobald die erforderlichen Datenbasen zur Verfügung stehen. Besonders wichtig ist hier die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Da die akustische Codierung für ältere Fahrer ein Problem darstellt, sind optische Symbole, eventuell in Verbindung mit akustischen, zu verwenden.

## 2.11 Informationsdienste für Autofahrer per Internet

Durch die Entwicklung neuer Dienste erweitert sich das Spektrum neuer Angebote ständig. In diesem Kapitel soll daher geprüft werden, welche Entwicklungen sich gegenwärtig vollziehen und welche Schlüsse auf die Auswirkungen der Systeme hinsichtlich des Verkehrsverhaltens und der Verkehrssicherheit möglich sind.

### 2.11.1 Die WAP-Technologie

Die Nutzung des Internets ist für viele inzwischen zur Selbstverständlichkeit geworden. Seit kurzem kann auch durch mobile Endgeräte, sog. WAP-Handys, auf das Internet zugegriffen werden.

Die Abkürzung WAP bedeutet Wireless Application Protocol. Sie ist zu einem der wichtigsten Schlagworte in der Mobilfunk- und Internet-Branche geworden. Eine Verkaufszahl von 26 Millionen WAP-Handys in Europa bis Ende des Jahres 2000 unterstreicht eindrucksvoll die positive Entwicklung des WAP-Standards (WALDLEITNER, 2000).

Die Darstellung von WAP-Seiten erfolgt durch die Seitenbeschreibungssprache WML (Wireless Markup Language), die hauptsächlich nur textbasierte Inhalte und einfache Grafiken darstellen kann. WML ist im Prinzip eine Vereinfachung von HTML (Hyper Text Markup Language), der Seitenbeschreibungssprache im World Wide Web. WML ermöglicht eine Kommunikation auf geringen Bandbreiten, z. B. bei Mobilfunk, so dass sie auch bei begrenzten Speicherkapazitäten durchführbar ist.

Anstelle von aufwändigen Seiten mit hoher grafischer Auflösung, die gegebenenfalls noch Fotos oder Videos enthalten, reduziert sich WAP auf relativ einfache, auf Texten basierende Seiten und einfache Grafiken ([www.home.fhtw-berlin.de...](http://www.home.fhtw-berlin.de...), 2001).

Hier zeigen sich - verglichen mit der normalen Internet-Nutzung - Nachteile von WAP:

UCKERMANN (2000) nennt geringe Geschwindigkeiten der Datenübertragung und verbesserungswürdige Endgeräte. Denn die Handys haben bislang nur ein kleines Display mit geringer Auflösung und eine sehr begrenzte Speicherkapazität.

Ein weiteres Problem der WAP-Handys sind die begrenzten Eingabemöglichkeiten. Die Tasten sind durch Mehrfachfunktionen belegt, was die Bedienung umständlich macht, beim Nutzer Verwirrung stiftet und einen großen Zeitaufwand beim Schreiben von Texten verursacht.

So ist es keinesfalls verwunderlich, dass die WAP-Technologie anfangs kaum Anklang bei den Verbrauchern fand. Lange Netz-Aufbau-Zeiten, „Abstürze“ von Handy-Systemen und ein mageres Angebot von WAP-Handys schreckten die Käufer zunächst ab. Doch in den letzten Monaten erfuhr der Markt, dank günstiger Tarife, eines großen An-

gebots von Handys und vor allem der Ankündigung eines neuen, schnelleren Standards namens GPRS, einen Aufschwung.

Denn trotz der genannten Einschränkungen, die man bei WAP in Kauf nehmen muss, bietet diese Technologie als Erste die Möglichkeit, mobil auf das Internet zuzugreifen. Gerade für die Nutzung von Informationsdiensten, die unabhängig vom Standort abgerufen werden können, ist WAP ideal. Dem WAP-Surfer werden zahlreiche Service- und Informationsangebote offeriert, wie z. B. Informationen über Staulagen auf den Autobahnen, Informationen über das Wetter, Fahrplanauskünfte öffentlicher Verkehrsmittel, aktuelle Nachrichten, Börsenkurse und der Versand bzw. Empfang von E-Mails (WEIDNER, 2000).

Unternehmen, wie T-D1, D2, E-Plus und Viag-Interkom bieten Surfen im WAP-Netz für ca. 0,20 € an. Tegarom, Passo und ADAC offerieren, teils kostenlos, teils für einen Betrag von ca. 1,00 € pro Minute, den Autofahrern per WAP-Telematikdienste.

WAP ist auf dem derzeitigen Markt die einzige Möglichkeit, Informationen aus dem Internet in ein mobiles Endgerät zu übertragen.

Die Tendenz von WAP und GPRS und damit auch von Telematikdiensten sieht, wirtschaftlich gesehen, äußerst viel versprechend aus. Es wird geschätzt, dass beide Technologien bereits im Jahr 2002 mehr als ein Drittel des europäischen Mobilfunkmarktes ausmachen werden. Das mobile Internet scheint einer der Wachstumsmärkte schlechthin zu sein ([www.debitel.de...](http://www.debitel.de...), 2001).

Im folgenden Kapitel werden Dienste besprochen, die meist über WAP-Handys abgerufen werden können. Neue Standards wie GPRS, HSCSD und UMTS werden anschließend besprochen. Am Ende des Abschnitts wird versucht, die Folgen dieser Entwicklung abzuschätzen.

### 2.11.2 Welche Telematikdienste werden für Fahrer über Internet angeboten?

Verkehrsservice:

Der Verkehrsservice ist für den Autofahrer von großer Bedeutung. Er umfasst eine Vielzahl von einzelnen Diensten. Es können z. B. aktuelle Verkehrsmeldungen abgerufen werden, etwa über Staus oder stockenden Verkehr auf einer bestimmten Autobahnstrecke, einem Stadtbereich oder einem innerstädtischen Straßenabschnitt. Unter-

stützt werden diese Informationen durch beigefügte Staukarten. Des Weiteren können vor Fahrtbeginn Prognosen über zu erwartende Staus eingeholt werden, um Routenänderungen zu planen. Für längere Staus können sogar die einzuplanenden Zeitverluste abgefragt werden, um abzuwägen, ob das Umfahren des Staus sinnvoll ist. Dieser Dienst dürfte besonders für Fahrer, die unter Termindruck stehen, relevant sein.

Ein weiterer Service ist die Meldung einer Gefahr: Der Autofahrer wird dabei auf Nebel, Glatteis, Unfälle, Hindernisse auf der Fahrbahn oder auf Falschfahrer hingewiesen. Dieser Dienst entspricht den Verkehrsdienst-Durchsagen im Radio, doch kann nun der Bereich genauer eingegrenzt werden. Er ist von großer Wichtigkeit für die Verkehrssicherheit.

Auf Wunsch können aktuelle Angaben über Baustellen auf der Autobahn abgerufen werden. Selbst Sperrungen von größeren Straßen, etwa wegen Großveranstaltungen, werden übermittelt.

Ein großer Nachteil des Telematikdienstes Verkehrsservice ist die langsame Geschwindigkeit von WAP und die oftmals umständliche Bedienung am WAP-Endgerät. Des Weiteren ist die Übersicht bei Staukarten noch verbesserungswürdig.

WAP-Dienste speziell für Verkehrsinformationen bieten u. a. die Unternehmen Tegarón, Passo und der ADAC an, Informationen finden sich bei SMYREK & VOGEL (2000, 2001), FELDT (2000a), [www.tegaron.de...](http://www.tegaron.de...) (2001), [www.handytarife.de...](http://www.handytarife.de...) (2001), [www.mobinet.de...](http://www.mobinet.de...) (2001).

#### Routenplanung:

Passo und Tegarón sowie der Anbieter Yellowmap bieten derzeit in Deutschland den Dienst Routenplanung an. Der Autofahrer kann sich die günstigste Strecke innerhalb einer Stadt oder zwischen verschiedenen Städten übermitteln lassen. Handelt es sich um dynamische Routenempfehlung, so ist sie der aktuellen Verkehrslage angepasst und ermöglicht ein schnelles Erreichen des Ziels.

Dieser Service eignet sich für Fahrer, die sich auf unbekanntem Terrain zurechtfinden müssen. Da mitgeführtes Kartenmaterial meist stark veraltet ist und aktuelle Änderungen nicht enthält, ist die Online-Routenplanung von großem Vorteil.

Für den Nutzer wäre es lediglich kostenintensiv, wenn er über eine längere Fahrt ständig online blei-

ben müsste. Außerhalb des WAP-Bereichs wurden hierfür jedoch schon sinnvolle Lösungen erarbeitet (z. B. von Tegarón, 2000).

Da Routenplanung über WAP erst seit kurzem im Angebot ist, ist sicherlich auch hier noch mit einigen Änderungen zu rechnen.

Weitere Einzelheiten über den WAP-Dienst Routenplanung sind bei SMYREK & VOGEL (2000), VOGEL (2001), [www.tegaron.de...](http://www.tegaron.de...) (2001), [www.daimlerchrysler.de...](http://www.daimlerchrysler.de...) (2001) zu finden.

Dynamische Empfehlung für das günstigste Verkehrsmittel:

Zur Zeit wird beispielsweise von DaimlerChrysler an einem „Intermodalen Dienst“ gearbeitet, einer Kombination aus Routenplanung, Verkehrsservice, Fahr- und Flugplänen. Es wird versucht, per WAP eine optimale Reiseroute mit dem schnellsten und günstigsten Verkehrsmittel anzubieten. Dieser Dienst soll zum einen die aktuelle Verkehrslage auf den Straßen, zum anderen die Fahrzeiten der öffentlichen Verkehrsmittel automatisch in die Fahrtroute mit einbeziehen. Die Planung wird also einfacher, da viele für die Fahrt wichtige Informationen berücksichtigt werden. So soll es laut Ankündigung möglich sein, während der Fahrt Alternativrouten abzufragen, die nächsten freien Parkplätze oder die günstigsten Verbindungen mit den öffentlichen Verkehrsmitteln in Erfahrung zu bringen. Bei einer Änderung der Route oder der Verkehrssituation soll der zukünftige Dienst kurzfristig eingreifen können. Dazu ruft der Nutzer des Dienstes lediglich über WAP die eigens angelegten Daten beim Provider ab und lässt sich Alternativvorschläge übermitteln.

Vorteilhaft ist die bessere Verknüpfung von öffentlichem und privatem Verkehr, die zur Entlastung der Straßen beitragen könnte.

Der WAP-Dienst wird von DaimlerChrysler im Rahmen des Verkehrsprojektes Mobilist getestet (vgl. TT, 2001a; [www.motiv.de ...](http://www.motiv.de...), 2000).

#### Parkinfo:

Mit Hilfe des Park-Info-Dienstes soll Autofahrern die Suche nach einem freien Parkplatz erleichtert werden, die Forschungsprojekte MOTIV und MOBINET arbeiten daran ([www.mobinet.de...](http://www.mobinet.de...), 2002; [www.motiv.de...](http://www.motiv.de...), 2000). Mittels WAP, bzw. in naher Zukunft mittels UMTS, sollen die Daten, wie z. B. Standorte und Belegungszustände von Parkhäu-

sern oder Park-&-Ride-Plätzen an den Autofahrer gesendet werden. Das Münchener Projekt Mobinet hat seinen Park-Info-Dienst bereits ins Netz gestellt ([www.pta-service.com/park/...](http://www.pta-service.com/park/...)). Der WAP-Dienst „Parkhilfe“ kann möglicherweise schon bald unnötigen Parksuchverkehr und die dadurch entstehenden Verkehrsbehinderungen reduzieren. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass nicht nur Auskünfte über freie Plätze übermittelt werden, sondern Parkplätze online gebucht werden können. Die Stellplatzgebühren würden bei der Buchung vorab über die Kreditkarte berechnet werden.

Flottenmanagement/Fahrzeugortung und -verfolgung:

Flottenmanagement ist für Firmen mit großem Fuhrpark von Interesse. Die Disposition kann bei Bedarf aktualisiert werden, etwa wenn ein neuer Transportauftrag in die Route zu integrieren ist, wobei Routen optimiert und Leerfahrten vermieden werden. Bei Verspätungen kann dynamisch in den Auftrag eingegriffen und die Liefertour korrigiert werden. Ferner lassen sich neben den Positionsdaten auch zusätzliche Informationen über die Ladung abfragen, z. B. Kühltemperatur und Ladezustand.

Besonders wichtig ist der sog. Security-Service, durch den die genaue Position des Fahrzeugs bestimmt und wertvolle Fracht verfolgt werden kann.

Der Telematikdienst Flottenmanagement wird von Experten als einer der lukrativsten und zukunftsträchtigsten Dienste gesehen. Flottenmanagement ist kein Dienst, der sich nur auf WAP beschränkt, sondern eine Kombination aus GPS, GSM und dem Internet, wie in Bild 9 dargestellt, ist.

Bei beiden Möglichkeiten wird das Fahrzeug per GPS geortet. Entweder wird nun die Verbindung über ein Satellitensystem, z. B. Orbcomm, hergestellt, die Daten über die Anbieterzentrale weitergeleitet und dort im Internet für den Auftraggeber freigegeben.

Werden die Positionsdaten jedoch mittels WAP, SMS oder E-Mail an die Zentrale des Telematikdienstes geschickt, also über das GSM-Netz, so müssen Einschränkungen in Kauf genommen werden: Handelt es sich um ein dünn besiedeltes Gebiet mit wenig Funkstationen, so ist die Verbindung beeinträchtigt.

Flottenmanagement- und Security-Dienste werden derzeit von Passo und Fleetfinder per WAP angeboten.

Das Unternehmen Fleetfinder rechnet die Kosten für den Dienst monatlich pro Fahrzeug- oder Wechsellagersystem ab, wobei sämtliche Kosten für die Mobilkommunikation inbegriffen sind.

Einzelheiten zum Flottenmanagement per WAP sind bei FELDT (2000a), Fleetfinder (2000), TT (2001), [www.gapag.de](http://www.gapag.de) (2001), [www.passo.de...](http://www.passo.de...) (2001) und [www.protime.de](http://www.protime.de) (2001) zu finden.

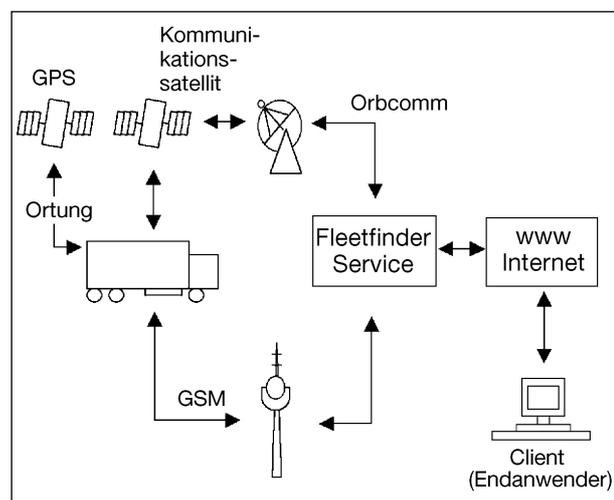
Unternehmenskommunikation:

Mit Diensten für Unternehmenskommunikation können sich Mitarbeiter in das Netzwerk ihres Unternehmens einloggen und Informationen abrufen, etwa Termine abfragen, korrigieren oder bestätigen.

Dieser Dienst ist besonders für Außendienstmitarbeiter eines Unternehmens geeignet, die spezielle Informationen ihrer Firma möglichst unkompliziert, schnell und von jedem Ort aus abrufen möchten. Der Anbieter Topcall bietet die Möglichkeit, auf Kundendaten, wie z. B. Adressen, Telefonnummern oder sonstige Marketing- und Vertriebsinformationen, zuzugreifen (UCKERMANN, 2000; [www.daimlerchrysler.de...](http://www.daimlerchrysler.de...), 2001).

Notruf und Pannendienst:

Viele Fahrzeughersteller bieten in ihren Fahrzeugen bereits fest installierte Endgeräte mit einer Pannennotruftaste an. Auf Knopfdruck kann eine Ver-



**Bild 9:** Kommunikationswege beim Flottenmanagement

bindung mit den Einsatzzentralen der Polizei, Feuerwehr oder dem Rettungsdienst hergestellt werden.

Doch auch über WAP kann man im Falle eines Unfalls oder einer Panne schnell die entsprechende Verbindung herstellen: Oft findet sich der Notruf- oder Pannenservice in einer Rubrik auf der Startseite der Netzanbieter, wodurch eine lange Suche vermieden wird. Per WAP wird der Dienst derzeit u. a. von Passo, Tegarom und dem ADAC angeboten (vgl. SMYREK & VOGEL, 2000; FELDT, 2000a).

#### Tankstellenservice:

Mit Hilfe des Telematikdienstes „Tankstellenservice“ können Autofahrer über WAP den Standort der nächsten Tankstelle abrufen und sich die billigsten Tankstellen in näherer Umgebung anzeigen lassen. Dies erspart den Autofahrern eine oftmals lange Suche nach einer Tankstelle. Den Tankstellenservice bieten u. a. MeOme und Passo unter der Rubrik „clever tanken“ an (FS, 2000a; 2000b).

#### Fahr- und Flugpläne:

Mittels eines WAP-fähigen Gerätes können die Fahrpläne der öffentlichen Verkehrsmittel, z. B. Busse und Bahnen, abgefragt werden. Zumindest theoretisch besteht somit für den Autofahrer die Möglichkeit, spontan auf ein öffentliches Verkehrsmittel umzusteigen.

Für die Entlastung des Straßenverkehrs könnte die bessere Vernetzung von öffentlichem und privatem Verkehrsmittel große Vorteile bringen. Mit dem Zusammenwirken verschiedener Transportsysteme beschäftigt sich u. a. das Münchener Projekt Mobinet ([www.mobinet.de...](http://www.mobinet.de...), 2002).

Auch Ankunfts- und Abflugszeiten von Flugzeugen können per WAP für verschiedene Flughäfen in Deutschland in Erfahrung gebracht werden.

Auskünfte über Fahr- oder Flugpläne geben E-Plus, T-D1, D2, die Deutsche Bahn AG ([wap.bahn.de](http://wap.bahn.de)), Lufthansa ([wap.lufthansa.com](http://wap.lufthansa.com).) und das Projekt Mobinet (vgl. TT, 2000c; [www.daimlerchrysler.de...](http://www.daimlerchrysler.de...) 2001; [www.com-online.de...](http://www.com-online.de...), a & b, 2001).

#### Taxi- und Mietwagenservice:

Per WAP kann ein Taxi bestellt oder ein Mietwagen reserviert werden.

Es ist beispielsweise vorstellbar, dass sich ein ortsunkundiger Autofahrer von unterwegs ein Taxi an die Peripherie eines Ortes bestellt, sein Fahrzeug dort parkt und sich vom ortskundigen Chauffeur zum Ziel bringen lässt, oder das Taxi als Lotsenfahrzeug benutzt.

Ein Fluggast oder Bahnreisender kann per WAP einen Mietwagen oder ein Taxi ordern. Bei seiner Ankunft steht es bereit.

Das Unternehmen Taxifinder bietet den Taxiservice per WAP in ganz Deutschland an. Der zentrale Server von Taxifinder stellt die Position des Kunden fest und gibt den Auftrag an das nächste freie Taxi weiter - dies funktioniert natürlich nur, wenn der Kunde bereits am Parkplatz/Bahnhof/Flugplatz eingetroffen ist.

DaimlerChrysler ermöglicht für Smart-Käufer die Bestellung eines Mietwagens per WAP (BALLAUF, 2000; VOGEL, 2001; [www.smart.de](http://www.smart.de), 2001).

Der Taxi- und Mietwagenservice kann bei verschiedenen Unternehmen, z. B. bei T-D1 und den Anbietern Bedhunter.Com und MeOme, genutzt werden (FS, 2000; TT, 2000c; [wap.meome.de](http://wap.meome.de); [www.t-d1.de...](http://www.t-d1.de...), 2001).

#### Reiseangebote:

Im WAP-Netz bietet sich die Möglichkeit, aktuelle Reiseangebote verschiedener Agenturen anzusehen und sie online reservieren zu lassen bzw. zu buchen. Ebenso können Linienflüge gebucht werden.

Reiseinformationen sind über die Anbieter T-D1 und D2 zu erhalten. Bei E-Plus oder Travelchannel kann man sich Reiseangebote erstellen oder gegebenenfalls ändern lassen. Nähere Informationen sind bei FS (2000c), TT (2000c), [www.com-online.de...](http://www.com-online.de...) (2001a, 2001b) zu entnehmen.

#### City-guide:

Das WAP-Angebot zum Thema City-guide stellt Touristen eine Vielzahl von Serviceleistungen zur Verfügung. Zu finden sind hier Restaurant- und Hotelführer (Preisangaben, Reservierungsmöglichkeiten), Informationen zum aktuellen Theater- bzw. Kinoprogramm, Event-guides, die Auskünfte über Großveranstaltungen geben. Über WAP kann der Kunde Stadtpläne bzw. Städteführer (Sehenswürdigkeiten, Museen) für zahlreiche Großstädte in Deutschland abrufen.

Gerade für ortsunkundige Reisende bietet WAP mit seinen Angeboten im Netz die Möglichkeit, sich in einer fremden Stadt ohne langes Suchen zurechtzufinden.

Die City-guide-Funktion wird z. B. von T-D1, D2 und Travelchannel angeboten (vgl. SMYREK & VOGEL, 2000; www.passo.de..., 2001; www.com-online.de..., 2001a; 2001b; www.ccwap.de..., 2001).

#### Suchdienste:

Das WAP-Angebot Suchdienste teilt dem Autofahrer den Ort eines gesuchten Gebäudes oder einer Einrichtung mit, beispielsweise den nächsten Bahnhof oder die nächste U-Bahn-Station. Die Suchdienste beantworten dem Kunden also die Frage „Wo ist der, die oder das nächste ...?“.

Tegaron entwickelt zur Zeit Suchdienste, die dem Autofahrer den Weg zum nächsten Bahnhof, Flughafen oder Hotel weisen können. Letztendlich erhofft man sich durch die Einführung derartiger Suchdienste eine Zeitersparnis bei der Suche nach bestimmten Einrichtungen und damit einen Zuwachs an Komfort. Gerade für Ortsunkundige könnte dieses Angebot sehr nützlich sein (vgl. SMYREK, 2000; www.victorvox-ag.de..., 2001).

#### Wetter:

Über WAP können Kunden mit dem Telematikdienst Wetter das aktuelle Wetter und die Wettervorhersage abfragen. Ein Nutzer kann z. B. die aktuellen Schneehöhen im Gebirge erfahren und seine Fahrt dorthin mit der erforderlichen Ausrüstung (Schneeketten, Winterreifen) antreten. Bei Glatteisgefahr, Aquaplaninggefahr oder Schneefall ist er vorgewarnt und kann seine Fahrweise früher an die Witterungsbedingungen anpassen.

Informationen über das Wetter werden von T-D1, D2, E-Plus, Viag Interkom, und von WetterOnline angeboten (TT, 2000c; WEIDNER, 2000; www.ccwap.de..., 2001; www.com-online.de..., 2001a; 2001b).

#### Nachrichten:

Das WAP-Angebot „Nachrichten“ beinhaltet Börseninformationen, Sportnachrichten oder allgemeine aktuelle Nachrichten. Nachrichten werden von T-D1, D2, E-Plus und von zahlreichen anderen Serviceanbietern ins WAP-Netz gestellt (www.com-

online.de..., 2001a; 2001b; www.daimlerchrysler.de..., 2001; www.t-d1.de..., 2001).

#### Gelbe Seiten/Auskunft:

Ähnlich wie im Telefonbuch können über die WAP-Rubrik Gelbe Seiten bzw. Auskunft online Adressen und Telefonnummern von Privatpersonen oder Firmen nachgeschlagen werden. Da wohl kaum jemand mit Telefonbüchern auf Reisen geht, ist dieses Angebot für unterwegs sehr praktisch. Auch Hilfe kann auf diesem Wege rasch herbei gerufen werden.

T-D1, D2, ADAC sowie zahlreiche weitere Anbieter haben den Service „Gelbe Seiten“ und „Auskunft“ bereits in ihrem Angebot (FELDT, 2000a; FS 2000c; SMYREK & VOGEL, 2000).

#### E-Mail:

Nach Prognosen von Nokia Smart Traffic Products sollen bis zum Jahr 2010 alle Fahrzeuge serienmäßig mit einem eigenen Internet-Anschluss ausgestattet sein. Bereits heute gibt es ein Endgerät des Autoradioherstellers Becker, in dem ein eigener E-Mail-Zugang (senden/empfangen) integriert ist.

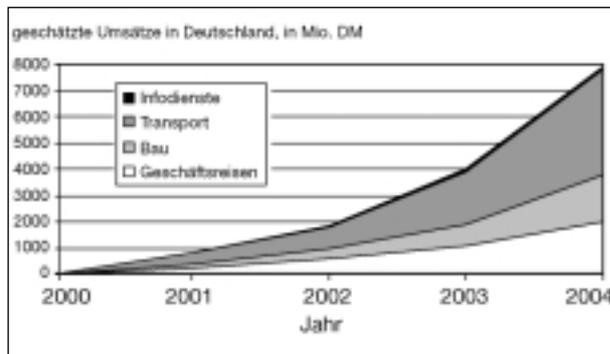
E-Mails könnten Informationen für die Fahrt enthalten, z. B. wo sich der nächste Parkplatz befindet, Wetterinformationen oder Nachrichten. Vermutlich handelt es sich jedoch um Mitteilungen privater Art.

Im Gegensatz zu SMS-Kurzmitteilungen können per WAP größere Datenmengen verschickt werden (siehe weitere Entwicklung der WAP-Technologie).

Sämtliche Netzbetreiber bieten den E-Mail-Dienst per WAP bereits an (vgl. EISENSTEIN, 1999; UCKERMANN, 2000; www.ccwap.de..., 2001; www.com-online.de..., 2001a+b; www.golem.de..., 2001; www.hotline-schreck.de..., 2001; www.t-d1.de..., 2001).

#### M-Commerce:

Ein Bereich, der sich in Zukunft stark ausdehnen wird, ist der M-Commerce. Darunter versteht man das mobile Einkaufen über Internet bzw. über WAP. Bereits heute ist das Buchen von Reisen, Hotels oder Mietwagen möglich. Der Markt des M-Commerce wird sich allerdings noch erheblich vergrößern: Es werden zahlreiche neue Angebote entstehen, darunter die Möglichkeit, Theater- oder



**Bild 10:** Entwicklung des M-Commerce (geschätzt), aus: TT, 2000a, S. 6

Kinoeintrittskarten zu bestellen, Plätze im Restaurant zu reservieren, Einkäufe zu tätigen.

Bis zum Jahr 2004 erwarten die Anbieter eine erhebliche Steigerung der Umsätze des M-Commerce, vor allem im Bereich der Transportdienste, wie Bild 10 zeigt (MICHALIK, 2000; TT, 2000a):

#### Zellortung:

Unter der Zellortung oder auch GSM-Ortung versteht man die Bestimmung der Position eines Mobiltelefons mittels einer modifizierten SIM-Karte. Für dieses Verfahren ist kein GPS-System erforderlich. Die Zell- oder Handyortung ist kein WAP-Dienst, sondern eher ein technisches Verfahren, das eine ganze Reihe von neuen WAP-Diensten und Möglichkeiten für die Zukunft entstehen lassen könnte.

Die Ortsungengenauigkeit der Zellortung liegt in Ballungsgebieten bei ca. 150 Metern, auf freien Flächen wie z. B. auf Autobahnen bei bis zu drei Kilometern. Angesichts der Ungenauigkeit ist zu erwarten, dass die GSM-Ortung wohl keine Konkurrenz, sondern eher eine Ergänzung zum herkömmlichen GPS-Verfahren sein wird.

Es gibt zwei Methoden der Zellortung, die TOA- und die OTD-Methode. Bei der TOA-Methode (Time Of Arrival) wird die Laufzeit des Signals vom Handy zur Basisstation gemessen und dadurch sofort die Position bestimmt. Die OTD-Methode (Observed Time Difference) verwendet dagegen Zeitdifferenzen der Funkstationen zur Berechnung der Position. Kommt z. B. ein Handysignal bei einer Basisstation eher an als bei einer anderen, so würde bei den Basisstationen eine Zeitdifferenz bei der Ankunft des Signals entstehen. Die OTD-Methode ist zwar vom Rechenaufwand komplizierter, aber auch genauer als die TOA-Methode.



**Bild 11:** Beispiel für Werbung, die per Zellortung übertragen wird

Was versprechen sich die Service-Provider nun von der Zellortung? Zunächst ist das Verfahren sicherlich eine gute Möglichkeit, den mobilen Telefon-Nutzer oder Internetsurfer aufzuspüren und ihm Werbung zukommen zu lassen. Wenn sich z. B. ein Wein trinkender Kunde in der Nähe einer Weinhandlung aufhalten würde, so könnte der Diensteanbieter aufgrund der Kenntnis über den Aufenthalt des Ortes dem Kunden eine Werbe-Massage zuschicken und ihn über das Weinangebot informieren. Dieses Verfahren würde sich bezüglich zahlreicher anderer Produkte auf ähnliche Weise umsetzen lassen. Probleme mit dem Datenschutz treten laut Anbieter nicht auf, da jeder Mobiltelefonnutzer selbst entscheiden kann, ob die Zellortung aktiviert werden soll oder nicht.

Für den Notruf, die Fahrzeugverfolgung bei Diebstahl oder das Flottenmanagement würde sich die Zellortung als preiswerte Alternative, verglichen mit GPS, anbieten. Abzuwarten bleibt, ob sich das Verfahren der Zellortung mit den damit verbundenen Telematikdiensten noch mit WAP durchsetzen wird oder erst mit dem UMTS-Standard.

Oftmals werden die auf GSM-Ortung basierenden Dienste auch als sog. Location Based Services (LBS) bezeichnet. Es sind Dienste, die nur für einen bestimmten Ort oder ein Gebiet verwendbar sind.

Beispiele für LBS sind maßgeschneiderte Verkehrsmeldungen, Parkplatzhilfen, Pannendienste, Security-Dienste und Notrufdienste, also Dienste, die ortsabhängig sind.

Besonders für die Verbesserung von Verkehrsinformationen und -diensten dürfte die GSM-Ortung eine sinnvolle Hilfe darstellen. Um z. B. Verkehrsströme genauer erfassen zu können, werden derzeit so genannte Floating Car Data (FCD) getestet und entwickelt. Fährt ein Fahrzeug ungehindert auf der Autobahn, so können die entsprechenden Daten an den Zentralrechner eines Diensteanbieters gesendet werden. Dieser verwendet die Information beispielsweise für die Routenplanung des nächsten Fahrers. Bisher konnten die Service-Provider Verkehrsflussdaten nur von fest neben der Straße installierten Sensoren beziehen.

Folgende Autoren befassen sich mit der Zellortung: IVU, 2000; SMYREK, 2001; SMYREK & VOGEL, 2000; www.golem.de..., 2001; <http://w3.siemens.de...>, 2001).

### 2.11.3 Neue Mobilfunktechnologien

Bereits heute kann per WAP ein sehr großes Spektrum von Diensten in Anspruch genommen werden. Der Markt unterliegt zwar einer äußerst raschen Entwicklung, doch kann man davon ausgehen, dass der größte Teil des Spektrums bereits abgedeckt ist. WAP hat damit sozusagen eine gewisse Vorreiterrolle für mobile Internetanwendungen übernommen (WEIDNER, 2000).

Mit den neuen Standards HSCSD, GPRS und UMTS werden sie sich allerdings bezüglich der Darstellungsqualität noch erheblich verbessern (FELDT, 2000a). Es wird dann möglich sein, grafisch übersichtlichere Informationen und größere Datenmengen schneller zu übertragen. Die Informationen können aktueller, präziser und detaillierter sein.

Die Mobilfunktechnologie HSCSD:

HSCSD ist die Abkürzung von „High Speed Circuit Switched Data“. Dieser noch recht neue Mobilfunkmodus basiert auf dem heute verwendeten GSM-Netz, ist jedoch eine Art Hard- und Software-Erweiterung. Wie alle neuen Mobilfunktechnologien, so ist auch HSCSD wesentlich schneller als GSM. Bei der HSCSD-Technologie werden, ähnlich wie bei ISDN, mehrere (Funk-)Kanäle zu einem leistungsstarken Datenkanal gebündelt, derzeit bis zu

vier Kanäle. Dadurch ist es möglich, einen großen Datenstrom fließen zu lassen. Mit HSCSD können Datenübertragungsraten von ca. 52 Kbit/sec erreicht werden. Sie entsprechen somit in etwa der Rate von ISDN-Leitungen, die maximal 64 Kbit/s erreichen können. Die Bündelung der Kanäle wird nur dann durchgeführt, wenn in der Funkzelle freie Kanäle vorhanden sind. Sind die Kanäle von mehreren Anwendern besetzt, erfolgt das Prinzip „Sprache vor Daten“, wodurch es vorkommen kann, dass ein mobiler Internetsurfer Kanäle an einen Telefonkunden verliert (AT, 2000).

Von Vorteil ist bei HSCSD die höhere Datenübertragungsrate im Vergleich zu GSM und die relativ sichere Datenübertragung mit annähernd konstanten Übertragungsraten. Dies ist besonders für Profi-Anwender positiv zu werten, z. B. für Reporter, die Bilder an die Redaktion schicken, oder Geschäftsleute, die Daten aus dem Firmennetz herunterladen.

HSCSD hat jedoch mehrere Nachteile. Zunächst ist es nicht möglich, permanent online zu bleiben, ohne für die gesamte Online-Zeit zu bezahlen. Weiterhin ist mit langen Verbindungsaufbauzeiten zu rechnen. Ein großer Nachteil ist auch, dass die Übergabe von einer Funkzelle in die andere oftmals nicht lückenlos vonstatten geht.

Letztendlich scheint sich diese Technologie im Gegensatz zu GPRS oder UMTS langfristig nicht durchzusetzen. Nur wenige Hersteller von Endgeräten unterstützen HSCSD, das Angebot HSCSD-fähiger Handys ist gering.

Die Mobilfunktechnologie GPRS:

Bei „General Packet Radio Service“, kurz GPRS, handelt es sich um eine zukünftige Mobilfunktechnologie in Deutschland. Ebenso wie HSCSD knüpft GPRS an die vorhandene GSM-Struktur an. Im Gegensatz zu HSCSD werden Daten jedoch nicht in einem kontinuierlichen Datenstrom verschickt, sondern in Pakete zerlegt und anschließend auf mehreren Funkkanälen gleichzeitig zum Empfänger gesandt. Beim Empfänger werden nun die Daten in der korrekten Reihenfolge geordnet. Dieses Verfahren hat den Vorteil einer effizienteren Nutzung der Netzkapazität, verglichen mit herkömmlichen Technologien (vgl. D, 2000a). Der Nutzer kann permanent online bleiben (Always-on-Funktion), Kosten entstehen jedoch erst, wenn Daten übertragen werden. Der Preis richtet sich nach der Größe der

Datenmenge: Senden bzw. Empfangen eines Datenpakets von 10 KB wird zwischen 0,10 und 0,35 Kosten (C, 2000a). FELDT (2000b) vermutet, dass die Tarife für GPRS günstiger ausfallen als für HSCSD. Die Betreiber von GPRS erwägen die Einführung verschiedener Gebührenstufen, je nach gewünschter Daten-Übertragungsgeschwindigkeit (C, 2000b).

Die Vorteile von GPRS liegen darin, dass die Zeit für das Einloggen ins Netz entfällt (Always-on-Funktion), große Datenmengen schneller gesendet werden können, der Aufbau etwa von Staukarten schneller vonstatten geht und einmal abgerufene Daten oder Seiten mehrmals gelesen werden können, seien es Verkehrsinformationen, E-Mails oder Musikstücke - falls man einen MP3-Player integriert (AT, 2000).

Nachteilig kann sich die bereits aus dem Festnetz bekannte schwankende Datenübertragungsrate auswirken: Sie ist geringer, wenn sich mehrere Nutzer in einem Sektor einer Funkzelle befinden (C, 2000b).

Die Mobilfunktechnologie GPRS soll in Deutschland eingeführt werden. Auch in anderen europäischen Ländern, in den USA und in China hat GPRS eine große Akzeptanz. Anfangs soll GPRS eine Datenübertragungsrate von ca. 50 Kbit/sec erreichen, wobei im Idealfall sogar ca. 100 Kbit/sec möglich sein sollen (D, 2000a).

Der Mobilfunkstandard UMTS:

Die Abkürzung UMTS (Universal-Mobile-Telecommunications-System) steht für einen weltweiten zukünftigen Mobilfunkstandard. Oftmals wird UMTS auch als Mobilfunk der dritten Generation (3G) bezeichnet. Im August 2000 wurden die Lizenzen für UMTS in Deutschland für 99,4 Milliarden Mark an sechs Telekommunikationsunternehmen versteigert (RAHLENBECK, 2000).

Im Gegensatz zu GPRS oder HSCSD ist UMTS ein völlig neuer Mobilfunkstandard, der nicht in das GSM-Netz integriert werden kann. Er erfordert ein neues Mobilfunknetz mit neuer Infrastruktur. UMTS befindet sich zwar noch in der Entwicklung und im Aufbau, doch sollen in den nächsten zwei bis drei Jahren bereits Anwendungen möglich sein (AT, 2000).

Ein wesentlicher Vorteil von UMTS, im Vergleich zu bisherigen Mobilfunktechnologien, ist die große

Datenübertragungsrate. In Punkto Geschwindigkeit wird UMTS die anderen Technologien überholen. Hier wird oftmals von einem Maximalwert von 2 Mbit/sec gesprochen, was heutzutage etwa 200 gleichzeitig geführten Mobilfunkgesprächen im GSM-Netz entsprechen würde. Vermutlich wird dieser Wert zwar in Ballungsräumen, Großstädten und Gewerbegebieten, jedoch nicht flächendeckend erreicht werden können. Außerhalb von Ballungsräumen soll die verfügbare Datenrate bei 384 Kbit/sec liegen.

Die Datenübertragungsrate wird auch von der Geschwindigkeit, mit der sich der Anwender bewegt, abhängen. So wird die Rate in schnell fahrenden Fahrzeugen wahrscheinlich höchstens 128 Kbit/sec betragen.

Die Funktionsweise von UMTS ist anders als die von GSM. Bei UMTS belegt ein Kanal nicht mehr eine feste Frequenz, sondern mehrere hundert Kanäle teilen sich ein Frequenzband von fünf Megahertz (D, 2000b). Die Datenströme werden von einem Nutzer anders kodiert, und zwar so, dass nur der richtige Empfänger die Daten wieder dekodieren kann.

Geplant sind verschiedene Kostenklassen: Je höher die Geschwindigkeit der Übertragung ist, desto höher die Gebühren. Auch für die Art der Leistung sollen unterschiedliche Tarife gelten: Sprach- oder Bildtelefonie würde beispielsweise, wie bisher, leitungsvermittelt funktionieren, d. h., die Gebührenabrechnung verläuft zeitabhängig. Internet- oder WAP-Dienste, wie z. B. das Empfangen von Verkehrsleitempfehlungen, sollen dagegen paketvermittelt abgerechnet werden. Hierbei wäre nicht die Zeit, sondern die Menge der Daten für die Kosten ausschlaggebend (vgl. TT, 2000b).

UMTS bietet eine Vielfalt an neuen Geschäftsmodellen und -möglichkeiten. Nach Studien des Mobiltelefonherstellers Ericsson erwartet man vom M-Commerce (84 %) das größte Potenzial. An zweiter Stelle wird bereits die Sparte Navigation und Telematik (82 %) genannt. Als weitere wichtige Anwendungen werden Nachrichten (76 %), Unified Messaging (66 %), E-Cash (60 %), Video und Videokonferenzen (58 %), individualisierte Dienste (50 %) und Wertpapierhandel (47 %) genannt.

Speziell für Autofahrer wird UMTS zahlreiche Dienste zur Verfügung stellen. Zu erwähnen sind u. a. Location Based Services, wie z. B. Navigation, Guides und Veranstaltungsinformationen. Das

UMTS-Handy wird Laptop, Telefon und Fernseher in einem sein und somit verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten miteinander verbinden (D, 2000b).

#### 2.11.4 Nutzen und Gefahren neuer Mobilfunktechnologien

Kapitel 2.11 hat die Vielfalt der technischen und inhaltlichen Möglichkeiten aufgezeigt. Mit welchem Nutzen und welchen Gefahren ist zu rechnen?

Informationsdarstellung:

Betrachtet man zunächst nur die äußere Form der Informationsdarstellung, so stellt momentan die Displaygröße und die Form der Darstellung ein immenses Problem dar. Bei Handys ist die Display-Fläche winzig (siehe Bild 12), auch der Versuch, etwa die Anzeige für Verkehrsleitung in das Display des Autoradios zu bringen, kann nur als bescheidener Schritt in die richtige Richtung gewertet werden: Das Display müsste stärker dem Fahrer zugewandt sein, d. h. im optimalen Sehfeld liegen, die Farbwahl wäre zu optimieren, um gute Sichtbarkeit unter Tag- und Nachtsichtbedingungen zu gewährleisten, die Informationsfülle müsste auf das Wesentliche reduziert werden. Die Display-Größe ist völlig unzureichend für ältere Kraftfahrer, die einen immer größeren Anteil an der Fahrerpopulation ausmachen.

Eingabemöglichkeiten:

Während der Fahrt kann das Eintippen von Worten oder Sequenzen, sei es über eine Handy-Tastatur mit Mehrfachbelegung der Tasten oder die Tastatur eines Netbooks, Notebooks oder Kleincomputers nicht akzeptiert werden. Sie würde zu viel von



**Bild 12:** Beispiele für WAP-fähige Handys: Siemens S45i, Nokia 6610, Sony Ericsson T600 (aus: www, Firmeninfos)

der Aufmerksamkeit des Fahrers auf sich ziehen. Tasteneingaben sind daher nur bei stehendem Fahrzeug zuzulassen.

Während der Fahrt ist nur Spracheingabe akzeptabel, wobei besonderer Wert auf eine gute Benutzerführung zu legen ist.

Inhaltliche Aspekte:

Die positiven Aspekte, die sich bezüglich der Verkehrssicherheit und des Verkehrsflusses ergeben, sind bei Angeboten wie Verkehrsservice, Routenplanung und Wegleitung sicherlich unbestritten. Gleiches gilt für Notruf und Pannendienst. Diskussionsbedarf könnte bereits beim Flottenmanagement aufkommen, da die Befürchtung besteht, der Fahrer könnte zu stark abgelenkt werden. Es zeigt sich, dass die Dosierung und Darstellung der Information von höchster Bedeutung sind.

Besonders kritisch wird es, wenn Fahr- oder Flugpläne während der Fahrt studiert, Reisen gebucht, E-Mails geschrieben oder Einkäufe getätigt werden sollen.

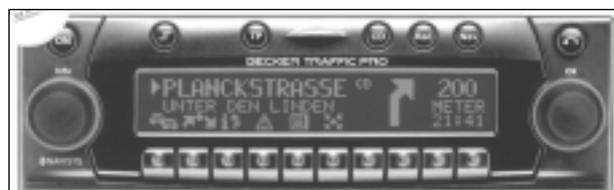
Hier steht man vor einem Interessenskonflikt: einerseits die Wünsche der Nutzer und der Diensteanbieter, andererseits die Erfordernisse der Verkehrssicherheit.

Fazit:

Ein Blick in die Liste bereits existierender oder künftiger Dienste von Mobilfunktechnologien macht deutlich, was demnächst per Handy empfangen werden kann und damit auch im Fahrzeug verfügbar ist.

Für einen sicherheitsgerechten Umgang mit diesen neuen Informationen bieten sich verschiedene Möglichkeiten an:

- Als Ideal den „mündigen“ Fahrer, der die Systeme dann und nur dann nutzt, wenn es die Verkehrssituation erlaubt. Jedoch, auch Verkehrssituationen können sich während der Nutzung schnell ändern.



**Bild 13:** Wegleitung im Display des Autoradios (aus: BECKER, 2001)

- Gesetzliche Regelungen, die den Einsatz neuer Systeme verbieten oder ihre Anwendung beschränken, wie es zum Beispiel für die Nutzung von Handys während der Fahrt ohne Freisprecheinrichtung erfolgt ist.
- Eine ergonomische Gestaltung, die schnelles und sicheres Erfassen der Informationen gewährleistet. Hieran haben sowohl die Automobilhersteller als auch europäische Normungsgruppen in letzter Zeit intensiv gearbeitet (vgl. GAIL et al., 2002).
- Eine gezielte Auswahl und Darstellung der Information nur in Situationen, die dem Informationsbedürfnis und der Verkehrssicherheit Rechnung tragen. Dieses System muss nicht nur die eintreffenden Informationen danach ordnen, welche Priorität sie für den Fahrzeugführer

haben, eventuell ausfiltern bzw. zurückstellen (Meldungen nur im Stand). Es muss darüber hinaus anhand von Fahrzeug- und Umweltdaten prüfen, ob der Fahrer zusätzliche Informationen verarbeiten kann bzw. welche er in der jeweiligen Situation benötigt.

### 3 Weiterentwicklung des Infomagners

Im vorhergehenden Kapitel wurden die Systeme, die dem Fahrer in Zukunft Informationen liefern könnten, dargestellt. Es handelt sich um ein facettenreiches Bild, von äußerst nützlichen bis zu extrem unsinnigen Informationen. Das Entscheidungsdiagramm, dargestellt in Bild 14, das wir in der Studie von 1999 vorstellten, bringt die Systeme

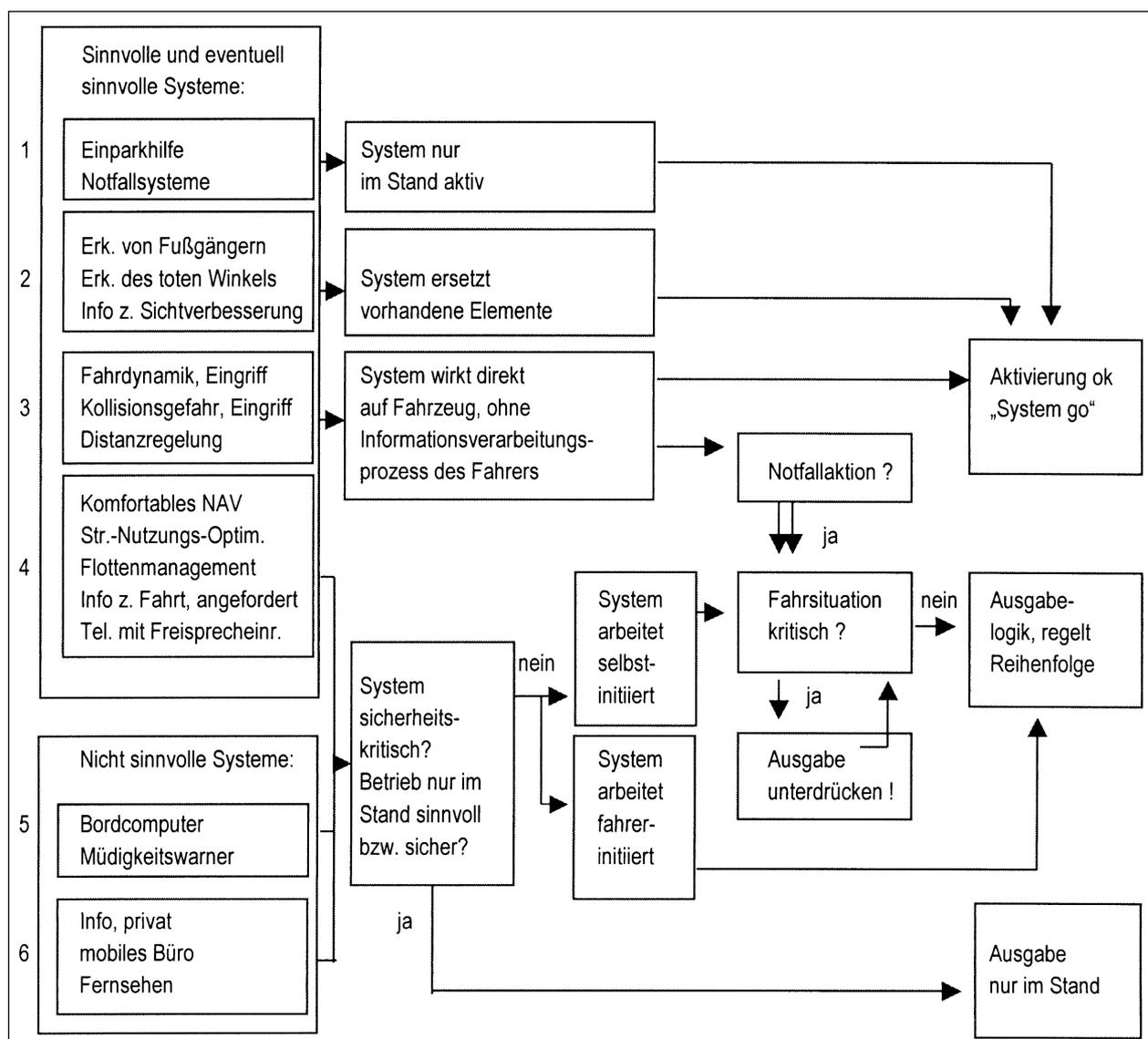


Bild 14: Entscheidungsdiagramm

bereits in eine hierarchische Ordnung (siehe Bild 14, Spalte 1): So bedürfen Systeme, die nur im Stand aktiv sind (Block 1) oder vorhandene Elemente ersetzen (Block 2), keiner weiteren Zusätze oder Filterungen, ebenso Systeme, die direkt auf das Fahrzeug einwirken, ohne eine Verarbeitung und Handlung des Fahrers zu erfordern (Block 3).

