

Gert Weller & Bernhard Schlag
TU Dresden
Institut für Verkehrspsychologie
www.verkehrspsychologie-dresden.de

Kriterien zur Beurteilung von Fahrerassistenzsystemen¹

Begriffsklärung FIS / FAS

Fahrerinformations- (FIS) und Fahrerassistenzsysteme (FAS) werden im englischsprachigen Raum als IVIS (In-Vehicle Information Systems) bzw. ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) bezeichnet. Der englische Oberbegriff ITS (Intelligent Transport Systems) schließt im Gegensatz zu FIS/FAS auch infrastrukturbasierte Systeme mit ein. Sollen die Auswirkungen einzelner Systeme auf die Verkehrssicherheit beurteilt werden, ist eine klare Abgrenzung einzelner Systeme nach ihrer Funktionalität erforderlich. Van der Laan (1997) verwendet hierfür die Darstellung anhand eines Kontinuums. Die eine Seite des Kontinuums beschreibt Systeme, die dem Fahrer ausschließlich Informationen zur Verfügung stellen und freie Verhaltenswahl zulassen, während die andere Seite des Kontinuums durch eingreifende Systeme ohne Wahlmöglichkeit bezüglich des Verhaltens gekennzeichnet ist. Andere Einordnungen sind denkbar, z.B. nach den drei Handlungsebenen der Fahraufgabe (strategische Ebene, Manöverebene und Kontrollebene) und der Art der Unterstützung (informierend oder eingreifend, mit und ohne Möglichkeit der Übersteuerung) (vgl. Weinberger, 2001). Um neuere Systeme von existierenden abzugrenzen, schlagen Engeln & Wittig (2004) vor, nur solche Systeme als „intelligent“ zu bezeichnen, die den Fahrer bei der Wahrnehmung oder Entscheidung, im Gegensatz zur reinen Handlungsausführung unterstützen.

Bedarf

Der Markt für Fahrerassistenzsysteme wächst nach Presseinformationen von Herstellern um jährlich 15%. Die OECD (2003) geht von einem erheblichen Potential von FAS zur Reduzierung der Unfallzahlen oder zumindest der Unfallschwere aus. Ein weiterer Nutzen liegt in der angestrebten Erhöhung des Komforts und einer Optimierung der Beanspruchung des Fahrers. Andererseits können gerade diese an sich positiven Auswirkungen durch die Reaktion des Menschen auf Veränderungen im System Fahrer-Fahrzeug-Umwelt zu möglichen sicherheitsgefährdenden Verhaltensänderungen führen. Bei FIS müssen zudem die Auswirkungen von möglicher Ablenkung oder Abwendung beachtet werden.

Beispielhaft für mögliche negative Auswirkungen sei hier die Studie an Münchner Taxifahrern zu den Auswirkungen von ABS genannt (Sagberg, Fosser & Saetermo, 1997). Hier wurden kürzere zeitliche Abstände mit ABS gemessen, die nicht durch die Systemwirkung gerechtfertigt sind. Aschenbrenner et al (1992) fanden eine Verlagerung von Unfällen die durch ABS verhindert wurden, hin zu anderen Unfalltypen.

Stellvertretend für weitere Erklärungsmöglichkeiten sollen hier nur einige genannt werden, die gegebenenfalls zu berücksichtigen sind. So hat z.B. Wilde (1994) in seiner Risikohomö-

¹ Die hier dargestellten Inhalte sind Bestandteil des vom BMBF geförderten Projektes INVENT, hier: FVM AP3100: Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für FIS/FAS. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren. (www.invent-online.de).

ostasetheorie auf Verhaltensänderungen als Folge einer, nicht durch objektive Gegebenheiten gerechtfertigten, subjektiven Risikowahrnehmung hingewiesen. Ebenso kann eine Veränderung der visuellen oder mentalen Belastung zu einer Verringerung der Leistungsfähigkeit führen, sofern sich die daraus resultierende Beanspruchung von einem optimalen, mittleren Niveaus in Richtung Unter- oder Überbeanspruchung bewegt (vgl. z.B. de Waard, 1996). Im Fall der oben genannten Studien zu ABS ist vor allem auch ein falsches Systemverständnis als Ursache zu nennen. Weitere Erklärungsansätze liefert die Forschung zu Folgen von Automatisierung bei Arbeitstätigkeiten (vgl. z.B. Norman, 1998; Parasuraman, 1997; Wickens, 1998).