Die letztgenannte Gruppe muss jedoch an den Infomanager melden, dass die Fahrsituation im Moment kritisch ist, worauf Informationen, die in der Hierarchie weiter unten stehen, zunächst zurückgehalten werden, bis sich die Situation entspannt hat.

Grundsätze der Ausgabelogik:

Die Grundsätze, welchen die Ausgabelogik folgt, seien hier nochmals kurz aufgeführt:

1. Während der Fahrt hat die Verkehrssicherheit Vorrang gegenüber ökonomischen Kriterien, dem Informationsbedürfnis des Fahrers, dem Mitteilungsbedürfnis anderer usw. Zwar ist es im Einzelfall denkbar, dass ein Fahrer, zumindest zeitweise, andere Kriterien als das der Verkehrssicherheit an die erste Stelle setzt, doch muss die Ausgabelogik die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer über die momentanen individuellen Wünsche eines Einzelnen stellen.
2. Störungen des Fahrers haben während der Fahrt möglichst zu unterbleiben - zumindest in potenziell kritischen Verkehrssituationen (z. B. beim Abbiegen).
3. In einem Firmenfahrzeug (erkennbar beispielsweise an der Option Flottenmanagement) haben Belange der Firma Vorrang gegenüber privaten Interessen.
4. Das Informationsbedürfnis des Fahrers hat Priorität vor dem Mitteilungsbedürfnis anderer (z. B. Telefonanruf).

(nach FÄRBER & FÄRBER, 1999, S. 65)

Reihenfolge der Ausgabe:

Daraus ergibt sich folgende Reihenfolge innerhalb des Bausteins „Ausgabelogik“:

- Ist ein aktives Sicherheitssystem aktiv (z. B. fahrzeugautonomer Eingriff bei Kollisionsgefahr, Eingriff bei Fahrdynamik), so haben alle anderen Meldungen zu warten.

- Aktuelle Ausgaben des Navigationssystems unterdrücken die Systeme Straßennutzungsoptimierung, Flottenmanagement, Info zur Fahrt, Telefon oder artverwandte Systeme.
- Das Navigationssystem lotst den Fahrer bis zu dem Punkt, an dem eine Entscheidung zur Straßennutzung zu fällen ist. Dort entscheidet sich der Fahrer für die Route seiner Wahl, falls er die Wahl nicht schon vorher getroffen hat, und das Navigationssystem lotst ihn weiter.
- Ausgaben des Navigationssystems haben Vorrang vor denen des Flottenmanagements, da Flottenmanagement-Informationen längerfristige und in der Regel nicht zeitkritische Daten darstellen.
- Das Flottenmanagement hat Vorrang gegenüber Informationen zur Fahrt, die vom Fahrer angefordert werden.
- In der Grundeinstellung haben vom Fahrer angeforderte Informationen zur Fahrt Vorrang gegenüber dem Telefon. Da die Wertigkeit dieser beiden Komponenten jedoch sehr vom Nutzer abhängt, ist hier die Möglichkeit einer individuellen Änderung der Priorität vorzusehen.
- Das Telefon mit Freisprechanlage kann sich nur melden, wenn gerade kein anderes System eine aktuelle Ausgabe bringt.
- Ist das Gespräch jedoch bereits angenommen, so entscheidet der Fahrer selbst, ob er es beim Eintreffen neuer Information abbrechen möchte oder nicht.

(FÄRBER & FÄRBER, 1999, S. 65 f.)

Auch bei einer Erweiterung des Entscheidungsmodells auf Systeme, die von Verkehrsexperten als „nicht sinnvoll“ eingestuft wurden (Block 5 und 6), bleibt die Logik durchgängig: So ist die Frage zu stellen, ob sich das System negativ auf die Verkehrssicherheit auswirkt. Ist dies der Fall, kann die Ausgabe nur im Stand erfolgen. Dies gilt für die Systeme:

- Informationen privater Art,
- mobiles Büro,
- Fernsehen.

Wirkt sich das System nicht negativ auf die Verkehrssicherheit aus, so wird geprüft, ob die Fahrsituation kritisch ist. Falls ja, muss die Ausgabe wiederum unterdrückt werden, und zwar so lange, bis sich die Fahrsituation entspannt hat.

„Informationsstau“ vermeiden:

Ziel der Ausgabelogik ist, für einen möglichst hohen Prozentsatz von Fällen sinnvolle Abfolgen zu liefern. Sie kann nicht den Anspruch erheben, in allen nur denkbaren Fällen die optimale Lösung zu bieten. Um Probleme zu vermeiden, sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

1. Nur sinnvolle Meldungen sind an den Fahrer weiterzugeben, also nicht alles, was technisch machbar ist! Sinnvoll sind vor allem Meldungen, die die Erfüllung der Fahraufgabe verbessern, d. h. sicherer machen. Auf nicht relevante Informationen, etwa die des Bordcomputers, ist zu verzichten.
2. Bei einer Beschränkung auf wenige, sinnvolle Meldungen ist die Wahrscheinlichkeit gleichzeitig eintreffender Meldungen eher gering.
3. Konstruktion integrierter statt isolierter Systeme: Durch Integration werden nicht nur Kosten gespart, es ist vor allem möglich, Sensordaten zur Einschätzung der Verkehrssituation zu verwenden. Über GPS-Daten, die für Navigationssysteme verwendet werden, lassen sich die Straßenart, die Position und damit die zulässige Geschwindigkeit bestimmen. Durch Integration von Wetterdaten (z. B. per GSM übermittelt), der Bewegung anderer Fahrzeuge (z. B. durch den Radarsensor des ACC erfasst), der Geschwindigkeit, der ABS-Sensoren sowie des Lenkradeinschlages ergibt sich ein gutes Bild der Verkehrssituation, das für die Steuerung einer Ausgabelogik eingesetzt werden kann. Der Datenaustausch und die Integration darf sich nicht auf die verschiedenen technischen Systeme beschränken. Die Integration der Daten muss auch zur Einschätzung der Beanspruchung des Fahrers herangezogen werden, die die Informationsausgabe steuert. Ansätze zu dieser Vorgehensweise werden in Kapitel 3.1 und 3.2 beschrieben.
4. Reduktion der optischen Ausgabe auf einen Bildschirm: Durch den Verzicht auf viele verteilte Anzeigen für jedes einzelne System werden die Hersteller gezwungen, Prioritäten bei der Ausgabe festzulegen. Werden maximal zwei Informationen gleichzeitig auf dem Display dargestellt, und wird zudem die Fahrsituation berücksichtigt, so kann eine Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit weit gehend vermieden werden.
5. Anpassung der Ausgabelogik an verschiedene Benutzerprofile: Um das System besser an unterschiedliche Nutzerprofile anpassen zu können, empfiehlt es sich, im Baustein „Ausgabelogik“ des Entscheidungsmodells (siehe Bild 14) nur eine Grundeinstellung vorzusehen, mit individuellen Programmiermöglichkeiten der Prioritäten für einige Items. Anstatt das Management vollständig an das System zu übertragen, delegiert man es an den Fahrer, bei einem Firmenfahrzeug an die Firma. Die Prioritätenlogik könnte dann für ein privat genutztes Fahrzeug anders aussehen, als für ein Taxi oder ein Fahrzeug im Lieferverkehr (z. B. Vorrang für angeforderte Informationen gegenüber dem Telefon oder umgekehrt). Die Anpassung an verschiedene Benutzergruppen wird die Akzeptanz von sequentiellen Ausgaben deutlich erhöhen. Sequentielle Ausgaben von Informationen sind - wie bereits mehrfach betont - eine wichtige Voraussetzung für einen verkehrssicheren Einsatz von Telematik-Systemen, die den Fahrer nicht vom Verkehr ablenken oder überfordern.
6. Ausgabe von Informationen auf Abruf: Eine Möglichkeit zur Flexibilisierung stellt der Abruf von Informationen (z. B. per Abrufschalter, Spracheingabe o. Ä.) dar. Der Fahrer kann sie einsetzen, wenn er freie Kapazität hat und auf diese Weise Wartezeiten nutzen. Allerdings setzt dies den 'mündigen Fahrer' voraus, der das System verantwortlich nutzt und nicht, um damit zu 'spielen' oder anderen zu imponieren.
7. Schließlich ist als wesentlicher Gesichtspunkt eine ergonomisch gute Gestaltung der Benutzeroberfläche zu nennen. Sie umfasst Art und Größe der optischen Darstellung (im optimalen Gesichtsfeld, große, klare Formen, kontrastreich - aber nicht blendend, gut ablesbar bei Tag und Nacht, keine Verdeckung durch Zeiger oder Bedienelemente, Verwendung eines Symbols - falls möglich, Text unbedingt vermeiden - falls er unumgänglich ist, wegen der besseren Lesbarkeit Groß- und Kleinbuchstaben verwenden, kurzer Text etc.). Hierfür gibt es einen gesicherten Fundus an Wissen, der lediglich angewendet werden muss (FÄRBER & FÄRBER, 1999, S. 72 f.).

In der Studie von 1999 war nur eine grobe Definition des Bausteins „Fahrsituation kritisch?“ im Entscheidungsdiagramm (Bild 14) möglich. Zwischenzeitlich steht uns ein Forschungsfahrzeug zur Verfügung, das, wie in Kapitel 4.5 beschrieben, mit verschiedenen Zusatzaggregaten ausgerüstet

wurde. Damit konnte eine Reihe von Beobachtungsfahrten und Feldexperimenten durchgeführt werden, die in Kapitel 3.2. dargestellt sind.

In den Kapiteln 3.1 bis 3.3. sollen Fahrer-, Fahrzeug- und Umweltaspekte näher betrachtet werden, die eine Fahrsituation in den „kritischen“ Bereich rücken. Sie sollen entweder in ein direktes Filtersystem münden (z. B. bei „Menge der Systeme“) oder in einen Schwierigkeitsprädiktor (siehe Kap. 3.4).

### 3.1 Fahrer Aspekte

Stellt man den Fahrer in den Mittelpunkt der Betrachtung, so kann eine Reihe von Faktoren Auslöser für eine kritische Fahrsituationen sein. Hier sollen drei betrachtet werden:

- Menge der Systeme,
- Anzahl der Beifahrer,
- Zustand des Fahrers.

#### 3.1.1 Menge der Systeme

Wie aus dem Entscheidungsdiagramm (Bild 14) ersichtlich wird, ist besonders bei Systemen aus Block 4, 5 und 6 mit Überschneidungen zu rechnen. Die beiden letztgenannten Blöcke können jedoch ohne Verlust zurückgestellt oder weggelassen werden, so dass besonderes Augenmerk nur auf Block 4 zu richten ist.

Er enthält:

- das komfortable Navigationssystem,
- die Straßennutzungsoptimierung,
- das Flottenmanagement,
- Informationen zur Fahrt, die vom Fahrer angefordert wurden,
- Telefon mit Freisprecheinrichtung.

Anhand von Listen, die die Bedienhandlungen aufzählen, die Anzeigen und die Art der Handlung beschreiben, die Höhe der Belastung für den Fahrer einschätzen, soll entschieden werden, welche andere Option noch zugelassen werden kann bzw. welche Option unterdrückt werden muss.

Dabei ist zwischen günstiger und ungünstiger Benutzerführung zu unterscheiden. Günstige Benutzerführung umfasst eine ergonomisch optimale Ge-

staltung: Sie ist einfach, leicht zu verstehen, rasch zu erlernen und gut zu behalten. Sie folgt den im Projekt NICE definierten Kriterien „Selbsterklärungsfähigkeit, Erreichbarkeit, Bildung logischer Einheiten, Kompatibilität, Konsistenz, Dauer der Bedienung, Unterbrechbarkeit, Rückmeldung und Konsequenz von Fehlern“ (FÄRBER & MÜLLER, 2000).

Die Analysen wurden für alle Systeme aus Block 4 durchgeführt, in Tabelle 1 und 2 sollen sie exemplarisch für das Navigationssystem und das Telefon dargestellt werden. Sie bieten die Möglichkeit einer maßgeschneiderten Ausgabelogik, die sich an der Belastung des Fahrers orientiert, jedoch an technischen Funktionen ausgerichtet werden kann.

Fazit:

Die differenzierte Betrachtungsweise in Tabelle 1 und 2 zeigt beispielhaft, wie Informationen gesteuert werden können, um eine Überlastung des Fahrers zu vermeiden und ihn trotzdem hinreichend zu informieren. Selbstverständlich wäre es auch möglich, eine generelle Regelung aufzustellen, die dann jedoch sehr grob und damit auch restriktiv ist. Man müsste bei Aktivierung eines Systems alle anderen unterdrücken, zumindest während der Phasen, in denen Eingaben vorgenommen (per Bedienelement oder Sprache), Informationen am Display gezeigt oder per Sprache übermittelt werden. Damit würde man jedoch auf Annehmlichkeiten und sinnvolle Kombinationen verzichten. Auch die Akzeptanz kann sicherlich durch ein differenziertes Filtersystem erhöht werden. Es ist daher sinnvoll, eine detaillierte, an den Bedürfnissen, Fähigkeiten und der momentanen Beanspruchung des Fahrers ausgelegte Informationsdarstellung zu realisieren.

#### 3.1.2 Anzahl der Beifahrer

Wie verändert die Anwesenheit eines oder mehrerer Beifahrer die Befindlichkeit des Fahrers? Ist er, wenn er alleine fährt, entspannter?

Allein zu fahren ist oft angenehm, da man sich nicht auf eine andere Person einstellen muss: Geschwindigkeit und Abstand können ohne Rücksicht auf Beifahrer gewählt, der bevorzugte Radiosender eingestellt, die Lautstärke nach eigenem Gutdünken geregelt, Fenster oder Schiebedach geöffnet werden, ohne dass sich jemand daran stört, etc.

Wenn die Konzentration nachlässt, kann sich ein unterhaltsamer Beifahrer jedoch als recht positiv erweisen. Gleiches gilt, wenn der Beifahrer gute

Bedienhandlungen/ Anzeigen	Handlung ist	Belastung	andere Option	
			zulassen	unter- drücken
<b>Bei günstiger Benutzerführung: (1a) Navigations-System, fahrerinitiiert</b>				
NAV einschalten	kurz, unter- brechbar	optisch, gering	Str., Flott., Inf.z.F.	Tel.
Ziel per Sprache eingeben	unterbrechbar	sprachlich, gering	Str., Flott., Inf.z.F.	Tel.
Ziel per Sprache bestätigen	unterbrechbar	sprachlich, gering	Str., Flott., Inf.z.F.	Tel.
Fehler korrigieren, per Sprache	schwer unter- brechbar	sprachlich & kognitiv, hoch	-	alle
NAV ausschalten	kurz	optisch, gering	Str., Flott., Inf.z.F.	Tel.
<b>Bei günstiger Benutzerführung: (1b) Navigations-System, systeminitiiert</b>				
NAV lotst mit einfachem optischen Pfeil & sprachlicher Instruktion	demnächst erforderlich	optisch & kognitiv, hoch	-	alle
NAV lotst, aber Anzeige (opt.) über ... km unverändert	keine	optisch, gering	Str., Flott., NAV. Tel.	-
<b>Bei ungünstiger Benutzerführung: (1a) Navigations-System, fahrerinitiiert</b>				
NAV einschalten	lang, unter- brechbar	optisch, hoch	Str., Flott.	Inf. z. F., Tel.
Ziel per Dreh-Drücksteller o. ä. eingeben	lang, unter- brechbar	optisch, hoch	Str., Flott.	Inf. z. F., Tel.
Ziel per Tastendruck bestätigen	unterbrechbar	optisch, gering	Str., Flott.	Inf. z. F., Tel.
Fehler korrigieren, Dreh-Drück-Steller o. ä.	lang, schwer- unterbrechbar	optisch, kognitiv, hoch	-	alle
NAV ausschalten	je nach Ausführung	optisch, gering	Str., Flott.	Inf. z. F., Tel.
<b>Bei ungünstiger Benutzerführung: (1b) Navigations-System, systeminitiiert</b>				
NAV lotst mit komplexer Karte	demnächst erforderlich, Blickbewegung ständig	optisch & kognitiv, hoch	-	alle
längere Geradeausfahrt, aber NAV lotst mit komplexer Karte	keine, aber Blick- bewegung	optisch, hoch	-	alle
Abkürzungen:				
NAV = Navigationssystem				
Str. = Straßennutzungsoptimierung				
Flott. = Flottenmanagement				
Inf. z. F. = Informationen zur Fahrt, die vom Fahrer angefordert wurden				
Tel. = Telefon mit Freisprecheinrichtung				

**Tab. 1:** Navigationssystem, Ausgabe bzw. Unterdrückung von Informationen

Bedienhandlungen/ Anzeigen	Handlung ist	Belastung	andere Option	
			zulassen	unterdrücken
Bei günstiger Benutzerführung: (5a) Fahrer will telefonieren				
Telefon aktivieren	kurz, unterbrechbar	optisch, gering	NAV, Str., Flott., Inf. z. F.	-
Telefonnummer per Sprache eingeben	unterbrechbar	sprachlich, hoch	-	alle
Gespräch führen	unterbrechbar	sprachlich & kognitiv	NAV	Str., Flott., Inf. z. F.
Gespräch beenden	Kurz	optisch, gering	NAV, Str., Flott., Inf. z. F.	-
Bei günstiger Benutzerführung: (5b) Fahrer wird angerufen				
Gespräch annehmen	kurz, unterbrechbar	optisch, gering	NAV, Str., Flott., Inf. z. F.	-
Gespräch führen	unterbrechbar	sprachlich & kognitiv	NAV	Str., Flott., Inf. z. F.
Bei ungünstiger Benutzerführung: (5a) Fahrer will telefonieren				
Telefon aktivieren	lang, unterbrechbar	optisch, hoch	NAV	Str., Flott., Inf. z. F.
Telefonnummer per Sprache eingeben	lang, unterbrechbar	optisch, hoch	-	alle
Gespräch führen	unterbrechbar	sprachlich & kognitiv	NAV	Str., Flott., Inf. z. F.
Gespräch beenden	mittel	optisch, hoch	NAV	Str., Flott., Inf. z. F.
Bei ungünstiger Benutzerführung: (5b) Fahrer wird angerufen				
Gespräch annehmen	mittel, unterbrechbar	optisch, hoch	NAV	Str., Flott., Inf. z. F.
Gespräch führen	unterbrechbar	sprachlich & kognitiv	NAV	Str., Flott., Inf. z. F.
Abkürzungen:				
NAV = Navigationssystem				
Str. = Straßennutzungsoptimierung				
Flott. = Flottenmanagement				
Inf. z. F. = Informationen zur Fahrt, die vom Fahrer angefordert wurden				

Tab. 2: Telefon, Ausgabe bzw. Unterdrückung von Informationen

Lotsendienste leistet. Beifahrer können aber ebenso gut ablenken, man denke an intensiv geführte Diskussionen oder an Kindergeschrei. Auch Aspekte wie das Demonstrieren der eigenen Fahrkünste spielen - besonders bei männlichen Jugendlichen - eine Rolle. Es ist daher sehr stark von der Person des Beifahrers abhängig, ob seine Anwesenheit positive oder negative Auswirkungen auf den Fahrer hat. Sicher ist jedoch, dass der Fahrer stärker

gefordert ist, wenn mehrere Personen im Fahrzeug sind.

### 3.1.3 Zustand des Fahrers

Die Erkennung des Zustands, in dem sich der Fahrer befindet, ist eine schwierige Aufgabe. Zunächst ist zu unterscheiden zwischen dem überdauernden und dem aktuellen Zustand des Fahrers. Auch ein

Fahrer, der generell ruhig und defensiv fährt, kann situationsbedingt seinen Zustand ändern und hektisch oder aggressiv werden.

Die Erfassung des Fahrerzustands kann prinzipiell auf zwei Arten erfolgen: durch physiologische oder durch Verhaltensmaße. Physiologische Maße, wie etwa die Herzfrequenz, sind nicht nur schwierig zu erheben, sie sind zudem bei weitem nicht so valide zur Bestimmung des Fahrerzustands, wie meist angenommen wird.

Häufig wird im Automobilbereich auch diskutiert, den Wachheitsgrad des Fahrers zu messen (vgl. Kap. 2.7). Neben dem Eingriff in die persönliche Freiheit des Fahrers durch permanente Beobachtung ist kritisch zu verzeichnen, dass trotz der Aktivitäten im Alert-Programm die Messung der Müdigkeit aus wissenschaftlicher Sicht noch nicht hinreichend zuverlässig ist. BROWN (1994) hat zudem die Komplexität der Zusammenhänge zwischen der Müdigkeit des Fahrers und anderen Faktoren, z. B. Dauer der Arbeitszeit, allgemeine physische Verfassung, Schlafstörungen etc. dargelegt, die weder erfasst noch beeinflusst werden können. Eine Ausnahme stellt hier der Faktor Tageszeit dar, der bei den Sichtbedingungen Berücksichtigung findet (vgl. Kap. 3.3.3).

Für die Bewertung der generellen Belastung des Fahrers durch die Fahrtdauer muss daher ein pragmatisches Kriterium genügen:

- Fahrzeit bis zu 2 Stunden: geringe Belastung.
- Fahrzeit 2 bis 3 Stunden: mittlere Belastung.
- Fahrzeit länger als 3 Stunden: hohe Belastung.

Aussagen über den Zustand des Fahrers lassen sich möglicherweise auch anhand von Daten treffen, die bereits im Fahrzeug vorhanden sind, z. B. Daten über Beschleunigung, Verzögerung, Lenkwinkel etc., die am CAN-Bus anliegen. Ziel einer Reihe von Experimenten war daher, zu analysieren, ob mit diesen Daten Rückschlüsse auf kurz- oder langfristige Absichten, Verhaltensweisen und Belastungen des Fahrers gezogen werden können.

### 3.2 Fahrer-/Fahrzeug-Aspekte

In Kapitel 3, bei der Besprechung des Entscheidungsdiagramms (Bild 14), wurde bereits angedeutet, dass das Element „Fahrsituation kritisch?“ näher definiert und analysiert werden muss. Wäre man nämlich in der Lage, mit hinreichender Sicher-

heit zu erkennen, welches Fahrmanöver der Fahrer gerade plant, beispielsweise abzubiegen, zu überholen oder stark zu bremsen, so würde ein Informations-Management-System in einer solchen Situation Informationen von geringerer Wichtigkeit zurückstellen, bis sich die Situation wieder entspannt hat (vgl. Baustein „Situation kritisch?“ im Entscheidungsdiagramm, Bild 14).

Ziel muss es daher sein, aus direkt zugänglichen oder abgeleiteten Fahrzeugdaten, eventuell in Kombination mit Umweltdaten, auf die Intention des Fahrers zu schließen.

Mehrere zusätzliche Experimente gehen deshalb der Frage nach, ob eine Erkennung der Fahrerabsichten aus Daten, die im Fahrzeug vorhanden sind oder mit geringem Messaufwand erhoben werden können, mit hinreichender Sicherheit möglich ist. Als Ergebnis der Experimente und entsprechender Modelle werden Wenn-dann-Beziehungen erwartet, die die Kritikalität einer Situation für das Informationsmanagement definieren.

Wir unterscheiden zwei Fahrer-/Fahrzeug-Aspekte:

- Längsbeschleunigung (bremsen/beschleunigen),
- Querbeschleunigung (abbiegen, überholen).

#### 3.2.1 Längsbeschleunigung

Zielsetzung:

Ziel dieser Experimente ist es, Aussagen über den Fahrstil des Fahrers treffen zu können. Exemplarisch soll an einigen Fahrsituationen geprüft werden, ob aus Fahrzeugdaten, die über den CAN-Bus gewonnen werden, oder aus abgeleiteten Daten, diese persönliche Variable ersichtlich wird.

Bei den Bremsmanövern interessiert besonders, ob ein komfortables von einem scharfen Bremsmanöver bzw. einer Notbremsung unterschieden werden kann. Beim Beschleunigen soll zwischen komfortabel, sportlich und schnellstmöglich unterschieden werden.

Experimentelles Design:

Als Strecke wird ein gerades, zweispuriges Teilstück (ähnlich einer Landstraße) des Universitäts-Versuchsgeländes genutzt.

Bei den Bremsmanövern ist es Aufgabe der Versuchspersonen, mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 60 km/h

- komfortabel zu bremsen,
- scharf zu bremsen,
- eine Notbremsung auszuführen.

Die Beschleunigungsaufgabe beginnt im Stand, erreicht werden soll eine Geschwindigkeit von 80 km/h. Die Probanden sollen

- komfortabel beschleunigen,
- sportlich beschleunigen,
- schnellstmöglich beschleunigen.

Jedes Bremsmanöver wird in zufälliger Reihenfolge zweimal, jede Beschleunigungsaufgabe dreimal ausgeführt.

Selbstverständlich lernt jeder Proband vor den Versuchen in einer 15-minütigen Fahrt das Fahrverhalten des Versuchsfahrzeugs kennen.

Versuchspersonen:

Die Bremsversuche werden mit 14, die Beschleunigungsversuche mit 5 männlichen Autofahrern im Alter von 22 bis 26 Jahren durchgeführt. Ihre Fahrpraxis beträgt im Durchschnitt 20.000 km/Jahr, den Führerschein besitzen sie 7 Jahre (Mittelwert).

Abhängige Variablen:

Folgende Messwerte aus dem CAN-Bus des Versuchsfahrzeugs (Mercedes C200 Automatik, Beschreibung in Kap. 4.5) werden aufgezeichnet:

- Geschwindigkeit,
- Gaspedalstellung,
- Bremspedalstellung.

Außerdem wird bei den Beschleunigungsfahrten die Zeit für den Wechsel zwischen Gas- und Bremspedal ermittelt (abgeleitete Größe). Die Aufzeichnungsrate beträgt, wie im CANoe-Betrieb üblich, 0,02 Sekunden.

Ergebnisse der Bremsversuche:

Die Betrachtung der Rohwerte lässt viel versprechende Ergebnisse bei der Stellung, d. h. beim Pedalweg und bei der Betätigungs-Geschwindigkeit des Bremspedals erwarten, wohingegen die anderen erfassten Variablen keine klare Kontur erkennen lassen. In Bild 15 sind die Rohwerte über alle Versuche zur Stellung des Bremspedals, in Bild 16 zur Betätigungs-geschwindigkeit zu sehen.

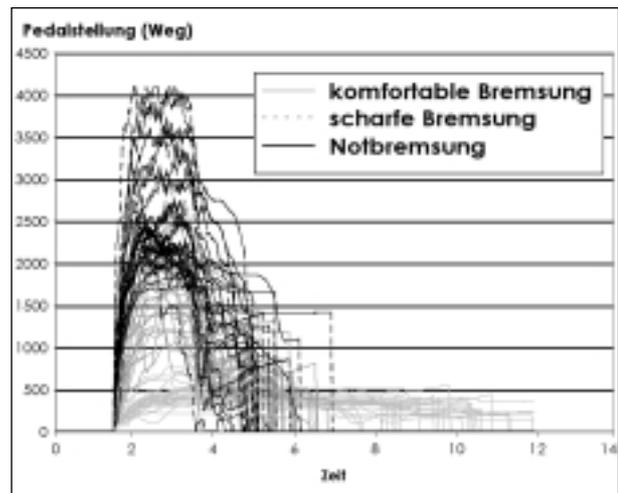


Bild 15: Stellung des Bremspedals, alle Bremsungen, Rohwerte

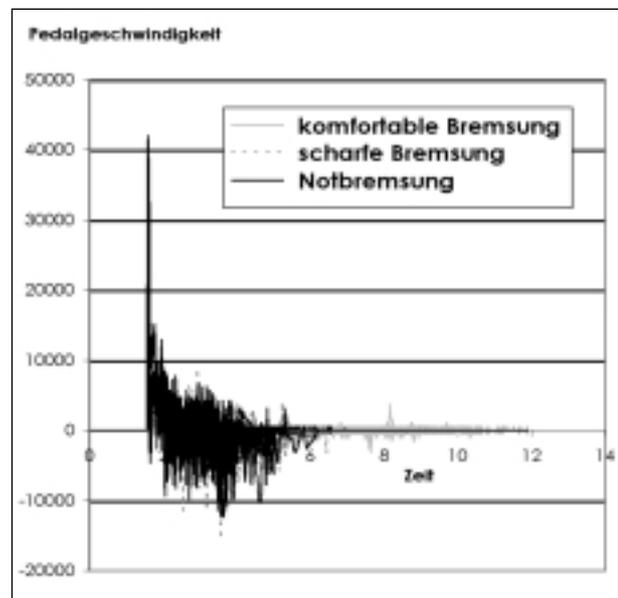
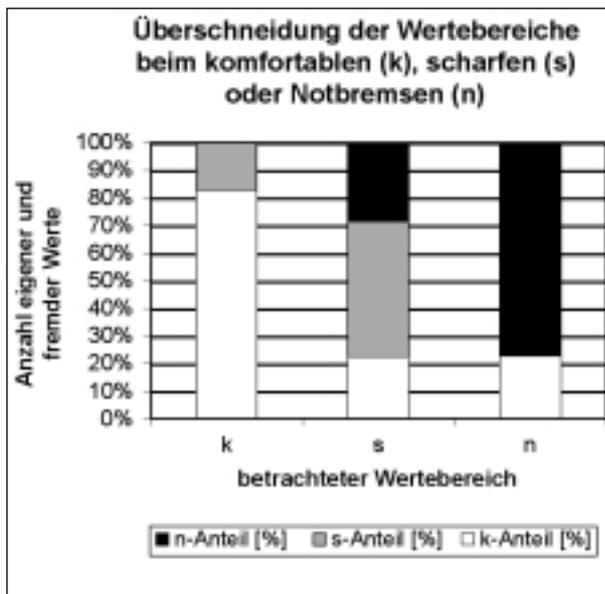


Bild 16: Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals, alle Bremsungen, Rohwerte

Da wir wissen, welches Bremsmanöver der Proband ausführen wollte, kann nun eine Cluster-Analyse durchgeführt werden. Hier ist zu prüfen, wie viele Bremsmanöver bei einer gegebenen Bremspedalstellung richtig zugewiesen werden. Aus Bild 17 wird ersichtlich, dass die komfortablen Bremsmanöver (hellgrau) und die Notbremsungen (schwarz) zu ca. 80 Prozent richtig zugeordnet werden. Ein Problem stellen die scharfen Bremsmanöver dar (gestrichelt), sie sind in allen drei Clustern vertreten.

Zahlreiche Algorithmen wurden erprobt, um anhand des Bremspedalwegs und der Pedalgeschwindigkeit eine exaktere Vorhersage über die Art des Bremsmanövers zu treffen. Hier soll aus Gründen



**Bild 17:** Ergebnisse der Cluster-Analyse für die Bremspedal-Stellung, je drei Messwerte

der Übersichtlichkeit nur das Ergebnis dieser Berechnungen dargestellt werden.

Eine entscheidende Verbesserung der Klassifikation der Daten kann mit Hilfe eines Gewichtungsmodells vorgenommen werden. Dabei wird ein gleitender, gewichteter Mittelwert der Messungen verwendet, der den aktuellen Wert zu 100 %, den vorhergehenden Wert zu 70 % und den Wert davor zu 30 % einbezieht. Bild 18 veranschaulicht die Vorgehensweise.

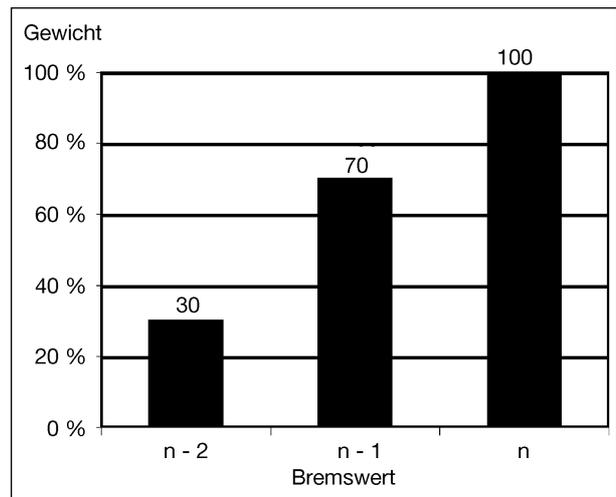
Dieser gleitende, gewichtete Mittelwert erlaubt nun, 100 Prozent der komfortablen Bremsmanöver eindeutig als solche zu identifizieren.

Scharfe Bremsmanöver und Notbremsungen sind hier noch nicht völlig zu trennen, weshalb in einem weiteren Berechnungsschritt die beiden Messungen zusammengeführt werden, was die Vorhersage weiter verbessert.

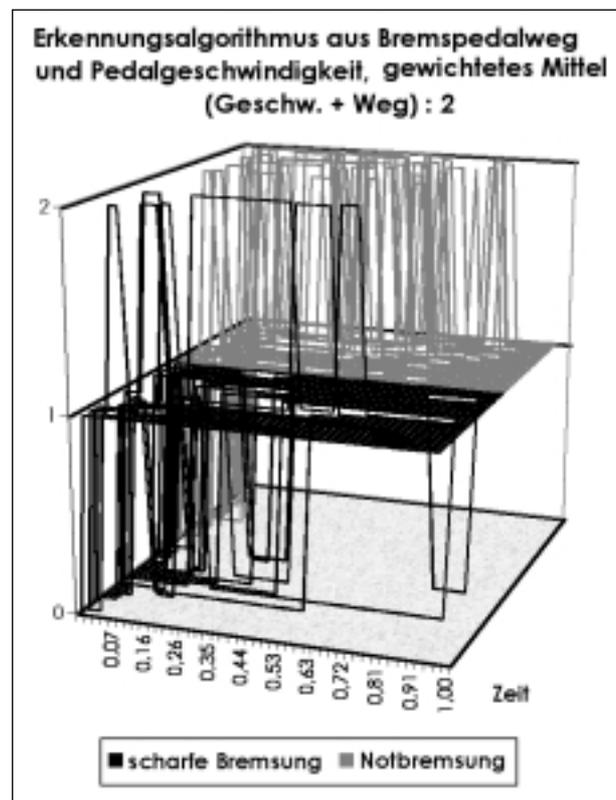
Es wird nun ein gleitender, gewichteter Mittelwert aus Bremspedalweg und Pedalgeschwindigkeit verwendet, wie Bild 19 zeigt.

Aufgrund dieses Prädiktor-Modells sind wir nun in der Lage, zwei Aussagen zu treffen:

Zum einen kann der Informationsmanager mit relevantem „Wissen“ versorgt werden: Wird ein Bremsmanöver als „scharf“ oder als „Notbremsung“ identifiziert, so ist die Fahrsituation als kritisch zu werten. In diesem Fall werden Informationen zurückgestellt. Sie können erst zur Ausgabe gelangen,



**Bild 18:** Berechnung des gewichteten Mittelwerts mit drei Filtern



**Bild 19:** Beste Vorhersage von scharfen Bremsmanövern und Notbremsungen mit Hilfe des gewichteten Mittelwerts aus Bremspedalweg und Pedalgeschwindigkeit

wenn die Fahrsituation wieder unkritisch ist. Komfortable Bremsmanöver beeinflussen hingegen die Ausgabe nicht.

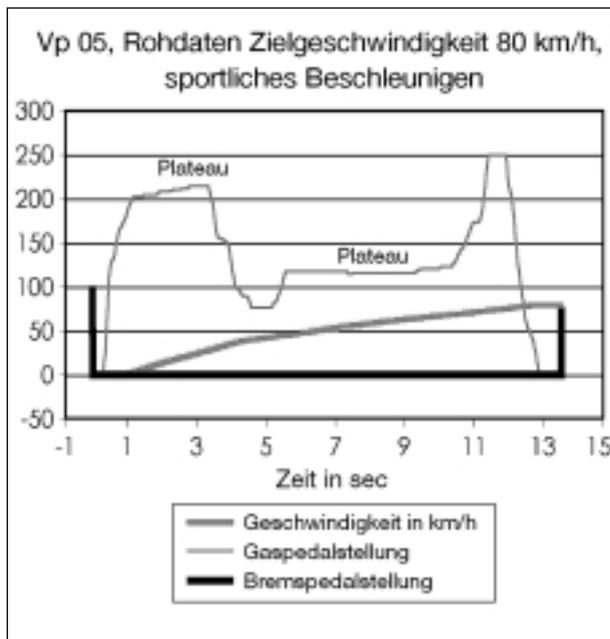
Die zweite Aussage betrifft den generellen Fahrstil. Führt ein Fahrer häufig scharfe Bremsungen aus, so kann auf einen unruhigen und hektischen Fahrstil, der mit erhöhter Belastung einhergeht, geschlossen werden.

Die Ausführungen zur Fahrerbelastung orientieren sich am Belastungs-Beanspruchungs-Konzept von ROHMERT (1984). Belastung umfasst hier alle äußeren Merkmale, die auf den Menschen einwirken, während die Beanspruchung die Auswirkungen auf den Menschen, unter Berücksichtigung der Belastungshöhe und der individuellen Fähigkeiten, beinhaltet. Ziel der Analysen ist ein (objektives) Belastungsmaß, das je nach persönlichen Fähigkeiten allerdings zu unterschiedlichen Beanspruchungen führen kann.

Ergebnisse der Beschleunigungsversuche:

Schon die erste Betrachtung der gemessenen Variablen vermittelt den Eindruck, sowohl die Gaspedalstellung als auch die Geschwindigkeit, mit der das Pedal betätigt wird, ließen Rückschlüsse auf Absichten und Stil des Fahrers zu. Dies soll am Beispiel des „sportlichen“ Gasgebens eines Probanden in Bild 20 gezeigt werden.

An der Linie, welche die Gaspedalstellung zeigt, fällt auf, dass das Pedal zunächst mit hoher Geschwindigkeit betätigt wird, dann verharrt es



**Bild 20:** Rohdaten einer Versuchsperson beim „sportlichen“ Beschleunigen auf 80 km/h

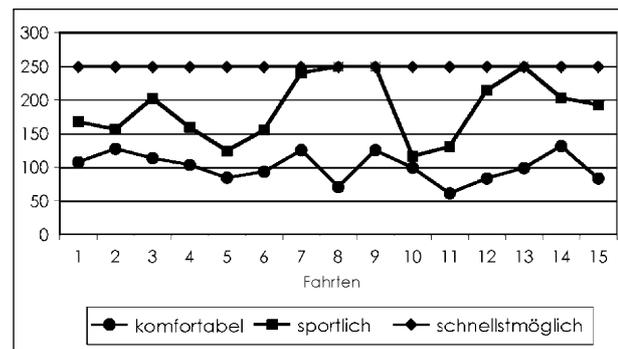
Aufgabe des Fahrers	Mittelwert	Standardabw.
komfortabel beschleunigen	0,58 sec	0,29
sportlich beschleunigen	0,70 sec	0,28
schnellstmöglich beschleunigen	0,30 sec	0,14

**Tab. 3:** Zeitbedarf bis zum Erreichen des ersten Plateaus, Mittelwerte und Standardabweichungen

auf einem Plateau (in Bild 20 zwischen der Maßeinheit 200 und 210). Der Fahrer prüft nun, ob die gefahrene Geschwindigkeit mit der angestrebten übereinstimmt, wobei durch die Systemtotzeit und die Massenträgheit des Fahrzeugs eine zeitliche Verzögerung entsteht. Wir erkennen in Bild 20 ein zweites Plateau (etwa in Höhe der Maßeinheit 120), das über eine Reihe von Messintervallen gehalten wird. Die Durchsicht der Daten legt nahe, als Plateau einen Zeitabschnitt von 0,14 Sekunden (entspricht 7 Messintervallen) zu definieren, in dem das Pedal nur unwesentlich bewegt wird. Da sich die ersten Plateaus bei allen Fahraufgaben und über alle Personen als die stabilsten erweisen, werden diese Werte weiter analysiert. Tabelle 3 zeigt den Zeitbedarf bis zum Erreichen des ersten Plateaus, gemessen ab der ersten Pedalbewegung, Bild 21 die Skalenwerte für die verschiedenen Aufgaben.

Bis auf einige wenige Ausnahmen sind die Plateaus gut Wertebereichen zuzuordnen, in Tabelle 4 sind die Grenzen festgelegt.

Auch die Geschwindigkeit, mit der das Gaspedal betätigt wird, ist sehr aussagekräftig. Hier werden verschiedene Arten der Filterung und Auswertungsalgorithmen erprobt. Als Ergebnis sei aus Gründen der Übersichtlichkeit vorweggenommen, dass die besten Rückschlüsse ein Mittelwert aus



**Bild 21:** Plateaus der Gaspedalstellung beim komfortablen, sportlichen oder schnellstmöglichen Beschleunigen auf 80 km/h (Wertebereich 0 bis 250 Skaleneinheiten), mit jeweils 15 Fahrten (5 Personen à 3 Fahrten je Bedingung)

Aufgabe des Fahrers	Plateau der Gaspedalstellung (Skaleneinheiten)
komfortabel beschleunigen	< 130
sportlich beschleunigen	130 - 248
schnellstmöglich beschleunigen	> 248

**Tab. 4:** Wertebereiche für die Plateaus der Gaspedalstellung bei verschiedenen Arten der Beschleunigung

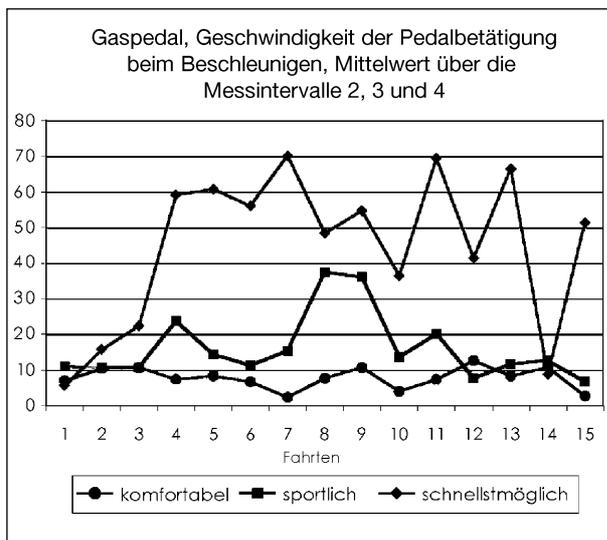
dem zweiten, dem dritten und dem vierten Messintervall (je 0,02 Sekunden) erlaubt. Bild 22 zeigt die Werte für die Aufgaben.

Auch hier sind wieder, bis auf einige wenige Ausnahmen, die Wertebereiche gut zu erkennen. In Tabelle 5 sind die Grenzen definiert.

Ein drittes Kriterium könnte von Interesse sein, besonders, wenn der Fahrer aus dem Stand beschleunigt: Der Wechsel vom Bremspedal auf das Gaspedal geschieht unterschiedlich schnell, wie Bild 23 und Tabelle 6 zeigen.

Mithilfe von t-Tests für abhängige Stichproben wird geprüft, wie gut die Vorhersage ist. Tabelle 7 zeigt Folgendes: Dient das erste gehaltene Plateau (Mittelwert über 0,14 Sekunden) als Kriterium, so sind alle t-Test-Vergleiche hochsignifikant.

Hingegen ist die Zeit bis zum Erreichen des Plateaus nicht für alle 3 Bedingungen signifikant. Bezüglich der Geschwindigkeit, mit der das Gaspedal betätigt wird, unterscheiden sich die Arten der Be-



**Bild 22:** Geschwindigkeit, mit der das Gaspedal betätigt wird, beim komfortablen, sportlichen oder schnellstmöglichen Beschleunigen auf 80 km/h mit jeweils 15 Fahrten (5 Personen à 3 Fahrten je Bedingung)

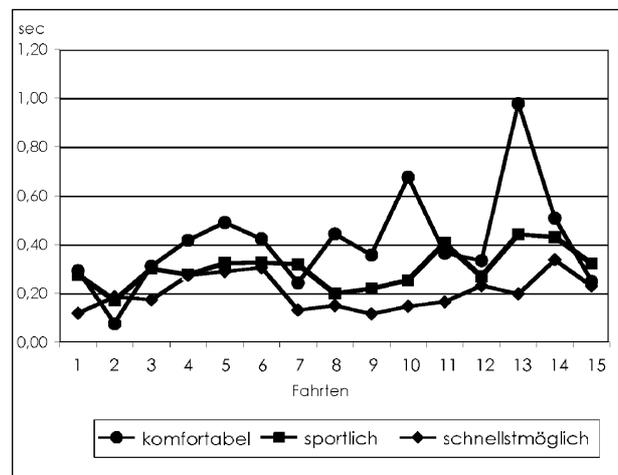
Aufgabe des Fahrers	Grenzwerte der Gaspedalgeschwindigkeit (Skaleneinheiten pro Sekunde)
komfortabel beschleunigen	< 12
sportlich beschleunigen	12 - 28
schnellstmöglich beschleunigen	> 28

**Tab. 5:** Wertebereiche für die Geschwindigkeit, mit der das Gaspedal betätigt wird, bei verschiedenen Arten der Beschleunigung

schleunigung hochsignifikant. Die Zeit des Wechsels zwischen Bremspedal und Gaspedal zeigt signifikante Unterschiede zwischen dem komfortablen Beschleunigen und den anderen beiden Arten.

Es ist somit gelungen, drei Parameter mit hoher Vorhersagekraft zu identifizieren und einem Modell zuzuführen.

Wir verfügen nun über drei Kriterien, die erlauben, verschiedene Messwerte der vom Fahrer intendier-



**Bild 23:** Zeitbedarf für den Wechsel vom Bremspedal zum Gaspedal, beim komfortablen, sportlichen oder schnellstmöglichen Beschleunigen auf 80 km/h mit jeweils 15 Fahrten (5 Personen à 3 Fahrten je Bedingung)

Aufgabe des Fahrers	Mittelwert	Standardabw.
komfortabel beschleunigen	0,41 sec	0,21
sportlich beschleunigen	0,30 sec	0,08
schnellstmöglich beschleunigen	0,20 sec	0,07

**Tab. 6:** Wechsel zwischen Bremspedal und Gaspedal, Mittelwerte und Standardabweichungen

Kriterium	Zeit zum Erreichen des ersten Plateaus	Höhe des ersten Plateaus	Geschwindigkeit der Betätigung des Gaspedals (2., 3., 4. M.i.)	Zeit für Pedalwechsel zwischen Bremse und Gas
Vergleich zwischen:				
komfortablem und sportlichem Beschleunigen	p = 0,24 n. s.	p = 4,5 E-6 ***	p = 0,004*** ***	p = 0,04 *
komfortablem und schnellstmöglichen Beschleunigen	p = 0,006 ***	P = 2 E-13 ***	p = 2,7 E-5 ***	p = 0,02 *
sportlichem und schnellstmöglichen Beschleunigen	p = 3,5 E-05 ***	p = 0,0001 ***	p = 0,0001 ***	p = 0,15 n. s.

**Tab. 7:** Prüfung der Vorhersagequalität mittels t-Test, wobei: n.s.: nicht signifikant; \*: signifikant; \*\*: sehr signifikant; \*\*\*: hochsignifikant; M.i.: Messintervall

ten Beschleunigungsart zuzuweisen. Diverse Bewertungsalgorithmen mit oder ohne Gewichtungsfaktoren werden erprobt, als günstig erweist sich die in Tabelle 8 dargestellte Kategorisierung und Gewichtung.

Bei der Beschleunigung wird der höchste Gewichtungsfaktor, 3, dem ersten gehaltenen Plateau zugewiesen, da es die beste Vorhersagekraft besitzt. Die Geschwindigkeit, mit der das Gaspedal betätigt wird, erhält den Gewichtungsfaktor 2, da sie von geringerer Bedeutung ist. Mit Faktor 1 wird die Zeit für den Wechsel zwischen Bremspedal und Gaspedal gewichtet, da sie von externen Einflüssen abhängig und weniger aussagekräftig ist. Daraus ergibt sich folgender Berechnungsalgorithmus:

Beschleunigungsklasse  $\leftarrow$  [Erstes gehaltenes Plateau \* 3 + Geschwindigkeit der Betätigung des Gaspedals \* 2 + Zeit für Pedalwechsel zwischen Bremse und Gas \* 1] : 3.

Fahrverhalten	Einteilung in Klassen	Höhe erstes gehaltenes Plateau (Werte 2, 3, 4)	Geschwindigkeit der Betätigung des Gaspedals (2., 3., 4. M.i.)	Zeit für Pedalwechsel zwischen Bremse und Gas
komfortabel beschleunigen	1	< 130	< 12	> 0,35 sec
sportlich beschleunigen	2	130 - 248	12 - 28	0,25 - 0,35 sec
schnellstmöglich beschleunigen	3	> 248	> 28	< 0,25 sec
Gewichtungsfaktor		3	2	1

Tab. 8: Einteilung des Beschleunigungsverhaltens in Klassen, Grenzwerte der Parameter und günstigster Gewichtungsfaktor der Parameter (M.i.: Messintervall)

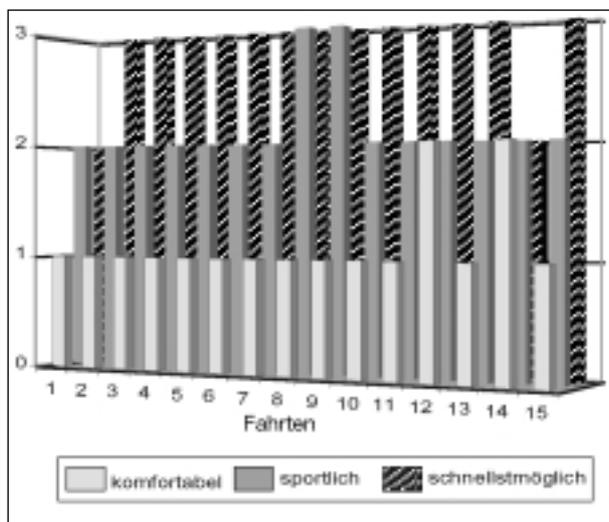


Bild 24: Zuordnung des Beschleunigungsverhaltens mit Hilfe des Berechnungsalgorithmus in 87 % der Fälle erfolgreich

Unter Verwendung dieser Formel gelingt eine korrekte Zuordnung der Messwerte zu den vom Fahrer ausgeführten Beschleunigungsvarianten in 87 % der Fälle. Bild 24 veranschaulicht dieses Ergebnis.

### 3.2.2 Querb beschleunigung

Zielsetzung:

Ziel dieses Experiments ist es, exemplarisch an einigen Fahrsituationen zu prüfen, ob aus Fahrzeugdaten, die über den CAN-Bus gewonnen werden, oder aus abgeleiteten Daten die Intention des Fahrers ersichtlich wird.

Von besonderer Wichtigkeit ist hierbei, Fahrmanöver der Querregulierung, die einander sehr ähnlich sind, zu unterscheiden. Kann beispielsweise ein Überholmanöver in einer leicht gekrümmten Kurve unterschieden werden vom Durchfahren dieser Kurve? Vorversuche zeigten hier keine großen Unterschiede in den Lenkwinkeländerungen oder den Querb beschleunigungswerten, es sei denn, das Manöver wurde sehr abrupt ausgeführt. Wünschenswert wäre, bereits vor Beginn des Manövers, wenn noch keine Querkräfte wirken, die Absicht des Fahrers zu erkennen.

Experimentelles Design:

Als Versuchsstrecke dient das etwa einen Kilometer lange Teilstück einer zweispurigen Landstraße. Auf eine Gerade folgt eine Rechtskurve, dann eine Linkskurve mit Abbiegemöglichkeit nach links und eine weitere Rechtskurve. Die Strecke ist gut einsehbar, der Kurvenradius schwach ausgeprägt. Die Strecke wurde freundlicherweise vom Institut für Vermessungswesen der UniBW, München, digitalisiert.

Aufgabe der Versuchspersonen ist es, mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 80, 100 oder 120 km/h

- die Spur zu halten,
- in der Linkskurve nach links abzubiegen,
- in der Linkskurve das vorausfahrende Fahrzeug zu überholen.

Das zu überholende Fahrzeug fährt in der dritten Bedingung 60, 80 oder 90 km/h, es reduziert den Abstand zum Versuchsträger so, dass das Überholmanöver in der Linkskurve durchgeführt werden kann.

#### Versuchspersonen:

10 männliche Probanden im Alter von 22 bis 26 Jahren nehmen am Versuch teil. Ihre Fahrpraxis beträgt im Durchschnitt 20.000 km/Jahr, den Führerschein besitzen sie 6,4 Jahre (Mittelwert). Vier Probanden beschreiben sich als „sportliche“, vier als „moderate“ und zwei als „sicherheitsbewusste“ Fahrer.

#### Abhängige Variablen:

Folgende Messwerte aus dem CAN-Bus des Versuchsfahrzeuges (Mercedes C200 Automatik, Beschreibung in Kap. 4.5) werden aufgezeichnet:

- Geschwindigkeit,
- Lenkwinkel,
- Querbearbeitung,
- Gaspedalstellung,
- Bremspedalstellung,
- Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug,
- Blinker links bzw. rechts.

Um die Analyse zu erleichtern, wird außerdem die Zeitachse aufgezeichnet. Weiterhin setzt der Versuchsleiter Markierungspunkte an speziellen Streckenmarken.

#### Systemvoraussetzungen:

Voraussetzung für die Fahrerabsichtserkennung ist eine Wissensbasis über Straßenverläufe und Verzweigungen. Dieses Wissen kann im Fahrzeug vorhanden sein (z. B. im Bordrechner, auf einer CD, ...) oder stückweise übertragen werden (z. B. per Handy). In diesem Versuch wird ein „kommunikatives“ Navigationssystem simuliert, als vorausschauende Zeitspanne dient ein Wegäquivalent von 100 Metern. Somit stehen aus der Navigationsdatenbasis folgende Daten mit ihren Attributen zur Verfügung:

- Wegkoordinaten,
- Attribute zur Straßenführung (gerade Strecke, Links-, Rechtskurve),
- Attribute zur Straßenanbindung (Abzweigung nach links, nach rechts).

#### Versuchsplan und -durchführung:

Nach einer 15-minütigen Fahrt, die der Gewöhnung an das Fahrzeug dient, wird die Versuchsstrecke

einmal durchfahren. Anschließend erfolgt die Instruktion, die sich auf die Ausgangsgeschwindigkeit und das auszuführende Fahrmanöver bezieht. Die Ausgangsgeschwindigkeit wird systematisch variiert, für die Aufgaben geradeaus Fahren, Abbiegen und Überholen muss, straßenbedingt, die Reihenfolge beibehalten werden.

Die abhängigen Variablen werden aus dem CAN-Bus des Versuchsfahrzeuges in Messintervallen von 0,02 sec (50 Hz) ausgelesen.

#### Rohdaten:

Bild 25 zeigt einen Rohdatensatz am Beispiel der Versuchsperson 01, Überholmanöver, ausgehend von einer Anfangsgeschwindigkeit von 100 km/h. Das Überholmanöver findet nach einer Strecke von ca. 360 Metern statt, wir erkennen dies an der Abstandslinie: Sie springt auf Null, sobald der Vorausfahrende vom Abstandssensor verloren wird, d. h. auf gleicher Höhe wie das Versuchsfahrzeug ist.

Aufgrund der Erkenntnisse von Vorversuchen wird zunächst auf die Analyse der Querbearbeitung und des Lenkwinkels verzichtet.

Da ein wesentliches Ziel der Prädiktion darin besteht, auch bei unvollständigen Fahrerreaktionen (z. B. Blinkerbetätigung wird vergessen) zu tragfähigen Aussagen zu kommen, wird vorerst auch der Blinker als klarer Indikator eines Fahrmanövers ausgeklammert. Erst wenn sich zeigt, dass ohne derartige Informationen eine valide Vorhersage nicht möglich ist, sollen diese Parameter schrittweise hinzugenommen werden.

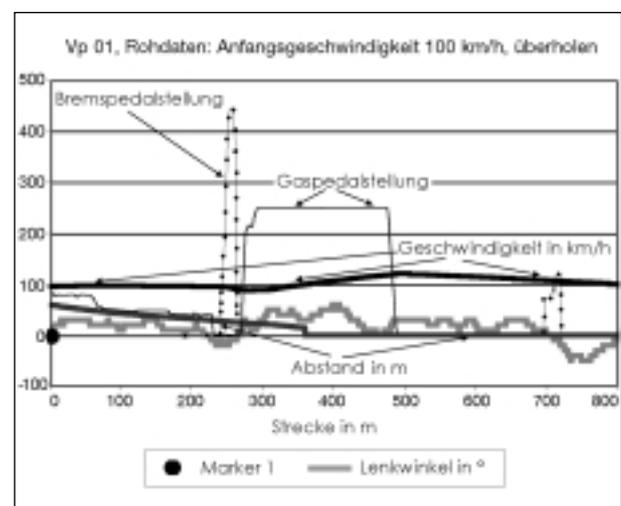


Bild 25: Rohdaten einer Versuchsperson beim Überholen

Fahrverhalten	Gaspedalstellung, Skaleneinheiten (CAN-Bus)	Einteilung in Klassen
keine Beschleunigung, leichtes verzögern mit Motorbremse, wenn Bremse = 0	0 SkE	0
wenig Gas, geringe Beschleunigung, Geschwindigkeit halten bei $v = 80$ bis $120$ km/h	10 bis 110 SkE	1
Übergangszone: abhängig von Fahrstil und Situation bedeutet dieser Bereich eine andere Intention, z. B. Geschwindigkeit halten oder beschleunigen beim Überholen	110 bis 130 SkE	2
hauptsächlich bei starker Beschleunigung, z. B. beim Überholen	130 bis 240 SkE	3
Vollgas, z. B. schnellstmögliches Überholen oder schnellstmögliches Erreichen einer Endgeschwindigkeit	250 SkE	4

Tab. 9: Einteilung der Gaspedalstellung in Klassen

Fahrverhalten	Betätigungszeit des Bremspedals	Einteilung in Klassen
kein Bedarf an Anpassung der Geschwindigkeit, bei Gas = 0 geringer Bedarf an Verzögerung	< 0,1 sec	0
mäßiger Bedarf an Anpassung der Geschwindigkeit	0,1 bis 2 sec	1
starker Bedarf an Anpassung der Geschwindigkeit, bremsen bis zum Stillstand	> 2 sec	2

Tab. 10: Einteilung der Betätigungszeit des Bremspedals in Klassen

Fahrverhalten	Abstand zum Vorausfahrenden	Einteilung in Klassen
kein vorausfahrendes Fahrzeug	0 Meter	0
aufschließen nicht erforderlich oder erwünscht, da vorausfahrendes Fahrzeug höhere Geschwindigkeit fährt	wird größer	1
in der Kolonne fahren, hinter dem vorausfahrenden Fahrzeug bleiben	gleichbleibend	2
aufschließen, da eigne Geschwindigkeit höher ist als die des Vorausfahrenden, evtl. überholen vorbereiten	wird kleiner	3

Tab. 11: Einteilung des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug

Betrachten wir daher zunächst nur die Längsregelungsdaten und die Attribute der Wegführung und Straßenanbindung.

Bei der Betrachtung der Rohdaten aller Versuchsteilnehmer fällt auf, dass die Gas- und Bremspedalstellung unterschiedlich ausgeprägte Niveaus zeigt, in unserem Beispiel gut zu erkennen an der relativ lang anhaltenden Gaspedalstellung (Wert um 240) am Streckenabschnitt 290 - 490 Meter. Hier stellt sich die Frage nach der inhaltlichen Bedeutung dieser Niveaus. Um dies zu prüfen wurde anhand einer weiteren Datenerhebung eine inhaltliche Klassifikation vorgenommen.

Klassifikation der Gaspedalstellung:

Das Fahrverhalten wird beobachtet und in Relation zu den Skaleneinheiten der CAN-Bus-Signale bezüglich der Gaspedalstellung gebracht. Tabelle 9 beschreibt die Zuordnung von Verhalten und Skalenwerten und teilt sie in Klassen ein.

Klassifikation des Bremspedals:

Zur Abschätzung der Fahrerintention wird die Dauer der Bremsbetätigung in drei Klassen unterteilt (siehe Tabelle 10). Sehr kurze Pedalbetätigungen, die noch unterhalb der Systemtotzeit liegen, haben keine Auswirkung auf die Längsregelung, auch lassen sie keinen Rückschluss auf die Absicht des Fahrers zu. Daher wird die Klasse des mäßigen Bedarfs an Verzögerung ab 0,1 Sekunden Betätigungsdauer gemessen.

Klassifikation des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug:

Der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, erfasst per Radarsensor, wird über den CAN-Bus ausgelesen. Zusätzlich könnte der ebenfalls im CAN-Bus vorliegende Wert der Relativgeschwindigkeit verarbeitet werden, was jedoch weiteren Experimenten vorbehalten bleibt. Der Absolutwert des Abstands lässt zunächst keine Aussage über die Fahrerabsichten zu. Ermittelt man jedoch die Änderung über der Zeit, so ist eine Einteilung in Klassen möglich (siehe Tabelle 11). Wegen des Rauschens dieser Messwerte werden die Daten tiefpassgefiltert, anschließend der gleitende Mittelwert über 8 Messintervalle (angestrebt: 5 Intervalle) gebildet.

Entwurf eines Prädiktionsverfahrens zur Querbeschleunigung:

Ziel ist, mit wenig Messparametern und einem einfachen Algorithmus zur Auswertung möglichst gute Vorhersagen über das vom Fahrer beabsichtigte Manöver treffen zu können. Dazu werden die Klasseneinteilungen für

- die Gaspedalstellung (Klassen: 0, 1, 2, 3, 4),
- die Betätigungszeit des Bremspedals (Klassen: 0, 1, 2),
- die Änderungen des Abstands zum Vorausfahrenden (tiefpassgefiltert, gleitender Mittelwert) (Klassen: 0, 1, 2, 3) verwendet.

- Außerdem werden die Attribute zur Straßenanbindung, beispielsweise ob eine Abzweigung nach links oder rechts besteht, einbezogen. Hier definieren wir drei Möglichkeiten: 0 = keine Anbindung; 1 = Abzweigung nach links; 2 = Abzweigung nach rechts.

Zur Synchronisierung der Daten dienen:

- die Zeitachse  $t$ , gemessen in Sekunden,
- Markierungen, die auf der Strecke eingegeben werden, sog. Trigger (1, 0),
- die geografischen Koordinaten der Versuchsstrecke, gemäß der Vermessung (x- und y-Koordinaten, gemessen in Grad,
- die Streckenlänge ab der ersten Markierung (Trigger), gemessen in Metern.

Messdaten zur Gaspedalstellung, Betätigungszeit des Bremspedals und zum Abstand sowie die Straßenbeschreibung lassen die Vorhersagen in Tabelle 12 bezüglich des geplanten Manövers zu.

Die logischen Zusammenhänge lassen sich in Boole'sche Formeln überführen. Am Beispiel der Vorhersage „links abbiegen“ sei dies gezeigt:

WENN (Gaspedalstellung = 0  $\cup$  1  $\rightarrow$  0)  
 UND (Betätigungszeit Bremspedal = 2)  
 UND (Abstand zum Vorausf. = 0  $\cup$  1  $\cup$  3)  
 UND (Attribute zur Straßenanbindung = 1)  
 DANN (vorhergesagtes Manöver des Fahrers)  
 = links abbiegen

Ähnliche Wenn-Dann-Beziehungen sind auch für die anderen Fahrmanöver aufzustellen.

Prüfung des Prädiktionsverfahrens an den Daten:

Um dieses Vorhersageverfahren zu prüfen, verwenden wir die Daten des eingangs beschriebenen Experiments zur Querbeschleunigung. Pro Versuchsteilnehmer ( $n = 10$ ) liegen 9 Datensätze vor. Für jeden Datensatz wird anhand des oben beschriebenen Verfahrens eine Vorhersage getroffen.

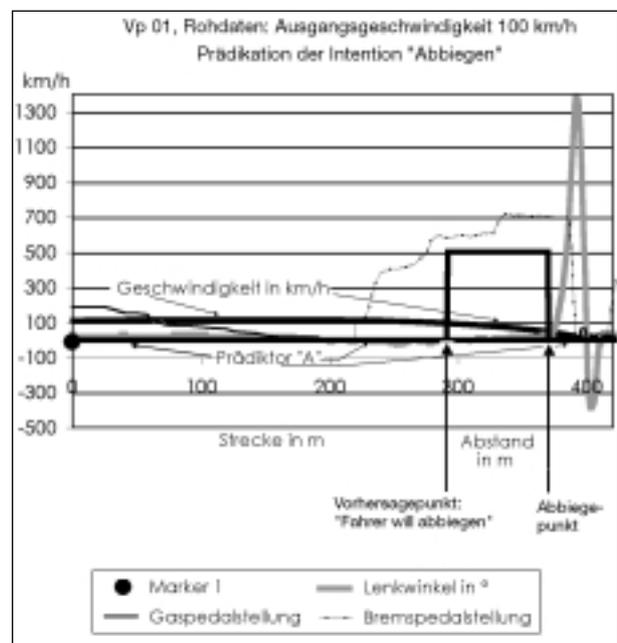
Die Prädiktion für die Geradeausfahrt stimmt in allen 30 Fällen (Geschwindigkeit 80, 100, 120 km/h bei 10 Probanden) mit dem Fahrverhalten überein.

Beim Abbiegen nach links und beim Überholen ergibt sich jeweils eine Übereinstimmung von 93 %.

Einige Details sollen mit Hilfe der folgenden Bilder besprochen werden:

Messdaten			Attribute zur Straßenanbindung	vorhergesagtes Manöver des Fahrers
Gaspedalstellung	Betätigungszeit Bremspedal	Abstand zum Vorausfahrenden		
0	2	1	1	links abbiegen
0	2	0	1	links abbiegen
0	2	3	1	links abbiegen
1 $\rightarrow$ 0	2	1	1	links abbiegen
1 $\rightarrow$ 0	2	0	1	links abbiegen
1 $\rightarrow$ 0	2	3	1	links abbiegen
1	0	2	1	Spur halten
1	0	0	1	Spur halten
1	0	1	1	Spur halten
2	0	2	1	Spur halten
2	0	0	1	Spur halten
2	0	1	1	Spur halten
3	0	1	1	Spur halten
3	0	0	1	Spur halten
2 $\rightarrow$ 0	1	3	1	überholen
2	0	3	1	überholen
3 $\rightarrow$ 0	1	3	1	überholen
3	0	3	1	überholen
4 $\rightarrow$ 0	1	3	1	überholen
4	0	3	1	überholen

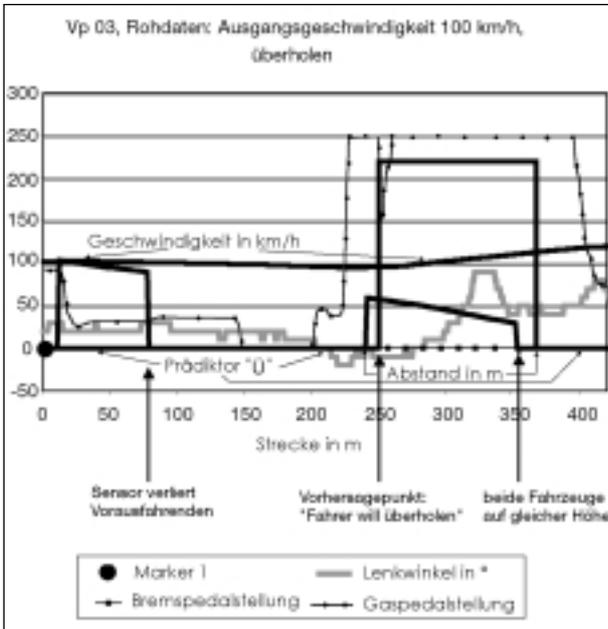
**Tab. 12:** Vorhersage des Fahrmanövers, Wahrheitstabelle (die Werte beziehen sich auf die im Text beschriebenen Klassen,  $\rightarrow$  bedeutet, von einer Klasse zur anderen, in der Spalte „Attribute“ steht 1, da hier die Möglichkeit, nach links abzubiegen, besteht)



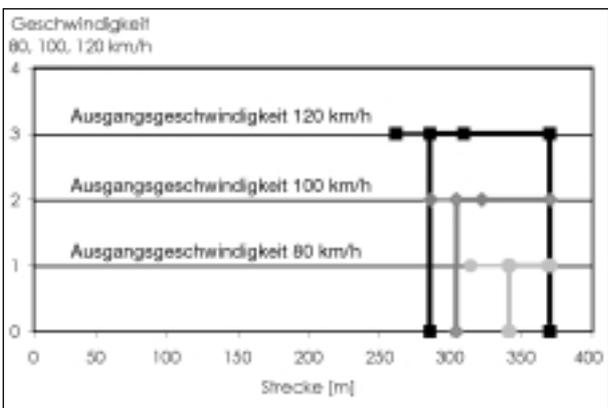
**Bild 26:** Vorhersage des Fahrmanövers „Fahrer will abbiegen“

Bild 26 zeigt die Daten für ein Abbiegemanöver: Man sieht, wie der Fahrer vom Gas geht, auf die Bremse wechselt, stark bremst, 100 Meter vor der Abzweigung kommt die Information über die Abbiegemöglichkeit aus der Navigationsdatenbank

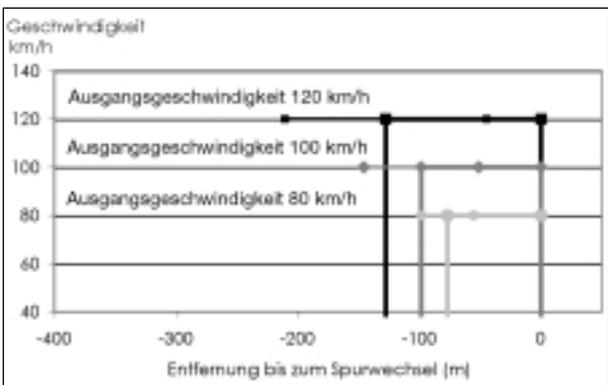
hinzu, womit die Prognose „Fahrer will abbiegen“ gestellt werden kann. Die entsprechenden Punkte sind in Bild 26 eingetragen.



**Bild 27:** Vorhersage des Fahrmanövers „Fahrer will überholen“



**Bild 28:** Vorhersage des Fahrmanövers „Fahrer will abbiegen“, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Ausgangsgeschwindigkeiten 80, 100 und 120 km/h



**Bild 29:** Vorhersage des Fahrmanövers „Fahrer will überholen“, Landstraße, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Ausgangsgeschwindigkeiten 80, 100 und 120 km/h

Bild 27 zeigt ein Überholmanöver: Problematisch ist hier, dass der Abstandssensor das vorausfahrende Fahrzeug verliert (Abbruch der Linie bei ca. 75 Metern). Allerdings bleibt hier die Gaspedalstellung gleich. Erst bei ca. 200 m wird stark Gas gegeben, der Sensor misst einen geringer werdenden Abstand zum Vordermann, so dass bei 250 m die Prognose „Fahrer will überholen“ gestellt werden kann. Diese Vorhersage erfolgt ca. 100 Meter vor dem Manöver, obwohl der Sensor das Fahrzeug zwischenzeitlich verloren hatte.

Das Ergebnis der Versuche zur Vorhersage des Abbiegens lässt sich wie folgt zusammenfassen (vgl. Bild 28): Je höher die Ausgangsgeschwindigkeit ist, desto früher ist die Absicht des Fahrers zu erkennen: Bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 120 km/h wird die Absicht 93 Meter vor dem Abbiegepunkt erkannt ( $\sigma = 24$ ), bei 100 km/h sind es 75 Meter vorher ( $\sigma = 18$ ) und bei 80 km/h 38 Meter ( $\sigma = 27$ ).

Bild 29 zeigt die Analyse des Überholvorgangs. In der Abbildung wird der Punkt, an dem die Fahrzeuge auf gleicher Höhe sind, also der Abstandssensor den Vorfahrer verliert, zur Veranschaulichung auf Null gesetzt. Je höher die Ausgangsgeschwindigkeit ist, desto früher kann die Vorhersage „Fahrer will überholen“ getroffen werden. Bei 120 km/h ist dies 128 Meter vor dem „Nullpunkt“ ( $\sigma = 83$ ), bei 100 km/h 99 Meter vorher ( $\sigma = 47$ ), bei 80 km/h 77 Meter ( $\sigma = 22$ ).

### 3.3 Umweltaspekte

Neben Fahrer- und Fahrzeugaspekten kann eine Reihe von Umweltfaktoren dazu beitragen, eine Fahrsituation als kritisch zu werten. Tabelle 13 soll

Umweltaspekte	mögliche Beurteilungskriterien
Art der Straße	Autobahn Stadtautobahn Landstraße innerstädtische Straße
Fahrbahnbeschaffenheit	eben/uneben eng/weit
Straßenverhältnisse	trocken/nass griffig/schmierig
Verkehr	gering/hoch Verkehr in gleicher Richtung/Gegenverkehr, Verkehr quert
Sichtbedingungen	Tag/Nacht Sicht gut/mittel/schlecht
Hörbedingungen	Umgebungsgeräusche laut/leise

**Tab. 13:** Umweltaspekte und mögliche Beurteilungskriterien

einen Überblick skizzieren, wobei noch kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht.

Die Zeit, die für dieses Forschungsprojekt zur Verfügung steht, ist zu kurz, um alle Parameter gründlich zu evaluieren. Hier sollen auszugsweise einige Punkte ausgeführt, bei anderen eine mögliche pragmatische Vorgehensweise, die durch Daten ergänzt oder verändert werden müsste, dargestellt werden.

### 3.3.1 Straßenart

Gesucht wird nach einem System, das durch eine Kombination von Straßenart und gefahrener Geschwindigkeit eine Abschätzung der Belastung des Fahrers erlaubt. Das Wissen, welche Art von Straße befahren wird, kann per GPS zur Verfügung gestellt werden, die Geschwindigkeit liegt als Messwert im Fahrzeug vor. Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse eines Expertenratings (6 Beurteiler, Mittelwerte):

Bild 30 lässt eine nahezu U-förmige Belastungskurve für die Autobahn erkennen, d. h. wird auf der Autobahn sehr langsam oder sehr schnell gefahren, ist dies für den Fahrer belastender als Fahrten bei mittlerer Geschwindigkeit. Bei geringen Geschwindigkeiten tritt nach Expertenmeinung eine Überforderung durch Unterforderung auf. Hingegen übersteigt auf der Stadtautobahn, auf der Landstraße und im innerstädtischen Bereich das straßen- und geschwindigkeitsbedingte Belastungsniveau nicht den mittleren Bereich.

Als Regel für den Infomanager kann festgehalten werden:

Werden auf der Autobahn Geschwindigkeiten unter 40 km/h und über 150 km/h gefahren, so muss die Informationsausgabe gedrosselt werden.

Diese pragmatische Herangehensweise muss durch Versuche ergänzt werden:

Zum einen hängt die Belastung stark von der Verkehrsdichte ab, weshalb in weiteren Untersuchungen ein Verfahren entwickelt wird, aus Fahrzeugdaten, Position und Tageszeit die Verkehrsdichte zu schätzen. Auch das eigene und das Verhalten anderer Fahrzeuge (z. B. Relativgeschwindigkeiten) beeinflusst die Belastung des Fahrers. Eigene Arbeiten sowie Forschungen in INVENT und COMUNICAR verfolgen diese Ziele.

### 3.3.2 Straßenverhältnisse

Geht man von der Annahme aus, der Fahrer sei am stärksten bei Straßenverhältnissen belastet, die besonders gefährlich sind, so bietet die „Experteneinschätzung zur Gefährlichkeit von Verkehrssituationen“ (FÄRBER et al., 1991) eine gute Ausgangsbasis. In Bild 31 sind Situationsbeschreibungen dargestellt, die von 20 Verkehrssicherheitsexperten auf einer 5-stufigen Ratingskala bewertet wurden.

Durch welche Sensoren können die in Bild 31 genannten Situationen erfasst werden?

Anhand der Problemliste wird deutlich, dass das Ansprechen des Glättesensors (vgl. SCANIA,

	Straßenart			
	Autobahn	Stadt-autobahn	Landstraße	innerstädtische Straße
Geschwindigkeit von bis ... km/h	30 - 200	30 - 80	50 - 120	30 - 60
Belastung bei ...				
bei 30 km/h	3,7	3,2		2,5
bei 50 km/h	2,7	3,0	1,8	2,5
bei 60 km/h	2,5	3,0	1,8	3,3
bei 80 km/h	2,3	3,3	2,1	
bei 100 km/h	2,0		2,2	
bei 110 km/h	1,7		2,6	
bei 120 km/h	1,5		3,0	
bei 140 km/h	2,8			
bei 160 und mehr	4,7			

Tab. 14: Einschätzung der Belastung des Autofahrers auf verschiedenen Straßenarten und Geschwindigkeiten (Expertenrating, wobei: 1 = nicht belastet, ..., 3 = mittel belastet, ..., 5 = sehr hoch belastet)

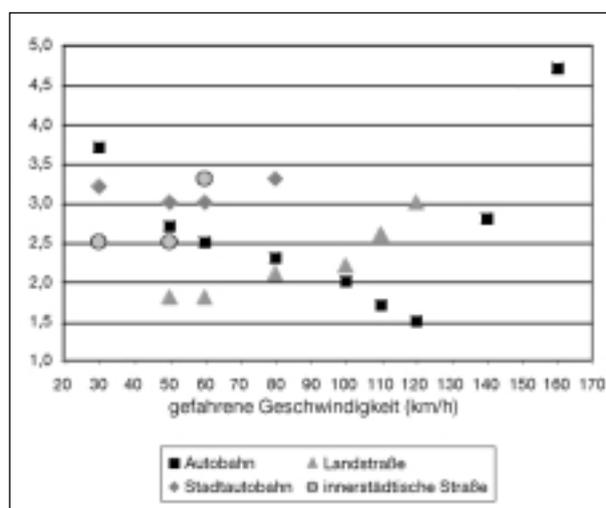
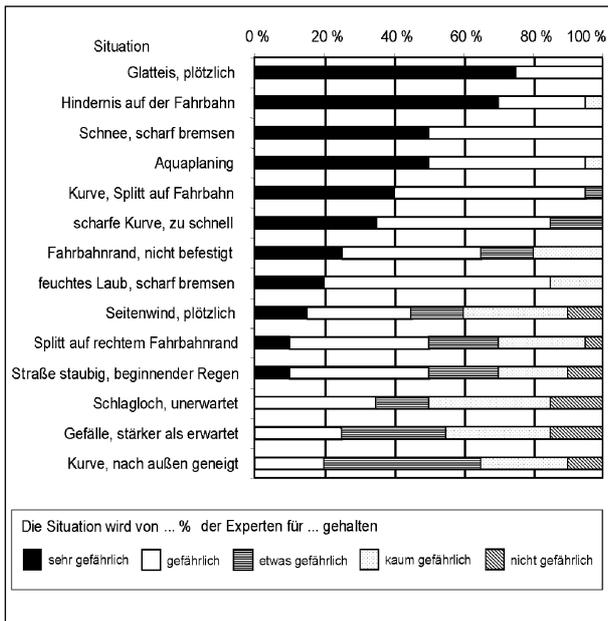


Bild 30: Grafische Darstellung der Belastung des Fahrers (Faktoren: Straßenart, Geschwindigkeit)



**Bild 31:** Experteneinschätzung der Belastung des Autofahrers bei verschiedenen Straßenverhältnissen, aus FÄRBER et al., 1991, S. 17 ff.

2001), des ESP, ASR oder ABS, starkes Bremsen sowie eine abrupte Querschleunigung als Indikator für ungünstige Straßenverhältnisse dienen können.

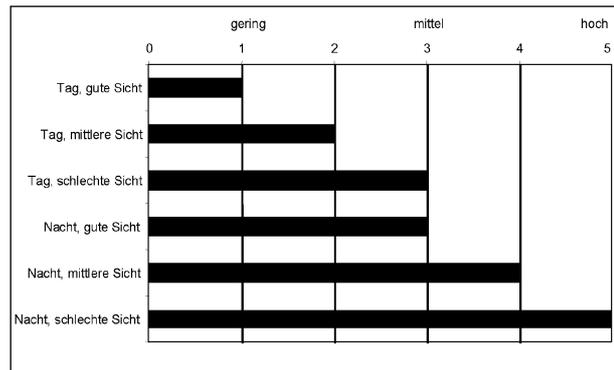
Sobald einer dieser Sensoren anspricht, werden die Straßenverhältnisse als „kritisch“ gewertet.

### 3.3.3 Kategorisierung der Sichtbedingungen

Die Sichtbedingungen werden einer genauen Analyse unterzogen. Berücksichtigt werden sollen nur Bedienelemente und Sensoren, die im Fahrzeug implementiert sind.

Wir unterscheiden Tages- und Nachtsichtbedingungen, jeweils mit guter, mittlerer und schlechter Sicht und fixieren dies an folgenden Kriterien:

- Tageslichtbedingung liegt vor, wenn
  - o Abblendlicht aus (A = 0),
  - o Fernlicht aus (F = 0),
  - o Dämmerungssensor inaktiv (D = 0).
- Nachtsichtbedingung liegt vor, wenn
  - o Abblendlicht an (A = 1),
  - o Fernlicht an (F = 1),
  - o Dämmerungssensor aktiv (D = 1).
- Die Sicht ist gut, wenn
  - o Nebelbeleuchtung aus (N = 0),
  - o Regensensor inaktiv (R = 0),
  - o Scheibenwischer aus (S = 0).



**Bild 32:** Einschätzung der Belastung, je nach Sichtbedingung

- Die Sicht ist mittel, wenn
  - o Nebelbeleuchtung aus (N = 0),
  - o Regensensor aktiv (R = 1),
  - o Scheibenwischer langsam (SI = 1).
- Die Sicht ist schlecht, wenn
  - o Nebelbeleuchtung ein (N = 1),
  - o Regensensor aktiv (R = 1),
  - o Scheibenwischer schnell (Ss = 1).

Eine logische Verknüpfung dieser Beschreibungen ergibt die Zustandstabelle 15.

Ordnet man die Belastung, die aufgrund der Sichtbedingungen für den Fahrer besteht, in einer 5-stufigen Skala an, so ist sie sicherlich tagsüber bei guter Sicht am geringsten, nachts bei schlechter Sicht am höchsten. Schlechte Sicht am Tage und gute Sicht nachts wird von der Belastung her als mittel gewertet. Bild 32 verdeutlicht die Einstufung.

### 3.3.4 Weitere Faktoren

Hörbedingungen:

Bei der Belastung des Fahrers können auch die Hörbedingungen eine Rolle spielen. So wird ein lautes Umgebungsgeräusch, zumindest auf die Dauer, sehr belastend wirken. Dabei ist es gleichgültig, ob der Lärm vom eigenen Fahrzeug oder von Geräuschquellen außen verursacht wird.

Fühlbedingungen:

Auch die Kinästhetik könnte eine Rolle spielen: Gleitet ein Fahrzeug ruhig dahin, so ist dies weniger belastend als heftiges Vibrieren, zudem ist die Betätigung von Bedienelementen ohne Vibrationen einfacher und sicherer.

Situationsbeschreibung	Logik
Tag, gute Sicht	$(A = 0 \cup F = 0 \cup D = 0) \cap (N = 0 \cap R = 0 \cap S = 0)$
Tag, mittlere Sicht	$(A = 0 \cup F = 0 \cup D = 0) \cap (N = 0 \cap R = 1 \cap S = 1)$
Tag, schlechte Sicht	$(A = 0 \cup F = 0 \cup D = 0) \cap (N = 1 \cap R = 1 \cap S = 1)$
Nacht, gute Sicht	$(A = 1 \cup F = 1 \cup D = 1) \cap (N = 0 \cap R = 0 \cap S = 0)$
Nacht, mittlere Sicht	$(A = 1 \cup F = 1 \cup D = 1) \cap (N = 0 \cap R = 1 \cap S = 1)$
Nacht, schlechte Sicht	$(A = 1 \cup F = 1 \cup D = 1) \cap (N = 1 \cap R = 1 \cap S = 1)$

**Tab. 15:** Kategorisierung der Sichtbedingungen mit Hilfe der Stellung von Bedienelementen und Sensoren, wobei:  $\cup$  = logisches „oder“;  $\cap$  = logisches „und“, A = Abblendlicht, F = Fernlicht, D = Dämmerungssensor, N = Nebelbeleuchtung, R = Regensensor, S = Scheibenwischer, l = langsam, s = schnell

### 3.4 Wertung verschiedener Fahrer-, Fahrzeug- und Umweltaspekte

Die Vorgehensweisen in den Kapiteln 3.1 bis 3.3 sind unterschiedlich. Teilweise existieren bereits empirische Ergebnisse zur Abschätzung der Fahr-situation anhand einfacher Parameter, teilweise wurden Einschätzungen der Belastung des Fahrers durch Umweltparameter (z. B. Sicht) vorgenommen, teilweise sind erst pragmatische Festlegungen getroffen worden. Diese Ansätze sind ein Schritt auf dem Weg in eine neue Art der Fahrerinformation und Fahrerunterstützung, die situations- und belastungsabhängig ist.

Hierzu sind drei Bausteine erforderlich:

- die automatische Erfassung und Klassifikation von Fahrer-, Fahrzeug- und Umweltbedingungen,
- die Gesamtbewertung der Fahrerbelastung,
- die Anpassung der Informationsmenge an die freien Kapazitäten des Fahrers.

Neben bereits durchgeführten Analysen (siehe Kapitel 3.1 bis 3.3) und weiteren Studien zur Erfassung und Klassifikation von Fahrer-Fahrzeug-Umweltbedingungen werden in der vorliegenden Studie die Auswirkungen der Anpassung der Informationsmenge an den Fahrerzustand experimentell untersucht. Wenn sich zeigen lässt, dass Informationsmanagement prinzipiell positive Auswirkungen hat, ist es sinnvoll, die automatische Klassifikation und die Gesamtbewertung der Fahrerbeanspruchung weiter voranzutreiben.

## 4 Experimentelle Verhaltensbeobachtung

### 4.1 Zielsetzung der experimentellen Verhaltensbeobachtung

In den vorhergehenden Kapiteln wurden die Systeme, die dem Fahrer in Zukunft Informationen liefern könnten, dargestellt. Auch das Entscheidungsdiagramm (s. Bild 14) wurde mit den neu entwickelten Prädiktoren zur Situationsvorhersage ausgestattet.

In einem groß angelegten Feldexperiment sollen nun drei Konstellationen getestet und miteinander verglichen werden:

- Der Ist-Zustand (Versuchsbedingung A): In der momentanen Serienausstattung der gehobenen Klasse und im Zubehörhandel ist eine Reihe von Systemen erhältlich. Hier gibt es erste Ansätze, Prioritäten zu bilden, etwa die Leise-Schaltung des Radios während der Wegleit-Instruktionen. Doch werden Informationen nicht gefiltert bzw. zurückgestellt, wenn sie in einer ungünstigen Fahrsituation auftreten.
- Informationsmanager (Versuchsbedingung B): Diverse Systeme liefern Information, wie in Versuchsbedingung A, jedoch regelt der Informationsmanager (vgl. Kapitel 3), ob eine Information an den Fahrer sofort ausgegeben wird, ob sie momentan unterdrückt wird oder nur bei stehendem Fahrzeug erhalten werden kann.
- Info-Manager plus kompensatorische Hilfe (Versuchsbedingung C): Wie Bedingung B, doch erhält der Fahrer zusätzlich noch kompensatorische Hilfe zur besseren Bewältigung der Fahraufgabe, vgl. Kapitel 4.3.

### 4.2 Fragestellungen

Da das Blickverhalten eines Fahrers ein besonders wichtiger Indikator für die Ablenkung vom Verkehrsgeschehen ist (Hinwendung zu einem fahrzeuginnen System), interessiert uns, ob hinsichtlich der drei Konstellationen Unterschiede zu verzeichnen sind. Das Gleiche gilt für Änderungen im Fahrverhalten.

Neben den objektiven Daten, wie Fahrzeugparametern, Fahrverhalten usw., sind vor allen Dingen Unterschiede zwischen den Konstellationen bezüglich der subjektiven Wirkung auf den Fahrer

wichtig. So stellt sich die Frage, ob eine Konstellation von der Mehrheit der Probanden besonders positiv erlebt wird oder ob die sogenannte kompensatorische Hilfe, die vorhandene Systeme, etwa den Rückspiegel, ersetzen bzw. verbessern soll, vom Fahrer tatsächlich als Hilfe empfunden wird. Bei welchem Informationssystem ist der Fahrer am zufriedensten? Wo fühlt er sich am wenigsten belastet?

### 4.3 Evaluation des Informations-Managers

#### 4.3.1 Generelle Vorgehensweise

Die Ausprägungen der abhängigen Variablen sind zu vergleichen zwischen den drei Versuchsbedingungen A, B und C.

Versuchsbedingung A soll den momentan bestehenden Zustand darstellen. Das Radio wird zwar leiser gestellt, wenn telefoniert wird oder beim Navigationssystem eine Sprachausgabe ansteht. Ansonsten wird jedoch nicht gefiltert: Eine Reihe von Systemen, beispielsweise das Informationssystem mit fahrtrelevanten Themen, wie Staumeldungen zur befahrenen Strecke, oder privaten Angelegenheiten, wie Terminkalender, E-Mails, Veranstaltungskalender, Börseninformationen etc., liefert Informationen, die, sobald sie eintreffen, an den Fahrer weitergegeben werden. Ein Teil dieser Informationen wird zu einem ungünstigen Zeitpunkt, etwa während eines Überholmanövers, ausgegeben. Überschneidungen von Informationen sind eingeplant.

Versuchsbedingung B verfügt über einen Informationsmanager. Hier liefern die gleichen Systeme Informationen, wie in Versuchsbedingung A, jedoch regelt der Informationsmanager, ob eine Information an den Fahrer sofort ausgegeben wird oder erst einmal zurückgehalten wird.

Wenn aus der Analyse zur Fahrerbelastung folgt, dass während eines Telefongesprächs keine Bordcomputer-Meldung ausgegeben werden kann, so wird diese Auskunft vom Informationsmanager in die Warteschleife gestellt.

Das Gleiche gilt, wenn der Belastungsprädiktor aufgrund der Fahrzeugparameter eine kritische Fahrsituation prognostiziert, etwa während des Abbiegens oder Überholens. Ist die Lage wieder entspannt, kann die „wartende“ Information eintreffen.

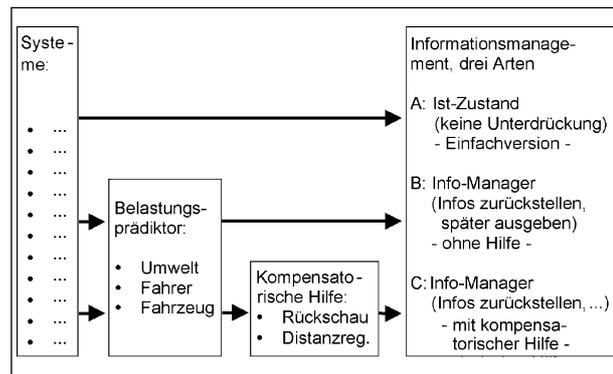


Bild 33: Versuchsplan im Überblick

Versuchsbedingung C verfügt ebenfalls über einen Informationsmanager. Zusätzlich wird in dieser Bedingung die „kompensatorische Hilfe“ erprobt. Will beispielsweise der Versuchsteilnehmer abbiegen oder überholen, so wird ihm in einem Rückschau-Display ein Fußgänger-, Radfahrer- oder Fahrzeug-Symbol eingeblendet, falls er sich auf Kollisionskurs befindet. Auch verfügt diese Versuchsbedingung über ein ACC-System, das nicht nur im fließenden Verkehr den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug hält (wie bisher), sondern auch im Stop & Go-Verkehr funktioniert (Stau-Assistent). Ziel kompensatorischer Hilfen ist, den Fahrer bei seiner Fahraufgabe so weit zu entlasten, dass er mehr Zusatzinformationen verarbeiten kann.

Bild 33 zeigt den Versuchsplan im Überblick.

#### 4.3.2 Systeme

In Kapitel 2 wurde die Informationsmenge beschrieben, die - theoretisch - auf den Fahrer zukommen könnte. Einige Systeme sind bereits im Versuchsfahrzeug installiert, z. B. ABS, ESP und ein Navigationssystem. Andere Systeme sind im Versuchsfahrzeug noch nicht vorhanden. Sie werden teils von anderen Herstellern angeboten, teils existieren sie erst in Konzeptfahrzeugen. Soweit sie technisch kompatibel sind, werden sie in das Versuchsfahrzeug integriert, anderenfalls werden sie simuliert, wirken jedoch auf den Versuchsteilnehmer „echt“.

Folgende Systeme kommen in dieser Experimentierreihe zum Einsatz:

Das Erkennen von Fußgängern bzw. Radfahrern wird simuliert. Beim rechts Abbiegen wird auf einem rechts befindlichen Display (anstelle des rechten Außenspiegels) ein entsprechendes Piktogramm eingeblendet.

Beim Ausscheren zum Überholen wird durch Kameras die Szene hinter dem Fahrzeug erfasst, auch der tote Winkel. Ein Folgefahrzeug, das sich in der Position des toten Winkels befindet, wird im linken Display (anstelle des linken Außenspiegels) als Piktogramm dargestellt.

Fahrdynamik-Systeme, wie ABS, ESP usw., sind im Versuchsfahrzeug vorhanden. Das Fahrzeug ist mit einem Abstandssensor ausgestattet. Es ist daher dem Versuchsleiter möglich, auf der Autobahn die ACC-Funktion und innerorts den Abstand im Stop & Go-Verkehr, entsprechend einem Stauassistenten, zu regeln.

Bereits implementiert ist ein handelsübliches Navigationssystem. Während der Versuchsfahrt wird der Fahrer damit gelotst. Es wird ergänzt durch Informationen zur Fahrt. Die Funktion wird zweimal genutzt: Innerorts fragt der Fahrer an, ob auf der zu fahrenden Strecke ein Stau vorliegt, was vom System geprüft und bestätigt wird. Es folgt eine Umleitungsempfehlung, die der Fahrer akzeptieren soll. Auf der Autobahn wird die Streckeninformation unangefordert geliefert.

Das Fahrzeug betreffende Meldungen des Bordcomputers, etwa Treibstoffvorrat, durchschnittlicher Verbrauch, werden während der Versuchsfahrt eingespielt.

Ein Telefon mit Sprachwahl und Freisprecheinrichtung ist im Fahrzeug installiert, so dass Anrufe angenommen wie auch selbst durchgeführt werden können.

Funktionen des mobilen Büros, beispielsweise E-Mails zu empfangen, den Terminkalender oder Börseninformationen abzufragen, werden per Simulation bereitgestellt. Gleiches gilt für Anfragen, die in die Kategorie „private Information“ gehören, etwa Auskünfte aus dem Veranstaltungskalender Münchens.

#### 4.3.3 Variation der Belastung

Der Belastungsprädiktor, dessen Entwicklung in Kapitel 3 dargestellt ist, umfasst in diesen Experimenten folgende Fahrer-, Fahrzeug-, Umwelt-Parameter:

**Fahrer:** Die Menge der Systeme, die den Fahrer in jeder der drei Versuchsbedingungen ansprechen, ist gleich groß. Allerdings werden einige gleichzeitig bzw. zeitüberschneidend aktiv, so dass je nach Informationsmanagement Variationen zwischen

den Versuchsbedingungen A, B und C auftreten. Der Fahrer wird optisch, haptisch und akustisch beansprucht.

**Fahrer/Fahrzeug:** In die Versuchsstrecken sind zur Variation der Belastung neben Geradeausfahrten, auch Abbiege- und Überholmanöver integriert. Später sollen Daten zur Längs- und Querdynamik des Fahrzeugs zur Prädiktion der Belastung herangezogen werden.

**Umwelt:** Die Teststrecken führen jeweils über innerstädtische Straßen und Autobahnteilstücke. Das Verkehrsaufkommen ist mittel bis hoch. Die Versuche werden nur unter Tageslichtbedingungen bei guter Sicht durchgeführt.

#### 4.3.4 Kompensatorische Hilfe

In der Versuchsbedingung C sollen die Auswirkungen der kompensatorischen Hilfe getestet werden. Wir verwenden dazu ein System zur elektronischen Rückschau und regeln zeitweise die Distanz zum Vorausfahrenden.

**Elektronisches Rückschau-Display:**

Anstelle der Außenspiegel treten Displays, die zeigen, was nach hinten gerichtete Kameras aufnehmen (rückwärtiger Verkehr, Radfahrer, Fußgänger, ...). Durch die Kamerasicht wird der tote Winkel des Rückspiegels minimiert. In der Versuchsbedingung C wird beim Abbiegen zusätzlich das Piktogramm eines Fußgängers bzw. eines Radfahrers im rechten Display eingespielt, wenn sich eine Person auf Kollisionskurs befindet.

**Distanzregelung:**

In der Versuchsbedingung C wird ein System zur Distanzregelung eingesetzt, das neben der Funktion „abstandsgeregelter Tempomat“ auch im Stop & Go-Verkehr funktioniert.

#### 4.3.5 Informationsmanagement

In der Versuchsbedingung A erfolgt kein echtes Informationsmanagement: Wie sich die Systeme melden, gelangen die Informationen zur Ausgabe. Lediglich während einer Sprachausgabe zur Wegleitung oder beim Telefonieren wird das Radio leise geschaltet.

Bei den anderen beiden Versuchsbedingungen wird der in Kapitel 3 vorgestellte Informationsmanager eingesetzt.

Dies bedeutet, dass bei sicherheitskritischen Systemen die Fahrsituation überprüft wird und eine Ausgabe nur erfolgt, wenn diese als wenig belastend einzustufen ist.

**4.3.6 Versuchsplan**

Tabelle 16 zeigt die Versuchsbedingungen im Überblick: Die Systeme sind bis auf die Rückschau und die Distanzregelung gleich, doch wird die Information unterschiedlich gemanagt (Bedingung A, B oder C). Der Ablauf der verschiedenen Versuchsbedingungen ist unterschiedlich, so dass sich keine Wiederholungseffekte einschleichen können.

**4.3.7 Versuchspersonen**

Die Versuche werden mit n = 36 Fahrern durchgeführt. Die Stichprobe umfasst Fahrer/innen:

- im Alter von 30 bis 50 Jahren,
- mit großem versus geringem Interesse an neuen Technologien im Kfz,
- mit hoher versus geringer Risikobereitschaft im Straßenverkehr.