Ob positive oder negative Auswirkungen überwiegen, ist neben der Systemspezifikation von den Ressourcen und der Motivation des Fahrers abhängig. Daher ist ein möglichst standardisiertes Verfahren zur Beurteilung von FIS/FAS im Sinne eines Nettonutzens notwendig, das die Auswirkungen auf das Verhalten des Fahrers ins Zentrum der Aufmerksamkeit rückt.

Besonders hinsichtlich der Bewertung von FIS sind bereits zahlreiche Ansätze entwickelt worden, die sich in erster Linie über Blickabwendungszeiten definieren und damit nicht die situativen Gegebenheiten mit einbeziehen (z.B. die (umstrittene) 2/20 Regel, wie sie z.B. von der AAM (2003) vorgeschlagen wird). In Deutschland werden ergonomische Aspekte der FIS-Gestaltung vor allem durch die DIN EN ISO 17287 (2003) geregelt. Gebrauchstauglichkeit wird hier über die Begriffe Beeinträchtigung (der Fahraufgabe), Steuerbarkeit, Effizienz und Bedienungsfreundlichkeit bei gleichzeitigem Erlernen des Systems definiert. Dabei wird die Gebrauchstauglichkeit „(...) anhand der Interaktion zwischen Fahrer und TICS² im Fahrumfeld bewertet, wobei berücksichtigt werden soll, wie der Fahrer aufgrund des TICS sein Fahrverhalten ändert“ (S. 4). Allgemeine Prinzipien der FIS Gestaltung werden von der EU definiert (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2000). Die Notwendigkeit der Entwicklung eines objektiven Bewertungsverfahrens für FIS/FAS zeigt sich ebenso in der Vielzahl von Forschungsprojekten (z.B. DIATS, (1999); oder relevante Forschungsprojekte im ADASE und ADASE2 Netzwerk: u.a. RESPONSE (Becker, Johanning, Feldges & Kopf, 2000) & ADVISORS (Parkes A. (Ed.) et al., 2001)). Weder die allgemeinen Richtlinien, noch die in den genannten Projekten dargestellten Ergebnisse erfüllen jedoch die Forderung nach einem generischen Bewertungsverfahren, das den Bezug zwischen Verhalten und Verkehrssicherheit herstellen kann.

Vor der Bewertung von FIS/FAS muss zunächst eine Klärung des Begriffes der Sicherheit im Allgemeinen und der Verkehrssicherheit im Besonderen erfolgen.

Drei Bereiche der Sicherheitsbewertung

Hinsichtlich der Bewertung von FIS/FAS werden drei Bereiche unterschieden (vgl. z.B. Carsten & Nilsson, 2001):

- funktionale Systemsicherheit, als Maß der technischen Reliabilität
- Mensch-Maschine Interaktion (HMI), als Ergonomieproblem und
- Verkehrssicherheit.

Diese drei Bereiche weisen notwendigerweise ein hohes Maß an Überlappung auf. So ist die funktionale Systemsicherheit eine unbedingte Voraussetzung der Verkehrssicherheit und kann über die technische Reliabilität der Systeme geprüft werden. Fragen der Mensch-Maschine Interaktion sind für die Verkehrssicherheit dann relevant, wenn die Interaktion mit dem System im fahrenden Fahrzeug erfolgt. Die Verkehrssicherheit ist das umfassendste Konstrukt hinsichtlich der Sicherheitsbewertung. Während jeder Fahrer ein umgangssprachliches Verständnis der Verkehrssicherheit hat, erweist sich die präzise Definition des Begriffes als schwierig.