A: Ist-Zustand	B: Info-Manager	C: Info-Manager + kompensatorische Hilfe
konventioneller Rückspiegel	elektronisches Rückschau-Display	elektronisches Rückschau-Display + Piktogramm • Fußgänger/Radfahrer beim Abbiegen • Fahrzeug beim Überholen, wenn Folge-Fahrzeug im toter Winkel
Tempomat + Limiter	Tempomat + Limiter	Distanzregelung A • ACC herkömmlich • ACC im Stop & Go
Navigationssystem	Navigationssystem	Navigationssystem
Info zur Fahrt	Info zur Fahrt	Info zur Fahrt
Telefon mit Freisprecheinrichtung	Telefon mit Freisprecheinrichtung	Telefon mit Freisprecheinrichtung
Info privat/ mobiles Büro	Info privat/ mobiles Büro	Info privat/ mobiles Büro

Tab. 16: Versuchsplan, Überblick über die Systeme

Gruppe 1 bzw. 2				
Versuchsperson Nr.	Versuchsablauf	Strecke	Kombination: Bedingung/Strecke	
01	19	A - BC	x - y	Ax - BCy
02	20	A - CB	x - y	Ax - CBy
03	21	BC - A	x - y	BCx - Ay
04	22	CB - A	x - y	CBx - Ay
05	23	A - BC	y - x	Ay - BCx
06	24	A - CB	y - x	Ay - CBx
07	25	BC - A	y - x	BCy - Ax
08	26	CB - A	y - x	CBy - Ax
usw.	usw.	...	...	...

Tab. 17: Versuchsplan mit Versuchsbedingungen und Strecken (Ausschnitt)

Werden die neuen Informationstechnologien als Zubehör angeboten, so wird es sich bei der zukünftigen Nutzergruppe sicherlich um Personen handeln, die an neuen Technologien im Kraftfahrzeug interessiert sind. Diese Gruppe soll im Versuch repräsentiert werden. Das höchste Interesse findet man vermutlich bei jungen Fahrern, doch verfügen diese meist nicht über die erforderlichen finanziellen Mittel. Es ist daher realistisch, Personen ab 30 Jahre in die Versuche einzubeziehen. Da ältere Fahrer in einem anderen Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Straßenwesen erforscht werden, setzen wir die obere Altergrenze auf 50 Jahre fest.

Außerdem ist wichtig zu erfahren, wie Personen, die sich nicht für neue Technologien im Fahrzeug interessieren, reagieren. Deshalb ist auch diese Gruppe vertreten.

Die Risikobereitschaft kann einen wichtigen Faktor für den Umgang mit neuen Informationstechnologien darstellen. So dürfte die Beschäftigung mit den Systemen in kritischen Fahrsituationen bei den risikobereiten Fahrern anders sein als bei den nicht risikobereiten.

Technikbegeisterung und Risikobereitschaft werden durch einen neu entwickelten Fragebogen bei der Vorauswahl der Versuchsteilnehmer erfasst. Die Stichprobe setzt sich dann jeweils zur Hälfte aus Personen mit hoher bzw. niedriger Ausprägung zusammen. Für sie werden die Versuchsbedingungen und zu fahrenden Strecken systematisch variiert, um Reihenfolge- und andere Versuchseffekte zu vermeiden.

**4.3.8 Zuordnung von Personen zu Versuchsbedingungen und Strecken**

Insgesamt werden 36 Personen für den Versuch ausgewählt, 18 mit hoher Punktezah (Gruppe 1), 18 mit niedriger (Gruppe 2) im Technik-Risiko-Test. Jede Person fährt die drei Versuchsbedingungen A, B und C, wobei zwei verschiedene Strecken, x und y, ausgewählt wurden. Da sich B und C nur durch die kompensatorische Hilfe unterscheiden, werden sie jeweils auf einer Fahrt untersucht. Die Zuordnung von Versuchsbedingungen und Strecken wird systematisch variiert (vgl. Tabelle 17).

**4.3.9 Messungen**

In Tabelle 18 sind die Messungen dargestellt, die vor dem Versuch, in definierten Versuchsabschnitten und nach den Fahrten erhoben werden.

Einstellung zu Technik und Risiko:

Zur Erhebung der Risikobereitschaft und Technikbegeisterung wird ein Fragebogen entwickelt. In der Art entspricht er der Sensation-Seeking-Scale (ZUCKERMAN, 1994), inhaltlich weicht er jedoch davon ab, da die Fragen der SSS nicht die gewünschten Bereiche erfassen. Die neue Skala ist in Kapitel 4.6.1 dargestellt.

Blickverhalten:

Die Analyse des Blickverhaltens erfolgt berührungslos und ohne Beeinträchtigung des Fahrers: Ein Spiegel wird über dem Mittendisplay angebracht. Mit Hilfe zweier Videokameras werden der Spiegel und die Außensicht aufgenommen, über ein Mischpult zusammenmontiert und mittels eines Recorders gespeichert.

Die Daten werden nach dem Versuch durch Analyse der Videobänder ausgewertet. Dieser Versuchsaufbau wurde in mehreren Experimenten erfolgreich eingesetzt und ermöglicht zu unterscheiden, ob der Fahrer auf die Straße oder in den Fahrzeuginnenraum zum Mittendisplay blickt. Durch die Art der Zusatzaufgabe (z. B. Information am zentralen Display, etwa die Abfrage einer Staumeldung) können mit hinreichender Sicherheit die vi-

suelle Ablenkung und die Hinwendung zu einem fahrzeuginternen System bewertet werden.

Die ursprüngliche Planung sah vor, die mentale Beanspruchung des Fahrers durch Fahrerinformationssysteme mithilfe einer Nebenaufgabe (z. B. verbales tapping) zu messen. Wie Vorversuche zeigten, war die Aufgabenstellung zumindest in der Versuchsbedingung A bereits so anspruchsvoll, dass aus Gründen der Verkehrssicherheit auf eine Nebenaufgabe verzichtet werden musste.

Fahrverhalten/Fahrzeugparameter:

Die Analyse des Fahrverhaltens erfolgt durch die Erfassung der Geschwindigkeit, der Geschwindigkeitsvarianz (gleichmäßiges Fahren vs. unruhige, hektische Fahrweise) und des Spurverhaltens. Diese Parameter sowie die Blinkerbetätigung und die Bedienung des Comand-Systems werden am CAN-Bus des Fahrzeugs abgegriffen. Weiterhin werden Fahrverhaltensparameter, wie Fehler an der Ampel (überfahren bei Gelb- oder Rotlicht), Missachtung von Ge- und Verbotsschildern (z. B. Überholverbot), Behinderung anderer Verkehrsteilnehmer (z. B. durch „Schneiden“ beim Spurwechsel, zu zögerliche Fahrweise) und Fahrstil (z. B. vorausschauend), durch den Versuchsleiter dokumentiert und in einen Analysebogen eingetragen.

Einstellungsmessung bezüglich des Info-Managers, der Piktogramme und des ACC:

Eines der wichtigsten Bewertungskriterien ist die Beurteilung der Systeme durch die Versuchsteilnehmer. Zur Erhebung wird ein Fragebogen eingesetzt, der in Kapitel 4.6.4 dargestellt ist.

#### 4.4 Streckenauswahl und Verkehrssituationen

Strecken:

Um die Vergleiche zwischen den Versuchsbedingungen A, B und C durchführen zu können, müssen zwei Versuchsstrecken (B und C auf einer Strecke) mit ähnlicher Struktur und angenähert demselben Schwierigkeitsgrad ausgewählt werden. Folgende Punkte sind relevant:

- Bei jeder Strecke werden Innerortsstraßen (ca. 2/3) und Autobahn befahren.
- Das Verkehrsaufkommen auf den Strecken ist in etwa gleich.

	Messung von	Messverfahren
Einstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technikbegeisterung</li> <li>• Risikoneigung</li> </ul>	Fragebogen „Te-Ri“
Blickverhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ohne Info-Manager (A)</li> <li>• mit Info-Manager (B)</li> <li>• mit Info-Manager und kompensatorischer Hilfe (C)</li> </ul>	Spiegel, Kameras (innen, außen), Mischpult, Recorder
Fahrverhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeit (angemessen/ zu hoch)</li> <li>• Spurverhalten Fehler an Ampel</li> <li>• Missachtung von Ge- und Verbotsschildern</li> <li>• Behinderung anderer Verkehrsteilnehmer</li> <li>• Fahrstil (vorausschauend, ...)</li> </ul>	Beobachtung und Protokollierung durch Versuchsleiter
Fahrzeugparameter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeit</li> <li>• Geschwindigkeitsvarianz</li> <li>• Lenkwinkel</li> <li>• Pedalbetätigungen</li> <li>• Betätigung von Bedienelementen (Blinker, Comand-System)</li> </ul>	Messung am CAN-Bus des Fahrzeugs
Einstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilung des Info-Managers</li> <li>• Piktogramm im Rückspiegel hilfreich?</li> <li>• Vergleich Tempomat/ACC/ACC im Stop &amp; Go-Verkehr</li> </ul>	Fragebogen

Tab. 18: Messungen

- Die Aufgaben (vgl. 4.7.1) sind in parallelen Situationen auszuführen.
- In jede Strecke müssen Konfliktsituationen eingebunden werden.

Die Auswahl der Strecken ist sehr aufwändig. Befahren wird das Gebiet südlich und östlich von München. Nach den beiden Orten, welche die Fahrt tangiert, werden die Strecken als „Holzkirchen“ und „Starnberg“ bezeichnet. Die Versuchsstrecken sind in Anhang A dargestellt. Jede Versuchsperson fährt beide Strecken.

Schwierige Verkehrssituationen und Verkehrskonfliktsituationen:

Zur Untersuchung der Auswirkung der verschiedenen Arten des Informationsmanagements, der Piktogramme im Rückschaudisplay und des ACC dienen folgende Arten von Situationen:

1. Verkehrssituationen, die sich durch die Streckenführung auf „natürliche“ Weise ergeben, etwa Stop & Go-Verkehr auf einem bestimmten Abschnitt.
2. „Künstlich hergestellte“ Situationen, die sich in die Realität einfügen, etwa ein Verkehrsteilnehmer, der in der Abbiegesituation unerwartet in Erscheinung tritt (Fußgänger, Radfahrer), oder beim Überholen auf der Autobahn ein Fahrzeug von hinten, das sich im toten Winkel befindet.

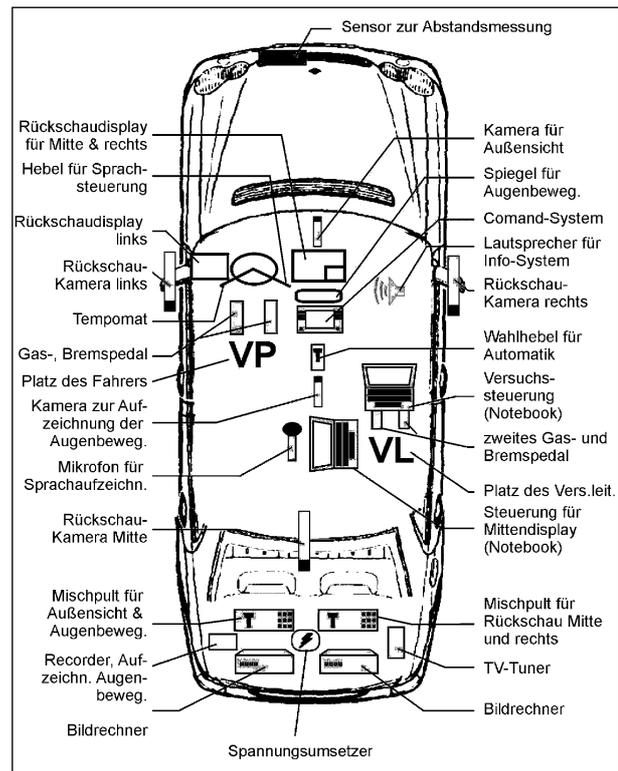
Die Verkehrskonfliktsituationen sind über die gesamte Versuchsstrecke verteilt. Sie fügen sich, für den Probanden unmerklich, in den Fahrtablauf ein.

Welches System bei welcher Verkehrssituation in Aktion tritt, ist in Kapitel 4.7.1 dokumentiert. In Versuchsbedingung A (Ist-Zustand) werden die Fahrerinformationssysteme auch während kritischer Situationen aktiv (z. B. während ein anderes Fahrzeug überholt wird, beim Abbiegen).

In Versuchsbedingung B und C (Bedingung Infomanager) erfolgt die Ausgabe erst, wenn die als kritisch eingestufte Fahrsituation vorüber ist.

## 4.5 Ausrüstung des Versuchsfahrzeugs

Als Versuchsfahrzeug wird ein Mercedes C 200 Kompressor der aktuellen Baureihe verwendet. Er ist mit einem Vierzylinder-Motor (120 kW), automatischem 5-Gang-Getriebe, Tempomat, ABS, BAS,



**Bild 34:** Versuchsfahrzeug mit Ausstattungskomponenten

ESP, dem Anzeigensystem Comand, einem Navigationssystem und einem Mobiltelefon mit Freisprecheinrichtung und Sprachsteuerung ausgestattet. Bild 34 gibt einen Überblick über die zusätzlichen Komponenten, die in das Fahrzeug eingebaut wurden.

### 4.5.1 Informationsübermittlung

Zur Übermittlung von Informationen dient das Comand-System, teilweise originalgetreu, teilweise für das Experiment modifiziert. Verwendet werden die Module Navigationssystem, Telefon (beide unverändert) und Infosystem (Änderung der TV-Funktion).

Navigationssystem:

Das Navigationssystem wird zur Routenführung für beide Versuchsstrecken programmiert. Die Positionsbestimmung erfolgt mittels Global-Positioning-System (GPS), kombiniert mit der Messung von Radumdrehung, Geschwindigkeit und Lenkwinkel. Als Datenbasis für das Navigationssystem dient die aktuellste Routenführungs-CD „SCOUT“, von Merian, Ausgabe 2001.

Die optische Anzeige erfolgt auf dem Multifunktionsdisplay des Comand-Systems. Per Pfeil wird



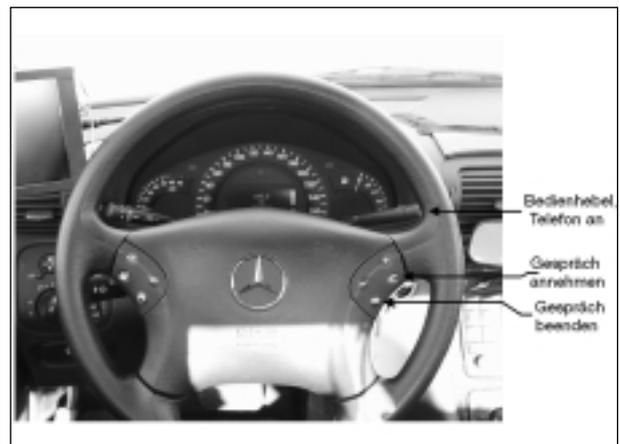
**Bild 35:** Das Comand-System zeigt den Navigationsbildschirm bei der Auswahl der Zwischenziele mit Hilfe des Dreh-/Drückstellers

die Fahrtrichtung angezeigt, weiterhin die Entfernung bis zum nächsten Abbiegepunkt. Dieses Navigationssystem teilt dem Fahrer per Sprachausgabe gleich dreimal mit, wenn Richtungsänderungen vorzunehmen sind. Die Sprachausgabe lautet: „Demnächst ...“, „In ... Metern ...“, „Jetzt links abbiegen.“ In der Versuchsbedingung A (ohne Infomanager) werden Meldungen z. B. über einen Stau auf der X-Straße gleichzeitig zur Sprachausgabe des Navigationssystems gegeben, während bei den Versuchsbedingungen B und C der Infomanager für einen zeitlich entzerrten Meldungsablauf sorgt.

Die ursprüngliche Planung, Ziele während der Fahrt programmieren zu lassen, musste aus Sicherheitsgründen verworfen werden. Deshalb sind die Zwischenziele vorprogrammiert. Zur Aktivierung wird die NAV-Taste gedrückt, das gewünschte Ziel aus der Liste durch Drehen des Dreh-/Drückstellers ausgewählt und durch Drücken bestätigt. Abschließend ist wieder die INFO-Taste zu betätigen.

#### Telefon:

Für das eingebaute Mobiltelefon gibt es zwei Bedienversionen, einmal über die Comand-Tastatur, zum anderen per Sprachsteuerung und Hebel bzw. Tasten am Lenkrad (siehe Bild 36). Letztere kommt im Versuch zum Einsatz. Zur Aktivierung wird der Bedienhebel rechts vom Lenkradkranz herangezogen, nach dem Kommando „Nummer wählen“ ist die gewünschte Nummer in Einzelziffern einzugeben. Das Sprachkommando „wählen“ aktiviert die



**Bild 36:** Telefonbedienung am Lenkrad: Bedienhebel am Lenkradkranz, Tasten am Pralltopf zum Annehmen bzw. Beenden eines Gesprächs

Verbindung. Die Worte „korrigieren“, „löschen“ und „Abbruch“ dienen ebenfalls der Steuerung. Um das Telefongespräch zu beenden, ist die untere Taste am Pralltopf des Lenkrads zu drücken, ein eingehender Anruf kann mit der oberen Taste angenommen werden.

#### Informationssystem:

Mit Hilfe des Informationssystems werden dem Fahrer per Sprachsteuerung während der Fahrt folgende Informationen zur Verfügung gestellt:

- Informationen zur Strecke, angefordert,
- Informationen zur Strecke, unangefordert,
- Bordcomputer-Informationen,
- E-Mails,
- persönlicher Terminkalender,
- Börsendienst,
- Branchenverzeichnis,
- örtlicher Veranstaltungskalender.

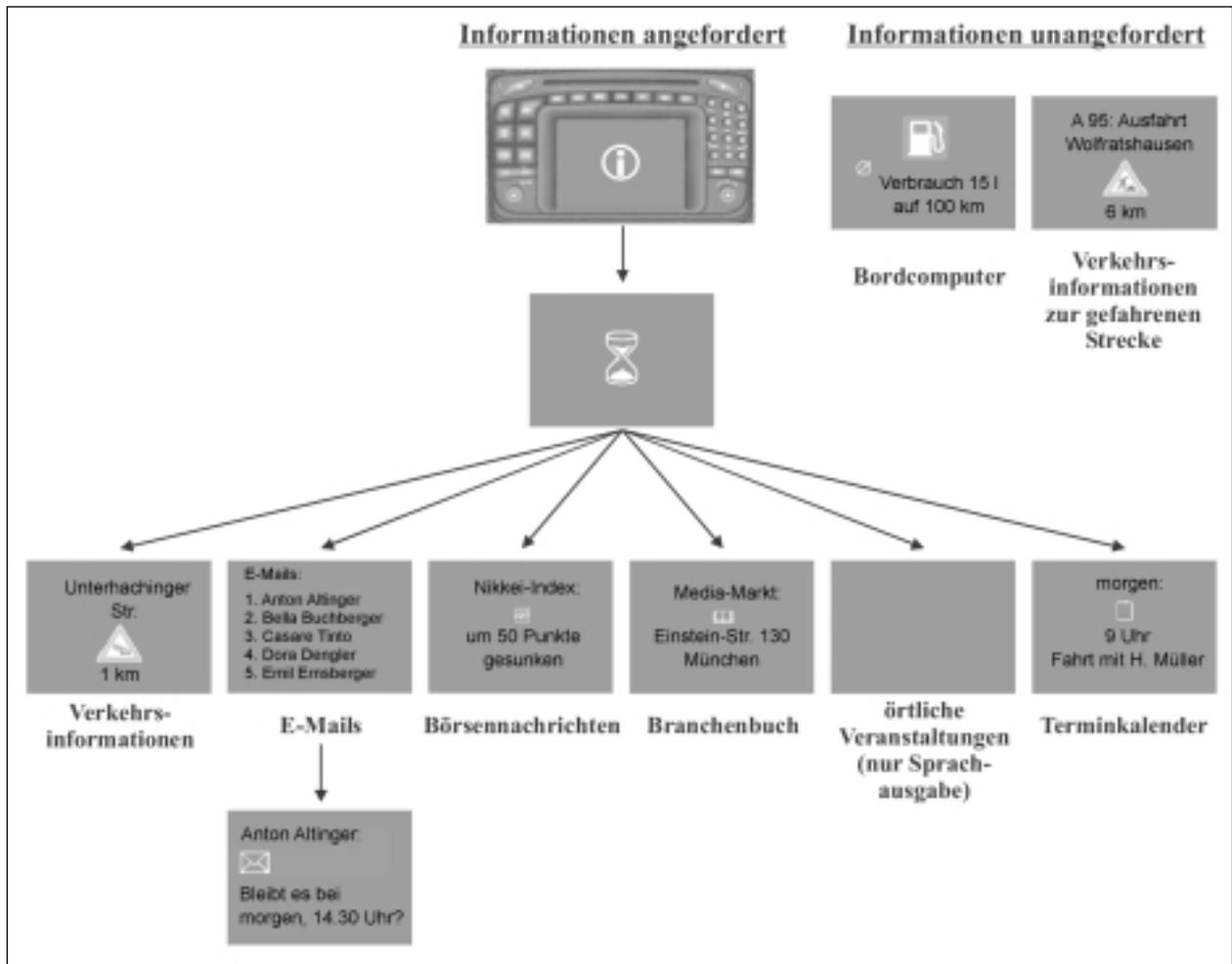
Das System wurde für diesen Versuch entwickelt. Es wird simuliert, was für den Fahrer nicht erkennbar ist. Er aktiviert das System mit Hilfe des Wortes „Infosystem“, worauf sich das System mit der Sprachausgabe „Hier Infosystem“ meldet. Gleichzeitig erscheint auf dem Bildschirm des Comand-Systems das Zeichen „i“ (siehe Bild 38 oben). Soll nun beispielsweise eine Staumeldung für eine bestimmte Straße abgefragt werden, so sagt der Proband z. B. „Staumeldung für Rosenheimer-Landstraße“, das System antwortet: „Prüfe Staumeldung“ und zeigt die Sanduhr (siehe Bild 38). Nach

kurzer Zeit erfolgt die Sprachausgabe „Es liegt eine Staumeldung vor für ... Rosenheimer-Landstraße. Der Stau ist ... einen Kilometer lang.“ Dazu erscheint auf dem Bildschirm des Comand-Systems das in Abbildung 37 rechts dargestellte Bild.

Technisch betrachtet läuft eine vom Versuchsleiter gesteuerte Power-Point-Präsentation ab, siehe Bild 37 links, die über den TV-Eingang ins Comand-System eingeschleust wird. Auf diese Weise kann die Ausgabe der Information in der gewünschten Versuchssituation erfolgen (in Ver-



**Bild 37:** Stau-Information, links auf dem Laptop des Versuchsleiters, rechts auf dem Bildschirm des Comand-Systems für den Fahrer



**Bild 38:** Überblick zum Infosystem

suchsbedingung A gleichzeitig mit einer anderen Information, in B und C zeitlich versetzt).

In der Regel erscheinen die Informationen per Bild und Sprachausgabe. Da uns interessiert, ob die Versuchsteilnehmer nur auf die Sprachausgabe hören, ohne den Blick vom Verkehrsgeschehen abzuwenden, oder zum Bildschirm blicken, sobald sich eine Sprachausgabe bzw. ein Gong meldet, prüfen wir die drei Möglichkeiten:

- Sprachausgabe und Bild (normalerweise),
- Bild, angekündigt durch Gong (Bordcomputer-Meldung),
- nur Sprachausgabe (Veranstaltungskalender).

#### 4.5.2 Rückschau

Der Versuchsplan sieht drei Rückschau-Varianten vor:

- herkömmliche Außen- und Rückspiegel (Versuchsbedingung A),
- Rückschau über Kameras und Displays (B),
- Rückschau über Kameras und Displays, zusätzlich eingeblendetes Piktogramm bei Gefahr (C).

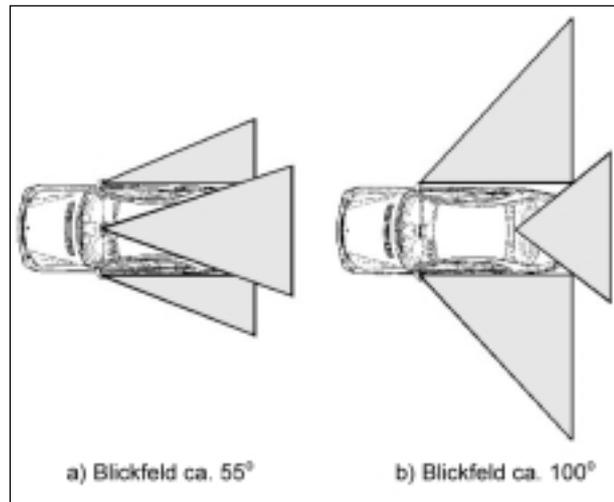
Das Versuchsfahrzeug ist mit einem herkömmlichen Rückspiegel und zwei Außenspiegeln ausgestattet, die einen asphärischen Bereich zur Reduzierung des toten Winkels aufweisen.

Zusätzlich wird für diesen Versuch in unserem Institut eine Rückschau-Variante entwickelt und erprobt, welche die Sicht nach hinten deutlich erweitert. Ein von hinten nahendes Fahrzeug ist im toten Winkel, wenn es sich (seitlich) außerhalb der in Bild 39 dargestellten grauen Dreiecke befindet. Mit Hilfe von Rückschau-Kameras kann der einsehbare Bereich deutlich vergrößert werden.

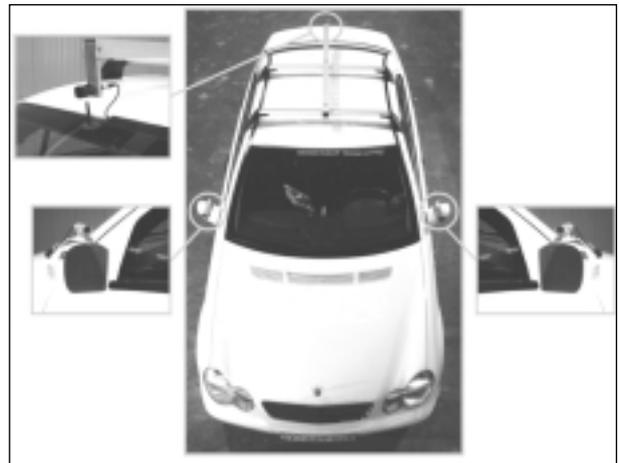
An die Stelle des rechten und des linken Außenspiegels tritt eine Weitwinkel-Miniatur-Kamera, für die Sicht nach hinten ist auf dem Fahrzeugdach eine Kamera montiert (Bild 40). Neben der Erweiterung des Blickfeldes könnten durch den Einsatz von Kameras jedoch noch weitere Vorteile hinzutreten, etwa die Verbesserung der Nachtsicht durch Restlichtverstärkung.

Die von den Kameras erfassten Bilder werden wie folgt im Fahrzeuginnenraum gezeigt (siehe Bild 41): Ein 6,4-Zoll-Bildschirm ersetzt die Rückschau des linken Außenspiegels. Er ist in Verlängerung der Ar-

maturentafel auf dem linken Seitenholm angebracht. Das von der mittleren Kamera erfasste Bild tritt an die Stelle des Rückspiegels. Dargeboten



**Bild 39:** Sichtbereich nach hinten, a) mit herkömmlichen Rückspiegeln, b) mit der neu entwickelten Rückschau (Kameras, Displays)



**Bild 40:** Montage der Kameras zur Rückschau auf dem Versuchsfahrzeug



**Bild 41:** Position der Rückschau-Displays



**Bild 42:** Das Fahrzeug-Piktogramm wird beim Überholen eingesetzt, die anderen beiden Symbole beim Rechtsabbiegen, wenn ein Fußgänger oder Fahrradfahrer die Fahrbahn quert

wird es auf einem 10,4-Zoll-Bildschirm, der rechts von der Mittelkonsole montiert ist. In der rechten unteren Ecke dieses Displays wird das Bild eingeblendet, das die rechte Rückschau-Kamera liefert. Es wird darauf geachtet, dass die beiden Displays mit minimalen Kopf- bzw. Augenbewegungen des Fahrers gesehen werden können. Weder die Sicht durch die Windschutzscheibe ist beeinträchtigt, noch die Betätigung von Bedienelementen.

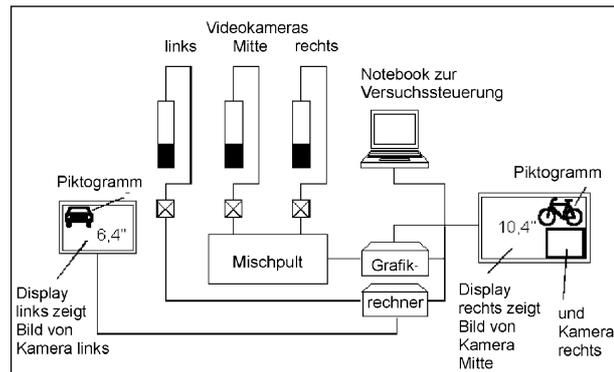
In gefährlichen Situationen, etwa wenn sich ein überholendes Fahrzeug in einen schwer einsehbaren Bereich begibt oder wenn beim Rechtsabbiegen ein Fußgänger oder Radfahrer die Fahrbahn quert, sollen in der Versuchsbedingung C Piktogramme eingeblendet werden. Sie erscheinen im linken Display in der linken, oberen Ecke, im rechten Display rechts oben. In Bild 42 sind die verwendeten Symbole dargestellt.

#### Technischer Aufbau:

Bild 43 zeigt schematisch den technischen Aufbau, Bild 44 vermittelt, wie die Geräte im Kofferraum des Versuchsträgers installiert werden.

Die Signale der Außensicht-Kameras werden an die Steuerelemente weitergeleitet. Hier lässt sich die Helligkeits- und Farbeinstellung regeln und ein Weißabgleich vornehmen. Das Videosignal der linken Kamera wird direkt über die Genlock-Karte (Videokarte) im Grafikrechner verarbeitet. Die Karte ermöglicht, über eine entsprechende Kontrollsoftware, das Einblenden der Piktogramme. Die Videosignale der mittleren und der rechten Kamera werden zunächst ins Mischpult geleitet, dort zu einem Bild „gemischt“ und anschließend an den Grafikrechner weitergegeben. Nach der Verarbeitung kann bei Bedarf ein Piktogramm hinzugespielt werden. Es folgt die Darstellung in den jeweiligen Displays.

Die Versuchssteuerung erfolgt über ein Notebook. Durch Drücken einer spezifischen Taste wird über eine serielle Schnittstelle einer der beiden Grafik-



**Bild 43:** Schematische Darstellung der kameragestützten Rückschau, wobei: X = Steuerelemente



**Bild 44:** Technischer Aufbau im Kofferraum des Versuchsfahrzeugs

rechner angesprochen und liefert (bzw. löscht) so das gewünschte Piktogramm. Den Versuchsteilnehmern wird jedoch glaubhaft gemacht, es handle sich um Sensoren, die ein überholendes Fahrzeug, einen Passanten oder ein Fahrrad auf Kollisionskurs detektieren könnten. Die Piktogramme werden in festgelegten Situationen, die hergestellt werden, gezeigt.

Ohne den Ergebnissen vorgreifen zu wollen, sei hier bereits erwähnt, dass die Displays und ihre Anordnung von den Versuchsfahrern sehr positiv aufgenommen werden. Insbesondere die Vergrößerung des Blickbereichs wird betont.

Das linke Display zeigt ein scharfes und kontrastreiches Bild, auch ist die Größe mit 6,4 Zoll genau richtig dimensioniert. Lediglich wenn sehr schnelle Bewegungen darzustellen sind, wenn sich ein überholendes Fahrzeug nähert, verschwimmt das Bild. Zurückzuführen ist dies auf das sog. Interlace: Zeitversetzt wird vom Bild nur jede zweite Zeile aufgebaut.

Bei sehr großen Personen wird die Sicht auf das linke Display manchmal durch den linken Arm verdeckt.

Das rechte Display ist mit 10,4 Zoll deutlich größer, doch reicht es in Schärfe und Kontrast nicht an das linke heran. Problematisch ist hier vor allem starke Sonneneinstrahlung.

Sollten Rückschau-Displays für den Alltagsbetrieb in Betracht gezogen werden, so ist auf raschen Bildaufbau, hohe Schärfe und starken Kontrast zu achten.

#### 4.5.3 Systeme zur Längsregelung des Fahrzeugs

Tempomat:

Der Tempomat wird benötigt, um einen Vergleich zwischen Tempomat- und ACC-geregeltem Verhalten auf der Autobahn anzustellen, wenn verschiedene Zusatzinformationen (Anruf, mobiles Büro) eintreffen.

Zum Einschalten wird ein Hebel an der linken Seite des Lenkrades nach oben gedrückt. Bis zur nächsten Betätigung des Gas- bzw. Bremspedals wird die eingestellte Geschwindigkeit gefahren. Bei Schwankungen in der Verkehrslage muss öfters gebremst und anschließend der Tempomat wieder betätigt werden, was zu einem unruhigeren Fahrverhalten führen kann. Das Gerät funktioniert erst ab einer Geschwindigkeit von 40 km/h.

Adaptive Cruise Control (ACC):

Der ACC ist ein intelligenter Tempomat, der die gewünschte Geschwindigkeit hält und zusätzlich den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug regelt. Nach DORISSEN & HÖVER (1996) stellen 40 % der Fahrgeschwindigkeit einen vernünftigen Wert dar, was einer Folgezeit von 1,44 sec zwischen zwei Fahrzeugen entspricht. Um den nachfolgenden Verkehr nicht zu gefährden, wird die Bremsverzögerung auf maximal  $2 \text{ m/s}^2$  begrenzt.

Um den ACC auch als Stauassistenten im Stop & Go-Verkehr einsetzen zu können, sind wesentlich höhere Anforderungen an das System zu stellen. Stehende Hindernisse, Hindernisse auf den benachbarten Fahrspuren und am Fahrbahnrand sowie Lebewesen müssen erkannt werden.

Da dieses System zu Beginn der Fahrzeugausrüstung noch nicht am Markt erhältlich war, wird es für den Versuch simuliert.

In einem speziellen Training werden zwei Versuchsleiter so geschult, dass sie die oben genannten



**Bild 45:** Beispiel für die Abstandsbestimmung des ACC, hier mittels Radarsensor, Mercedes-Benz CL-Klasse (aus www, 2001a)



**Bild 46:** Platz des Versuchsleiters hinter dem Beifahrersitz, mit Gas- und Bremspedal zur Simulation des ACC



**Bild 47:** Abstandssensor am Kühlergrill

Charakteristika des ACC nachstellen können. Als Hilfsmittel dient ein Display, das den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug anzeigt. Die Messung erfolgt mittels 5-Strahl-Laser-Abstandsmesser, der in die Vorderfront des Versuchsfahrzeugs eingebaut ist (siehe Bild 47). Der Versuchsleiter regelt die

Geschwindigkeit über eine Fahrschul-Pedalerie, die, für den Fahrer nicht einsehbar, hinter dem Beifahrersitz installiert ist. Bild 48 zeigt den Arbeitsplatz des Versuchsleiters.

Es soll untersucht werden, ob der ACC entlastender wirkt als der Tempomat.

Im Stop & Go-Verkehr soll der ACC als Stauassistent eingesetzt werden, mit selbstständigem Anfahren und Abbremsen bis zum Stillstand.

#### 4.5.4 Datenerfassung und Versuchssteuerung

Datenerfassung:

In spezifischen Verkehrssituationen werden Geschwindigkeit, Lenkwinkel, Brems- und Gaspedalstellung, Bremsstärke und das Betätigen des Blinkers aus dem Controller Area Network Bus (CAN-Bus) ausgelesen.

Die Aufzeichnung der CAN-Bus-Daten erfolgt auf einem Laptop. Er ist über eine PCMCIA-Karte/Schnittstelle an das Bussystem angeschlossen und erhält über die zugehörige Software CANoe (von Vektor Informatik) die Möglichkeit zur Darstellung und Aufzeichnung des Datenverkehrs.

Zur Erfassung der Augenbewegungen zum Mitten-Display ist zwischen Fahrer- und Beifahrersitz eine Videokamera installiert. Sie erfasst das Comand-System und den darüber befindlichen Spiegel, womit einerseits die Anzeige, andererseits der Blick zur Anzeige dokumentiert ist. Eine zweite Kamera sitzt auf der Mitte der Armaturentafel, sie erfasst die Außensicht. Ein Mikrofon, in Höhe des Fahrerkopfes installiert, erfasst die Äußerungen des Versuchsleiters und des Fahrers. Über ein Mischpult werden die beiden Kamerabilder und der Ton zusammengeführt und vom Recorder einer Videokamera aufgezeichnet.

Zusätzlich zu dieser objektiven Datengewinnung protokolliert der Versuchsleiter in einem Analysebogen zur Verkehrssicherheit während der Versuchsfahrt eventuelle Besonderheiten, den Fahrstil und Verkehrsverstöße.

Versuchssteuerung:

Der Ablauf des Versuches ist exakt festgelegt und in Anhang B dokumentiert.

Der Versuchsleiter instruiert den Fahrer an definierten Stellen, sendet Signale an ein Begleitfahrzeug,



**Bild 48:** Versuchsleiter beim Bedienen der Laptops

etwa wenn ein Überholmanöver oder ein Anruf stattzufinden hat, und bedient die beiden Notebooks.

Notebook 1 versorgt das Infosystem mit Power-Point-Folien (siehe Infosystem), Notebook 2, in Verbindung mit der Steuersoftware, ist zuständig für die Datenaufzeichnung, Markierungen des Datenstroms mit Hilfe bestimmter Funktionstasten, z. B. wenn ein Anruf eintrifft, das Informations- oder Navigationssystem bedient wird. Außerdem werden hier die Piktogramme in den Rückschaudisplays (Versuchsbedingung C) gesetzt und registriert.

Während der Vergleich von A und B den Infomanager untersucht, soll der Vergleich zwischen B und C die Wirkungsweise des ACC und dessen mögliche Entlastung für den Autofahrer analysieren.

## 4.6 Fragebogen

### 4.6.1 Konzeption eines Technik-/Risiko-Fragebogens

Die Erhebung der Risikobereitschaft und der Begeisterung für technische Neuerungen orientiert sich am Konzept der Sensation Seeking Scale von ZUCKERMAN (1994). Übernommen werden lediglich die Idee und Art der Formulierung von ZUCKERMANN, da die Originalskala zu stark auf Einstellungen zu Sexualität, zum Drogenkonsum und zu Extremsportarten ausgerichtet ist, was für die vorliegende Fragestellung eher ungeeignet ist.

10 Items befassen sich jeweils mit einem Bereich, wobei versucht wird, sowohl Pro- als auch Contra-Statements zu finden. Tabelle 19 zeigt die Items,

lfd. Nummer	Nummer im Fragebogen	Items
Pro-Technik-Items		
01	01	Wenn ein neues System für Autos auf den Markt kommt, z. B. ein Wegleitsystem, möchte ich es sofort haben.
02	06	Bedienungsanleitungen lese ich eigentlich nie. Lieber probiere ich aus, wie etwas funktioniert.
03	09	Wenn ich am Computer arbeite, habe ich immer mehrere Anwendungen geöffnet und springe zwischen ihnen hin und her.
04	11	Wenn ich ein neues Gerät habe, probiere ich sofort aus, was man alles damit machen kann.
05	18	Bei technischen Produkten möchte ich immer das Neueste haben.
06	20	Beim Kauf von neuen Geräten bevorzuge ich diejenigen, die viele Funktionen beinhalten.
Contra-Technik-Items		
07	03	In einem Fahrzeug-Cockpit mit vielen Schaltern und Anzeigen fühle ich mich gar nicht wohl.
08	08	Beim Autoradio genügt es mir, die Hauptfunktionen zu kennen. Weitere Funktionen interessieren mich nicht.
09	12	Ein Fahrzeug mit Automatik-Schaltung fahre ich lieber als eines mit Schaltgetriebe.
10	15	Ich arbeite lieber mit Geräten, die mir vertraut sind.
Pro-Risiko-Items		
11	02	Ich erkunde eine fremde Stadt gern ohne Hilfe, auch wenn ich nicht am geplanten Punkt heraus komme. *)
12	04	Wenn Freunde in meinem Auto mitfahren, zeige ich ich schon gerne, wie leistungsstark mein Fahrzeug ist.
13	07	Bei einem privaten Autorennen auf dem Nürburgring mitzufahren würde mir großen Spaß machen.
14	14	Die Vorschrift, im Fahrzeug nur Handys mit Freisprech-Einrichtung zu verwenden, halte ich für übertrieben.
15	17	Für mich ist das Auto nicht nur ein Transportmittel. Autofahren soll Spaß machen!
Contra-Risiko-Items		
16	05	Ich vermeide Fahrmanöver, die gefährlich sind.
17	10	Beim Autofahren schalte ich mein Handy aus, um nicht gestört zu werden.
18	13	Gespräche mit dem Beifahrer stören mich, wenn ich mich in einer Fahrsituation konzentrieren muss.
19	16	Wenn ich auf Reisen gehe, plane ich sehr sorgfältig die Reiseroute.
20	19	Ich halte mich an die Geschwindigkeitsbegrenzungen, auch wenn sie mir oft nicht sinnvoll erscheinen.

**Tab. 19:** Items zur Technikbegeisterung und Risikobereitschaft, entwickelt an unserem Institut, ausgenommen Frage Nr. 02 (\*), die von ZUCKERMAN (1994) stammt

nach Kategorien geordnet, wobei die Nummer in Spalte 2 die Position im Fragebogen angibt.

Der Proband kann dem Item entweder zustimmen oder es ablehnen. Jede Antwort wird einfach gewichtet. Nach der erzielten Punktzahl wird eine Rangreihe der Personen gebildet. Die Teilnehmer werden anhand des Medians entweder der Pro-Technik/Risiko-Gruppe oder der Contra-Technik/Risiko-Gruppe zugewiesen.

Nach Einschätzung der Versuchsleiter kommen Probanden der Pro-Gruppe wesentlich besser mit den Bedienelementen des Fahrzeugs zurecht als Personen der Contra-Gruppe. Eine Validierung des Bogens anhand einer größeren Stichprobe ist geplant.

#### 4.6.2 Ergebnisse des Technik-/Risiko-Fragebogens

Die Größe der Stichprobe reicht für eine Item-Analyse im Sinne der Testkonstruktion nicht aus. Deshalb werden die Daten einer Analyse unterzogen, die Aussagen über trennschärfe-ähnliche Eigenschaften ermöglicht.

Tabelle 20 zeigt die Häufigkeit der Pro- bzw. Contra-Technik-Antworten in Relation zu einem hohen

Nr.	Technik-Item Gesamt-Wert hoch(↑)/niedrig(↓)	↑		↓	
		↑	↓	↑	↓
Antwort pro Technik/contra Technik		pro T.		contra T.	
11	Bei einem neuen Gerät sofort ausprobieren, was man alles damit machen kann.	16	10	2	8
08	Beim Autoradio nicht nur die Hauptfunktionen, sondern auch weitere Funktionen kennen.	16	9	2	9
09	Am Computer immer mehrere Anwendungen geöffnet haben und zwischen ihnen hin und her springen.	16	8	2	10
03	Sich in einem Fahrzeug-Cockpit mit vielen Schaltern wohlfühlen.	15	11	3	7
12	Ein Fahrzeug mit Schaltgetriebe der Automatik-Schaltung vorziehen.	14	16	4	2
06	Bedienungsanleitungen nie lesen, lieber ausprobieren, wie etwas funktioniert.	11	5	7	13
18	Bei technischen Produkten immer das Neueste haben.	10	1	8	17
20	Beim Kauf von neuen Geräten diejenigen bevorzugen, die viele Funktionen beinhalten.	9	3	9	15
01	Ein neues System, das für Autos auf den Markt kommt, sofort haben wollen.	7	4	11	14
15	Lieber mit neuen Geräten als mit vertrauten arbeiten.	6	4	12	14
Summe		120	71	60	109

**Tab. 20:** Häufigkeit der Antworten pro bzw. contra Technik bei Personen mit insgesamt hoher (↑) oder niedriger (↓) Punktzahl

(↑) bzw. niedrigen (↓) Gesamtttestwert. Jede Gruppe umfasst aufgrund des Median-Splits 18 Personen.

Die als Pro-Technik/Risiko eingestuften Probanden charakterisieren sich bei den technischen Fragen wie folgt:

- Bei einem neuen Gerät probieren 89 Prozent sofort aus, was man alles damit machen kann.
- 89 % wollen beim Autoradio nicht nur die Hauptfunktionen, sondern auch weitere Funktionen kennen.
- Am Computer haben 89 % immer mehrere Anwendungen geöffnet und springen zwischen ihnen hin und her.
- 83 % fühlen sich in einem Fahrzeug-Cockpit mit vielen Schaltern wohl.
- 78 % bevorzugen ein Fahrzeug mit Schaltgetriebe.

Hingegen wollen die als Contra-Technik/Risiko eingestuften Probanden

- bei technischen Produkten zu 94 % nicht immer das Neueste haben.
- Sie bevorzugen Automatikschaltung (89 Prozent),
- ziehen beim Kauf ein Gerät mit wenigen Funktionen vor (83 %).
- Wenn ein neues System für Autos auf den Markt kommt, lässt dies 78 % gleichgültig.
- 78 % arbeiten lieber mit Geräten, die ihnen vertraut sind.

In Tabelle 21 ist die Häufigkeit der Pro-Risiko-Antworten bzw. der Contra-Risiko-Antworten dargestellt in Relation zum Gesamt-Wert der Personen (Punktzahl hoch (↑) bzw. niedrig (↓). Pro Gruppe sind n = 18 Personen beteiligt.

Hier fällt zunächst auf, dass die überwiegende Mehrzahl aller Befragten (94 %) angibt, gefährliche Fahrmanöver zu vermeiden (Frage Nr. 05), und die Vorschrift, Handys im Fahrzeug nur mit Freisprech-Einrichtung zu benutzen, für richtig hält (Frage Nr. 14). Obwohl diese beiden Items offensichtlich wenig Trennschärfe besitzen, sind sie von generellem Interesse. Zieht man Verkehrsbeobachtungen in Betracht, so scheint die Selbsteinschätzung der Probanden nicht mit dem real anzutreffenden Verhalten übereinzustimmen.

Probanden, die der Gruppe Pro-Technik/Risiko zugeordnet werden, charakterisieren sich bei den technischen Fragen wie folgt:

- Für 100 % gilt: Das Auto ist nicht nur ein Transportmittel, Autofahren soll Spaß machen (Frage Nr. 17).
- 83 % schalten ihr Handy während der Autofahrt nicht aus (Frage Nr. 10).
- Durch Gespräche mit dem Beifahrer fühlen sich 72 % nicht in einer Fahrsituation, die Konzentration erfordert, gestört.

Als Contra-Risiko/Technik eingestufte Befragte zeigen folgendes Antwortbild:

- 94 % haben nicht das Bedürfnis, mitfahrenden Freunden zu demonstrieren, wie leistungsstark ihr Fahrzeug ist (Frage Nr. 04).
- Ein privates Autorennen auf dem Nürburgring reizt 83 % nicht (Frage Nr. 07).
- 83 % planen ihre Reiseroute sehr sorgfältig, wenn sie auf Reisen gehen (Frage Nr. 16).

Nr. Technik-Item	↑	↓	↑	↓
Gesamt-Wert hoch(↑)/niedrig(↓)	pro		contra	
Antwort pro Risiko/contra Risiko	pro		contra	
17 Das Auto ist nicht nur ein Transportmittel. Autofahren soll Spaß machen!	18	12	0	6
10 Beim Autofahren das Handy ausschalten, um nicht gestört zu werden.	15	4	3	14
13 Gespräche mit dem Beifahrer stören nicht bei der Konzentration in einer Fahrsituation.	13	9	5	9
07 Bei einem privaten Autorennen auf dem Nürburgring mitzufahren würde großen Spaß ...	9	3	9	15
19 Sich nicht an die Geschwindigkeitsbegrenzungen halten, wenn sie unsinnig erscheinen.	8	5	10	13
02 Eine fremde Stadt allein erkunden, auch wenn man nicht am geplanten Punkt heraus kommt.	5	6	13	12
04 Freunden, die mitfahren, zeigen, wie leistungsstark das Fahrzeug ist.	5	1	13	17
16 Die Reiseroute vor Reisen nicht sorgfältig planen.	6	3	12	15
05 Fahrmanöver ausführen, die gefährlich sind.	2	0	16	18
14 Die Vorschrift, im Fahrzeug nur Handys mit Freisprech-Einrichtung zu verwenden, für übertrieben halten.	1	1	17	17
Summe	82	44	98	136

Tab. 21: Häufigkeit der Antworten pro bzw. contra Risiko bei Personen mit insgesamt hoher (↑) oder niedriger (↓) Punktzahl

Bei Fragen, die das Risikoverhalten betreffen, fällt eine Tendenz zur Mitte auf. Da die Versuchsteilnehmer jedoch wussten, dass es sich um Verkehrssicherheits-Forschung handelt, ist ihre Antwortstrategie verständlich: Als „gute“ Versuchsperson präsentiert man sich bei Befragungen erfahrungsgemäß „positiv“, hier also weniger risikobereit. Trotzdem kann der Gesamtwert der Beantwortung der Fragen als zusätzliches Kriterium zur Einteilung der Versuchspersonen in 2 Gruppen verwendet werden.

#### 4.6.3 Analysebogen Verkehrssicherheit

Dieser Bogen dient dazu, Besonderheiten in der Fahrweise der Versuchsteilnehmer während der Versuchsfahrt zu dokumentieren, und umfasst folgende Rubriken:

- bei roter Ampel durchgefahren,
- bei gelber Ampel durchgefahren,
- sicherheitskritischer Spurwechsel (andere Verkehrsteilnehmer geschnitten),
- durchgezogene Mittellinie oder Spurlinie überfahren,
- Verbotsschilder missachtet,
- Gebotszeichen missachtet,
- andere Verkehrsteilnehmer behindert,
- Geschwindigkeit überhöht (10 % mehr als zulässig),
- sonstige Besonderheiten.

Der Analysebogen hat sich bereits bei früheren Fahrversuchen bewährt.

#### 4.6.4 Fragen zu den technischen Systemen

Im Anschluss an die letzte Versuchsfahrt wird der Teilnehmer gebeten, einen Beurteilungs-Bogen auszufüllen. Mittels dieser Einschätzung soll die subjektive Wirkung der erprobten Systeme erfasst werden. Tabelle 22 zeigt Fragen und Antwortalternativen, hier verkürzt dargestellt.

### 4.7 Versuchsablauf

#### 4.7.1 Chronologischer Ablauf

Insgesamt finden 72 Fahrten statt (36 Probanden à zwei Bedingungen). Um ähnliche Fahrbedingungen zu garantieren, können pro Tag lediglich zwei bis drei Versuche durchgeführt werden.

Den Versuchsfahrten geht eine Eingewöhnungsphase voraus, in der jeder Proband mit dem Fahrzeug umzugehen lernt. Er wird zudem mit der Tempomat-Betätigung vertraut gemacht, lernt das Navigationssystem kennen, insbesondere das Abrufen von eingespeicherten Zwischenzielen, übt die Telefonbedienung und die Sprachkommandos für das Infosystem.

Die erste Versuchsfahrt beginnt entweder mit der A-, der B/C- oder C/B-Bedingung, wechselnd auf den Strecken „Starnberg“ oder „Holzkirchen“ (siehe Versuchsplan, Anhang B und C). Für die zweite Fahrt wird die jeweils andere Strecke genutzt.

1	Wir sind nun zweimal gefahren. Welche Fahrt fanden Sie schwieriger? Die erste oder die zweite? <input type="radio"/> Die erste Fahrt war schwieriger. <input type="radio"/> Die zweite Fahrt war schwieriger. <input type="radio"/> Sie waren beide gleich.
2	Bei der..... Fahrt konnte es passieren, dass ziemlich viele Dinge gleichzeitig passieren. So konnte das Telefon klingeln und gleichzeitig eine Information vom Infosystem oder eine Verkehrsinformation kommen. Fänden Sie es besser, wenn diese Dinge nacheinander kommen - wenn also der Infomanager prüft: ah, er/sie telefoniert gerade, da bringe ich den Veranstaltungskalender erst, wenn er/sie fertig ist. <input type="radio"/> Ja, besser nacheinander. <input type="radio"/> Nein, kann auch gleichzeitig sein. <input type="radio"/>
3	Bei der ..... Fahrt hatten wir beim Abbiegen mal ein Radfahrer-Symbol, mal ein Fußgänger-Symbol. Beim Überholen sahen Sie ein Fahrzeug-Symbol im Rückschau-Display, wenn ein anderes Auto im toten Winkel war. Fanden Sie diese Symbole hilfreich? <input type="radio"/> Ja, die Symbole waren hilfreich. <input type="radio"/> Nein, die Symbole waren nicht hilfreich. <input type="radio"/> Die normalen Spiegel sind mir lieber. <input type="radio"/>
4	Wir sind auf der Autobahn mit Tempomat gefahren. Wie war das für Sie? <input type="radio"/> entspannend <input type="radio"/> anstrengend <input type="radio"/> weder/noch <input type="radio"/> .....
5	Wir sind auf der Autobahn mit ACC gefahren. Wie war das für Sie? <input type="radio"/> entspannend <input type="radio"/> anstrengend <input type="radio"/> weder/noch <input type="radio"/> .....
6	Und im Stop & Go-Verkehr, innerorts, wie fanden Sie den ACC da? <input type="radio"/> entspannend <input type="radio"/> anstrengend <input type="radio"/> weder/noch <input type="radio"/> .....

Tab. 22: Fragebogen zu den technischen Systemen

Der detaillierte chronologische Ablauf ist in Anhang B dargestellt. Stehen die Ereignisse nebeneinander, so geschehen sie gleichzeitig. Sind sie untereinander angeordnet, so laufen sie nacheinander ab (Informationsmanagement aktiv).

Anschließend an die Versuchsfahrten füllt der Fahrer die Fragen zu den technischen Systemen aus.

Das Versuchsfahrzeug wird von einem zweiten Pkw unauffällig begleitet. Von diesem Fahrzeug aus werden auf Kommando Anrufe geführt und spezifische Verkehrssituationen herbeigeführt, etwa ein überholendes Fahrzeug im toten Winkel.

#### 4.7.2 Inhaltliche Darstellung

Der Ablauf soll am Beispiel der Strecke „Holzkirchen“ beschrieben werden. Bei Abweichungen auf der Strecke „Starnberg“ sind diese in Klammern angegeben. Anhang C zeigt eine komplette Liste der Aufgaben.

Aufgabe 1: Abfrage → Stau auf der geplanten Strecke?

Dem Versuchsteilnehmer wird berichtet, auf der geplanten Strecke sei gestern um diese Zeit ein

Stau gewesen. Er solle deshalb beim Infosystem anfragen, ob für die Rosenheimer-Landstraße (Unterhachinger-Straße) eine Staumeldung vorliege. Das Infosystem prüft die Staumeldung, zeigt die Sanduhr und gibt dann bekannt, dass für die Rosenheimer-Landstraße ein Stau von einem Kilometer Länge gemeldet sei (vgl. Bild 49). Außerdem fragt es, ob der Fahrer eine Umleitung fahren möchte. Diese Meldung erfolgt in der Versuchsbedingung A, während das Navigationssystem Anweisungen zum Abbiegen gibt und der Fahrer in eine vorfahrtberechtigte Straße einbiegt.

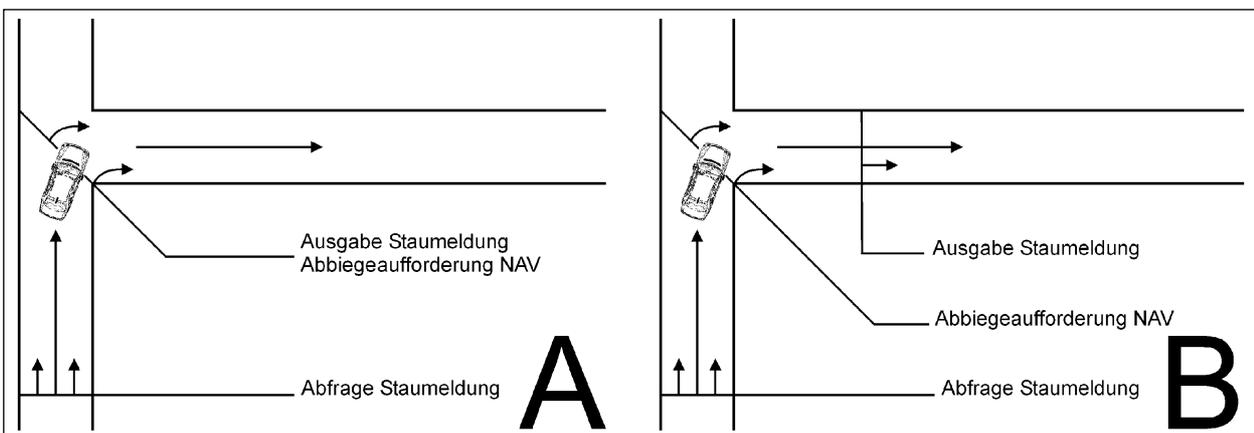
In der Bedingung B bzw. C kommt die Staumeldung erst nach der Rechtsabbiegung, siehe Bild 50.

Aufgabe 2: Abfrage → E-Mails, abbiegen mit Radfahrer/Fußgänger:

Nach einiger Zeit wird der Proband gebeten, beim Infosystem anzufragen, ob E-Mails angekommen seien. Das Infosystem prüft und zeigt nach kurzer Wartezeit eine E-Mail-Liste mit 5 Einträgen. Außerdem fragt es, welche E-Mail-Nummer der Fahrer hören möchte (vgl. Bild 51).



**Bild 49:** Anzeigen auf dem Bildschirm des Comand-Systems bei Aufgabe 1 (hier: Stau auf der Rosenheimer-Landstraße?)



**Bild 50:** Unterschied zwischen den Versuchsbedingungen A und B im Versuchsablauf, wobei: A = ohne Infomanager, B = mit Infomanager: Stau auf geplanter Strecke?

In der Versuchsbedingung A wird die E-Mail-Liste (Bild auf dem Display und Sprachausgabe) direkt in einer Abbiege-Situation ausgegeben, in der ein Radfahrer (Fußgänger) die Fahrspur des Fahrzeugs kreuzt (Bild 52).

In der Bedingung B erfolgt die Ausgabe der E-Mail-Liste erst kurz nach der Abbiegung. Im Gegensatz zu A hält hier der Infomanager die Ausgabe zurück, bis das Fahrzeug wieder auf Geradeaus-Kurs ist.

Die Versuchsbedingungen B und C sind seitens des Informationsmanagements gleich. In C wird jedoch zusätzlich, während des Abbiegevorgangs, das Fahrrad-Symbol als Warnpiktogramm in das rechte Rückschau-Display eingeblendet.

Ein Vergleich zwischen A und B ermöglicht somit die Untersuchung der Auswirkung des Informati-

onsmanagers, während der Unterschied zwischen B und C Rückschlüsse auf die Wirkung der kompensatorischen Hilfe (rechtes Rückschaudisplay) erlaubt. Bild 53 veranschaulicht den Sachverhalt.

**Aufgabe 3: Abfrage → Veranstaltungsprogramm - Anruf tätigen:**

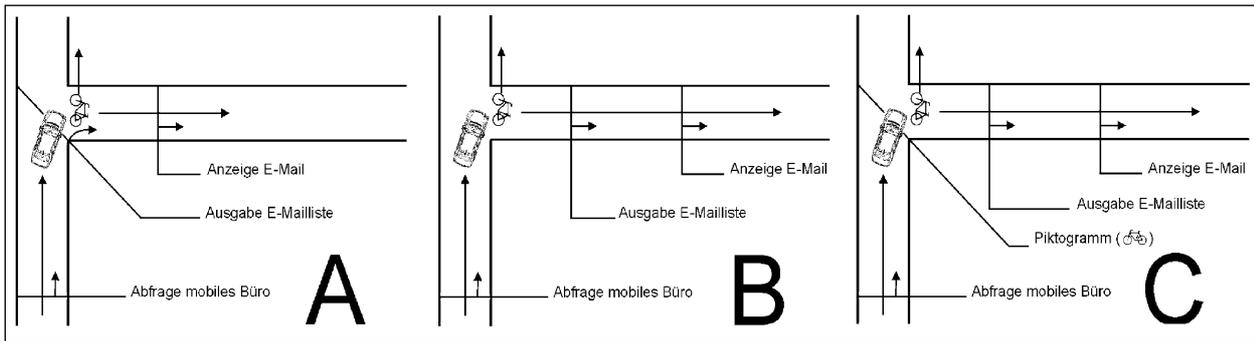
Nach einiger Zeit wird der Fahrer daran erinnert, dass das Informationssystem auch über einen Veranstaltungskalender verfügt, und gebeten, dort nachzufragen, wann die Messe „Heim und Handwerk“ stattfindet (Strecke Holzkirchen: „Christkindlmarkt“). Während das Infosystem den Veranstaltungskalender prüft und die Sanduhr zeigt, ermuntert der Versuchsleiter den Probanden, inzwischen einen guten Freund (Lebensgefährten, Kollegen) anzurufen.



**Bild 51:** Anzeigen auf dem Bildschirm des Comand-Systems bei Aufgabe 2 (E-Mail-Liste, Beispiele für E-Mails)



**Bild 52:** Radfahrer bzw. Fußgänger kreuzt bei Aufgabe 2, bei Bedingung A während der Ausgabe der E-Mail-Liste, bei B und C vorher



**Bild 53:** E-Mail-Liste während Abbiegung mit Radfahrer (A: ohne Infomanager), bei B danach (mit Infomanager), bei C zusätzlich Warn-Piktogramm



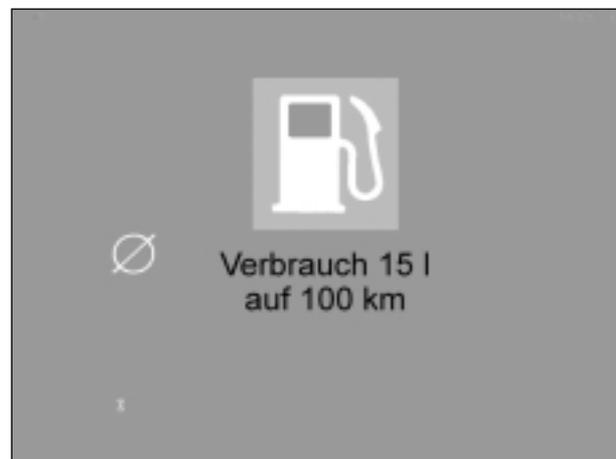
**Bild 54:** Anzeigen auf dem Bildschirm des Comand-Systems bei Aufgabe 3 (Veranstaltungsprogramm nur per Sprachausgabe, keine Textmeldung)

Während in der Versuchsbedingung A die Auskunft zur gewünschten Veranstaltung während des Telefongesprächs erfolgt, sorgt der Infomanager in Bedingung B dafür, dass sie erst nach Beendigung des Gesprächs erteilt wird.

Diese Mitteilung aus der Kategorie „private Information“ wird nur per Sprachausgabe gemeldet, das Display bleibt unverändert (siehe Bild 54). In dieser Situation soll einerseits die Wirkung des Infomanagers erprobt werden, andererseits in Erfahrung gebracht werden, ob und wie lange Blickzuwendungen zum Display erfolgen, auch wenn es keine Information bietet.

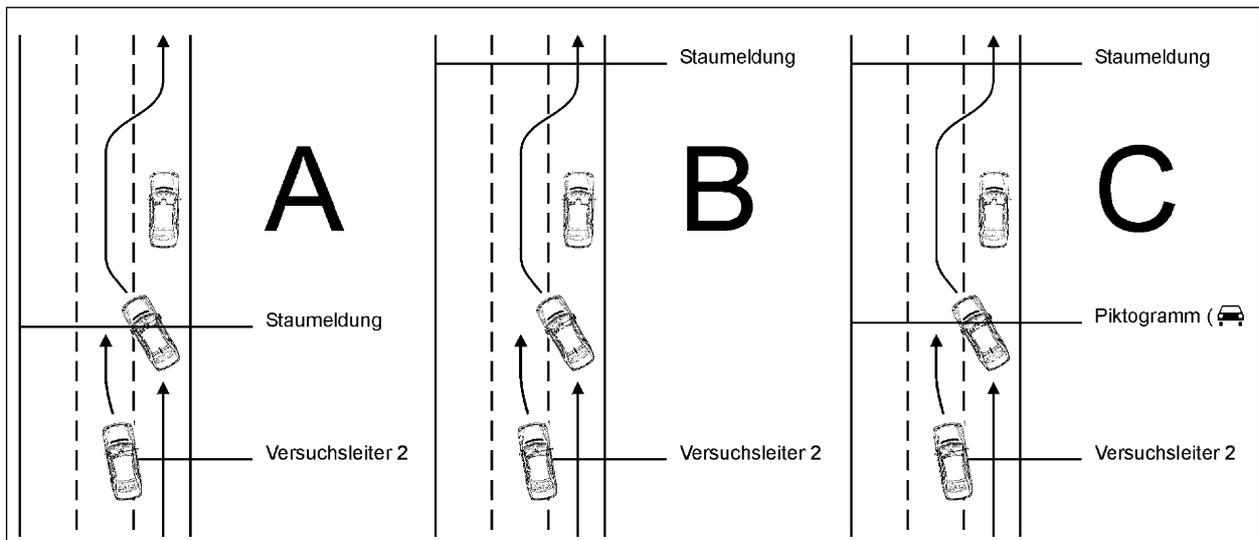
**Aufgabe 4:** Stop & Go-Verkehr (innerorts), Anruf, Bordcomputermeldung, NAV programmieren:

Nun wird ein Streckenabschnitt mit Stop & Go-Verkehr befahren. Per Signal an das Begleitfahrzeug wird ein Anruf initiiert, bei dem der Fahrer gebeten wird, den Versuchsleiter über einen Stau auf der programmierten Strecke zu unterrichten. In dieses Telefongespräch hinein meldet sich in der Versuchsbedingung A der Bordcomputer und teilt mit, der durchschnittliche Verbrauch betrage 15



**Bild 55:** Anzeige auf dem Bildschirm des Comand-Systems bei Aufgabe 4 (hier: Bordcomputermeldung)

Liter auf 100 Kilometer (Treibstoff-Vorrat, Flüssigkeitsstand Wischwasser). In der Bedingung B entzerrt der Infomanager die Situation, der Bordcomputer kann sich erst melden, wenn das Gespräch beendet ist. Die Information macht sich per Gong bemerkbar und erscheint als Text-Meldung auf dem Display (Bild 55). Gleiches gilt für die Versuchsbedingung C. Hier wird jedoch der Fahrer durch einen ACC mit Stop & Go-Funktionalität unterstützt. Während der Stop & Go-Fahrt (in Bedin-



**Bild 56:** Überholen (A: mit Meldung zur Strecke, bei B danach, wegen Infomanager); Bei A: Rückspiegel, bei B: Display, bei C: Display mit Warn-Piktogramm

gung C: mit ACC-Stop & Go-Assistent) bittet der Versuchssleiter den Fahrer, aufgrund des gemeldeten Staus das Navigationssystem umzuprogrammieren.

Ein Vergleich der Bedingungen A und B lässt Rückschlüsse auf die Wirkungsweise des Info-Managers zu, während der Vergleich zwischen B und C untersucht, ob der ACC mit Stop & Go-Funktion für den Autofahrer eine Entlastung darstellt.

**Aufgabe 5:** Überholmanöver auf der Autobahn, Info zur Strecke:

Wir begeben uns nun auf die Autobahn Richtung Starnberg (Holzkirchen). Sie ist stark befahren, weshalb der Versuchssleiter den Fahrer auffordert, ein langsames Fahrzeug zu überholen. Gleichzeitig erhält das Begleitfahrzeug (vom Fahrer unbemerkt) ein Signal, schießt von hinten auf der Überholspur auf, so dass es sich im toten Winkel befindet. In der Versuchsbedingung A erfolgt während dieses Überholmanövers eine automatische Meldung zur Strecke, die einen Stau zwischen Irschenberg und Bad Aibling ankündigt (Strecke Starnberg: Baustelle an der Ausfahrt Wolfratshausen). Die jeweilige Meldung ist aufgrund der Verkehrssituation sehr glaubhaft; sie wird mittels Sprachausgabe und Display mitgeteilt (Bild 57).

In der Bedingung B wird die Information zur Strecke aufgrund der kontrollierten Ausgabe durch den Informationsmanager erst nach Abschluss des



**Bild 57:** Anzeige auf dem Bildschirm des Comand-Systems bei Aufgabe 5 (Info zur Strecke, unaufgefordert)

Überholmanövers, wenn der Fahrer sich wieder in die rechte Spur eingeordnet hat und geradeaus fährt, gegeben (Bild 56).

Bei A dient der normale Rückspiegel zur Rückschau, bei B ist es das Rückschau-Display, ebenso bei C. Zusätzlich wird bei C noch ein Warn-Piktogramm in das linke Rückschau-Display eingespielt, um auf das Fahrzeug im toten Winkel hinzuweisen.

Anhand dieser Versuchssituation soll die Auswirkung des Informationsmanagers und der Rückschaudisplays untersucht werden. Dazu werden die Bedingungen A und B miteinander verglichen. Ein Vergleich der Bedingungen B und C soll Aufschluss über die kompensatorische Hilfe mit Piktogramm (linkes Rückschaudisplay) geben.



**Bild 58:** Anzeigen auf dem Bildschirm des Comand-Systems bei Aufgabe 6 (Abfrage mobiles Büro, hier: Nikkei-Index)

Aufgabe 6: Autobahn mit Tempomat bzw. ACC, Abfrage → mobiles Büro:

Ebenfalls auf der Autobahn wird der Proband gebeten, den Tempomaten (Versuchsbedingung A und B) bzw. den ACC (Bedingung C) einzuschalten und auf 100 km/h zu setzen.

Nun wird er aufgefordert, bei der Börseninformation nachzufragen, wie der Nikkei-Index stünde (Branchenverzeichnis: nächster Media Markt; Terminkalender: Für morgen Termin eingetragen?). Während das Infosystem die Börseninformation sucht (Sanduhr), klingelt das Telefon. Es handelt sich - je nach Versuchsdurchgang - um eine Zeitungswerberin, die nachfragt, ob Interesse für die Süddeutsche Zeitung bestünde, einen wortreichen, aber dennoch falsch verbundenen Anrufer oder einen bayrisch sprechenden Werkstattmeister, der den Inspektionstermin des Fahrzeugs am Freitag bestätigt.

In der Versuchsbedingung A meldet das Infosystem während des Anrufs, der Nikkei-Index sei um 50 Punkte gesunken, bei B und C wird die Meldung erst nach dem Telefonat gebracht. Die Nachricht erfolgt per Sprachausgabe und Textmeldung (Bild 58).

## 4.8 Abhängige Variablen

Als abhängige Variablen werden erhoben:

- Einstellung zu den Systemen (Fragebogen),
- Blickzuwendung zum Mittendisplay (Comand-System), gemessen wird die Zeit,
- Fahrverhalten in Bezug auf die Verkehrssicherheit (Versuchsleiter-Rating),
- Fahrzeugparameter (relevante CAN-Bus-Daten, wie Geschwindigkeit, Lenkwinkel, Bremspedalstellung, scharfe Bremsmanöver).

## 4.9 Ergebnisse

### 4.9.1 Einstellung zu den Systemen

Im Anschluss an beide Versuchsfahrten beurteilten die Versuchsteilnehmer den Infomanager, die Rückschau-Displays und den ACC mit dem in Kapitel 4.6.4 dargestellten Fragebogen.

Infomanager:

Zur Beurteilung des Infomanagers dient die Frage, ob Informationen nacheinander oder gleichzeitig eintreffen sollen (vgl. Tabelle 23).

Das Ergebnis ist eindeutig: Die sequentielle Ausgabe mittels Infomanager wird von 97 Prozent bevorzugt, gegenüber einer Überschneidung von Mitteilungen und Informationen in beliebigen Verkehrssituationen.

Piktogramm im Rückschau-Display:

Was halten die Versuchsteilnehmer von einem Piktogramm im Rückschau-Display, um vor einem querenden Radfahrer oder Fußgänger zu warnen, bzw. vor einem anderen Fahrzeug, das sich im toten Winkel befindet? Tabelle 24 gibt Auskunft.

Fast die Hälfte der Teilnehmer findet die Symbole hilfreich. Nur 5 Teilnehmer lehnen sie ab. Etwa ein Drittel der Probanden bevorzugt die normalen Rückspiegel.

Von den drei Personen, die in der Aufregung der Fahrt die Piktogramme nicht wahrgenommen haben, antworten zwei mit „weiß nicht“, einer meint, er würde die normalen Rückspiegel bevorzugen.

Tempomat versus ACC:

Auf die Frage, wie die Fahrt mit Tempomat auf der Autobahn für den Versuchsteilnehmer war, antworteten 83 %, sie war entspannend. Keiner bewertete

Informationen nacheinander oder gleichzeitig?	Anzahl n	in %
Ja, besser nacheinander	35	97 %
Nein, kann auch gleichzeitig sein	1	3 %

**Tab. 23:** Infomanager - ja oder nein? (Anzahl der Nennungen und Angaben in Prozent)

Piktogramm im Rückschau-Display:	Anzahl n	in %
Ja, die Symbole waren hilfreich.	17	47 %
Nein, die Symbole waren nicht hilfreich.	5	14 %
Die normalen Spiegel sind mir lieber.	12	33 %
weiß nicht	2	6 %

**Tab. 24:** Bewertung der Piktogramme im Rückschau-Display

Fahrt mit ... wird empfunden als:	Tempomat	ACC auf der Autobahn	ACC im Stop & Go-Verkehr innerorts
entspannend	83 %	72 %	
anstrengend	-	6 %	
weder/noch	17 %	17 %	
ungewohnt	-	8 %	
zu riskant, ...	-	3 %	

**Tab. 25:** Bewertung von Tempomat und ACC auf der Autobahn, sowie des ACC im Stop & Go-Verkehr innerorts

sie als „anstrengend“. Für weder/noch votierten 6 Personen (vgl. Tabelle 25).

Zur Fahrt mit ACC auf der Autobahn ist das Urteil differenzierter: Zwar halten insgesamt etwa  $\frac{3}{4}$  der Versuchsteilnehmer die Fahrt mit dem ACC auf der Autobahn für entspannend, drei fügen jedoch hinzu, man müsse sich schon daran gewöhnen. Zwei Personen finden die Situation anstrengend, 6 können sich nicht so recht entscheiden und votieren für „weder/noch“. Eine Person empfindet es als riskant, sich auf das Fahrverhalten des Vordermanns zu verlassen.

Beim ACC mit Stop & Go-Funktion innerorts sinkt die Akzeptanz noch weiter: 56 Prozent der Befragten finden das System entspannend. Von 17 % wird die Situation als anstrengend beschrieben, 22 % antworten mit „weder/noch“.

Dieses Ergebnis ist insofern überraschend, da der ACC im Stop & Go vom Versuchsleiter simuliert wurde und sehr situationsangepasst und mit großer Vorausschau reagierte.

#### 4.9.2 Blickverhalten

Für jede Aufgabe, differenziert nach Anzeige auf dem Mittendisplay, wird jeweils die Anzahl der Blicke zum Display und die Blickzeit erfasst, woraus sich die durchschnittliche Blickdauer berech-

nen lässt. Zusätzlich wird auch noch erhoben, ob das Fahrzeug zum Zeitpunkt des Blicks fährt oder ob es steht.

Anhang D zeigt die durchschnittliche Anzahl der Blicke pro Person sowie die durchschnittliche Blickdauer für die jeweilige Aufgabe in Sekunden. In Anhang E sind die Ergebnisse der t-Tests dokumentiert. Meist wird mit dem t-Test für abhängige Stichproben gearbeitet, so wird z. B. für den Infomanager die A-Bedingung mit der B-Bedingung einer Versuchsperson verglichen. War es inhaltlich sinnvoll, die Werte verschiedener Probanden miteinander zu vergleichen (t-Test für unabhängige Stichproben), so ist die Kommentar-Spalte in Anhang E hellgrau hinterlegt. Signifikante Ergebnisse sind gekennzeichnet (\*:  $\alpha = 0,05$  oder \*\*:  $\alpha = 0,01$ ) und farblich kodiert. Weiterhin ist in Anhang E angegeben, bei welcher Bedingung mehr bzw. längere Blicke zu verzeichnen sind. Auf der Basis der Mittelwerte über die Personen werden Differenzen bis 0,05 als „gleich“ betrachtet. Einträge wie „A mehr“ oder „B länger“ sollen daher nur einen Trend, ähnlich den Effektgrößen in der Statistik, anzeigen.

Zur besseren Orientierung wurde die hier beschriebene Farbkodierung auch auf Anhang D übertragen.

Mit bzw. ohne Informationsmanagement:

In Situationen, in denen verschiedene Informationen ungefiltert auf den Fahrer zukommen, kann bei freier Verhaltensbeobachtung „hektisches“ Blickverhalten beobachtet werden: viele kurze Blicke, die kaum zur strukturierten Erfassung geeignet sind. In den Versuchsbedingungen, in denen der Infomanager für Entzerrung sorgt, Informationen also nicht während einer Abbiegesituation, während eines Telefonats usw. ausgegeben werden, erwarten wir daher, dass weniger Blicke zum Display erfolgen, auch wenn die Blickzuwendung aufgrund der entspannteren Situation möglicherweise länger sein kann.

Um zunächst den generellen Trend abzuschätzen, ist in Bild 59 die Gesamtzahl der Blicke für Aufgaben mit bzw. ohne Informationsmanagement dargestellt, Bild 60 zeigt die durchschnittliche Anzahl der Blicke pro Person, Bild 61 die gesamte Blickzeit pro Person und Bild 62 die durchschnittliche Dauer der Blicke, jeweils für die Situation „Fahrzeug fährt“.

Die Abbildungen 59 bis 62 sind in drei Abschnitte gegliedert:

- Blicke nötig,
- Blicke redundant,
- Blicke sinnlos.

Blicke nötig:

Bei zwei Aufgaben muss der Fahrer tatsächlich den Blick zum Display wenden:

Der Bordcomputer meldet sich während der Fahrt im Stop & Go-Verkehr per Gong und zeigt auf dem Display ein Bild (z. B. Treibstoffvorrat reicht noch 50 km), es erfolgt jedoch keine Sprachausgabe. In der A-Bedingung erfolgt die Ausgabe während eines Telefonats. Die Anzahl der Blicke ist gering, bei A: 0,29 Blicke; bei B: 1,12 (siehe Bild 60), die durchschnittliche Blickdauer (Bild 62) liegt im mittleren Bereich (A: 0,6 sec; B: 0,8 sec).

Bei der Programmierung des Navigationssystems sind, obwohl die Ziele bereits in den Speicher eingetragen sind, einige Bewegungen mit dem Dreh-/

Drücksteller erforderlich, ehe das System den Fahrer zum gewünschten Ziel lotst.

Ursprünglich war geplant, in der A-Bedingung während der NAV-Betätigung eine zusätzliche Aufgabe zu stellen, um die Auswirkungen des Infomanagers (in der B-Bedingung) zu prüfen. Doch zeigte sich in Vorversuchen, dass die Fahrer schon mit der NAV-Programmierung während der Fahrt extrem gefordert waren, so dass aus Sicherheitsgründen auf diesen Vergleich verzichtet werden musste. Da die Aufgaben nun in beiden Versuchsbedingungen gleich sind, können die Unterschiede nicht erklärt werden.

Die Ergebnisse sind trotzdem von größter Bedeutung: Selbst für den Abruf eines bereits gespeicherten Zwischenziels sind 10 bis 12 Blicke von jeweils einer Sekunde Dauer nötig (vgl. Bild 60). An einer Verbesserung der Benutzerschnittstelle sollte daher unbedingt gearbeitet werden.

Blicke redundant:

Vier Meldungen erfolgen als Sprachausgaben, ergänzt durch Text auf dem Display. Der Blick zum

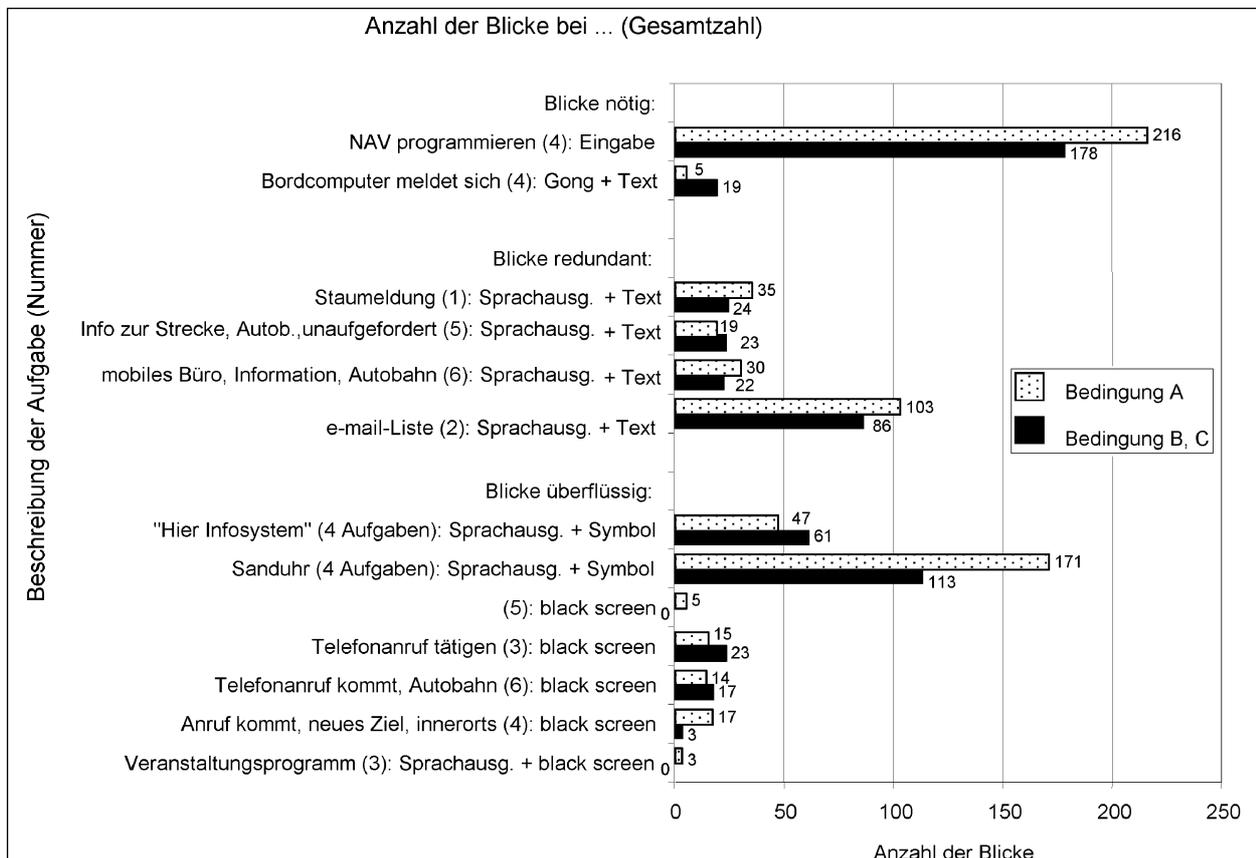


Bild 59: Gesamtzahl der Blicke bei den verschiedenen Aufgaben

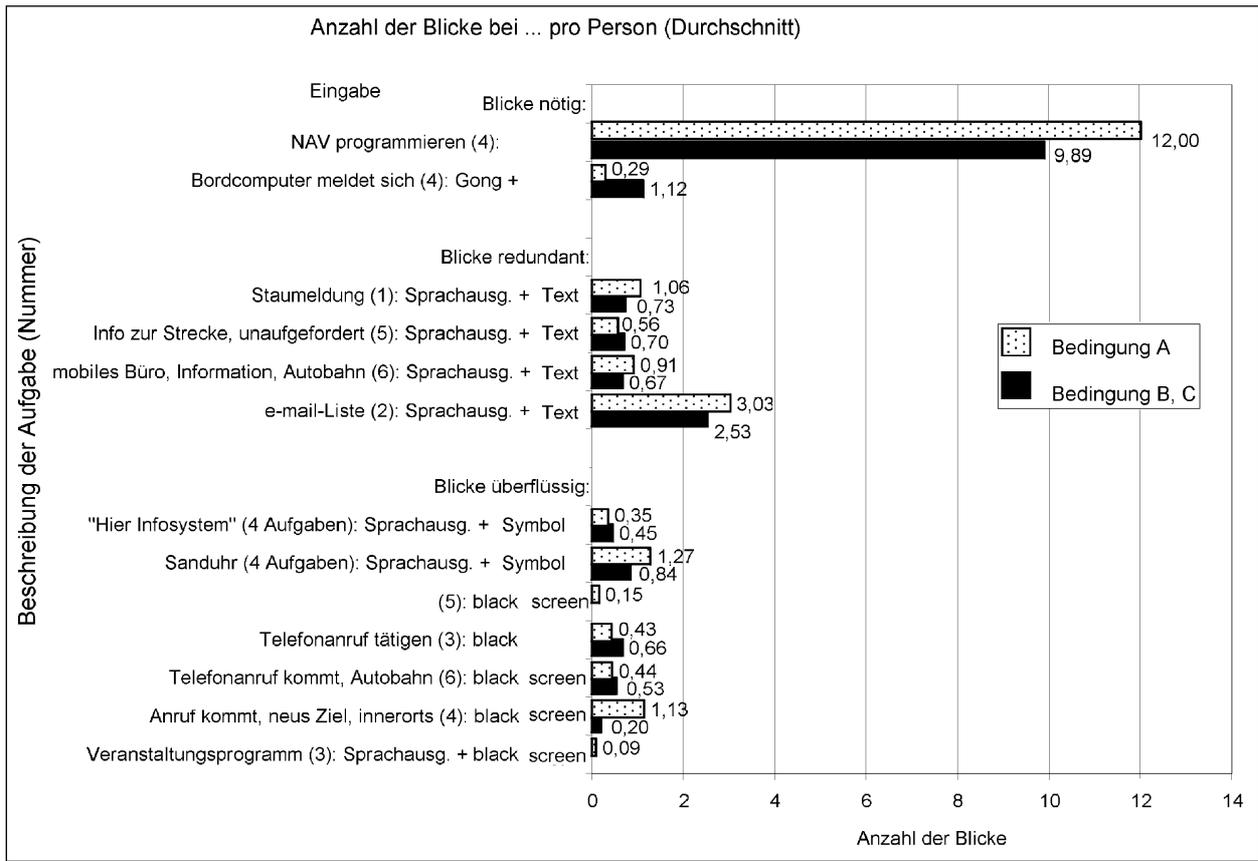


Bild 60: Anzahl der Blicke bei verschiedenen Systemen, pro Person (im Durchschnitt)

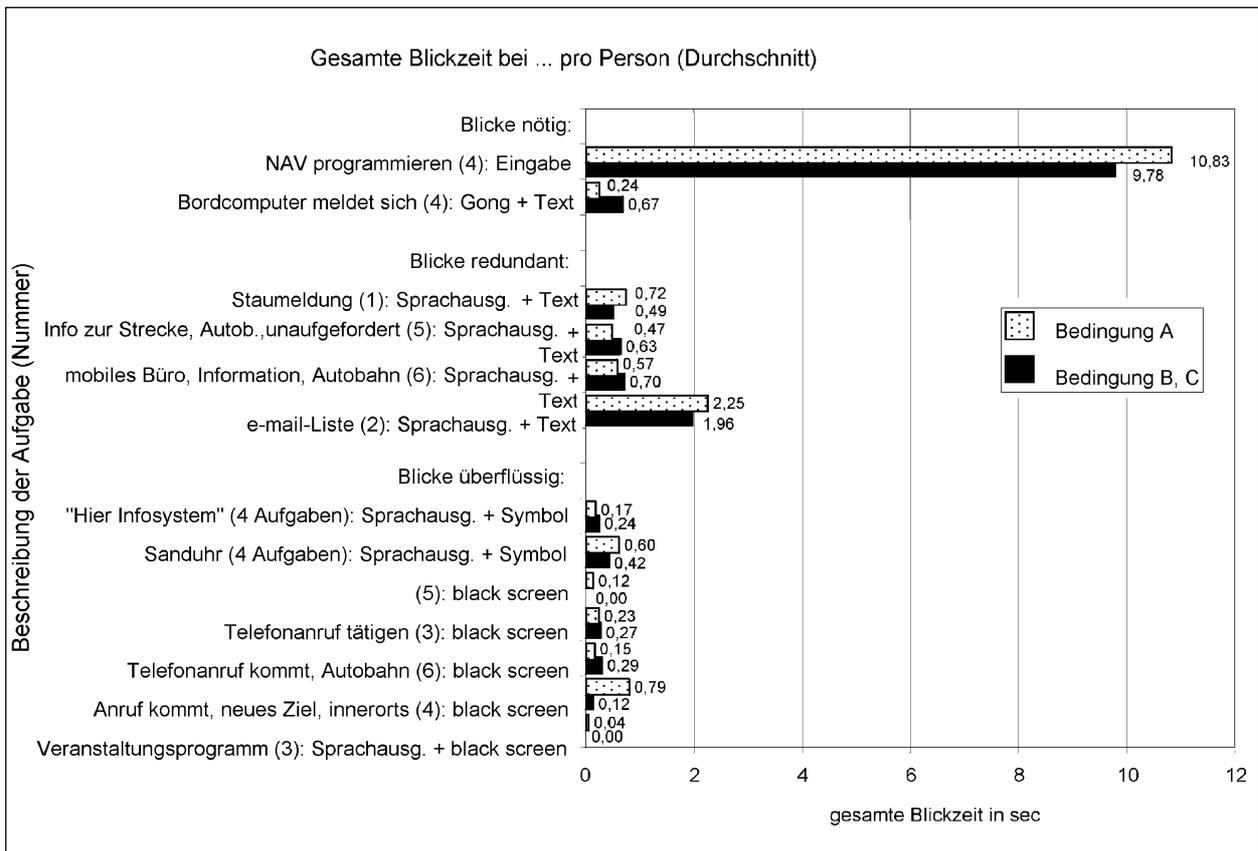


Bild 61: Gesamte Blickzeit (in Sekunden) pro Person bei der jeweiligen Aufgabe

Display dient hier lediglich der Rückversicherung, ob die Textmitteilung richtig verstanden wurde.

Bei der Staumeldung hatte der Proband beim Info-system angefragt, ob z. B. in der Unterhachinger-Straße ein Stau vorliege. Die Information erfolgt in der Versuchsbedingung A während des Einbiegens in eine Vorfahrtstraße, in B danach.

Eine zweite Information zur Strecke, die unaufgefordert erfolgt (z. B. Stau auf der gerade befahrenen Autobahn A 8), wird in der A-Bedingung auf der Autobahn während des Überholens, in der B-Bedingung danach gegeben.

Die Information des mobilen Büros, die z. B. Börseninformationen, Branchenverzeichnis und die Führung des Terminkalenders umfasst, erfolgt bei A während eines Anrufs, in der Bedingung B danach.

Ebenfalls vom Fahrer angefordert wird die E-Mail-Liste angezeigt. In der Versuchsbedingung A erfolgt dies während des Abbiegens nach rechts,

wenn gerade ein Fußgänger oder Radfahrer kreuzt, in Bedingung B danach.

Die Anzahl der Blicke (Bild 60) liegt bei den drei erstgenannten Aufgaben im Mittel zwischen 0,6 und einem Blick, nur die E-Mail-Liste fordert deutlich mehr Blickzuwendungen (A: 3,03 Blicke; B/C: 2,52). Dies liegt sicherlich an der Fülle des Texts (5 Namen) und der deutlich kleineren Schrift.

Bei drei Aufgaben sind in der A-Bedingung mehr Blicke zu verzeichnen. Allerdings wird hier auch kürzer geschaut. Wir finden hier also das eingangs beschriebene „hektische“ Blickverhalten vor. Das Informationsmanagement führt hingegen, zumindest tendenziell, zu einem ruhigeren Blickverhalten: seltener, dafür etwas länger. Die durchschnittliche Dauer der Blicke (Bild 62) liegt meist im mittleren Bereich (0,6 bis 0,8 sec), doch fällt auf, dass auf der Autobahn die Blickdauer in der B/C-Bedingung besonders lang ist (Info zur Strecke: 0,91 sec; mobiles Büro: 1,05 sec).

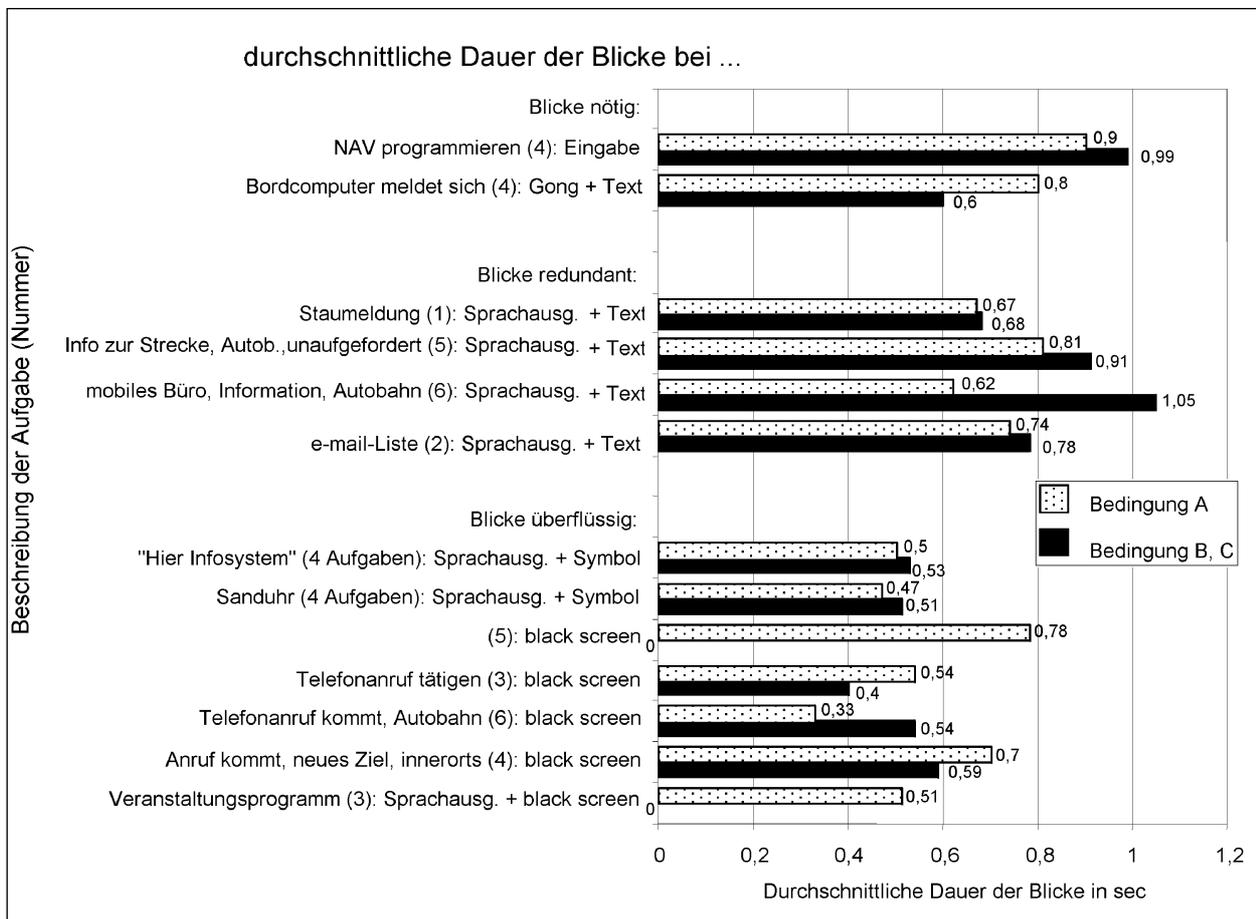


Bild 62: Durchschnittliche Dauer der Blicke (in Sekunden) bei den verschiedenen Aufgaben

Blicke überflüssig:

In der dritten Gruppe sind diejenigen Betätigungen/Informationen aufgeführt, bei welchen eine Blickzuwendung überflüssig erscheint:

Wird das Infosystem per Spracheingabe aufgerufen, so meldet es sich mit der Meldung „Hier Infosystem“, im Bildschirm erscheint das i-Symbol.

Bei der Anfrage, ob für die Rosenheimer-Landstraße ein Stau gemeldet ist, gibt es die sprachliche Rückmeldung „Prüfe Staumeldung“ und als Zeichen seiner Aktivität das Sanduhr-Symbol.

Ein Blick zum Display vermittelt dem Probanden lediglich, dass das System arbeitet, jedoch keine weiteren Inhalte. Trotzdem blickt ein Teil der Versuchsteilnehmer auf das Display, besonders auf die Sanduhr (Bild 60, 61). Die Blickzeiten sind mit 0,5 Sekunden eher kurz (Bild 62).

Bei den folgenden Situationen bleibt der Bildschirm schwarz:

- auf der Autobahn, vor dem Überholmanöver (Aufgabe 5),
- während der Proband einen Anruf tätigt (Aufgabe 3),
- wenn der Proband bei der Fahrt auf der Autobahn angerufen wird (z. B. Interesse für Süddeutsche Zeitung, Aufgabe 6),
- bei einem Anruf innerorts (Mitteilung eines neuen Ziels, Aufgabe 4),

Die Blicke zum leeren Bildschirm während der Telefonate sind bemerkenswert. Offensichtlich dient der Bildschirm als Ersatz für den Ansprechpartner.

Die Anzahl der Blicke liegt zwischen 0,2 und 1,13, die Dauer zwischen 0,33 sec und 0,7 sec. Da der Informationsmanager erst aktiv werden würde, wenn eine zusätzliche Information eintrifft (z. B. Bordcomputermeldung), sind hier noch keine Unterschiede zwischen den Versuchsbedingungen zu erwarten.

Die vom Fahrer verbal angeforderte Information zum Münchner Veranstaltungsprogramm (z. B. Wann ist die Messe „Heim und Handwerk“?) wird per Sprachausgabe ausgegeben. Die Information wird nicht auf dem Bildschirm dargestellt.

In der A-Bedingung erfolgt die Mitteilung, während der Proband mit einem Freund telefoniert, in der

B-Bedingung nach diesem Gespräch. Ein Blick zum Display ist ebenso wenig erforderlich wie bei den oben genannten Informationen, er könnte bestenfalls der Rückversicherung dienen. Bei dieser Aufgabe sind praktisch keine Blickzuwendungen zu verzeichnen. Offensichtlich sind die Fahrer zu stark von der Verkehrssituation (fließender Verkehr auf dem Mittleren Ring) in Anspruch genommen.