² Traffic Information and Control Systems

Fragen zur Beurteilung der Verkehrssicherheit

Der Begriff der „Verkehrssicherheit“ ist in der Literatur kaum definiert. Als (inverses) Maß der Verkehrssicherheit werden im Allgemeinen verschiedene Kenngrößen der Unfallhäufigkeiten und Unfallverteilungen verwendet. Bereits Klebelsberg (1982) weist jedoch darauf hin, dass Verkehrssicherheit und Unfallfreiheit vor allem auf Grund der Zufallsabhängigkeit von Unfällen nicht deckungsgleich sind. Bezüglich FIS/FAS Bewertung wäre es zudem weder ökonomisch sinnvoll noch juristisch und ethisch vertretbar, Systeme erst nach ihrer Entwicklung anhand geänderter Unfallzahlen zu bewerten. Es werden also Größen benötigt, die als Näherungsvariablen (engl.: proxy / surrogate variables) für Unfälle gelten können, ohne die oben besprochenen Nachteile aufzuweisen.

Dieses Vorgehen setzt die Annahme eines Kontinuums zwischen „normalem“ Fahren und Unfällen voraus. Als Zwischenglieder sieht Klebelsberg (1982) die Größen Fahrfehler, Verkehrsverstoß, Verkehrskonflikt und Beinahe-Unfall, wobei die Ereignishäufigkeit Richtung Unfall ab-, die Zufallsabhängigkeit hingegen zunimmt. Heinrich (1931) zeigte frühzeitig die Gültigkeit dieser Annahme am Beispiel von Industriearbeitsplätzen und verwendet zur Veranschaulichung eine Darstellung in Pyramidenform. Hyden (1987, zitiert nach: Grayson & Hakkert, 1987) überträgt diese Darstellungsform auf den Straßenverkehr.

Dennoch erweist sich die von Klebelsberg (1982) vertretene Annahme eines Kontinuums als schwierig. Dies soll kurz am Beispiel von Verkehrskonflikten gezeigt werden. Verkehrskonflikte sind durch die Verkehrskonflikttechnik (vgl. z.B. Zimolong, 1982) eine relativ gut untersuchte Größe. Nach Amundsen & Hyden (1977, zitiert nach Grayson & Hakkert, 1987) wird ein Verkehrskonflikt als beobachtbare Situation bezeichnet, in der sich zwei oder mehr Verkehrsteilnehmer zeitlich oder räumlich so annähern, dass eine Kollision ohne Ausweichmanöver unvermeidlich ist. Nach dieser engen Definition lässt die Verkehrskonflikttechnik keine Rückschlüsse auf Alleinunfälle (entspricht Fahr Unfall, Unfalltyp 1) zu. Für ein brauchbares Verfahren muss daher der Begriff der Verkehrssicherheit auf Fahrfehler erweitert werden.

Fahrfehlerdefinitionen und Klassifikationen

Nach Klebelsberg (1982) kann zunächst jedes vom „normalen“ Fahren abweichende Verhalten als unsicheres Fahren bezeichnet werden. Während in der Straßenverkehrsordnung (2002) der Begriff des verkehrssicheren Verhaltens erstaunlicherweise nicht definiert ist, finden sich hier jedoch allgemeingültige Regelungen, die helfen „normales“ Fahren zu definieren. So muss sich jeder Fahrer so verhalten, dass kein anderer Verkehrsteilnehmer behindert, gefährdet oder geschädigt wird. Ähnliche Vorgaben werden bezüglich Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten gemacht. So muss die Geschwindigkeit (im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben) so gewählt werden, dass der Fahrer sein Fahrzeug ständig unter Kontrolle hat. Ein Abstand gilt dann als sicher, wenn bei plötzlichem Bremsen des Vordermanns eine Kollision vermieden werden kann. Ausgehend von physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Fahrdynamik und Annahmen über Reaktionszeiten, lassen sich damit erste Kenngrößen „normalen“ Fahrverhaltens abschätzen.

Im Bußgeldkatalog (BKatV, 2001) werden Überschreitungen abhängig von Dauer und Ausmaß der Überschreitung mit verschiedenen Sanktionen belegt. Eine Abstufung der Schwere des Verstoßes erfolgt zusätzlich danach ob ein anderer Verkehrsteilnehmer belästigt, behindert, gefährdet oder geschädigt wird.