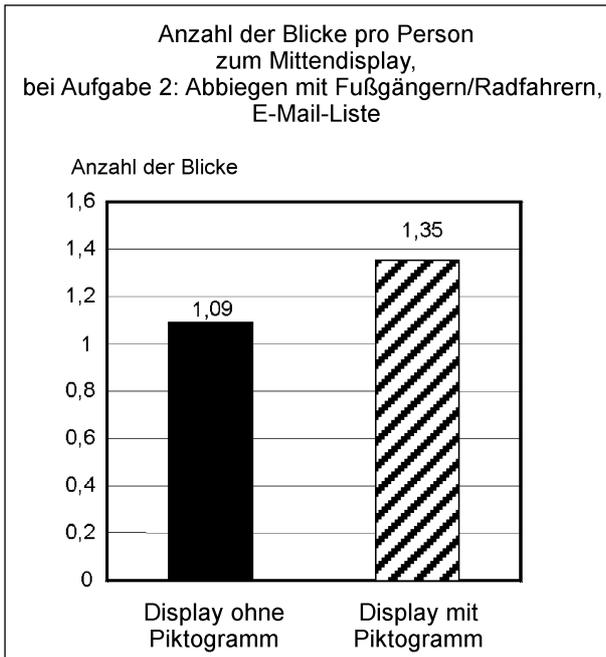
Signifikanztests:

Die Ergebnisse der t-Tests (Anhang E) zeigen eine Reihe signifikanter Unterschiede zwischen den Versuchsbedingungen, die jedoch nicht überinterpretiert werden dürfen, da sie teilweise sehr kurze Teilhandlungen der gesamten Aufgabe umfassen. Nimmt man die Effektgrößen hinzu, d. h. Ergebnisse, die in die gleiche Richtung gehen, aber nicht signifikant werden, so zeigt sich das bereits angesprochene Muster: Die Blickhäufigkeit unter der Doppelbelastung von zwei Nebenaufgaben oder einer stark belastenden Hauptaufgabe (z. B. Abbiegen) und einer Nebenaufgabe ist höher, während die Blickdauer geringer ist. Prinzipiell sind zwar kurze Blickabwendungen im Sinne der Verkehrssicherheit besser als lange, jedoch gilt dies nur für eine deutliche Zunahme der Blickdauer. Die vorliegenden Werte (kürzere häufigere Blickabwendung bei Bedingung A) weisen darauf hin, dass die Fahrer die erhöhte Belastung durch häufigere und schnelle Blickwechsel zu kompensieren suchen.

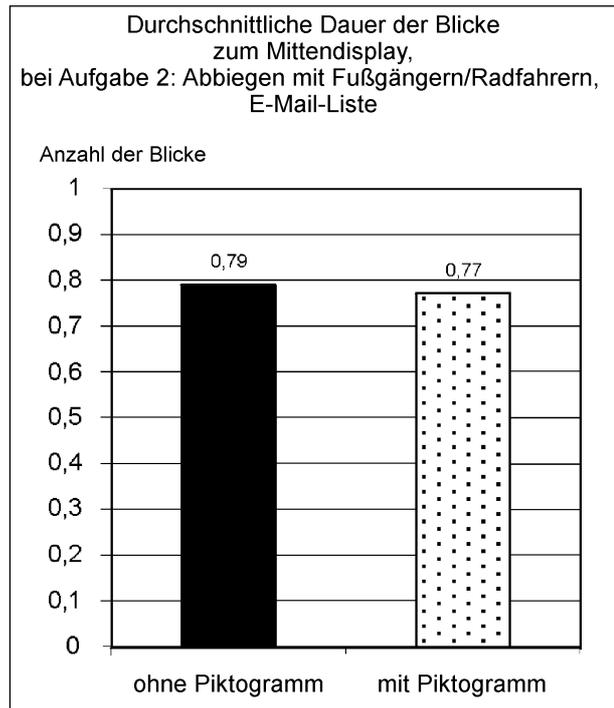
Rückschaudisplays:

In Versuchsbedingung A dient zur Rückschau beim Abbiegen oder Überholen der normale Rückspiegel. In Bedingung B treten an Stelle der Spiegel die Rückschau-Displays, in Bedingung C wird in diese Rückschau-Displays noch ein Piktogramm eingespielt. Beim Rechtsabbiegen innerorts, wenn ein Radfahrer oder Fußgänger die Fahrbahn kreuzt, wird das Rad- bzw. Fußgänger-Symbol verwendet, beim Überholen auf der Autobahn, wenn sich ein anderes Fahrzeug im toten Winkel befindet, ein Auto-Symbol.

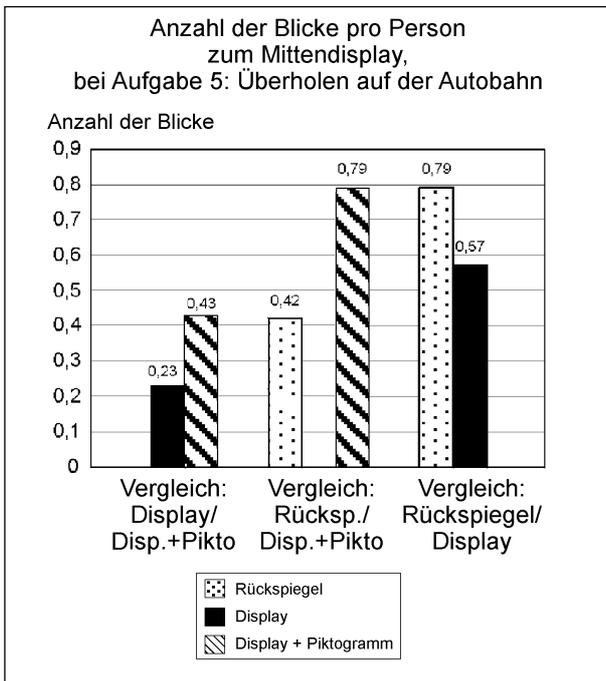
Sowohl beim Abbiegen als auch beim Überholen sollte der Fahrer in die Spiegel oder Rückschau-Displays blicken und nicht auf das Mittendisplays. Wie Bild 63 und Bild 64 zeigen ist dies nicht der Fall. In beiden Verkehrssituationen wird auch das Mittendisplays nach Informationen abgesucht.



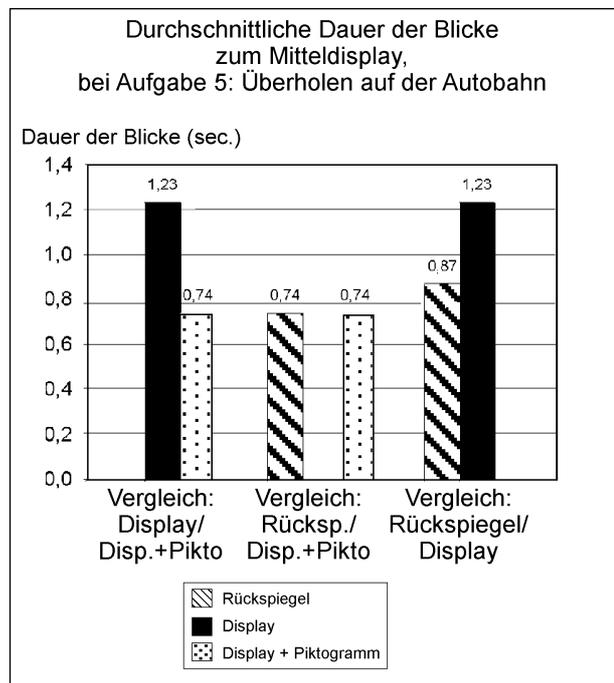
**Bild 63:** Durchschnittliche Anzahl der Blicke zum Mittendisplay beim Abbiegen



**Bild 65:** Durchschnittliche Dauer der Blicke zum Mittendisplay beim Abbiegen



**Bild 64:** Durchschnittliche Anzahl der Blicke zum Mittendisplay beim Überholen auf der Autobahn

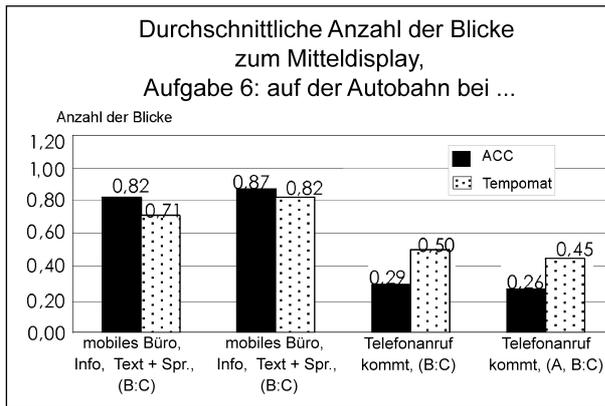


**Bild 66:** Durchschnittliche Dauer der Blicke zum Mittendisplay beim Überholen auf der Autobahn

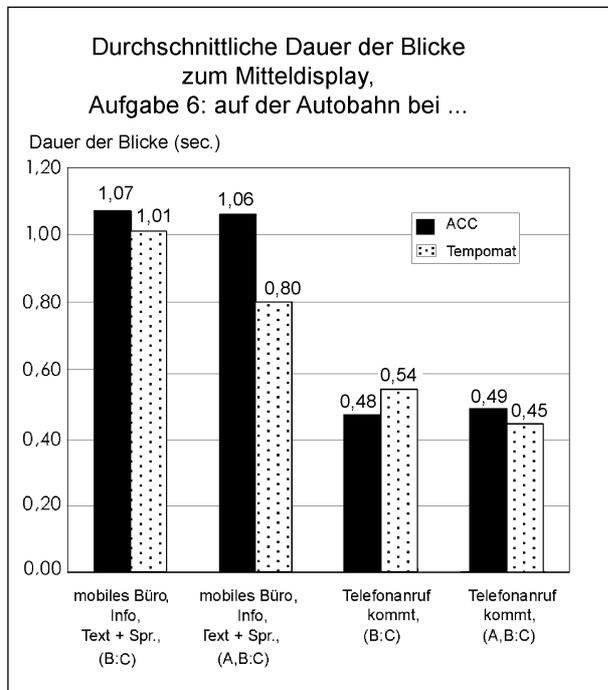
Wie aus Bild 65 und 66 ersichtlich ist, sind die Blicke zum Mittendisplay unter der Bedingung „Rückschau-Display“ am längsten. Da die Rückschaudisplays näher beim Fahrer montiert sind als die Spiegel nutzen die Versuchsfahrer offensichtlich die Möglichkeiten der verbesserten Informationsdarstellung für ihr Blickverhalten zum Mittendisplay.

**Auswirkungen des ACC:**

Auf der Autobahn wurde die Fahrt mit Tempomat (Versuchsbedingung A & B) verglichen mit den entsprechenden Situationen in der Versuchsbedingung C, bei der mit ACC gefahren wurde (Aufgabe 6). In diesem Zeitabschnitt richtet der Fah-



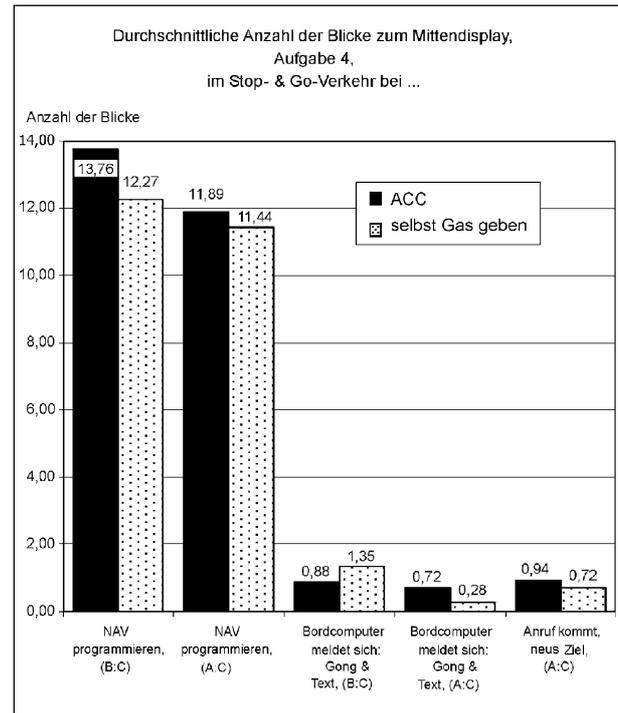
**Bild 67:** Durchschnittliche Anzahl der Blicke zum Mitteldisplay bei Aufgabe 6, Fahrt auf der Autobahn, mit ACC in Versuchsbedingung C bzw. Tempomat in Versuchsbedingung A und B



**Bild 68:** Durchschnittliche Dauer der Blicke zum Mitteldisplay (in sec) bei Aufgabe 6, Fahrt auf der Autobahn, mit ACC in Versuchsbedingung C bzw. Tempomat in Versuchsbedingung A und B

rer eine Anfrage an das Informationssystem: Beispielsweise möchte er seinen Terminkalender prüfen. Während das System die gewünschte Information sucht, wird der Proband angerufen, dann erfolgt die gewünschte Information (bei A: während).

Innerhalb der Stadt musste der Fahrer beim Stop & Go-Verkehr (Aufgabe 2) entweder die Längsregelung selbst ausführen (Bedingung A und B), oder der ACC ließ das Fahrzeug entsprechend den Verkehrsverhältnissen selbstständig anfahren und abbremsen (Be-



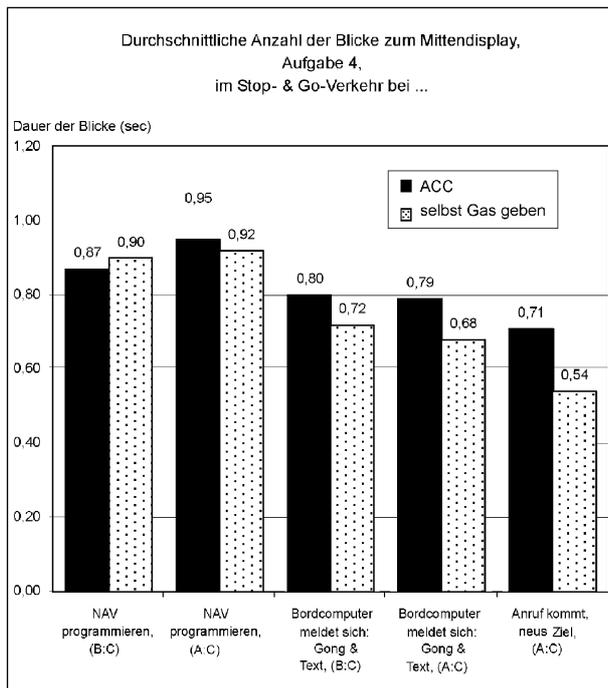
**Bild 69:** Durchschnittliche Anzahl der Blicke zum Mitteldisplay bei Aufgabe 4, Fahrt im Stop & Go-Verkehr, mit ACC in Versuchsbedingung C bzw. selbst Gas geben in Versuchsbedingung A und B

dingung C). Hier wird der Proband angerufen, der Bordcomputer meldet sich (bei A: gleichzeitig), anschließend ist ein neues Ziel im Navigationssystem auszuwählen. Wie Bild 67 zeigt, wird bei der Autobahnfahrt nur selten zum Mitteldisplay geschaut.

Wenn das Telefon klingelt, sind es etwa 0,5 Blicke während der Tempomat-Fahrt und 0,3 Blicke bei der Fahrt mit ACC. Die Mittelwerte sind sehr ähnlich, gleichgültig, ob man A und B mit C vergleicht, oder nur B mit C. Im ersten Fall stellt der t-Test einen signifikanten Unterschied fest. Die durchschnittliche Dauer der Blicke (Bild 68) liegt mit 0,5 Sekunden im mittleren Segment.

Wird die Information des mobilen Büros angeboten (Sprachausgabe und Bild auf dem Mitteldisplay), so ist die Anzahl der Blicke bei der Fahrt mit Tempomat bzw. ACC sehr ähnlich. Sie liegt bei ca. 0,8 (Bild 67). Die durchschnittliche Blickdauer ist mit 0,8 bis 1,1 Sekunden deutlich erhöht (Bild 68). Die Mittelwerte während der Tempomat-Fahrt sind hier niedriger als bei der ACC-Fahrt, doch erweist sich der Unterschied statistisch als nicht signifikant.

Im Stop & Go-Verkehr fällt auf, dass in vier von fünf Vergleichen während der Fahrt mit ACC häufiger



**Bild 70:** Durchschnittliche Dauer der Blicke zum Mittendisplay bei Aufgabe 4, Fahrt im Stop & Go-Verkehr, mit ACC in Versuchsbedingung C bzw. selbst Gas geben in Versuchsbedingung A und B

und länger zum Mittendisplay geschaut wird (Bild 69 und 70).

Kommt der Anruf oder die Bordcomputer-Meldung, so erfolgen wenig Blicke (0,3 bis 1,3) mit mittlerer Dauer (0,5 bis 0,8 sec).

Bei der Programmierung des Navigationssystems wird während der ACC-Fahrt häufiger zum Display gesehen (vgl. Bild 69). Die durchschnittlichen Blickzeiten steigen auf Werte bis knapp unter einer Sekunde (siehe Bild 70).

Insgesamt ist hier festzustellen, dass die Entlastung, die der ACC dem Fahrer bringen soll, so gleich genutzt wird. Die Erwartungen und Anforderungen an den ACC und den ACC im Stop & Go-Verkehr sind demnach sehr hoch.

#### 4.9.3 Verkehrssicherheit

Das Verkehrsverhalten während der Versuchsfahrten wird vom Versuchsleiter mithilfe des Analysebogens (vgl. Kap. 4.6.3) erfasst.

Während alle Fahrer an roten Ampeln stehen bleiben, wird Ampel-Gelblicht häufiger missachtet. Dies geschieht in der Versuchsbedingung A bei 5

Verkehrsverhalten:	Bedingung A:	Bedingung BC/CB, Rohwerte	Bedingung BC/CB, normiert auf Aufgabenzahl in A
rote Ampel	0	0	0
gelbe Ampel	7 mal bei 5 Pers.	10 mal bei 8 Pers.	6,8 mal bei 8 Pers.
Überhöhte Geschwindigkeit	21	19	
unzulässiger Spurwechsel	14 mal bei 9 Pers.	15 mal bei 8 Pers.	10,2 mal bei 8 Pers.
durchgezogene Linie überfahren	4 mal bei 2 Pers.	9 mal bei 5 Pers.	6,1 mal bei 5 Pers.
andere behindert	2 mal bei 2 Pers.	3 mal bei 2 Pers.	2 mal bei 2 Pers.
Verbotszeichen missachtet	0	0	0
Gebotszeichen missachtet	0	0	0

**Tab. 26:** Verkehrsverhalten während der verschiedenen Versuchsbedingungen

Personen, insgesamt 7 Mal (ein Fahrer 3 Mal), in Bedingung BC/CB bei 8 Personen 10 Mal (dito). Da in der Bedingung BC/CB die Strecke länger ist und mehr Aufgaben auszuführen sind, werden die Werte auf die Aufgabenzahl in A normiert (Tabelle 26, letzte Spalte).

Die Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit ist in Bedingung A bei 21, in Bedingung BC/CB bei 19 Autofahrern zu beobachten. Es scheint sich hier um einen persönlichen Fahrstil zu handeln, denn die Überschreitung tritt meist öfters auf und beträgt 10 bis 25 km/h.

Beim unzulässigen Spurwechsel, dem Überqueren einer durchgezogenen Linie und der Behinderung anderer Verkehrsteilnehmer ist wieder eine Normierung der Werte angezeigt.

Bild 71 zeigt die Relationen: Bezieht man die Anzahl der Aufgaben mit ein (Werte von BC/CB normieren), so sind in Versuchsbedingung A in der Regel mehr Verkehrsverstöße zu verzeichnen (Ausnahme: Linie überfahren).

Dies liegt wahrscheinlich an der Vielzahl von Informationen, die ungefiltert über den Fahrer hereinbrechen. Das Informationsmanagement in Versuchsbedingung BC/CB hingegen sorgt für eine entspanntere Fahrweise.

Erwähnenswert ist, dass zwischen den Personen mit einem hohen Wert im Fragebogen zur Technikbegeisterung bzw. Risikofreudigkeit und Personen mit niedrigem Wert kein Unterschied bezüglich der Häufigkeit von Verkehrsverstößen festzustellen ist.

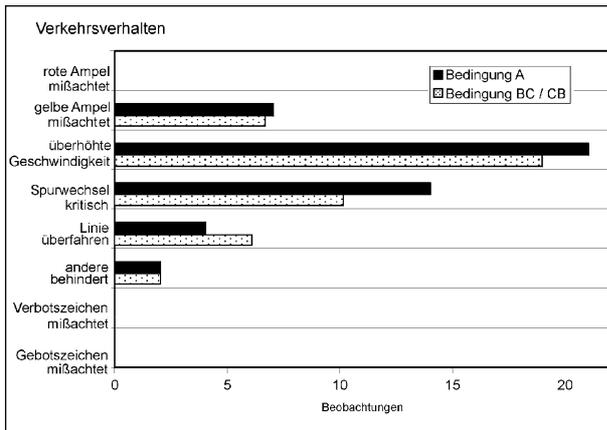


Bild 71: Analyse des Verkehrsverhaltens

### 4.9.4 Fahrzeugparameter

Während spezifischer Situationen (vgl. Kap. 4.7.2, Inhaltliche Darstellung) werden die Fahrzeugparameter, wie in Kapitel 4.5.4 beschrieben, aufgezeichnet und mit Hilfe eines dafür erarbeiteten Programms einer statistischen Analyse zugänglich gemacht. Je nach Fragestellung werden für die Parameter Geschwindigkeit, Lenkwinkel und Bremspedalstellung die Mittelwerte und Varianzen errechnet und die Anzahl scharfer Bremsungen bestimmt. Je nach Betrachtungsweise ist der t-Test für abhängige bzw. unabhängige Stichproben sinnvoll, weshalb die Werte für beide Verfahren angegeben werden.

Eine tabellarische Aufstellung der Ergebnisse findet sich in Anhang F, zur Besprechung werden in den Bildern 72 bis 76 die Diagramme gezeigt.

Mit bzw. ohne Informationsmanagement:

In der Versuchsbedingung A ohne Info-Manager treffen Informationen, Meldungen, Anrufe etc. gleichzeitig ein, in normalen oder ungünstigen Situationen, z. B. beim Abbiegen. Lassen sich an den Fahrzeugparametern Auswirkungen des Infomanagers (Bedingung B) ablesen?

Für den Innerortsbereich werden die Bedingungen A und B, wie in Tabelle 27 dargestellt, verglichen.

Bei den Aufgaben 2 und 3 werden Geschwindigkeit, Lenkwinkel und Bremspedalstellung ausgewertet (Mittelwert bzw. Varianz). In Aufgabe 4 sind Bremspedalstellung und Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug von Interesse.

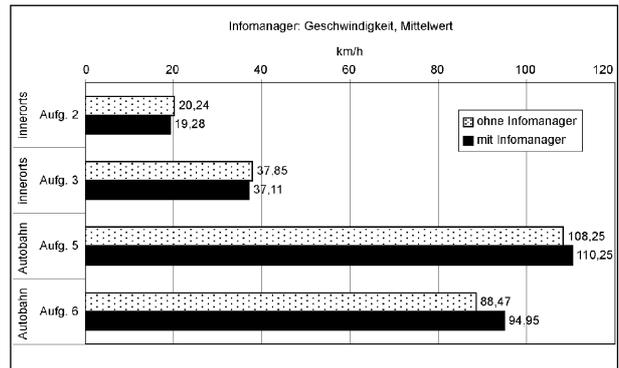


Bild 72: Infomanager, Geschwindigkeit (in km/h), Mittelwerte

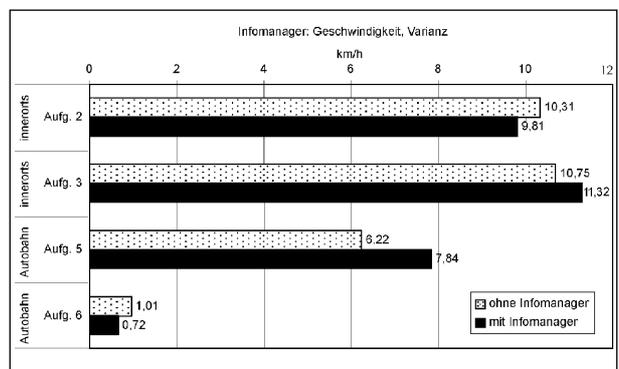


Bild 73: Infomanager, Geschwindigkeit (in km/h), Varianz

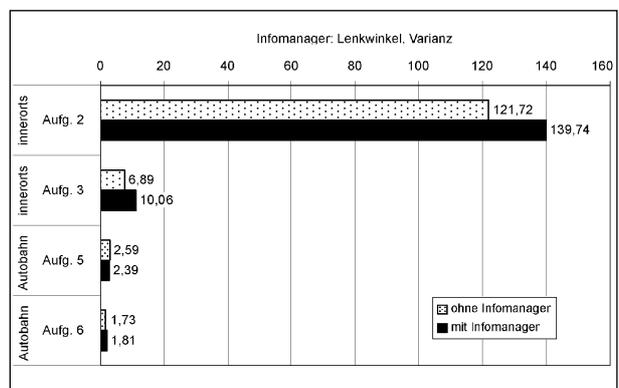


Bild 74: Infomanager, Lenkwinkel (dimensionsfrei), Varianz

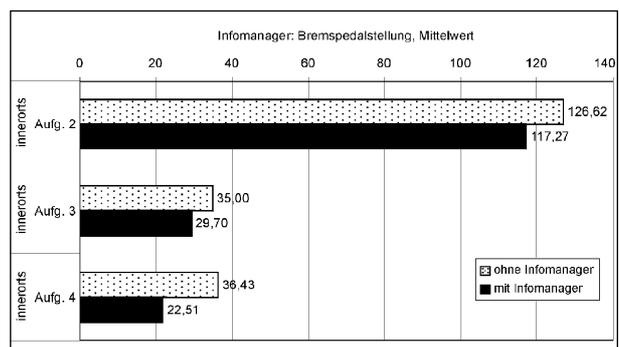
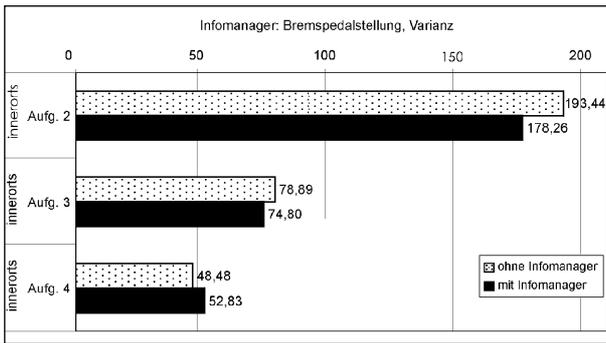


Bild 75: Infomanager, Bremspedalstellung (ohne Dimension), Mittelwerte



**Bild 76:** Infomanager, Bremspedalstellung (ohne Dimension), Varianz

Aufgabe	Bedingung A	Bedingung B
Aufgabe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fahrer biegt nach rechts ab, Radfahrer/Fußgänger quert (Spiegel)</li> <li>Gleichzeitig: E-Mail-Liste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fahrer biegt nach rechts ab, Radfahrer/Fußgänger quert (Display)</li> </ul>
Aufgabe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anruf tätigen</li> <li>Gleichzeitig: Antwort Veranstaltungskalender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anruf tätigen</li> <li>Danach: Antwort Veranstaltungskalender</li> </ul>
Aufgabe 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>fahren im Stop &amp; Go</li> <li>Anruf trifft ein, neues Ziel</li> <li>Gleichzeitig: Bordcomputer, Treibstoffvorrat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>fahren im Stop &amp; Go</li> <li>Anruf trifft ein, neues Ziel</li> <li>Gleichzeitig: Bordcomputer, Treibstoffvorrat</li> </ul>

**Tab. 27:** Vergleiche bei den Fahrzeugparametern innerorts

Aufgabe	Bedingung A	Bedingung B
Aufgabe 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>überholen (mit Rückspiegel Radfahrer/Fußgänger)</li> <li>Gleichzeitig: Info zur Strecke kommt automatisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>überholen (mit Display) Fußgänger quert</li> <li>Danach: Info zur Strecke kommt automatisch</li> </ul>
Aufgabe 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>fahren mit Tempomat</li> <li>Anruf tritt ein</li> <li>Gleichzeitig: Antwort Branchenverzeichnis/ ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>fahren mit Tempomat</li> <li>Anruf tritt ein</li> <li>Danach: Antwort Branchenverzeichnis/ ...</li> </ul>

**Tab. 28:** Vergleiche bei den Fahrzeugparametern auf der Autobahn

Für den Autobahnbereich werden die in Tabelle 28 dargestellten Vergleiche durchgeführt.

Ausgewertet wird jeweils die Geschwindigkeit und der Lenkwinkel (Mittelwert, Varianz).

**Ergebnisse:**

Bei Aufgabe 2 (abbiegen nach rechts, Radfahrer/Fußgänger quert, bei A erscheint gleichzeitig die E-Mail-Liste) sind die gefahrenen Geschwindig-

keiten gering (ca. 20 km/h). Mittelwert und Varianz für die beiden Versuchsbedingungen A und B liegen nahe beieinander, doch zeigen sich beim Mittelwert signifikante Unterschiede. Dies weist darauf hin, dass sich die einzelnen Personen in A bzw. B unterschiedlich verhalten, und signalisiert die positive Wirkung des Informationsmanagers.

Bei der Lenkwinkel-Varianz treffen wir auf einen deutlich geringeren Wert in Versuchsbedingung A (ohne Infomanager), der Unterschied in den t-Tests ist sehr signifikant. Dies widerspricht der Erwartung, Informationsmanagement könnte zu ruhigerem Lenkverhalten beitragen.

Bei der Bremspedalstellung verhält es sich umgekehrt: Hier sind die Mittelwerte in der Bedingung A um etwa 8 % größer, ein signifikanter Unterschied ist bei der Varianz feststellbar. Offensichtlich wird bei A öfter und stärker gebremst, was wiederum für eine positive Wirkung des Infomanagers spricht.

Für Aufgabe 3 (Anruf tätigen, Antwort des Veranstaltungskalenders, bei Bedingung A gleichzeitig, bei B danach) liegen die gefahrenen Geschwindigkeiten im Mittel bei 37 km/h. Sie sind bei beiden Bedingungen ähnlich.

Die Lenkwinkel-Varianz bei Bedingung B ist deutlich größer. Der Infomanager führt auch hier nicht zu ruhigerem Lenkverhalten.

In der Bedingung A wird dagegen wieder mehr gebremst, allerdings sind die Unterschiede nicht signifikant.

In Aufgabe 4 (fahren im Stop & Go, Anruf kommt, Bordcomputermeldung, in A gleichzeitig, in B danach) ist es nicht sinnvoll, die Geschwindigkeit zu erfassen, da sie vom umgebenden Verkehr bestimmt wird.

Aus den Werten zur Bremspedalstellung können wir ersehen, dass in Bedingung A deutlich mehr gebremst wird (62 %), die Varianz ist allerdings bei B etwas größer. Der letztgenannte Unterschied ist statistisch signifikant.

Die Aufgabe 5 umfasst ein Überholmanöver auf der Autobahn, in der Versuchsbedingung A mit Rückspiegel, bei B mit Rückschau-Display. In Versuchsbedingung A kommt noch gleichzeitig eine unangeforderte Information zur eben gefahrenen

Strecke, in B erfolgt sie erst nach dem Überholmanöver.

Die Geschwindigkeit liegt bei beiden Versuchsbedingungen bei etwa 110 km/h, allerdings ist die Varianz in Versuchsbedingung B um 26 % größer. Dieser Unterschied ist signifikant.

Die Varianzen des Lenkwinkels sind sehr klein.

Aufgabe 6 (fahren mit Tempomat, Anruf kommt, Antwort Branchenverzeichnis, in A gleichzeitig, in B danach) zeigt in Bedingung A eine mittlere Geschwindigkeit von 88 km/h, in B 95 km/h. Dieser Unterschied ist signifikant. Die Varianzen sind gering.

#### Zusammenfassung:

Für den Innerortsbereich lässt sich zusammenfassen: Das Informationsmanagement wirkt sich positiv, d. h. dämpfend, auf die gefahrene Geschwindigkeit aus, weniger Bremsmanöver sorgen für gleichmäßigeres Fahren. Die Lenkunruhe ist hingegen eher größer.

Auf der Autobahn wird mit Informationsmanagement entweder gleich schnell, jedoch mit größerer Varianz, oder schneller gefahren.

Auswirkungen auf die Querregelung sind nicht zu beobachten. Ein Teil der Personen scheint - vor allem auf der Autobahn - die Entlastung durch den Informationsmanager zu nutzen und ein persönliches „Belastungsoptimum“ herzustellen.

#### Rückschaudisplays - Rückspiegel:

Verglichen werden Rückspiegel (Versuchsbedingung A) mit dem Rückschau-Display, das in Versuchsbedingung B keinen Zusatz erhält, in Bedingung C mit einem zusätzlichen Warn-Piktogramm versehen wird.

Für die Innerorts-Situation „Abbiegen mit querendem Radfahrer bzw. Fußgänger“ ist eine Analyse der Fahrzeugparameter nicht sinnvoll, wir beschränken uns hier auf die Auswertung des Blickverhaltens.

Beim Überholen auf der Autobahn wird meist in den Rückspiegel geschaut, selten der Schulterblick angewandt. Bietet das Rückschau-Display hier Vorteile gegenüber dem Spiegel? Wirkt sich ein zusätzliches Piktogramm auf das Fahrverhalten aus?

Für den Autobahnbereich vergleichen wir die in Tabelle 29 dargestellten Bedingungen.

Aufgabe	Bedingung A	Bedingung B	Bedingung B
Aufgabe 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>überholen mit Rückspiegel</li> <li>Gleichzeitig: Info zur Strecke kommt automatisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>überholen mit Display</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>überholen mit Display + Piktogramm</li> </ul>

Tab. 29: Vergleiche bei den Fahrzeugparametern auf der Autobahn

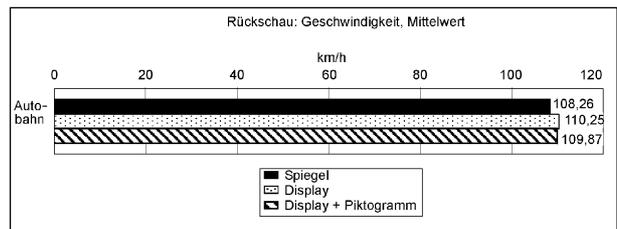


Bild 77: Rückschau, Geschwindigkeit (in km/h), Mittelwerte

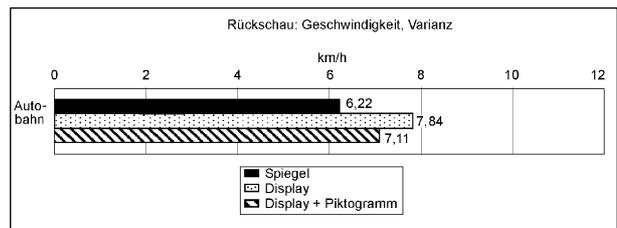


Bild 78: Rückschau, Geschwindigkeit (in km/h), Varianz

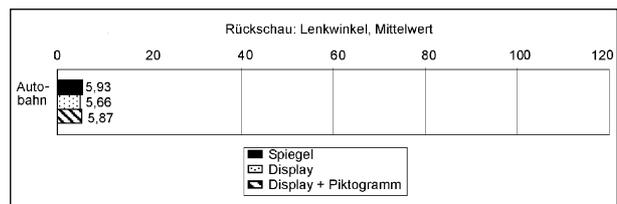


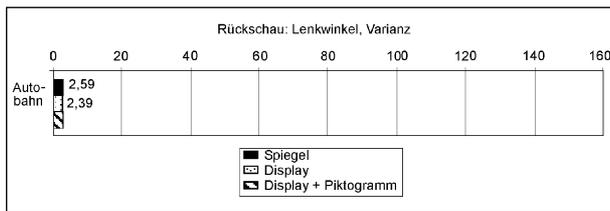
Bild 79: Rückschau, Lenkwinkel (dimensionsfrei), Mittelwerte

In allen Situationen bilden Geschwindigkeit und Lenkwinkel die Datenbasis für Mittelwert- und Varianzberechnung. Außerdem wird die Anzahl scharfer Bremsmanöver erfasst.

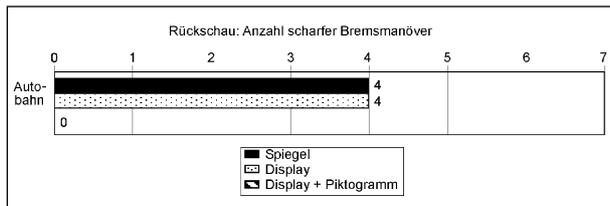
#### Ergebnisse:

Um einen Vergleichsmaßstab zu bieten, werden in den Bildern 77 bis 81 die gleichen Skalenlängen wie beim Infomanager verwendet.

Die mittlere Geschwindigkeit liegt in Situation A bei 108 km/h, in Situation B und C um 110 km/h. Die Varianzen sind bei B und C etwas größer, zwischen A und B wird der Unterschied signifikant.



**Bild 80:** Rückschau, Lenkwinkel (dimensionsfrei), Varianz



**Bild 81:** Rückschau, scharfe Bremsmanöver (Anzahl)

Mittelwerte und Varianzen des Lenkwinkels sind sehr klein, statistische Unterschiede zwischen den Bedingungen lassen sich nicht feststellen.

In Versuchsbedingung A und B sind jeweils vier scharfe Bremsmanöver zu verzeichnen, bei C keines.

#### Zusammenfassung:

Die Art der Rückschau hat im Mittel keine Auswirkung auf die gefahrene Geschwindigkeit. Beim Rückschau-Display nimmt die Varianz im Vergleich zum Rückspiegel zu. Auf den Lenkwinkel sind keine Auswirkungen zu beobachten.

Positiv wirkt sich hingegen das Warn-Piktogramm aus, da scharfe Bremsmanöver verhindert werden.

## 5 Zusammenfassende Diskussion und Ausblick

Eine Analyse bestehender und künftig zu erwartender Informationstechnologien im Fahrzeug weist ein umfangreiches und breites Spektrum von Systemen auf, das von der Verkehrsinformation bis zum Einspielen gezielter Werbebotschaften reicht. Um den Fahrer vor einer Informationsüberlastung zu schützen, bedarf es einer Filterung, die die Informationsausgabe nur unter bestimmten Randbedingungen zulässt. Der hierzu entwickelte Informationsmanager basiert auf einer Kategorisierung der Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme. Aufgrund von Parametern wie Wichtigkeit der Information, Ablenkung des Fahrers

durch die Information bzw. Kritikalität der Fahrsituationen werden die Informationen entweder nur im Stand dargestellt, sofort an den Fahrer weitergeleitet oder dem Fahrer erst in einer ruhigen Verkehrssituation übermittelt. Die Umsetzung dieses Konzepts von Fahrerinformations- und Fahrerassistenzsystemen ist an zwei Bedingungen geknüpft: Zum einen muss nachgewiesen werden, ob eine situationsangepasste Informationsdarstellung die Verkehrssicherheit positiv beeinflusst und von den Fahrern akzeptiert wird; zum Zweiten müssen Module erarbeitet werden, die eine Abschätzung der Fahrerbeanspruchung und der Verkehrssituation ermöglichen. Die experimentelle Evaluation der Auswirkungen des Informationsmanagers auf Fahrverhalten, Verkehrssicherheit und Akzeptanz erfolgte im realen Verkehrsumfeld, bei dem die Versuchsteilnehmer eine Reihe von Aufgaben zu erfüllen hatten, wie z. B. Informationen über die aktuelle Verkehrssituation abfragen, telefonieren, Ziele im Navigationssystem aufrufen, E-Mails und private Informationen abrufen. Die natürliche Verkehrsumgebung wurde durch spezifische Aktionen erweitert, wie etwa einen Radfahrer oder Fußgänger, der beim Abbiegen unerwartet die Fahrbahn kreuzt, oder ein Fahrzeug, das sich beim Überholen auf der Autobahn im toten Winkel nähert.

Das Feldexperiment gibt Antworten auf drei Fragenkomplexe:

Zum einen sollten die generellen Auswirkungen einer größeren Zahl von Telematik-Systemen auf das Verhalten und die Verkehrssicherheit untersucht werden.

Zum Zweiten sollte analysiert werden, inwieweit Verteilung und Steuerung durch einen Informationsmanager das Problem der Informationsüberlastung und Überforderung des Fahrers lösen kann.

Schließlich wurde ansatzweise erforscht, ob Fahrerunterstützungssysteme wie ACC im Stop & Go-Verkehr oder Warnhinweise zur Verbesserung der Außensicht die erhöhte Ablenkung durch Informationen im Fahrzeug kompensieren können.

Die Datenbasis besteht aus objektiven Messwerten über Längs- und Querschleunigung des Fahrzeugs, Daten über das Blickverhalten der Fahrer, aus Einschätzungen des Verkehrsverhaltens und subjektiven Bewertungen der Versuchsteilnehmer.

Obwohl viele und vielfältige qualitative und quantitative Parameter erfasst wurden, können bei derartigen Versuchen weder dramatische Effekte noch völlig konsistente Ergebnisse bei allen Messwerten erwartet werden. So verhalten sich die Personen im Versuch wahrscheinlich idealtypischer als bei unbeobachteten Fahrten und kommen daher auch mit schwierigen Situationen einigermaßen zurecht. Zum anderen werden in einem Feldexperiment im realen Verkehrsumfeld die Ergebnisse durch Störvariablen beeinflusst, die durch andere Verkehrsteilnehmer und die Verkehrssituation bedingt sind.

Zur Frage der Auswirkungen von Telematik-Systemen und zum Informationsmanagement:

Die subjektive Einschätzung des Informationsmanagers durch die Versuchsteilnehmer ist klar, wie Bild 82 zeigt.

Fast 100 % befürworten die Organisation und sequentielle Ausgabe der Information. Obwohl natürlich Befragungen im Anschluss an einen Versuch nicht frei von Antworttendenzen im Sinne sozialer Erwünschtheit sind, legt das Ergebnis nahe, dass durch Informationsmanagement nicht das Gefühl der Bevormundung oder des Kontrollverlusts auftritt. Findet diese positive Bewertung auch eine Entsprechung in objektiven Daten?

Blickabwendung von der Fahrbahn stellt sicher ein mögliches Sicherheitsrisiko dar, wobei die Frage bezüglich der Dauer der tolerierbaren Abwendung wissenschaftlich unlösbar ist. So konnte zwar GODTHELP (1984) mittels der Occlusionstechnik zeigen, dass bei drei Sekunden Blickabwendung die Spurhalteaufgabe noch erfüllt werden kann; Reaktionen auf unvorgesehene Ereignisse sind bei so langer Blickabwendung selbstverständlich nicht mehr möglich. Auf der anderen Seite sind viele sehr kurze Blicke in den Fahrzeuginnenraum ebenfalls nicht sinnvoll, da in der kurzen Zeit kaum Information aufgenommen werden kann und die Belastung des Fahrers durch die ständigen kurzen Blickwechsel zunimmt.

Der Informationsmanager führt zu einer Veränderung des Blickverhaltens. Die Fahrer blicken seltener, dafür länger auf das Display. Die Blickverlängerung liegt noch nicht in einem kritischen Bereich. Die veränderte Blickstrategie weist auf eine Entspannung durch den Informationsmanager

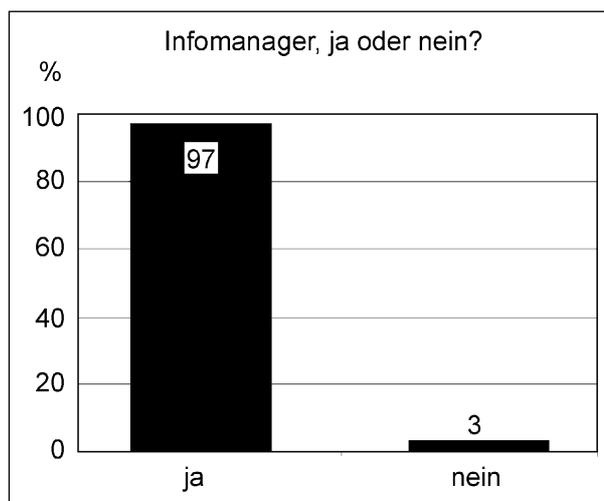


Bild 82: Infomanager im Votum der Probanden (in %)

hin, da durch die selteneren, etwas längeren Blicke die Information besser aufgenommen werden kann.

Ein bemerkenswertes Ergebnis der Studie ist, dass Fahrer den Blick auch auf ein Display im Innenraum richten, wenn dort nichts oder nichts Wesentliches zu sehen ist. So „sprach“ ein Teil der Versuchsteilnehmer beim Telefonieren mit dem schwarzen Bildschirm des Comand-Systems im Bereich der Mittelkonsole. Offensichtlich kam es ihnen merkwürdig vor, ins Leere zu sprechen. Ebenso wird die Sanduhr, die als Zeichen dafür dient, dass das System beschäftigt ist, häufiger als nötig angeschaut. Bei redundanten Informationen, die per Sprache und Display ausgegeben wurden (z. B. E-Mails), bevorzugten die Probanden ein Mitlesen auf dem Display. Der große Bildschirm in der Mittelkonsole mit gutem Kontrast und guter Lesbarkeit übt offensichtlich eine hohe Attraktion aus und zieht Blicke förmlich an. Sicherlich kann die Konsequenz nicht sein, den Bildschirm schlechter lesbar zu machen, um die Attraktivität zu senken. Die Folgerung lautet: Redundante Darstellung von Information auf einem Display, zusätzlich zur Sprachausgabe, sollte weitgehend vermieden werden, da sie - trotz der Sprachausgabe - zu einer unnötigen Ablenkung des Fahrers führt.

Erwartungsgemäß treten viele Blicke zum Display bei der Programmierung des Navigations-Systems auf, und dies obwohl die Aufgabe nur darin bestand, ein bereits voreingestelltes Ziel abzurufen. Aus Sicht der Verkehrssicherheit muss daher die bereits mehrfach gestellte Forderung

wiederholt werden: Manuelle Programmierung eines Ziels darf nur im Stand möglich sein. Das Abrufen eines Ziels aus dem Zielspeicher sollte unbedingt per Sprachbedienung realisiert werden.

Der Analyse-Bogen zur Bewertung verkehrssicheren Verhaltens zeigt eine Tendenz zu weniger Verkehrsübertretungen unter der Bedingung Info-Manager, obgleich der individuelle Fahrstil die Ergebnisse stark beeinflusst. Auch hier gibt es also Hinweise auf eine entspannende Wirkung durch sequenzielle Informationsdarbietung.

Diese Beobachtung wird unterstützt durch Daten über das Bremsverhalten. Mit Info-Manager nehmen die Stärke und die Varianz der Bremsmanöver ab, was auf einen entspannteren Fahrstil hinweist. Auswirkungen auf das Lenkverhalten sind demgegenüber durch den Info-Manager nicht feststellbar.

Auswirkungen von Unterstützungssystemen:

Eine wichtige Frage lautet, wie Fahrer mit der entlastenden Funktion des Informationsmanagers oder mit Unterstützungssystemen wie Rückschauldisplays bzw. ACC im Stop & Go-Verkehr umgehen.

Die Daten legen den Schluss nahe, dass Kraftfahrer eine Art konstantes Beanspruchungsniveau herstellen. Sie nutzen, vereinfacht ausgedrückt, die Entlastung, die durch Informationsmanagement oder Unterstützungssysteme geboten werden, für eine Veränderung ihres Verhaltens. Dies lässt sich anhand einiger Beispiele verdeutlichen:

Mit dem Rückschau-Display, das eine verbesserte Rundumsicht bietet und näher beim Fahrer positioniert ist, nimmt die Blickdauer zum Mittendisplay zu. Bei aktiviertem ACC oder ACC mit Stop & Go-Funktion blicken die Fahrer mehr und länger auf das Display, d. h. sie nutzen die Ressourcen durch die Entlastung bei der Längsregelung. Eine ähnliche Beobachtung lässt sich für die Autobahn treffen. Die Entlastung durch den Info-Manager führt bei einem Teil der Personen zu höheren Geschwindigkeiten.

Die Fahrer fungieren selbst als Informationsmanager und halten ihre Beanspruchung auf einem konstanten Level.

Ist unter diesem Gesichtspunkt ein Informations-Manager überhaupt erforderlich? Sind Hilfssysteme

wie ACC oder ACC im Stop & Go-Verkehr sinnvoll?

Ein Blick in die Daten zur Verkehrssicherheit zeigt, dass trotz der Verhaltensanpassung die Verkehrsverstöße mit Informationsmanager bzw. Hilfesystemen abnehmen. Dies lässt auf eine positive Wirkung der Systeme schließen. Bezüglich der Auswirkungen der Warnungen vor kritischen Verkehrssituationen im Display können nur sehr vage Tendenzen angegeben werden. Dies liegt sowohl an der kleinen Stichprobe als auch an der Schwierigkeit, wirklich kritische Situationen zu erzeugen, ohne die Versuchsteilnehmer ernsthaft zu gefährden. Durch den Hinweis auf ein Fahrzeug im toten Winkel beim Überholen sind immerhin die scharfen Bremsmanöver eliminiert worden, was als Zeichen für eine positive Wirkung gewertet werden kann.