Hinsichtlich der Definition von Fahrfehlern wurden verschiedene Versuche unternommen.

Im Projekt ADVISORS (vgl. Parkes A. (Ed.) et al., 2001) werden, basierend u.a. auf Veröffentlichungen von Brookhuis und Godthelp, absolute und relative Kriterien für fehlerhaftes Abstand- und Spurhalten angegeben.

Fastenmeier et al. (2001) definieren und überprüfen Grenzwerte für fehlerhafte Spurwechselvorgänge.

Reichart (2001) definiert normative Modelle für sieben für die Unfallentstehung relevante Fahrsituationen. Als Fahrsituation wird dabei ein aus Fahrersicht potentiell wahrnehmbarer Teil der objektiven gegebenen, zeitlich und räumlich abgegrenzten, Verkehrssituation betrachtet. Die Fahrsituation wird dagegen als tatsächlich vom Fahrer wahrgenommene Fahrsituation bezeichnet. Im wesentlichen können Fahrsituationen damit als abhängig von der jeweiligen Verkehrssituation definierte Fahraufgabe auf der Manöverebene verstanden werden. Zur Definition des normativen Verhaltens werden gesetzliche Vorschriften, sozial akzeptiertes Verhalten, Merkmale der Straßenraumgestaltung, fahrphysikalische Eigenschaften eines Kfz und verallgemeinerbare Eigenschaften menschlicher Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung verwendet.

Die in der StVO festgelegten Bestimmungen gelten auch als Grundlage der Bewertung der praktischen Prüfung zur Erlangung einer Fahrerlaubnis (BMVBW, 2004). Hier wird zwischen Fehlverhalten verschiedener Schweregrade unterschieden. Während einmaliges erhebliches Fehlverhalten zum Abbruch der Prüfung führt, muss leichteres Fehlverhalten wiederholt auftreten. Die Definitionen einzelner Verhaltensweisen bleiben jedoch im ungefähren („fehlerhaftes Abstandhalten“; „nichtangepasste Geschwindigkeit“).

An der Universität Regensburg wurde das Regensburger Fahrfehlerbeobachtungsinventar entwickelt (Dahmen-Zimmer, Kostka, Piechulla, Scheufler & Zimmer, 1999). Es umfasst sieben Fehlerkategorien und eine Restkategorie. Die Entscheidung über das Vorliegen eines Fehlers wird durch einen mitfahrenden Beobachter (Fahrlehrer) getroffen. Dieser vergibt auch eine Einschätzung der Gefährlichkeit anhand einer sechsstufigen Skala.

Fastenmeier (1995b) entwickelte ein „Manual zur Fahrverhaltensbeobachtung“. Hier wird innerhalb von neun Kategorien nach 36 Variablen unterschieden. Zusätzlich wird eine nach ihrer Schwere fünffach gestufte Kategorie Konflikte erhoben. Die Variablen setzen sich sowohl aus fehlerhaftem als auch aus fehlerfreiem Verhalten zusammen. Das Registrieren des Verhaltens erfolgt situationsabhängig. Durch diese Art der Beobachtung lassen sich anschließend auch relative Fehlerhäufigkeiten berechnen.

Eine auf den genannten Veröffentlichungen aufbauende Weiterentwicklung, die zudem die Dauer der Überschreitung zur Definition verschiedener Schweregrade der Fehler angibt, wurde innerhalb des Projektes INVENT umgesetzt (vgl. Nirschl, Böttcher, Schlag & Weller, 2004).