Der Informationsmanager kann dem Fahrer das Belastungsmanagement abnehmen und ihm durch die Verteilung der Information zu einer flüssigeren und gleichmäßigeren Fahrweise verhelfen. Dies führt nicht zum Gefühl der Bevormundung oder gar Entmündigung.

Der Informationsmanager benötigt als Eingangsgrößen sowohl eine längerfristige Bewertung der Belastbarkeit des Fahrers als auch eine kurzfristige, situationsbedingte Belastung. Die längerfristige Einschätzung der Belastbarkeit des Fahrers sowie seiner Fertigkeiten regelt das prinzipielle Niveau der Informationsfülle, die dem Fahrer übermittelt wird. Die Schätzung soll auf der Art und Häufigkeit der Betätigung von Systemen sowie auf einer Analyse des Fahrverhaltens basieren.

Die kurzfristige Belastungsschätzung muss in der Lage sein, kritische oder belastende Situationen frühzeitig zu analysieren. Sie muss die Informationsausgabe steuern, ehe der Fahrer in eine schwierige Situation kommt. Die dazu begonnenen Arbeiten zum vorausschauenden Informationsmanagement (vgl. Kapitel 3) sind sehr viel versprechend. Alle Analysen zur Fahrerklassifikation und zur Situationsbeschreibung basieren auf Daten, die in modernen Fahrzeugen über den so genannten CAN-Bus bereits vorhanden sind. So konnte etwa durch eine Klassifizierung der Betätigung von Gaspedal und Bremspedal beim Beschleunigen aus dem Stand eine Klassifizierung in die Fahrverhaltensweisen „komfortables“,

sportliches“, oder „schnellstmögliches Beschleunigen“ mit einer Sicherheit von 87 % erreicht

werden. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass mit wenigen Parametern der Fahrstil eines Fahrers, der als moderierende Variable in den Belastungsprädiktor eingeht, richtig geschätzt werden könnte. Auch bei der Klassifikation von Verkehrssituationen war es anhand von CAN-Bus-Daten, in Verbindung mit Navigationsdaten, möglich, Fahrerabsichten bereits vor einer Fahreraktion richtig zu prognostizieren. Auf der Basis von Lenkung, Gaspedalstellung, Bremspedalstellung und geografischen Daten konnte zwischen den Absichten von Fahrern, eine Linkskurve zu fahren, zu überholen oder links abzubiegen, unterschieden werden, bevor der Fahrer das eigentliche Fahrmanöver eingeleitet hatte.

Weitere Schritte zur Gestaltung von Fahrerinformationssystemen:

Der Ansatz, Fahrerinformationssysteme situations- und belastungsabhängig zu gestalten, ist aus unserer Sicht langfristig die einzige Möglichkeit, die zunehmende Informationsfülle im Fahrzeuginnenraum mit den Anforderungen der Verkehrssicherheit in Einklang zu bringen. Bestehende statische Regeln wie die 15-second-rule (SAE 2364) oder allgemeine Regelungen wie der European-Code-of-Practice sind dauerhaft nicht geeignet, den Zielkonflikt zwischen Informationsangebot und Verkehrssicherheit zu lösen. Ähnlich wie bei der Erteilung der Allgemeinen Betriebserlaubnis für Fahrzeuge die Motorisierung in einem ausgewogenen Verhältnis zur gesamten Fahrzeugauslegung stehen muss, sollten Fahrer-Informationssysteme nur in Kombination mit Systemen zugelassen werden, die die zusätzliche Fahrerbelastung durch geeignete Maßnahmen der Fahrerentlastung kompensieren. Fahrerinformationssysteme, die Aufmerksamkeit des Fahrers binden, könnten durch entsprechende technische Systeme zur Fahrerunterstützung in ein Gleichgewicht gebracht werden. Erste Hinweise für die Sinnfälligkeit dieses Ansatzes können aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie abgeleitet werden. Spurhalte-, Spurwechsel- oder Stauassistenten, die den Fahrer in seiner Regelaufgabe entlasten, setzen Kapazität frei, die der Fahrer für andere, nicht direkt fahraufgaben-bezogene Tätigkeiten einsetzen könnte, ohne die Sicherheit zu beeinflussen. So lange automatisches oder

teilautomatisches Fahren noch nicht realisierbar ist, ist situationsadäquate und belastungsabhängige Informationssteuerung der einzig gangbare Weg. Der hier vorgeschlagene und erprobte Informationsmanager ist in der Lage, bestehende und künftige Fahrerinformationssysteme in einer Weise zu steuern, die den Fahrer rechtzeitig und umfassend informiert, ohne ihn zu sehr vom Verkehrsgeschehen abzulenken. Situations- und belastungsabhängige Informationssteuerung setzt eine Reihe von Parametern voraus, die bislang nur ansatzweise erforscht werden konnten:

- eine Situationsanalyse und -bewertung,
- die Ableitung von Belastungswerten für den Fahrer,
- die Zusammenfassung der situativen Belastungen mit den Fähigkeiten und Fertigkeiten des Fahrers zu einem Beanspruchungswert, der die Informationsausgabe steuert.

Die Herausforderung besteht darin, die vorhandenen Sensorsignale bestehender Fahrerassistenz-Systeme intelligent zu nutzen und zu einem Situations- und Beanspruchungswert umzusetzen.

Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit durch situations- und belastungsangepasste Informationsdarstellung müssten also im Rahmen von weiteren Untersuchungen Situationsanalysen mit einfachen, bereits vorliegenden Kenngrößen des Fahrzeugs erfolgen. Weiterhin müssen die vielen einzelnen Parameter über Situation, Umweltbedingungen, Fahrerabsichten und Fahrerhandlungen zu einem Gesamtmodell der Fahrerbelastung zusammengeführt und empirisch validiert werden. Auf diese Weise wäre es möglich, das vielfältige Informationsangebot neuer Technologien so zu nutzen, dass es für den Verkehrsteilnehmer sinnvoll ist, ohne nachteilige Wirkungen auf die Verkehrssicherheit befürchten zu müssen.

## 6 Danksagung

An diesem umfangreichen Forschungsvorhaben, insbesondere an der Fahrzeugausrüstung, der Durchführung und Auswertung der Versuche, waren viele Mitarbeiter, Kollegen und Studenten beteiligt. Wir danken ihnen sehr herzlich für ihr Engagement!

- Josef Schmitt, Dipl.-Ing.  
(Fahrzeugausrüstung, Studentenbetreuung)
- Dr. Michael Popp  
(Planung, Fahrzeugausrüstung)
- Markus Winter, Cand.-Ing.  
(Versuchsdurchführung des großen Feldversuchs, Auswertung sowie Internet-Analysen)
- Jens Wörner, Cand.-Ing.  
(Versuchsdurchführung des großen Feldversuchs, Auswertung)
- Christian Hienstorfer, Cand.-Ing.  
(Programmerstellung zur Datenauswertung)
- Uwe Bräunlich, Cand.-Ing.  
(Querregulierung)
- Sonja Färber, stud. Des.  
(Auswertung der Blickbewegungen)
- Michael Fuchs, Cand.-Ing.  
(Rückschau-Displays)
- Alexander Gehres, Cand.-Ing.  
(Rückschau-Displays)
- Stefan Grobe, Cand.-Ing.  
(Fahrzeugkonzept)
- Jan-Armin Körber, Cand.-Ing.  
(CAN-Bus-Analysen, Längsregelung)
- Stephan Leuthner, Cand.-Ing.  
(Querbeschleunigung)
- Christian Pappert, Cand.-Ing.  
(Längsbeschleunigung)
- Rüdiger Renkus, Cand.-Ing.  
(Display-Erstellung, Auswertungsprogramme)
- Oliver Schubert, Cand.-Ing.  
(CAN-Bus-Analysen)
- Constantin von Reden, Cand.-Ing.  
(Querregulierung)

Großer Dank gebührt auch all unseren Versuchsteilnehmern!

## 7 Literatur

- AI (1996a): Fahrzeug denkt mit. In: Automobil Industrie, 5, 1996, S. 76
- AI (1996b): Höhere Mächte. In: Automobil Industrie, 5, 1996, S. 80
- AI (2000a): ESP jetzt auch für Brummis. In: Automobil Industrie, 9, 2000, S. 68 - 70
- AI (2000b): Sprachgesteuert durch die Lande. In: Automobil Industrie, 3, 2000, S. 58 - 60
- ALLENBACH, R. & MÜLLER, W. (1998): Das Unfallgeschehen im Jahr 2010. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 44, 1998, 2, S. 60 - 66
- ANDRESEN, S., ANDERSEN, B. G. & SVIDÉN, O. (1993): An intelligent co-pilot, RTI as value added services to GMS. In: Proceedings of the IEEE-IEE, Vehicle Navigation and Information Systems Conference. Ottawa Ontario, pp. 41 - 44
- ANGERMÜLLER, H., TILGNER, R., GABLER, D. & REISCH, M. (1996): Ein multifunktionales Verkehrstelematik-Produkt des Mannesmann-Konzerns - Neue Fahrerinformation und Dienstleistung. In: Elektronik im Kraftfahrzeug: Tagung Baden-Baden, VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. VDI Berichte Nr. 1287, S. 457 - 473. Düsseldorf: VDI-Verlag
- ASCHENBRENNER, K., BIEHL, B. & WURM, G.: Felduntersuchung zur Risikokompensation am Beispiel des ABS. Forschungsbericht BAST, FP 8323
- AT (2000): GPRS, HSCSD und UMTS - Wegweiser auf der mobilen Datenautobahn. In: Airtime, Heft 4, S. 36-38
- ATZ (1990): Ultraschall-Parkhilfe. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, Nr. 92, 1990, 2, S. 89
- ATZ (1993c): Mitsubishi entwickelt Automobilsteuerung mit Fuzzy-Logic. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 95, 1993, 2, S. 54
- ATZ (1993d): Fahrersitz für Nutzfahrzeuge. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 95, 1993, 5, S. 228
- ATZ (1995): Navigationssystem für vorhandene Displays. Satellitennavigation. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 97, 1995, 3

- ATZ (1996): Ultraschall-Abstandssensoren für den Fahrzeugeinsatz. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 98, 1996, 6, S. 327
- ATZ (1999): Heckleuchten mit Einparkhilfe. In: ATZ, Automobiltechnische Zeitschrift, 101, 1999, S. 248
- AYALA, B., BARHAM, P. & OXLEY, P. (1995): Advanced transport telematics (ATT) and elderly drivers: benefits and safety implications. In: Nwagboso, C. O. (1995): Road Vehicle Automation II. Toward Systems Integration. Proceedings of the 2nd International Conference on Road Vehicle Automation. 11th - 13th Sept. 1995. Chichester etc.: John Wiley & Sons
- BALLAUF, H. (2000): Neue Konzepte für Mobilität im Verkehr. In: Computerwoche, Nr. 4, S. 12-13
- BARHAM, P. (1997): Jaguar cars' near infrared night vision system - results of further research. In: Vision in Vehicles 7, Programme & Abstracts, p. 10, 14 - 17 Sept. 1997, World Trade Centre Marseilles, France
- BARHAM, P., OXLEY, P. & AYALA, B. (1995): Evaluation of the human factors implications of Jaguar's first prototype near infrared night vision system. In: Vision in Vehicles 6, Programme & Abstracts, p. 26 f., 13 - 16 Sept. 1995, University of Derby, UK
- BARHAM, P., OXLEY, P. & AYALA, B. (1998): Evaluation of the human factors Implications of Jaguar's first prototype near infrared night vision system. In: GALE, A. G., BROWN, I. D., HASLEGRAVE, C. M. & TAYLOR, S. P. (Eds.) (1998): Vision in vehicles - VI. pp. 203 - 211. Elsevier Science, Amsterdam etc
- BARHAM, P., OXLEY, P., THOMPSON, Ch., FISH, D. & RIO, A. (1999): Jaguar cars' near infrared night vision system - overview of human factors research to date. In: GALE A. G., BROWN I. D., HASLEGRAVE, C. M. & TAYLOR S. P. (Eds.), (1999): Vision in vehicles - VII. pp. 177 - 185. Elsevier Science, Amsterdam etc
- BAUM, H. (1996): Ökonomische Bewertung der Verkehrstelematik. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 139 -154. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- BENEDYK, R. & MINISTER, S. (1998): Applying the BeSafe method to product safety evaluation. In: Applied Ergonomics, Vol. 29, No. 1, 1998, pp. 5 - 13
- BENNING, M. & MENGE, R. (2000): Ohne Chauffeur von A nach B. Die Zukunft des Straßenverkehrs: Autonome Fahrzeuge unterwegs. In: c't, Magazin für Computer-Technik, Heft 5, 2000, S. 136 - 138
- BAREKET, Z., FANCHER, P. S. & ERVIN, R. D. (1998): Fostering development, evaluation, and development of forward crash avoidance systems (FOCAS). UMTRI Report No. 98-32. DOT-ARR-2-15-98
- BINFET-KULL, M., HEITMANN, P. & AMELING, Chr. (1998): System safety for an automotive driving vehicle. In: IEEE International Conference on Intelligent Vehicles, 1998, pp. 469 - 474
- BLISCHKE, F. & HESSING, B. (1998): Dynamic route guidance - different approaches to the system concepts. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A. pp 1 - 5
- BLOOMFIELD, A. J., LEVITAN, B. L., GRANT, A. A., BROWN, A. T. & HANKEY A. J. (1998): Driving performance after an extended period of travel in an automated highway system. FHWA/RD-98/051
- BMW-Werbung (2000): BMW Assist. In: Der Spiegel, 47, 2000, S. 80 - 81
- BODIN-STEINER, D. (2000): Neue Technik - neue Chancen? In: Tele Traffic, Nr. 11/12, S. 40-41
- BOGARD, S., FANCHER, P., ERVIN, R., HAGAN, M. & BAREKET, Z. (1998): Performance of a string or cluster of ACC-equipped cars. UMTRI-98-28, Final Report, July 1998
- BOGHOSSIAN, B. A. & VELASTIN, S. A. (1999): Image processing system for pedestrian monitoring using neural classification of normal motion patterns. In: Measurement & Control, Vol. 32, Nov. 1999, pp. 261 - 264
- BOLTZE, M., KIENZLER, K., LUDWIG, R. & STÖVEKEN, P. (1997): Leit-Informationssysteme für den Verkehr in Hessen. In: Straßenverkehrstechnik, 10, 1997, S. 475 - 479
- BONY, B. & RENGNET, J. (1994): L' évolution de l' information routière. In: Revue générale des routes, No. 721, Sept. 1996, p. 35 - 36

- BOVERIE, S., GIRALT, A. & LEQUELLEC, J. M. (1998): Intelligent system for video monitoring of vehicle cockpit. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA. pp. 45 - 50
- BRAESS, H.-H. & REICHART, G. (1995a): Prometheus: Vision des „intelligenten Automobils“ auf „intelligenter Straße“? - Versuch einer kritischen Würdigung - Teil 1. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 97, 1995, 4, S. 200 - 205
- BRAESS, H.-H. & REICHART, G. (1995b): Prometheus: Vision des „intelligenten Automobils“ auf „intelligenter Straße“? - Versuch einer kritischen Würdigung - Teil 2. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 97, 1995, 6, S. 330 - 343
- BRAUCKMANN, M., SCHWARZINGER, M., ZIELKE, T. & V. SEELEN, W. (1995): Hinderniserkennung mit Computer Vision. In: NAGEL, H.-H. (Hrsg.): Sichtsystemgestützte Fahrzeugführung und Fahrer-Fahrzeug-Wechselwirkung, Band 2. S. 844 - 891. Sankt Augustin: Infix
- BRIDGER, R. & PATIENCE, Chr. (2000): Consumer attitudes to and acceptance of driver assistance technologies. In: Telematics automotive 2000, Vol. 1, pp. 1/9 - 1/15
- BROWN, I. D. (1994): Driver Fatigue. In: Human Factors, 1994, 36, 2, pp. 298 - 314
- Bundesministerium für Verkehr - StB (Hrsg.) (1994a): Informationen zum Versuchsfeld A555, Autobahntechnologien. Mit Telematik zu einer Autobahn der Zukunft. BMV-StB 13, Autobahn-Tech. Nr. 1/94
- Bundesministerium für Verkehr - StB (Hrsg.) (1994b): Informationen zum Versuchsfeld A555, Autobahntechnologien. Teilnehmende Firmen und ihre Systeme. BMV-StB 13, Autobahn-Tech. Nr. 2/94
- Bundesministerium für Verkehr - StV (1996): Vereinbarung zu Leitlinien für die Gestaltung und Installation von Informations- und Kommunikationssystemen in Kraftfahrzeugen. Entwurf vom 22.10.1996. Bonn
- C (2000a): Always teuer. In: Connect, Heft 22, S. 8
- C (2000b): GPRS intern. In: Connect, Heft 24, S. 153
- CAMUS, J.-P. (1997): L'interopérabilité des systèmes de télépéage en Europe. In: Revue générale des routes, No. 751, Mai 1997, pp. 21 - 25
- CHALOUPIKA, C., RISSER, R., ANTONIADES, A., LEHNER, U. & PRASCHL, M. (1998): Auswirkungen neuer Technologien in Fahrzeugen auf das Fahrverhalten. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 84. Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW
- CHASSANG, R., PAGNY, R. & SARIGNAC, A. (1996): Les systèmes d'information routinière embarquée. In: Revue générale des routes, No. 746, Déc. 1996, p. 80 - 81
- CHEVREUIL, M. (1994): L'information routière: une évolution vers la gestion coopérative du trafic. In: Revue générale des routes, No. 721, Sept. 1996, p. 31 - 34
- CHUAN, H. J., LIANG, C. W., KUANG-HORNG, S. & EDGE-CHU, Y. (1998): Cooperative copilot with active steering assistance for vehicle lane keeping. In: International Journal of Vehicle Design, 19, 1, pp. 87 - 107
- Code of Practice/Statement of Principles (1998): Produced by the human machine interface expert task force, draft version II, 30.3.1998. Brussels
- COLLARD, D. (1998): Anti-lock brakes and single-vehicle collisions. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-O-09
- COLLINS, D. J., BIEVER, W. J., DINGUS, Th. A. & NEALE, V. I. (1999): Development of human factors guidelines for advanced traveler information systems (ATIS) and commercial vehicle operations (CVO): An examination of driver performance under reduced visibility conditions when using an in-vehicle signing and information system (ISIS). U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Georgetown Pike, McLean, VA. Report No. FHWA-RD-99-130
- COURETAS, J. (1998): Trucks - collision warning system tested for light vehicles, too. In: Automotive News, 22, 1998, p. 20
- CREMER, M. & REIMERS, S. (1998): Ein gekoppelter Simulator für ÖPNV und Individualverkehr

- zur on-line Prädiktion von Reisezeiten in Großstädten. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 201 - 215. Düsseldorf: VDI-Verlag
- D (2000a): Standleitung ins Internet. In: Digits - Das Magazin der Deutschen Telekom, Nr. 3, S. 24 - 25
- D (2000b): UMTS verleiht Flügel. In: Digits - Das Magazin der Deutschen Telekom, Nr. 3, S. 18 - 23
- DICKMANN, E. D. & MAURER, M. (1999): Eine Systemarchitektur für sehende autonome Straßenfahrzeuge. In: at - Automatisierungstechnik, 47, 1999, 2, S. 70 - 79
- DINGUS, T. A., HULSE, M. C., MOLLENHAUER, M. A., FLEISCHMAN, R. N., MCGEHEE, D. V. & MANAKKAL, N. (1997a): Effects of age, system experience, and navigation technique on driving with an advanced traveler information system. In: Human Factors, 1997, 39 (2), pp. 177 - 199
- DINGUS, T. A., MCGEHEE, D. V., MANAKKAL, N., JAHNS, S. K., CARNE, C. & HANKEY, J. M. (1997b): Human factors field evaluation of automotive headway maintenance/collision warning devices. In: Human Factors, 1997, 39 (2), pp. 216 - 229
- DORIBEN, H. T. & HÖVER, N. (1996): Autonome Intelligente Geschwindigkeitsregelung (AICC) - Ein Beitrag zur Steigerung des Komforts und der aktiven Fahrsicherheit. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 98, 1996, Nr. 7/8, S. 396 - 405
- DUNCAN, C. I. & AUZINS, J. (1996): Electronics integration and architecture for cost savings and increased functionality. In: Elektronik im Kraftfahrzeug: Tagung Baden-Baden, 12./13.9.1996. Electronic systems for vehicles/VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. VDI Berichte Nr. 1287, pp. 733 - 753. Düsseldorf: VDI-Verlag
- DURAND-RAUCHER, Y. (1996): Sirius - Prototype des systèmes de gestion de trafic et d'information aux usagers. In: Revue générale des routes, No. 746, Déc. 1996, p. 75
- EISENSTEIN, P. A. (1999): Telematic maps the road to the future. In: Automotive industries, supplement, Vol. 179, No. 11, pp. a3 - a4
- EISENSTEIN, P. A. (1999): Telematics at a glance. In: Automotive industries, supplement. Vol. 179, No. 11, pp. a6 - a12
- EMMIS - Evaluation of Man-Machine Interface by Simulation Techniques DRIVE II PROJECT V 2006 (1994): Device standards and extension of regulations for ATT input and dialogue devices. Authors: BUBB, P., De ANGELI, A., FERRANTE, A., GERBINO, W., HALLER, R., JACOMUSSI, P., TUFFETTI, A. & VARALDA, G.
- ENDO, Y., OKUDE, M., HIROSHIGE, H. & SAKIKAWA, T. (1998): Development of a three-dimensional bird's-eye view map drawing technique for car navigation systems. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A., pp. 13 - 17
- ENKELMANN, W., BLUM, E.-J., FEHRENBACH, H., HEINZE, N., KRÜGER, W., NAGEL, H.-H., RÖSSLE, S. & TÖLLE, W. (1995): Erarbeitung eines maschinellen Kopiloten zur Unterstützung des Fahrers im Übergangsbereich zwischen Autobahn und Innenstadt. In: NAGEL H.-H. (Hrsg.): Sichtsystemgestützte Fahrzeugführung und Fahrer-Fahrzeug-Wechselwirkung, Band 2., S. 679 - 794. Sankt Augustin: Infix
- Enquête-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1994): Mobilität und Klima. Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik. Bonn: Economica Verlag
- ERIKSSON, L. H. & ASBENGT, O. (1997): Automotive radar for adaptive cruise control and collision warning/avoidance. In: IEE Conference Publication No. 449 1997, pp. 16 - 20
- ERVIN, R., FANCHER, P., SULLIVAN, J., SAYER, J., BOGARD, S. & BAREKET, Z. (1999): Initial study toward a methodical approach for the engineering of driver assistance technology, final report. UMTRI-99-11
- ESCH, J. (1996): Prolog to Autonomous Vehicles. In: Proceedings of the IEEE, Vol. 84, No. 8, August 1996, pp. 1145 - 1146

- EVANS, L. (1998): Antilock brake systems and risk of different types of crashes in traffic. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-O-12
- FANCHER, P., ERVIN, R. & BOGARD, S. (1998): A field operational test of adaptive cruise control: System operability in naturalistic use. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, WARRENDALE, P. A., pp. 85 - 96
- FANCHER, P., ERVIN, R., SAYER, J., HAGAN, M., BOGARD, S., BAREKET, Z., MEFFORD, M. & HAUGEN, J. (1998): Intelligent cruise control field operational test, final report. UMTRI-98-17. Report No. DOT HS 808 849
- FÄRBER, B. (1993): Determining information needs of the driver. In: PARKES, A. M. & FRANZEN, S. (Eds.) (1993): *Driving Future Vehicles*. London, Washington DC: Taylor & Francis
- FÄRBER, B. (1995): The evolution of in-car navigation systems and their relevance for traffic safety. In: *Vision in Vehicles 6, Programme & Abstracts*, p. 29, 13 - 16 Sept. 1995, University of Derby, UK
- FÄRBER, B. (1998): ACC im Ballungsraum, Mensch-Maschine-Interaktion. Unveröffentlichte Studie
- FÄRBER, B. & FÄRBER, B., GODTHELP, H. & SCHUMANN, J. (1991): State of the art and recommendations for characteristics of speed and steering support systems. Drive Project V 1041, Generic Intelligent Driver Support Systems. Deliverable GIDS/CON 1, Work package Control and handling
- FÄRBER, B. & FÄRBER, B. (1993): Kategorisierung von Fahrerinformationssystemen unter Berücksichtigung der Sinneskanäle des Menschen (DISSIC). PROMETHEUS-Projekt  
Teilbericht 1: Entwicklung und Test eines Expertensystems zum Informationsmanagement. München, Juni 1993  
Teilbericht 2: Kinästhetische Rückmeldung per Fahrersitz. München, Dez. 1993
- FÄRBER, B., FÄRBER, B. & POPP, M. (1998): Evaluation of In-vehicle safety devices - literature survey. Projektbericht: EU-Projekt 7.2/14 GAD-GET, BAST-FP 86.005/1998/U3 für die Bundesanstalt für Straßenwesen
- FÄRBER, B. & MÜLLER, M. (2000): Evaluation von Bedienkonzepten mit dem System NICE. In: *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit*, Heft M 116, 2000, S. 50 - 55
- FÄRBER, B. & FÄRBER, B. (1999): Telematik-Systeme und Verkehrssicherheit, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit*, Heft M 104, Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW
- FÄRBER, B., FÄRBER, B. & MEIER-ARENDE, G. (1999): Speech control systems for handling of route guidance, radio and telephone in cars: results of a field experiment. In: GALE, A. G. et al. (Eds.): *Vision in Vehicles VII*, Elsevier Science, Amsterdam etc.
- FAU, D. (1994): Pleiades: présentation et premier bilan. In: *Revue générale des routes*, No. 721, Sept. 1996, p. 61 - 63
- FELDT, S. (2000a): Umsatzbringer im Mobilfunk. In: *TeleTalk Sonderausgabe, Mobile Solutions*, Nr. 3, S. 29
- FELDT, S. (2000b): Datenautobahn für Handys. In: *TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions*, Nr. 3, S. 96 - 99
- FER, B. (1997): Observation du comportement des automobilistes sur les autoroutes de liaison. In: *Revue générale des routes*, No. 757, Déc. 1997, p. 30 - 33
- FKT - Projektgruppe (1995): Fahrzeuginterne Informations- und Warnsysteme, Sonderausschuss Insassenraum und Sichtfeld: Empfehlung und Handlungsbedarf zu fahrzeuginternen Informations- & Warnsystemen im Kraftfahrzeug. Statusbericht Oktober 1995
- FLEETFINDER (2000): *Flottenverfolgung im Internet*, Berlin: Firmenprospekt
- FLICK, M. & FORKENBROCK (1998): Test track performance evaluation of current production ABS. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-P - 18

- FREUND, E., JUDASCHKE, U. & LAMMEN, B. (1995): Koordinierter, kollisionsfreier Betrieb von automatischen Fahrzeugen. In: NAGEL, H.-H. (Hrsg.): Sichtsystemgestützte Fahrzeugführung und Fahrer-Fahrzeug-Wechselwirkung, Band 2. S. 455 - 552. Sankt Augustin: Infix
- FS (2000a): Funky Spezial Sonderausgabe: Handy Magazin, Nr. 3, S. 21
- FS (2000b): Neueröffnung bei D2-WAP. In: Funky Spezial Sonderausgabe: Handy Magazin, Nr. 3, S. 12
- FS (2000c): Handy & Internet. In: Funky Spezial Sonderausgabe: Handy Magazin, Nr. 3, S. 10-11
- GAIL, J., NICKLISCH, F., GELAU, Chr., FRIEDEL, B., BOLTE, F. & SIEVERT, W. (2002): Bestandsaufnahme der BAST zur Umsetzung der EU-Empfehlung: „Europäischer Grundsatzkatalog zur Mensch-Maschine-Schnittstelle von Informations- und Kommunikationssystemen“. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 48, 2002, 3, S. 113 - 116
- GELAU, Chr., BAUMANN, M., KEINATH, A., BENGELER, K. & KREMS, J. F. (1998): Validierung eines Verfahrens zur Bewertung von Informationsdarstellungen in Fahrzeugen. In: LACHNIT, H., JACOBS, A. & RÖSLER, F. (Hrsg.): Experimentelle Psychologie. Abstracts der 40. Tagung experimentell arbeitender Psychologen, 6. - 9.4.1998, Marburg. S. 88. Lengerich: Pabst Science Publishers
- GERNER, H. (1996): Zusatzdienste mit Mobilfunk. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 61 - 68. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- GIES, St. (1991): Die Sicherheitsrelevanz neuer Fahrhilfen in Kraftfahrzeugen. Bericht zum Forschungsbericht 8716 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch Gladbach
- GODTHELP, H., MILGRAM, P. & BLAAUW, G. J. (1984): The development of a time-related measure to describe driving strategy. In: Human Factors, 26, pp. 257 - 268
- GODTHELP, H., FÄRBER, B., GROEGER, J. & LABIALE, G. (1993): Driving: task and environment. In: MICHON, J. A. (Ed.): Generic intelligent driver support. A comprehensive report on GIDS. pp. 19 - 32. London, Washington DC: Taylor & Francis
- GOODRICH, M. A., BOER, E. R. & INOUE, H. (1999): A model of human brake initiation behavior with implications for ACC design. In: IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC, 1999, pp. 86 - 91
- GORJESTANI, A., SHANKWITZ, C. & DONATH, M. (2000): Impedance control for truck collision avoidance. In: Proceedings of the American Control Conference, Chicago, Illinois, June 2000, pp. 1519 - 1524
- GRAHAM, C. (1999): Reverse engineering. In: Commercial Motor, Vol. 189, No. 4830, pp. 44 - 45
- GRIMMER, W., ADEL, P. J. & STEPHAN, E. R. (1995): Die Akzeptanz von Navigations- und Verkehrsführungssystemen der Zukunft: eine AXA-Direkt-Verkehrsstudie. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag
- HAASE, R. (1997): Mobilitätssicherung mit geringem Energieverbrauch. In: Internationales Verkehrswesen, 49, 9, 1997, S. 467 - 468
- HAGLEITNER, W. & BERNAL, F. (2000): Lane detection: A new, low cost system offering several unique application opportunities. LIS 100. In: Intelligent Vehicle Systems, SP 1538, pp. 135 - 137
- HALLER, R., BECKER, S., GERBINO, W., HOFMANN, O., MORELLO, E., NILSSON, L. & VARALDA, G. (1995): Final Assessment of MMI Evaluation Methods. DRIVE II Projekt, EMMIS (Evaluation of Man Machine Interfaces by Simulation Techniques). Deliverable No. 12., Commission of the European Communities
- HAMBERGER, W. & WILLUMEIT, H.-P. (1996a): Navigationssysteme als Datenbasis für ein adaptives Antriebsmanagement. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 98, 1996, 4, S. 218 - 222
- HAMBERGER, W., WILLUMEIT, H.-P. & STRUCK G. (1996b): Navigationsgeräte als Datenbasis für Fahrerassistenzsysteme. In: Elektronik im Kraftfahrzeug: Tagung Baden-Baden, VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. VDI Berichte Nr. 1287, S. 381 - 395. Düsseldorf: VDI-Verlag
- HANCOCK, P. A. (1996): Effects of control order, augmented feedback, input device and practice on tracking performance and perceived

- workload. In: *Ergonomics*, 1996, Vol. 39, No. 9, pp. 1146 - 1162
- HANCOCK, P. A. & CAIRD, J. K. (1992): Intelligent Vehicle Highway Systems: Problems and Promises (Part 1). In: *HFS, Human Factors Society, Bulletin*, Vol. 35, No. 10, Oct. 1992, pp. 1 - 4
- HANOWSIKI, R. J., GALLAGHER, J. P., KIELISZEWSKI, C. A., DINGUS, Th. A., BIEVER, W. & NEALE, V. (1999): Development of human factors guidelines for advanced traveler information systems (ATIS) and commercial vehicle operations (CVO): Driver response to unexpected situations when using an in-vehicle information system. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Georgetown Pike, McLean, VA. Report No. FHWA-RD-99-131
- HB (1995): Autoelektronik/Sensoren an Bord - Regentropfen schalten die Wischer ein. In: *HB - Handelsblatt*, Nr. 117, 21.6.1995, S. 28
- HELLÅKER, J., PALMGREN, C. & TURUNEN, S. (1993): Real-time traveller information - in everyone's pocket?! - a pilot test using hand-portable GSM terminals. In: *Proceedings of the IEEE-IEE, Vehicle Navigation and Informations Systems Conference*. Ottawa Ontario, pp. 49 - 52
- HESSE, J. (1995): Opportunistische Multiagentenplanung - eine Emulationsumgebung für die Systemevaluation im innerstädtischen Straßenverkehr. In: *NAGEL, H.-H. (Hrsg.): Sichtsystemgestützte Fahrzeugführung und Fahrer-Fahrzeug-Wechselwirkung, Band 2*. S. 795 - 844. Sankt Augustin: Infix
- HILDEBRANDT, J., SEIDEL, B. & TROST, D. (1997): Möglichkeiten und Grenzen der Vernetzung in ausgewählten Beispielräumen. In: *Internationales Verkehrswesen*, 49, 6, 1997, S. 294 - 299
- HIPP, E. & JUNG, Ch. (1997): Intelligente Fahrerunterstützung: Der Abstandsgeregelte Tempomat. In: *Internationales Verkehrswesen*, 49, 7 - 8, 1997, S. 403 - 407
- HLUBEK, B. & HOBEIN, D. (2000): Intelligente Sensorik - Basis für perfekte Performance. In: *ATZ Automobiltechnische Zeitschrift*, 102, 2000, S. 1118
- HOEDEMAEKER, M. (2000): Driving with intelligent vehicles. Driving behavior with ACC and the acceptance by individual drivers. In: *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC, 2000*, pp. 506 - 509
- HOEDEMAEKER, M. & BROOKHUIS, K. A. (1998): Behavioural adaptation to driving with an adaptive cruise control (ACC). In: *Transportation Research, Traffic Psychology and Behaviour*. Vol. 1 F, No. 2, 1998, pp. 95 - 106. Elsevier Science
- HÖB, A., MÄCHTIG, T., PECKMANN, D., EVERS, H., VIEWEG, S., SELLAR, D., LIEBIG, E., ILG, J. & DÖRRHOFER, C. (1996): BIDIS - Verkehrstelematik ohne stationäre Infrastruktur. In: *Elektronik im Kraftfahrzeug: Tagung Baden-Baden, VDI-Ges. Fahrzeug- und Verkehrstechnik*. VDI Berichte Nr. 1287, S. 475 - 494. Düsseldorf: VDI-Verlag
- HOOK, P. (2001): Eyeing the possible. Seeing Machines Pty. Ltd., Australia
- IJIMA, T., HIGASHIMATA, A., TANGE, S., MIZOGUCHI, K., KAMIYAMA, H., IWASAKI, K. & EGAWA, K. (2000): Development of an adaptive cruise control system with brake actuation. In: *Intelligent Vehicle Systems, SP-1538*, pp. 173 - 177
- ISERMANN, H. & MÜLLER-KÄSTNER, K. H. (1996): Einsatzmöglichkeiten des Internet am Beispiel der Gefahrgutlogistik. In: *Internationales Verkehrswesen, Special „Verkehrs-Telematik“*, 48, 1996, Nr. 3, S. 20 - 25
- ITO, K., OHARA, M., TAKAHASHI, Y., MIZUKAMI, R., OBINATA, H., WATANABE, H., KOBAYASHI, K. & WATNABE, K. (1998): Development of unmanned autonomous vehicle control system based on 1D image sensor. In: *ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems*. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A. pp. 31 - 38
- IV (1996a): Kosmodat: Günstige Telematik-Alternative. In: *IV Internationales Verkehrswesen, Special „Verkehrs-Telematik“*, 48, 1996, Nr. 3, S. 19
- IV (1996b): Telematik-Konzept für die Eisenbahn. In: *IV Internationales Verkehrswesen, Special „Verkehrs-Telematik“*, 48, 1996, Nr. 3, S. 26 - 27

- IV (1997a): Cologne Parkinfo: Verkehrsmanagement für freie Parkplätze. In: IV Internationales Verkehrswesen, 49, 7 - 8, 1997, S. 391 - 392
- IV (1997b): Per Scheckkarte ins Hochregal. In: IV Internationales Verkehrswesen, 49, 7 - 8, 1997, S. 393
- IV (1997c): Automatisches Parkhaus in Würzburg. In: IV Internationales Verkehrswesen, 49, 7 - 8, 1997, S. 394
- IV (1997d): 4. Weltkongress für Verkehrstelematik in Berlin. In: IV Internationales Verkehrswesen, (49), 10, 1997, S. 513 - 514
- IV (1997e): Verkehrstelematik verspricht europaweite Umsätze in dreistelliger Millionenhöhe. In: IV Internationales Verkehrswesen, 49, 10, 1997, S. 518
- IV (1997f): COMPANION bewährt sich seit einem Jahr in der Praxis. In: IV Internationales Verkehrswesen, 49, 10, 1997, S. 529
- IV (1997g): Feinspezifikation für die Realisierung des automatisierten Verkehrswarndienstes auf Basis RDS/TMC. In: IV Internationales Verkehrswesen, 49, 11, 1997, S. 577 - 578
- IVU (2000): Location based services. Berlin: Firmenprospekt
- JACKEL, B. (1998): Telematik als neue Informationstechnik im Straßenverkehr. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 44, 1998, 2
- JAMES, B. & LEROY, S. (1997): Un exemple de déploiement de l'IST en Europe: L'information routière à Paris. In: Revue générale des routes, No. 757, Déc. 1997, p. 10 - 13
- JANSSEN, W. & NILSSON, L. (1993): Behavioural effects of driver support. In: PARKES, A. M. & Franzen, S. (Eds.): Driving Future Vehicles. London, Washington DC: Taylor & Francis
- JANSSEN, W. & HUGH, Th. (1994): In-vehicle collision avoidance support under adverse visibility conditions 1. In: Proceedings of the International Ergonomics Association, IEA '94, Vol. 4: Ergonomie et design. pp. 179 - 181, Toronto, Canada
- JEDA, Japan Entwicklertreffen Deutscher Automobilindustrie (1996): Man-Machine Interface, July 1996
- JENK, H. (1997): Der beschwerliche Weg zu einer umweltverträglichen Mobilität. In: Schweizerische Technische Zeitschrift, 2, 1997, S. 14 - 19
- JOHNSTON S. A., MAZZAE, E. N. & GARROTT, W. R. (1996): An evaluation of electronic pedestrian detection systems for school buses. In: SAE International Congress and Exposition, Detroit, Michigan USA, SAE-Paper No. 960518
- KANTOWITZ, B. H., HANOWSKI, R. J. & GARNES, S. A. (1999): Development of human factors guidelines for advanced traveler information systems (ATIS) and commercial vehicle operations (CVO): Driver memory for in-vehicle visual and auditory messages. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Georgetown Pike, McLean, VA. Report No. FHWA-RD-96-148
- KELLER, H. (1995): Einführung von Verkehrstelematiksystemen am Beispiel des Kooperativen Verkehrsmanagements München. In: Straßenverkehrstechnik, 39, 1995, Nr. 8, S. 373 - 378
- KELLER, H., HUBER, W., BOLTE, F., PHILIPPS, P. & RIEGELHUTH, G. (1998): Validierung von Intelligenzen Verkehrssystemen in Deutschland im europäischen Kontext. In: Straßenverkehrstechnik, 4, 1998, S. 169 - 177
- KLOOCK, F. (1997): Auf dem Weg zur „Gläsernen Spedition“. Sendungsverfolgung über das Internet. In: Internationales Verkehrswesen, 49, 12, 1997, S. 664 - 666
- KNOLL, P. M. & VOLLMER R. (1994): Car Information, Communication and Entertainment System - Advances and New Developments. SAE-Technical Paper Series, No. 941040. SAE, The Engineering Society For Advancing Mobility Land Sea Air and Space, International. Int. I Congress & Exposition, Detroit, Michigan, February 28 - March 3, 1994
- KONHÄUSER, W. (1996): GSM-Weiterentwicklungen und Anwendungen im Verkehr. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 175 - 191. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- KÖNIG, R. (1993): Informatisierung des Verkehrs. In: Wechselwirkungen, Nr. 63, 1993, Oktober, S. 15 - 18
- KÖNIG, R. (1995): Gestaltungskriterien für Telematik-Systeme. In: Straßenverkehrstechnik, 39, 1995, Nr. 2, S. 61 - 67

- KÖNIG, R. (1993): Informatisierung des Verkehrs. In: Wechselwirkungen, Nr. 63, 1993, Oktober, S.15 - 18
- KOPISCHKE, St. (2000): Entwicklung einer Notbremsfunktion mit Rapid-Prototyping-Methoden. Dissertation am Institut für elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektronik, Technische Universität Braunschweig
- KRAUSE, G. (1996): Neues Telematiksystem COMPANION im Feldtest. In: Internationales Verkehrswesen, Special „Verkehrs-Telematik“, 48, 1996, Nr. 3, S. 14 - 15
- KREMER, W. & MERTENS, R. (1995): Verkehrsstelematik in GSM. In: MÜLLER G. & HOHLWEG G. (Hrsg.): Telematik im Straßenverkehr - Initiativen und Gestaltungskonzepte. S. 195 - 207. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- KROSTITZ, B. & KÖTHNER, D. (1993): Die „intelligente Straße“ - auch mit High-Tech auf dem ökologischen Irrweg. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, LV Baden-Württemberg e.V., Freiburg
- KRULL-LAMOTHE, A. (1996): Verkehrs-Telematik soll Infrastruktur einsparen. In: Internationales Verkehrswesen, 48, 1996, Nr. 7 & 8, S. 44 - 46
- KRUX, W. (1998): Cologne Parkinfo - Ein Beitrag zur stadtverträglichen Verkehrsabwicklung. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig 5. und 6. März 1998. S. 57 - 64. Düsseldorf: VDI-Verlag
- KUNERT, M. et al. (1999): Radar-based near distance sensing device for automotive applications. In: SAE-Paper, 1999-01-1239, Vehicle Navigation Systems and Advanced Controls. SP-1428, pp. 157 - 163
- KUNZ, J. (1997): Wirtschaftsforum Verkehrsstelematik - Ein Ansatz öffentlich-privater Partnerschaft. In: Straßenverkehrstechnik, 3, 1997, S. 112 - 114
- KURAGAKI, S., KURODA, H., MINOWA, T., KAYANO, M., YOSHKAWA, T., TAKENAGA, H., NAKAMURA, K. & TAKANO, K. (1998): An adaptive cruise control using wheel torque management technique. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A., pp. 19 - 23
- LANGWIEDER, K., FROST, U. & BACH, E. (1998): The requirements for driver assistance systems and their effects on real-life accidents. Paper, presented at: National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA, ESV-Conference, 1 - 4 June 1998, Windsor, Canada
- LAUE, U. (1998): Kombiniertes Verkehr unter den Aspekten von Verkehrskosten und Verkehrsqualität. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 151 - 157. Düsseldorf: VDI-Verlag
- LEVIÄKANGAS, P. & PILLI-SIHVOLA, Y. (1999): Small-scale intelligent transport system applications for low-volume roads. Some experiments and experiences from the North European VIKING project. In: Transportation research record, No. 1652, pp. 97 - 100
- LINDE, R. (1996): Telematik im Verkehr - die Sicht der Nutzer. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 155 - 160. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- LING, S. S. & MITCHELL, C. (1998): Application of intelligent transport systems to enhance vehicle safety for elderly and disabled travellers. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-O-03
- LIU, Y.-C., SCHREINER, Ch. S. & DINGUS, Th. A. (1999): Development of human factors guidelines for advanced traveler information systems (ATIS) and commercial vehicle operations (CVO): Human factors evaluation of the effectiveness of multi-modality displays in advanced traveler information systems. U. S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Georgetown, P., McLean, V. A. Report No. FHWA-RD-96-150
- LÖCKER, G. (1998). Strukturwandel im ÖPNV - Vom herkömmlichen Linienverkehr zum Mobilitätsmanagement. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 259 - 267. Düsseldorf: VDI-Verlag
- MAILLANT, H. (1996): Migratur - Une solution pour une autoroute atypique. In: Revue générale des routes, No. 746, Déc. 1996, p. 76

- MALATERRE, G. & FONTAINE, H. (1993): The potential safety impacts of driving aids. In: Recherche transports sécurité English issue, No. 9, Dec. 1993, pp. 15 - 25
- MANIGEL, J. (1995): Bahnführung eines Straßenfahrzeugs durch Computervision. In: NAGEL, H.-H. (Hrsg.): Sichtsystemgestützte Fahrzeugführung und Fahrer-Fahrzeug-Wechselwirkung, Band 2. S. 553 - 678. Sankt Augustin: Infix
- MARSDEN, G., MCDONALD, M. & BRACKSTONE, M. (2001): Towards an understanding of adaptive cruise control. In: Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2001, pp. 33 - 51. Elsevier Science
- MARTINELLI, N. S. & SEOANE, R. (1999): Automotive night vision system. In: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 3700, 1999, pp. 343 - 346
- MAUREL, D., PARENT, M. & DONIKIAN, S. (1999): Influence of ACC in stop & go mode on traffic flow. In: Intelligent Transport Systems (ITS) Research and applications, SP-1467, pp. 22 - 26
- MAZZAE, E. N., BARICKMAN, F., BALDWIN, G. H. & FORKENBROCK, G. (1999): Driver crash avoidance behavior with ABS in an intersection incursion scenario on dry versus wet pavement. Paper presented at the International Congress & Exposition, March 1999, Detroit, MI, USA. Society of Automotive Engineers, No. 1999-01-1288, 14 pp
- McLAUGHLIN, S. & SERAFIN, C. (1999): Measurement of driver intervention responses during transition from ACC deceleration to manual control. In: ITS America. 9th Meeting. New thin king in transportation: conference proceedings. 1999, 23 pp
- MELE, J. (1993): Converting trucks to mobile offices - wireless data communications. In: Fleet owner, 1993, pp. 47 - 50
- MERTENS, R. (1996): Flächendeckender GSM-Mobilfunk mit integrierter Telematikinfrastruktur sichert bedarfsgerechte Lösungen im Verkehrsbereich. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 57 - 60. Heidelberg: V. Decker-Verlag
- MEYROWITZ, A. L., BLIDBERG, D. R. & MICHELSON, R. C. (1996): Autonomous Vehicles. In: Proceedings of the IEEE, Vol. 84, No. 8, August 1996, pp. 1147 - 1164
- MICHALIK, I. (2000): Mit lokalen Inhalten in die Zukunft. In: TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions, Nr. 3, S. 20
- MÖCKEL, E. & DEMBSKI, D. (2000): Für die Zukunft geWAPnet. In: Airtime, Heft 2, S. 6-7
- MORAWIETZ, E. (1998): Informationen gezielt senden. In: Automobil Industrie, 3, 1998, S. 74
- MOSER, O. (1996): Energieversorgung 2002 - Verbraucher im elektrischen Bordnetz. In: Elektronik im Kraftfahrzeug: Tagung Baden-Baden, VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. VDI Berichte Nr. 1287, S. 319 - 327. Düsseldorf: VDI-Verlag
- MÜLLER, G. & HOHLWEG, G. (1995): Telematik im Straßenverkehr - Initiativen und Gestaltungskonzepte. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- NEALE, V. L., DINGUS, Th. A., SCHROEDER, A. D., ZELLERS, S. & REINACH, S. (1999): Development of human factors guidelines for advanced traveler information systems (ATIS) and commercial vehicle operations (CVO): Investigation of user stereotypes and preferences. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, GEORGETOWN, P., McLEAN, VA. Report No. FHWA-RD-96-149
- NHTSA - National Highway Traffic Safety Administration (lfd): Automotive antilock brake system survey. In: <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/vrtc/absweb.htm>
- NILSSON, L. (1996): Safety effects of adaptive cruise controls in critical traffic situations. VTI särtryck No. 265. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping, Sweden
- NILSSON, L. & ALM, H. (1996): Effects of a vision enhancement system on drivers' ability to drive safely in fog. VTI särtryck No. 264. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping, Sweden
- OLBRICH, H., BEEZ, Th., LUCAS, B., MAYER, H. & WINTER, K. (1998): A small, light radar sensor and control unit for adaptive cruise control. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A. pp. 25 - 30

- PARASURAMAN, R., HANCOCK, P. A. & OLOFIN-BOBA, O. (o. J.): Alarm Effectiveness in Driver-Centered Collision-Warning Systems (Internes Paper, ca. 1994)
- PEREL, M. (1998): Helping older drivers benefit from collision avoidance technologies. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-O -11
- PERSSON, M., BOTLING, F., HESSLOW, E. & JOHANSSON, R. (1999): Stop & go controller for adaptive cruise control. In: IEEE Conference on Control Applications, Proceedings, 1999, pp. 1692 - 1697
- PIEROWICZ, J., JACOY, E., LLOYD, M., BITTNER, A. & PIRSON, B. (2000): Intersection collision avoidance using ITS countermeasures - final report: performance guidelines. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration & NHTSA, People Saving People. DOT HS 809 171
- PILGER, M. (2000): GPRS - ein paketvermittelter Datendienst im Mobilfunk. In: Telekom Forum Magazin, Ausgabe 3, S. 9
- PLÄN, H. P. (1998): Große Schritte in der Fahrgastinformation - Wie der Nahverkehr der DB AG die Telematik für den Kunden nutzt. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 253 - 258. Düsseldorf: VDI-Verlag
- PLOSS, G. & TSCHOCHNER, G. (1997): Aufbau von Verkehrsinformationszentralen - Pilotprojekt BAYERNINFO. In: Straßenverkehrstechnik, 5, 1997, S. 213 - 216
- PROSKAWETZ, K.-O. & EVERS, H.-H. (1998): Systemübersicht und Status - Telematikorientiertes Verkehrsmanagement zur EXPO 2000. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 283 - 294. Düsseldorf: VDI-Verlag
- RAHLENBECK, E. (2000): Der Stolperweg zu UMTS. In: Computerwoche @ Systems - Die unabhängige Messezeitung zur Systems 2000. S. 44
- RAU, P. (1998): A prototype drowsy driver detection and warning system for commercial vehicle drivers. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-P-30
- REDMILL, K. A. & ÖZGÜNER, Ü. (1998): The Ohio State University automated highway system demonstration vehicle. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A. pp 117 - 130
- REICHART, G. (1996): Einsatz der Telekommunikation für fahrerunterstützende Systeme. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 193 - 206. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- REICHART, G. & HUBER, W. (1998): Forschungsprogramm MoTiV - Status und weitere Perspektiven. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 181 - 190. Düsseldorf: VDI-Verlag
- ROBINSON, M., INMAN, V. & KOZIOL, J. (1998): Application of a video data analysis tool for the safety evaluation of an intelligent cruise control system. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-P-29
- ROHMERT, W. (1984): Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 38, 1984, 4, S. 193 - 200
- ROMPE, K., WALLRICH, M. & SCHINDLER, A. (1987): Advantages of an anti wheel lock system (ABS) for the average driver in difficult driving situations. Paper, presented at the 11th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicle, Washington
- SAE 2364: Navigation and route guidance accessibility while driving: Recommended Practice
- SARKAR, S., SETHI, I. K. & BOCHENICK, G. (1999): A survey of alertness monitoring methods for drivers. In: Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks, 9, 1999, pp. 845 - 850

- SCHLICHTER, H. G. & REICHART, G. (1998): Kooperatives Verkehrsmanagement für Ballungsräume. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 95 - 101. Düsseldorf: VDI-Verlag
- SCHMIDT, R. (1996): Mikrowellenbaken in Mehrgaugausbreitungsumgebung. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 98, 1996, 1, S. 44 - 50
- SCHNEIDER, H. (1996): Standards in Telematik. In: SIEGLE G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 105 - 121. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- SCHNEIDERREIT, G., DADUNA, J. R. & VOß, ST. (1998): Informationsdistribution über Netzdienste am Beispiel des Öffentlichen Personenverkehrs. In: VDI Berichte 1372. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik - Gesamtverkehrsforum 1998. Tagung Braunschweig, 5. und 6. März 1998. S. 217 - 235. Düsseldorf: VDI-Verlag
- SCHÖTTLE, R., SCHRAMM, D. & SCHENK, J. (1996): Zukünftige Energiebordnetze im Kraftfahrzeug. In: Elektronik im Kraftfahrzeug: Tagung Baden-Baden, VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. VDI Berichte Nr. 1287, S. 295 - 318. Düsseldorf: VDI-Verlag
- SEILER, P., SONG, B. & HEDRICK, J. K. (1998): Development of a collision avoidance system. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A. pp 97 - 103
- SENS-O-LOCK (1998): Designed for safety, engineered for life. In: <http://www.asil.com/sensolock.html>
- SHINAR, D. (1995): Field evaluation of an advanced brake warning system. Short note. In: Human Factors, 1995, 37 (4), pp. 746 - 751
- SHINAR, D., ROTHENBERG, E. & COHEN, T. (1997): Crash reduction with an advanced brake warning system: a digital simulation. In: Human Factors, 1997, 39 (2), pp. 296 - 302
- SHLADOVER, S. E. (2000): Progressive development steps leading toward an automated highway system. In: Transportation Research Record, 1727, paper No. 00-0835, pp. 154 - 161
- SIEGLE, G. (Hrsg.) (1996): Telematik im Verkehr. Referate des Kongresses des Münchner Kreises vom 14. und 15. Februar 1996. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- SMYREK, U. (2000): Telematik: Aktuelle Markttrends. In: Vortrag auf der SYSTEMS 2000 am 8.11.2000 in München
- SMYREK, U. (2001): Auf heißer Spur. In: Tele Traffic, Nr. 1/2, S. 12-15
- SMYREK, U. & VOGEL, U. (2000): Auf zu neuen Ufern! In: Tele Traffic, Nr. 11/12, S. 35 - 38
- SMYREK, U. & VOGEL, U. (2001): Bilderrätsel. In: Tele Traffic, Nr. 1/2, S. 44 - 45
- SODEIKAT, H. (1997): Neue Wege zur Erhaltung unserer Mobilität. In: Internationales Verkehrswesen, 49, 10, 1997, S. 515 - 516
- SPILLER, K. & FORNEFELD, M. (1996): Telematik an Autobahnen - Einbeziehung der Tank- und Rastanlagen in Telematik-Infrastrukturen und -dienste. In: Straßenverkehrstechnik, 1996, Nr. 12, S. 607 - 608
- SPITZNER, M. (1993): Ökologische Verkehrswende. Ansätze zur strukturellen Verkehrsvermeidung. In: Wechselwirkung, Nr. 63, Okt. 1993, S. 5 - 9
- SPREITZER, W. M. (1996): IST in the United States and Japan. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. S. 123 - 130. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- STAHL, W. & HÖTZEL, J. (1996): Parktronic-System (PTS), aktueller Stand und Ausblick. In: Elektronik im Kraftfahrzeug: Tagung Baden-Baden, VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. VDI Berichte Nr. 1287, S. 443 - 456. Düsseldorf: VDI-Verlag
- STANTON N. (1995): Back to the future: analysing driver performance with potential IVHS. In: NWAGBOSO, C. O. (1995): Road vehicle automation II. Toward systems integration. Proceedings of the 2nd International Conference on Road Vehicle Automation. 11th - 13th Sept. 1995. Chichester etc.: John Wiley & Sons
- Statement of Principles (see: Code of Practice, 1998)

- SUMMALA, H., NIEMINEN, T. & PUNTO, M. (1996): Maintaining lane position with periperal vision during in-vehicle tasks. In: Human Factors, 1996, 38 (3), pp. 442 - 451
- SZ (1998): Der mit dem Rücksitz spricht. In: SZ Süddeutsche Zeitung Nr. 57, 10.3.1998, S. XII
- THOMAS, J. (1995): Das Telematik-Systemangebot der Industrie. In: Straßenverkehrstechnik, 39, 1995, Nr. 4, S. 149 - 154
- TIJERINA, L. (1998): Sensitive analysis of a reliable model of the potential effectiveness of a crash avoidance system to support lane change decisions. In: ITS: Advanced controls and vehicle navigation systems. SP-1332. Society of Automotive Engineers, Warrendale, P. A., pp. 105 - 116
- TOPP, H. (1995a): Verkehrsmanagement durch Telematik. In: Straßenverkehrstechnik, 39, 1995, Nr. 6, S. 261 - 266
- TOPP, H. (1995b): Grenzen und Chancen von Verkehrsmanagement. In: MÜLLER, G. & HOHLWEG, G. (Hrsg.): Telematik im Straßenverkehr - Initiativen und Gestaltungskonzepte. S. 259 - 272. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- TT (2000a): M-Commerce bis 2004 bei 13 Milliarden Euro. In: TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions, Nr. 3, S. 6
- TT (2000b): Die verschiedenen Serviceklassen bei UMTS. In: TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions, Nr. 3, S. 91
- TT (2000c): Die Top 100. In: TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions, Nr. 3, S. 112
- TT (2000d): Fit fürs WAP-Web. In: TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions, Nr. 3, S. 68-77
- TT (2001): Truck 24, fixe Idee. In: TeleTraffic, 1/2, 2001, S. 48
- TT (2001a): Verkehrsplanung per Handy. In: Tele Traffic, Nr. 1/2, S. 9
- TT (2001b): Die Stimme aus dem Off. In: Tele Traffic, Nr. 1/2, S. 36-37
- UCKERMANN, D. (2000): WAP-Dienste richtig nutzen. In: TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions, Nr. 3, S. 18
- UPI, Umwelt- und Prognose-Institut Heidelberg e. V. (1993): Scheinlösungen im Verkehrsbereich. Kontraproduktive und ineffiziente Konzepte der Verkehrsplanung und Verkehrspolitik. UPI-Bericht Nr. 23, 4. erw. Auflage, Heidelberg, Sept. 1993
- VDI-N (1996a): Optischer Sensor erkennt Beifahrer. In: VDI Nachrichten, Nr. 14, April 1996, S. 21
- VDI-N (1996b): Elektronischer Chauffeur im Test. In: VDI Nachrichten, Nr. 14, April 1996, S. 21
- VEXIAU, T. (1996): La télématique routière. In: Revue générale des routes, No. 746, Déc. 1996, p. 73
- VINCENT, A., NOY, I. & LAING, A. (1998): Behavioral adaptation to fatigue warning systems. In: Abstracts of the 16th ESV Conference of the NHTSA, Windsor, Canada, June 1-4, 1998. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/esv/esvweb2.htm>, 98-S2-P-21
- VOGEL, U. (2001): Smart macht mobil. In: Tele Traffic, Nr. 1/2, S. 38 - 39
- WALDLEITNER, P. (2000): Eine neue Ära im Mobilfunk beginnt. In: TeleTalk Sonderausgabe: Mobile Solutions, Nr. 3, S. 3
- WALLENTOWITZ, H., EHMANN, D., NEUNZIG, D., WEILKES, M., STEINAUER, B., BÖLLING, F., RICHTER, A. & GAUPP, W. (2001): Sicherheitsanalyse der Systeme zum Automatischen Fahren. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Fahrzeugtechnik, Heft F 35. Bergisch Gladbach, Wirtschaftsverlag NW
- WARD, N. J. (2000): Automation of task processes: An example of intelligent transportation systems. In: Human Factors and Ergonomics in Manufacturing. Vol. 10 (4), pp. 395 - 408. John Wiley & Sons
- WARD, N. J. & HIRST, S. (1998): An exploratory investigation of display information attributes of reversing aids. In: International Journal of Vehicle Design, Vol. 19, No. 1, 1998, pp. 41 - 49
- WEBER, W. J., MULLINS, C. A., SCHUMACHER, R. W. & WRIGHT, D. D. (1994): A systems approach to the development of an integrated crash avoidance vehicle. In: VNIS'94, Vehicle Navigation & Information Systems Conference Proceedings. Yokohama, Japan, pp. 431 - 434
- WEIDNER, M. (2000): WAP-FAQs. In: Funky Spezial Sonderausgabe: Handy Magazin. Nr. 3, S. 26 - 27

- WEYD, J. (1994): Télématique routière et normalisation. In: Revue générale des routes, No. 721, Sept. 1996, p. 23 - 27
- WIERWILLE, W. W., LEWIN, M. & FAIRBANKS, R. (1996): Research on vehicle-based driver status/performance monitoring. Abstract of the final report of DOT HS - 808 640. Virginia Polytechnic Inst. and State Univ., Blacksburg, Vehicle Analysis and Simulation Lab
- WILDE, G. J. S. (1978): Theorie der Risikokompensation der Unfallverursachung und praktische Folgen für die Unfallverhütung. In: Hefte zur Unfallheilkunde, 130, 1978, S. 134 - 156
- WINTERHAGEN, J. (1995): Kraftschlussüberwachung und Abstandsregelung. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 97, 1995, 1, S. 22 - 23
- WÖRDENWEBER, B. (1996): Through rain and fog - harnessing technology for safety and comfort. In: Hella Lighting Technology R & D Review, 1996, pp. 13 - 20
- WÖRDENWEBER, B., LACHMAYER, R. & WITT, U. (1996): Intelligente Frontbeleuchtung. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 98, 1996, 10, S. 546 - 551
- YAMAMOTO, M., KAGAWA, Y. & OKUNO, A. (1999): Robust control for automated lane keeping against lateral disturbance. In: IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC 1999, pp. 240 - 245
- YANAGIYA, M., TOMITA, K. & TSUGAWA, S. (1999): Effects of field of view on lateral control performance in a vision-based autonomous vehicle. In: JSAE Review, 20, 1999, pp. 499 - 504
- YANG, Z., KOBAYASHI, T. & KATAYAMA, T. (2000): Development of an intersection collision warning system using DGPS. In: Intelligent Vehicle Systems - SP-1538, 2000, pp. 123 - 127
- ZACKOR, H. (1997): Mobilitätssicherung durch Verkehrssystem-Management. In: Straßenverkehrstechnik 9, 1997, S. 109 - 111
- ZACKOR, H. (1995): Leitstrategien für Telematik-Anwendungen im Straßenverkehr. In: Straßenverkehrstechnik, 39, 1995, Nr. 2, S. 57 - 60
- ZÄNGL, W. (1995): Der Telematik-Trick. Elektronische Autobahngelöhren, Verkehrsleitsysteme und andere Milliardenengeschäfte. München: Raben-Verlag
- ZIMMERMAN, T. A. (1993): IVHS and TRW's Participation. (Internes Paper)
- ZIMMERMANN, P. (1996): Kombinierte Nutzung von Verkehrsmitteln. In: SIEGLE, G. (Hrsg.): Telematik im Verkehr. Münchner Kreis. S. 77 - 84. Heidelberg: Von Decker-Verlag
- ZUCKERMAN, M. (1994). Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking. Cambridge University Press, Cambridge
- www-Quellen:**
- <http://dai.cs.tu-berlin.de/deutsch/news/pressemitteilungen/texte/sunNews/main.html>
- <http://w3.siemens.de/newworld/PND/PNDG/PNDGA/PNDGAB/pndgab2.htm>
- [wap.lufthansa.com](http://wap.lufthansa.com)
- www (1998a): LogiBall Projekte. In: <http://www.logiball.de/projekte.htm>
- www (1998b): Telematik im Verkehr. Projekt RBL/GPS: Dynamische Fahrgastinformation und Anschlussicherung ÖPNV. In: <http://www.hessen-media.de.htm/>
- www (1998c): Telematik im Verkehr. Projekt Online Baustellen-Informationsservice. In: <http://www.hessen-media.de.htm/>
- www (1998d): PASSO, Pannen- und Notrufdienste. In: <http://www.passo.de.htm/>
- www (1998e): Mannesmann Annual Report 1996: Research and development. In: <http://www.mannesmann.de/english/fakten/1996/forschung.htm/>
- [www.alertness-management.de](http://www.alertness-management.de)
- [www.blaupunkt.de](http://www.blaupunkt.de) (2001) (Verkehrsmanagement)
- [www.blaupunkt.de/asp/inhalt\\_3gruppe.asp?Sprache=deutsch&topic=Vtelematik](http://www.blaupunkt.de/asp/inhalt_3gruppe.asp?Sprache=deutsch&topic=Vtelematik)
- [www.ccwap.de/netzbetreiber.htm](http://www.ccwap.de/netzbetreiber.htm)
- [www.com-online.de/telefon/wap/anbieter\\_eplus.html](http://www.com-online.de/telefon/wap/anbieter_eplus.html) (a)
- [www.com-online.de/telefon/wap/anbieter\\_td1.html](http://www.com-online.de/telefon/wap/anbieter_td1.html) (b)
- [www.compaq.de](http://www.compaq.de) (2001)

[www.comroad.com](http://www.comroad.com) (2000): Mobilität neu definiert

[www.daimlerchrysler.de](http://www.daimlerchrysler.de) (2001) (Flottenmanagement)

[www.daimlerchrysler.de/specials/wap/wap2\\_g.htm](http://www.daimlerchrysler.de/specials/wap/wap2_g.htm)

[www.destatis.de/cgi-bin/printview.pl](http://www.destatis.de/cgi-bin/printview.pl)

[www.de.wapmatic.at/wapmatic/service\\_info\\_tech.php3](http://www.de.wapmatic.at/wapmatic/service_info_tech.php3)

[www.debitel.de/presse/archiv/20001024\\_jamba.html](http://www.debitel.de/presse/archiv/20001024_jamba.html)

[www.ericsson-consulting.de/Text7-6.htm](http://www.ericsson-consulting.de/Text7-6.htm)

[www.gapag.de](http://www.gapag.de) (2001) (Flottenmanagement, Frachtverfolgung)

[www.golem.de/0010/10480.html](http://www.golem.de/0010/10480.html)

[www.golem.de/0011/10580.html](http://www.golem.de/0011/10580.html)

[www.handytarife.de/wap.htm](http://www.handytarife.de/wap.htm)

[www.hella.com](http://www.hella.com) (2002) (Nachtsicht)

[www.home.fhtw-berlin.de/~s0220067/wap.htm](http://www.home.fhtw-berlin.de/~s0220067/wap.htm)

[www.hotline-schreck.de/html/16092000180223.html](http://www.hotline-schreck.de/html/16092000180223.html) (30.10.00)

[www.ita.hsr.ch/studienarbeiten/arbeiten/DA99/WAP/Text/html/ueberblick.htm](http://www.ita.hsr.ch/studienarbeiten/arbeiten/DA99/WAP/Text/html/ueberblick.htm)

[www.kfv.or.at/Presse/grafik/telematik.htm](http://www.kfv.or.at/Presse/grafik/telematik.htm)

[www.mobiball.de/projekte/mobinet.shtml](http://www.mobiball.de/projekte/mobinet.shtml)

[www.mobinet.de/dpz.htm](http://www.mobinet.de/dpz.htm)

[www.mobinet.de/dvpb.htm](http://www.mobinet.de/dvpb.htm)

[www.motiv.de/aktuell/index.html](http://www.motiv.de/aktuell/index.html)

[www.netedition.de](http://www.netedition.de) (2002) (Ericsson T 600, Nokia 6610))

[www.nokia.de/systemloesungen/mobilfunk/wap/index.html](http://www.nokia.de/systemloesungen/mobilfunk/wap/index.html)

[www.passo.de/servlet/produkte](http://www.passo.de/servlet/produkte)

[www.protime.de](http://www.protime.de) (2001) (Fuhrpark, Flottenmanagement, Frachtverfolgung)

[www.pta-service.com/park/ParkingRequestPresentation.po](http://www.pta-service.com/park/ParkingRequestPresentation.po)

[www.selfwml.f2s.com/intro.html](http://www.selfwml.f2s.com/intro.html)

[www.my-siemens.com](http://www.my-siemens.com) (2002)(Siemens SL45i)

[www.smart.de](http://www.smart.de)

[www.t-d1.de/leistungen/mobilmm/wap/uebersicht.htm](http://www.t-d1.de/leistungen/mobilmm/wap/uebersicht.htm)

[www.tegaron.de/dienste/information/wap/wap\\_individuell.html](http://www.tegaron.de/dienste/information/wap/wap_individuell.html)

[www.tegaron.de/dienste/zukunft/index.html](http://www.tegaron.de/dienste/zukunft/index.html)

[www.tk-markt.de/cnc/mob/telematik/start.htm](http://www.tk-markt.de/cnc/mob/telematik/start.htm)

[www.truck24.com](http://www.truck24.com) (2001)

[www.victorvox-ag.de/produkte/tele105.htm](http://www.victorvox-ag.de/produkte/tele105.htm)

[www.vdodayton.de/products/navigation/...](http://www.vdodayton.de/products/navigation/...) (2001): Car multimedia system

[www.zdnet.de/tkomm/artikel/adsl/200001/wap01\\_01-wc.html](http://www.zdnet.de/tkomm/artikel/adsl/200001/wap01_01-wc.html)

[www.zdnet.de/tkomm/artikel/adsl/200001/wap01\\_03-wc.html](http://www.zdnet.de/tkomm/artikel/adsl/200001/wap01_03-wc.html)

## Schriftenreihe

## Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

## Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

M 1: Verkehrssicherheitsaktivitäten auf lokaler Ebene  
D. Wagner, P. G. Jansen  
124 Seiten, 1993

M 2: Identifikation und Ursachenuntersuchung von innerörtlichen Unfallstellen  
L. Neumann, B. Schaaß, H. Sperber  
136 Seiten, 1993

M 3: Sicherheit von Fußgängern außerorts bei eingeschränkten Sichtverhältnissen  
G. Ruwenstroth, E. C. Kuller, F. Radder  
91 Seiten, 1993

M 4: Sichtabstand bei Fahrzeugen in der Dunkelheit  
A. Bartmann, D. Reiffenrath, A. M. Jacobs, H. Leder, M. Walkowiak, A. Szymkowiak  
94 Seiten, 1993

M 5: Straßenverkehrsunfälle von Gefahrgutkraftfahrzeugen 1989 bis 1991  
M. Pöppel, M. Kühnen  
62 Seiten, 1993

M 6: Möglichkeit/Realisierbarkeit eines Sicherheitsinformationssystems  
E. Hörnstein  
64 Seiten, 1993

M 7: Sicherheitsanalyse im Straßengüterverkehr  
J. Grandel, F. Berg, W. Niewöhner  
298 Seiten, 1993

M 8: Effektivität des Rettungsdienstes bei der Versorgung von Traumapatienten  
B. Bouillion  
38 Seiten, 1993

M 9: Faktor Mensch im Straßenverkehr  
Referate des Symposiums '92 der BASt und Verleihung des Verkehrssicherheitspreises 1992 des Bundesministers für Verkehr am 3. Dezember 1992 in Bergisch Gladbach  
79 Seiten, 1993

M 10: Verkehrssicherheit im vereinten Deutschland  
E. Brühning, M. A. Kühnen, S. Berns  
66 Seiten, 1993

M 11: Marketing für Verkehrssicherheit in der Praxis  
Expertengruppe der OECD  
76 Seiten, 1993

M 12: Ausbildungssystem für Fahrlehrer  
Arbeitsgruppe „Fahrschulen, Fahrlehrer“  
24 Seiten, 1993

M 13: Dunkelziffer bei Unfällen mit Personenschaden  
H. Hautzinger, H. Dürholt, E. Hörnstein, B. Tassaux-Becker  
70 Seiten, 1993

M 14: Kommunikation im Rettungsdienst  
R. Schmiedel, M. Unterkofler  
174 Seiten, 1993

M 15: Öffentlichkeitsarbeit für die Erste Hilfe  
V. Garms-Homolová, D. Schaeffer, M. Goll  
19 Seiten, 1993

M 16: Auswirkungen des Stufenführerscheins  
B. v. Hebenstreit, Ch. Ostermaier, H. D. Utzelmann, G. Kajan, D. M. DeVol, W. Schweflinghaus, D. Wobben, H. J. Voss  
156 Seiten, 1993

M 17: Zur Sicherheit von Reiseomnibussen  
A. Schepers  
52 Seiten, 1993

M 18: Methadonsubstitution und Verkehrssicherheit  
G. Berghaus, M. Staak, R. Glazinski, K. Höher  
34 Seiten, 1993

M 19: Lernklima und Lernerfolg in Fahrschulen  
H. Ch. Heinrich  
68 Seiten, 1993

M 20: Fahrleistungserhebung 1990  
H. Hautzinger, D. Heidemann, S. Krämer  
30 Seiten, 1993

M 21: Fahrerverhaltensbeobachtung im Raum Berlin  
K. Reker, E. Buss, F. Zwieliich  
203 Seiten, 1993

M 22: Lehrpläne zur schulischen Verkehrserziehung  
H. Ch. Heinrich, A. Seliger  
414 Seiten, 1993

M 23: Verkehrssoziologische Forschung in Deutschland  
Ch. Seipel  
36 Seiten, 1994

M 24: Psychische Erste Hilfe für Laien  
R. Bourauel  
44 Seiten, 1994

M 25: Verkehrsunfallfolgen schwerstverletzter Unfallopfer  
S. Busch  
204 Seiten, 1994

M 26: Nachalarmierung von Notärzten im Rettungsdienst  
Th. Puhan  
36 Seiten, 1994

M 27: Psychologische Untersuchungen am Unfallort  
B. Pund, W.-R. Nickel  
111 Seiten, 1994

M 28: Erfahrungsaustausch über Länder-Verkehrssicherheitsprogramme  
Referate der Arbeitstagung der Bundesanstalt für Straßenwesen am 1. Dezember 1993 in Berlin  
64 Seiten, 1994

M 29: Drogen- und Medikamentennachweis bei verkehrsauffälligen Kraftfahrern  
M.R. Möller  
31 Seiten, 1994

M 30: Fahrleistung und Unfallrisiko von Kraftfahrzeugen  
H. Hautzinger, D. Heidemann, B. Krämer, B. Tassaux-Becker  
340 Seiten, 1994

M 31: Neuere Entwicklungen und Erkenntnisse in der Fahrer-eignungsbegutachtung  
M. Weinand  
74 Seiten, 1994

M 32: Leistungen des Rettungsdienstes 1992/93  
W. Siegener, Th. Rödelstab  
96 Seiten, 1994

M 33: Kenngrößen subjektiver Sicherheitsbewertung  
H. Holte  
168 Seiten, 1994

M 34: Deutsch-polnisches Seminar über Straßenverkehrssicherheit  
Referate des Seminars 1993 der Bundesanstalt für Straßenwesen am 26. und 27. Oktober 1993 in Görlitz  
174 Seiten, 1994

M 35: Massenunfälle  
Presseseminar des Bundesministeriums für Verkehr am 14. und 15. September 1994 in Kassel  
72 Seiten, 1995

M 36: Mobilität der ostdeutschen Bevölkerung  
Verkehrsmobilität in Deutschland zu Beginn der 90er Jahre - Band 1  
H. Hautzinger, B. Tassaux-Becker  
126 Seiten, 1995

M 37: Sicher fahren in Europa  
Referate des 2. ADAC/BASt-Symposiums am 7. und 8. Juni 1994 in Baden-Baden  
182 Seiten, 1995

M 38: Regionalstruktur nächtlicher Freizeitunfälle junger Fahrer  
M. A. Kühnen, M. Pöppel-Decker  
71 Seiten, 1995

M 39: Unfälle beim Transport gefährlicher Güter in Verpackungen 1987 bis 1992  
M. Pöppel-Decker  
58 Seiten, 1995

M 40: Sicherheit im Reisebusverkehr  
B. Färber, H. Ch. Heinrich, G. Hundhausen, G. Hütter, H. Kamm, G. Mörl, W. Winkler  
124 Seiten, 1995

M 41: Drogen und Verkehrssicherheit  
Symposium der Bundesanstalt für Straßenwesen und des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Köln am 19. November 1994 in Bergisch Gladbach  
84 Seiten, 1995

M 42: Disco-Busse  
Sicherheitsbeitrag spezieller nächtlicher Beförderungsangebote  
R. Hoppe, A. Tekaat  
211 Seiten, 1995

M 43: Biomechanik der Seitenkollision  
Validierung der Verletzungskriterien TTI und VC als Verletzungsprädictoren  
R. Mattern, W. Härdle, D. Kallieris  
134 Seiten, 1995

M 44: Curriculum für die Fahrlehrerausbildung  
B. Heilig, W. Knörzer, E. Pomerrenke  
192 Seiten, 1995

M 45: Telefonieren am Steuer  
St. Becker, M. Brockmann, E. Bruckmayr, O. Hofmann, R. Krause, A. Mertens, R. Niu, J. Sonntag  
188 Seiten, 1995

M 46: Fahrzeugwerbung, Testberichte und Verkehrssicherheit  
M. Wachtel, K.-P. Ulbrich, St. Schepper, G. Richter, J. Fischer  
160 Seiten, 1995

M 47: Kongreßbericht 1995 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V.  
28. Jahrestagung  
Leipzig, 23. bis 25. März 1995  
216 Seiten, 1995

M 48: Delegierte Belohnung und intensivierte Verkehrsüberwachung im Vergleich  
Eine empirische Untersuchung zur Beeinflussung des Geschwindigkeitsverhaltens  
E. Machemer, B. Runde, U. Wolf, D. Büttner, M. Tücke  
104 Seiten, 1995

- M 49: Fahrausbildung in Europa Ergebnisse einer Umfrage in 29 Ländern  
N. Neumann-Opitz, H. Ch. Heinrich  
184 Seiten, 1995
- M 50: Eignung von Pkw-Fahrsimulatoren für Fahrausbildung und Fahrerlaubnisprüfung  
G. v. Bressendorf, B. Heilig, H. Ch. Heinrich, H. Kamm, W. D. Käßler, M. Weinand  
88 Seiten, 1995
- M 51: Unfallgeschehen auf Autobahnen - Strukturuntersuchung  
M. A. Kühnen, E. Brühning, A. Schepers, M. Schmid  
118 Seiten, 1995
- M 52: Junge Fahrer und Fahrerinnen  
Referate der Ersten Interdisziplinären Fachkonferenz vom 12. bis 14. Dezember 1994 in Köln  
466 Seiten, 1995
- M 53: Methodik zur Beurteilung der Ausbildungslehrgänge in Erster Hilfe  
K. Clemens, S. Zolper, B. Kuschinsky, B. Koch  
136 Seiten, 1996
- M 54: Außerschulische Verkehrserziehung in Ländern Europas  
N. Neumann-Opitz  
59 Seiten, 1996
- M 55: Mobilität der westdeutschen Bevölkerung Verkehrsmobilität in Deutschland zu Beginn der 90er Jahre - Band 2  
H. Hautzinger, R. Hamacher, B. Tassaux-Becker  
100 Seiten, 1996
- M 56: Lebensstil und Verkehrsverhalten junger Fahrer und Fahrerinnen  
H. Schulze  
123 Seiten, 1996
- M 57: Gesetzmäßigkeiten des Mobilitätsverhaltens Verkehrsmobilität in Deutschland zu Beginn der 90er Jahre - Band 4  
H. Hautzinger, M. Pfeiffer  
66 Seiten, 1996
- M 58: Verkehrsunfallrisiko in Deutschland Verkehrsmobilität in Deutschland zu Beginn der 90er Jahre - Band 5  
H. Hautzinger, B. Tassaux-Becker, R. Hamacher  
131 Seiten, 1996
- M 59: Mobilität der ausländischen Bevölkerung Verkehrsmobilität in Deutschland zu Beginn der 90er Jahre - Band 3  
H. Hautzinger, B. Tassaux-Becker, M. Pfeiffer  
142 Seiten, 1996
- M 60: Medikamenten- und Drogennachweis bei verkehrsunfallfälligen Fahrern Roadside Survey  
H.-P. Krüger, E. Schulz, Hj. Margerl  
72 Seiten, 1996
- M 61: Inländerfahrleistung 1993  
H. Hautzinger, D. Heidemann, B. Krämer  
186 Seiten, 1996
- M 62: Unfallrisiko von Pkw unterschiedlicher Fahrzeugtypen  
A. Schepers, M. Schmid  
56 Seiten, 1996
- M 63: Schlafbezogene Atmungsstörungen und Verkehrssicherheit  
P. v. Wichert, J.H. Peter, W. Casse, Th. Ploch  
52 Seiten, 1996
- M 64: Kombinationswirkung von Medikamenten und Alkohol Literaturübersicht  
H.-P. Krüger  
191 Seiten, 1996
- M 65: Sehstörungen als Unfallursache  
B. Lachenmayr, A. Buser, O. Keller, J. Berger  
75 Seiten, 1996
- M 66: Verkehrssicherheitsprobleme infolge Zuwanderung  
G. Dostal, A. W. T. Dostal  
131 Seiten, 1996
- M 67: Polizeiliche Verkehrsüberwachung Literaturübersicht unter Berücksichtigung der kommunalen Verkehrsüberwachung  
I. Koßmann  
64 Seiten, 1996
- M 68: Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko 1993  
H. Hautzinger, D. Heidemann, B. Krämer  
40 Seiten, 1996
- M 69: Vergleich des Verkehrsordnungsrechts in Europa  
D. Ellinghaus, K. Seidenstecher, J. Steinbrecher  
116 Seiten, 1997
- M 70: Schwachstellenanalyse Gefahrguttransport  
P. R. Pautsch, S. Steininger  
68 Seiten, 1997
- M 71: Legalbewährung von Fahranfängern  
E. Hansjosten, F.-D. Schade  
64 Seiten, 1997
- M 72: Leistungen des Rettungsdienstes 1994/95 Zusammenstellung von Ausstattungs- und Leistungsdaten zum Rettungswesen 1994 und Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 1994 und 1995  
R. Schmiedel  
102 Seiten, 1997
- M 73: Verbesserung des Schutzes von Kindern in Pkw  
K. Langwieder, P. Stadler, Th. Hummel, W. Fastenmeier, F. Finkbeiner  
238 Seiten, 1997
- M 74: Personale Kommunikation in Berufsbildenden Schulen Programmevaluation  
R. Hoppe, A. Tekaat  
142 Seiten, 1997
- M 75: Verbesserung der Kommunikation bei der Notfallmeldung  
U. Smentek, V. Garms-Homolová  
94 Seiten, 1997
- M 76: Charakteristische Merkmale der Krafftfahrttauglichkeit von Methadonpatienten  
J. Kubitzki  
82 Seiten, 1997
- M 77: Kompensationsmöglichkeiten bei älteren Krafftfahrern mit Leistungsdefiziten  
M. Weinand  
56 Seiten, 1997
- M 78: Situationsbezogene Sicherheitskenngrößen im Straßenverkehr  
K. Dahmen-Zimmer, A. Zimmer  
76 Seiten, 1997
- M 79: Kommunale Überwachung von Kfz-Geschwindigkeiten in Tempo 30-Zonen  
R. Luthmann, U. Potthoff, St. Wachs, B. Reich, Th. Dietrich  
90 Seiten, 1997
- M 80: Neuere Entwicklung bei Fahrsimulatoren Dokumentation  
H. Chr. Heinrich, M. Weinand  
66 Seiten, 1997
- M 81: Fahruntüchtigkeit durch Cannabis, Amphetamine und Cocain  
E. Schulz, M. Vollrath, C. Klimesch, A. Szegedi  
88 Seiten, 1997
- M 82: Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Versicherungsanreize  
H. Baum, T. Kling  
198 Seiten, 1997
- M 83: Sicher fahren in Europa Referate des 3. ADAC/BAST-Symposiums am 11. und 12. Juni 1997 in Baden-Baden  
184 Seiten, 1997
- M 84: Auswirkungen neuer Technologien im Fahrzeug auf das Fahrverhalten  
Ch. Chaloupka, R. Risser, A. Antoniadou, U. Lehner, M. Praschl  
172 Seiten, 1998
- M 85: Auswirkungen des grenzüberschreitenden Verkehrs in Deutschland auf die Verkehrssicherheit  
D. Heidemann, R. Hamacher, H. Hautzinger, A. Müller  
38 Seiten, 1998
- M 86: Opiathaltige Schmerzmittel und Verkehrssicherheit  
M. Lakemeyer  
50 Seiten, 1998
- M 87: Qualitätskontrolle für quantitative Analysen von Betäubungsmitteln im Blut  
R. Aderjan, M. Herbold  
62 Seiten, 1998
- M 88: Soziales Umfeld, Alkohol und junge Fahrer  
H.-P. Krüger, P. Braun, J. Kazenwadel, J. Reiß, M. Vollrath  
123 Seiten, 1998
- M 89: Telefonieren am Steuer und Verkehrssicherheit  
E. Brühning, I. Haas, H. Mäder, I. Pfaffert, M. Pöppel-Decker  
67 Seiten, 1998
- M 90: Anspracheformen der Verkehrsaufklärung älterer Menschen  
H. J. Kaiser, S. Teichmann, J. Myllymäki-Neuhoff, K. Schüssel, W. D. Oswald, P. Jaensch  
192 Seiten, 1998
- M 91: Nächtliche Freizeitunfälle junger Fahrerinnen und Fahrer  
H. Schulze  
43 Seiten, 1998
- M 92: Kongreßbericht 1997 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V.  
29. Jahrestagung  
Münster, 19. bis 22. März 1997  
368 Seiten, 1998
- M 93: Driver Improvement - 6. Internationaler Workshop Referate des Workshops 1997, veranstaltet von Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Kuratorium für Verkehrssicherheit, Wien, Schweizer Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern, vom 20. bis 22. Oktober 1997 in Berlin  
472 Seiten, 1998

- M 94: Der Konflikt „Alkohol und Fahren“: Normative Orientierungen und Verhaltensmuster  
Eine empirische Untersuchung in Deutschland zum Wandel im Westen und zum Ost-West-Vergleich  
E. Kretschmer-Bäumel  
150 Seiten, 1998
- M 95: Risikoanalyse des Gefahrguttransportes  
Unfallstatistische Risikoanalyse auf der Basis typischer Transportketten  
A. Brenck, S. Mondry  
108 Seiten, 1998
- M 96: Drogenerkennung im Straßenverkehr  
Schulungsprogramm für Polizeibeamte  
Expertengruppe unter Leitung von M.R. Möller  
151 Seiten, 1998
- M 97: Leistungen des Rettungsdienstes 1996/97  
Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 1996 und 1997  
R. Schmiedel  
61 Seiten, 1998
- M 98: Attraktivität des Berufes Rettungsassistent/Rettungsassistentin  
Th. Bals, K. Runggaldier  
121 Seiten, 1998
- M 99: Die Aktion „Darauf fahren ich ab: Trinken und Fahren könnt ihr euch sparen“  
Evaluation einer Verkehrsaufklärungsmaßnahme für Jugendliche  
M. Emsbach  
69 Seiten, 1998
- M 100: Analyse organisatorischer Strukturen im Rettungsdienst  
Teil I: Entwicklung bedarfsgerechter Dispositionsbereiche von Rettungsleitstellen  
Teil II: Die Organisation des Notarztdienstes im Zusammenhang mit den Mitwirkungsmöglichkeiten niedergelassener Ärzte (KV-Ärzte)  
Teil III: Konzeption eines Anforderungsprofils an den „Leiter Rettungsdienst“  
R. Schmiedel  
232 Seiten, 1998
- M 101: Straßenverkehrsunfälle beim Transport gefährlicher Güter 1992 bis 1995  
M. Pöppel-Decker  
34 Seiten, 1998
- M 102: Volkswirtschaftliche Kosten der Personenschäden im Straßenverkehr  
H. Baum, K.-J. Höhnscheid  
84 Seiten, 1999
- M 103: Lebensstil, Freizeitstil und Verkehrsverhalten 18- bis 34-jähriger Verkehrsteilnehmer  
H. Schulze  
67 Seiten, 1999
- M 104: Telematik-Systeme und Verkehrssicherheit  
B. Färber, B. Färber  
96 Seiten, 1999
- M 105: Zweites Forschungsprogramm „Sicherheit in der Gefahrgutbeförderung“  
H. Beck, K.-H. Bell, E. Bruckmayer, R. Damzog, W. Förster, T. Heilandt, G. Hundhausen, W. Kachel, A. Lauer, R. Lütkemeyer, K. E. Wieser  
120 Seiten, 1999
- M 106: Marktstudie des Reisebusverkehrs in Europa  
G. Dostal, A. W. T. Dostal  
232 Seiten, 1999
- M 107: Konfrontierende Stilmittel in der Verkehrssicherheitsarbeit  
Confrontational Methods in Road Safety Campaigns  
Vorträge, gehalten auf dem Europäischen Kongreß - veranstaltet von der Bundesanstalt für Straßenwesen und dem Deutschen Verkehrssicherheitsrat e.V. am 19. und 20. April 1999 in Bonn  
176 Seiten, 1999
- M 108: Mobilität und Raumaneignung von Kindern  
J. Krause, M. Schömann, I. Böhme, H. Schäfer, S. Lässig  
149 Seiten, 1999
- M 109: Kenngrößen für Fußgänger- und Fahrradverkehr  
W. Brög, E. Erl  
39 Seiten, 1999
- M 110: Unfall- und Unfallkostenanalyse im Reisebusverkehr  
L. Neumann, P. Hofmann, B. Schaaf, F.A. Berg, W. Niewöhner  
64 Seiten, 1999
- M 111: Kongreßbericht 1999 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V.  
30. Jahrestagung  
Berlin, 10. bis 13. März 1999  
199 Seiten, 1999
- M 112: Ältere Menschen als Radfahrer  
U. Steffens, K. Pfeiffer, N. Schreiber, G. Rudinger, H. Groß, G. Hübner  
147 Seiten, 1999
- M 113: Umweltbewußtsein und Verkehrsmittelwahl  
P. Preisendörfer, F. Wächter-Scholz, A. Franzen, A. Diekmann, H. Schad, St. Rommerskirchen  
153 Seiten, 1999
- M 114: ÖPNV-Nutzung von Kindern und Jugendlichen  
H. Dürholt, M. Pfeifer, G. Deetjen  
73 Seiten, 1999
- M 115: Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung  
Gemeinsamer Beirat für Verkehrsmedizin beim Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und beim Bundesministerium für Gesundheit  
95 Seiten, 2000
- M 116: Informations- und Assistenzsysteme im Auto benutzergerecht gestalten  
Methoden für den Entwicklungsprozeß  
Referate des gemeinsamen Symposiums der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) und der Bundesanstalt für Straßenwesen am 1. Juli 1999 in Bergisch Gladbach  
84 Seiten, 2000
- M 117: Erleben der präklinischen Versorgung nach einem Verkehrsunfall  
E. Nyberg, M. Mayer, U. Frommberger  
34 Seiten, 2000
- M 118: Leistungen des Rettungsdienstes 1998/99  
R. Schmiedel, H. Behrendt  
59 Seiten, 2000
- M 119: Volkswirtschaftliche Kosten der Sachschäden im Straßenverkehr  
H. Baum, K.-J. Höhnscheid, H. Höhnscheid, V. Schott  
21 Seiten, 2000
- M 120: Entwicklung der Verkehrssicherheit und ihrer Determinanten bis zum Jahr 2010  
R. Ratzberger  
133 Seiten, 2000
- M 121: Sicher fahren in Europa  
Referate des 4. ADAC/BAST-Symposiums am 6. und 7. Juni 2000 in Baden-Baden  
187 Seiten, 2000
- M 122: Charakteristika von Unfällen auf Landstraßen  
Analyse aus Erhebungen am Unfallort  
D. Otte  
66 Seiten, 2000
- M 123: Mehr Verkehrssicherheit für Senioren – More Road Safety for Senior Citizens  
Beiträge zur Europäischen Konferenz, veranstaltet von der Bundesanstalt für Straßenwesen und dem Deutschen Verkehrssicherheitsrat e.V.  
vom 2. bis 4. Mai 2000 in Köln  
242 Seiten, 2000
- M 124: Fahrerverhaltensbeobachtungen auf Landstraßen am Beispiel von Baumalleen  
F. Zwieliich, K. Reker, J. Flach  
51 Seiten, 2001
- M 125: Sachschadenschätzung der Polizei bei unfallbeteiligten Fahrzeugen  
D. Heidemann, B. Krämer, H. Hautzinger  
33 Seiten, 2001
- M 126: Auswirkungen der Verkehrsüberwachung auf die Befolgung von Verkehrsvorschriften  
M. Pfeiffer, H. Hautzinger  
80 Seiten, 2001
- M 127: Verkehrssicherheit nach Einnahme psychotroper Substanzen  
Workshop veranstaltet von der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin vom 31.03. bis 01.04.2000 in Heidelberg  
87 Seiten, 2001
- M 128: Auswirkungen neuer Arbeitskonzepte und insbesondere von Telearbeit auf das Verkehrsverhalten  
W. Vogt, St. Denzinger, W. Glaser, M. O. Glaser, Th. Kuder  
134 Seiten, 2001
- M 129: Regionalstruktur nächtlicher Freizeitunfälle junger Fahrer in den Jahren 1997 und 1998  
H. Mäder, M. Pöppel-Decker  
45 Seiten, 2001
- M 130: Informations- und Steuerungssystem für die Verkehrssicherheitsarbeit für Senioren  
R. Meka, S. Bayer  
39 Seiten, 2001
- M 131: Perspektiven der Verkehrssicherheitsarbeit für Senioren  
Teil A: Erster Bericht der Projektgruppe zur Optimierung der Zielgruppenprogramme für die Verkehrsaufklärung von Senioren  
Teil B: Modellprojekt zur Erprobung von Maßnahmen der Verkehrssicherheitsarbeit mit Senioren  
S. Becker, R. Berger, M. Dumbs, M. Emsbach, N. Erlemeier, H. J. Kaiser, U. Six

- Unter Mitwirkung von  
A. Bergmeier, D. Ernst, M. Mohrhardt, S. Pech, M. Schafhausen, S. Schmidt, A. Zehnpfennig  
124 Seiten, 2001
- M 132: Fahrten unter Drogen-  
einfluss – Einflussfaktoren und  
Gefährdungspotenzial  
M. Vollrath, R. Löbmann, H.-P.  
Krüger, H. Schöch, T. Widera, M.  
Mettke  
172 Seiten, 2001
- M 133: Kongressbericht 2001  
der Deutschen Gesellschaft für  
Verkehrsmedizin e. V.  
31. Jahrestagung  
Frankfurt a. Main,  
22. bis 24. März 2001  
186 Seiten, 2001
- M 134: Ältere Menschen im  
künftigen Sicherheitssystem  
Straße/Fahrzeug/Mensch  
E. Jansen, H. Holte, C. Jung, V.  
Kahmann, K. Moritz, Ch. Rietz,  
G. Rudinger, Ch. Weidemann  
276 Seiten, 2001
- M 135: Nutzung von Inline-  
Skates im Straßenverkehr  
D. Alrutz, D. Gündel, H. Müller  
Unter Mitwirkung von  
Th. Brückner, K. Gnielka,  
M. Lerner, H. Meyhöfer  
103 Seiten, 2002
- M 136: Verkehrssicherheit von  
ausländischen Arbeitnehmern  
und ihren Familien  
W. Funk, A. Wiedemann,  
B. Rehm, R. Wasilewski,  
H. Faßmann, F. Kabakci,  
M. Dorsch, St. Klapproth,  
St. Ringleb, J. Schmidtppott  
171 Seiten, 2002
- M 137: Schwerpunkte des Un-  
fallgeschehens von Motorrad-  
fahrern  
K. Assing  
83 Seiten, 2002
- M 138: Beteiligung, Verhalten  
und Sicherheit von Kindern und  
Jugendlichen im Straßenver-  
kehr  
W. Funk, H. Faßmann, G.  
Büschges, R. Wasilewski, M.  
Dorsch, A. Ehret, St. Klapproth,  
E. May, St. Ringleb, G. Schießl,  
A. Wiedemann, R. Zimmermann  
251 Seiten, 2002
- M 139: Verkehrssicherheits-  
maßnahmen für Kinder  
Eine Sichtung der Maßnahmen-  
landschaft  
W. Funk, A. Wiedemann,  
G. Büschges, R. Wasilewski,  
St. Klapproth, St. Ringleb,  
G. Schießl  
125 Seiten, 2002
- M 140: Optimierung von Ret-  
tungseinsätzen  
Praktische und ökonomische  
Konsequenzen  
R. Schmiedel, H. Moecke, H.  
Behrendt  
231 Seiten, 2002
- M 141: Die Bedeutung des Ret-  
tungsdienstes bei Verkehrsun-  
fällen mit schädel-hirn-trauma-  
tisierten Kindern  
Eine retrospektive Auswertung  
von Notarzteinsatzprotokollen in  
Bayern  
M. G. Brandt, P. Sefrin  
47 Seiten, 2002
- M 142: Rettungsdienst im Groß-  
schadensfall  
P. M. Holle, U. Pohl-Meuthen  
97 Seiten, 2002
- M 143: Zweite Internationale  
Konferenz „Junge Fahrer und  
Fahrerinnen“  
Referate der Zweiten Internati-  
onalen Konferenz vom 29. bis 30.  
Oktober 2001 in Wolfsburg  
216 Seiten, 2002
- M 144: Internationale Erfahrun-  
gen mit neuen Ansätzen zur Ab-  
senkung des Unfallrisikos jun-  
ger Fahrer und Fahranfänger  
Voraussetzungen einer Übertrag-  
barkeit auf Deutschland  
G. Willmes-Lenz  
40 Seiten, 2002
- M 145: Drogen im Straßenver-  
kehr  
Fahrsimulationstest, ärztliche  
und toxikologische Untersu-  
chung bei Cannabis und Am-  
phetaminen  
M. Vollrath, H. Sachs, B. Babel,  
H.-P. Krüger  
88 Seiten, 2002
- M 146: Standards der Ge-  
schwindigkeitsüberwachung  
im Verkehr  
Vergleich polizeilicher und kom-  
munaler Überwachungsmaßnah-  
men  
M. Pfeiffer, R. Wiebusch-Wothge  
72 Seiten, 2002
- M 147: Leistungen des Ret-  
tungsdienstes 2000/01  
Zusammenstellung von Infra-  
strukturdaten zum Rettungs-  
dienst 2000 und  
Analyse des Leistungsniveaus im  
Rettungsdienst für die Jahre  
2000 und 2001  
R. Schmiedel, H. Behrendt  
84 Seiten, 2002
- M 148: Moderne Verkehrssi-  
cherheitstechnologie - Fahrda-  
tenspeicher und Junge Fahrer  
H.-J. Heinzmann, F.-D. Schade  
66 Seiten, 2003
- M 149: Auswirkungen neuer In-  
formationstechnologien auf das  
Fahrverhalten  
B. Färber, B. Färber  
108 Seiten, 2003

---

Die Hefte sind kostenpflichtig.  
Aus postalischen Gründen wer-  
den die Preise in dieser Über-  
sicht nicht aufgeführt.

Auskünfte und Bezug durch:  
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 88  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)