Fahrfehler und das Unfallkriterium

Sollen FIS/FAS mit Hilfe des Fehleransatzes bezüglich ihrer Verkehrssicherheit bewertet werden, müssen die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen Fahrfehlern, Verkehrskonflikten und Unfällen bekannt sein. Allgemeine Modelle zur Veranschaulichung der Zusammenhänge werden von Reichart (2001) und Winner (2002) veröffentlicht. In dem Modell von Winner, das auf einer Veröffentlichung von Braun und Ihme beruht, tritt der Begriff der (externen) Störung an Stelle des Fehlerbegriffs. Die Darstellung erfolgt in einem zweidimensionalen Raum mit einer Gefahren- und einer Zeitachse und wird somit der zeitlichen Kritikalität von Vermeidungshandlungen gerecht. Reichart stellt die Zusammenhänge in einem (zunächst generischen) Fehlerbaummodell der Unfallentstehung im Straßenverkehr dar. Ausgehend von einem Fehler kommt es bei gleichzeitigem Vorhandensein eines Konfliktobjektes zu ei-

nem Verkehrskonflikt. Bleibt eine Vermeidungsreaktion von Seiten des Verursachers oder des Beteiligten aus, oder hat diese keinen Erfolg, kommt es schließlich zu einem Unfall.

Zur quantitativen Abschätzung der Zusammenhänge gibt Reichart (2001) für verschiedene Situationen Schätzwerte für Fehlhandlungswahrscheinlichkeiten pro Anforderung an. Diese Schätzwerte ergeben sich in erster Linie aus Untersuchungen von Swain & Guttman (1983) zu Fehleranfälligkeiten menschlichen Handelns. Die Anfangsschätzwerte werden anschließend zusätzlich aufgrund von Literaturstudien hinsichtlich ihrer Aufgabenschwierigkeit und Fehlerart modifiziert. Nach Swain & Guttman nehmen Fehlhandlungswahrscheinlichkeiten mit zunehmender Automatisierung der Tätigkeit ab. Sie bewegt sich zwischen etwa 10^{-1} bei wissensbasierten bis zu 10^{-4} bei fertigkeitbasierten Handlungen. Eine Abschätzung der Gültigkeit der Annahmen erfolgt durch Fahrversuche hinsichtlich des normativen Modells zum Spurverhalten, durch Abschätzung anhand ausgewählter Expositionsdaten und der Unfallstatistik und durch Berechnungen mit Hilfe der Fehlerbaumanalyse in die ebenfalls wieder Annahmen eingehen.

Während die Ergebnisse der Analysen zu zufriedenstellenden Ergebnisse hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Fahrfehlern und Unfällen führen, bleibt festzuhalten, dass dies nur durch eine Vielzahl von Annahmen erreicht wird.

Ohne ausreichende empirische Basis sind diese Annahmen zur Abschätzung der Verkehrssicherheit neuer Systeme im Fahrzeug nicht ausreichend. Daher scheint es sinnvoller, vergleichende Untersuchungen zwischen Fahrten ohne und mit FIS/FAS durchzuführen.

Fehlerdefinitionen und Klassifikationen

Während in den vorangegangenen Kapiteln speziell auf *Fahrfehler* eingegangen wurde, sollen im folgenden grundsätzliche Aussagen zu menschlichen Fehlern gemacht werden.

Nur durch das Verständnis der Hintergründe menschlicher Fehler lassen sich Annahmen über die Verkehrssicherheit machen.

Reason (1994) definiert Fehlverhalten als Oberbegriff, „der all die Ereignisse umfasst, bei denen eine geplante Abfolge geistiger oder körperlicher Tätigkeiten nicht zum beabsichtigten Resultat führt, sofern diese Misserfolge nicht fremdem Einwirken zugeschrieben werden können“ (S. 28). Auch verschiedene andere Fehlerdefinitionen beinhalten immer eine Abweichung von einem gewünschten Ergebnis (vgl. z.B. Parker, Reason, Manstead & Stradling, 1995; Senders & Moray, 1991). Als inverses Maß des Fehlverhaltens gilt die menschliche Zuverlässigkeit.

Der Begriff des Fehlers als Beschreibung von Verhalten hat seine Ursprünge in der Arbeitspsychologie. Hier dient er vor allem zur Erklärung und zur Vermeidung von Unfällen. Hacker (1998) verwendet eine sogenannte verhütungsorientierte Fehlhandlungsklassifikation. Verhütungsorientiert meint hier, dass Fehlerursachen so lange zurückverfolgt werden, bis ein beeinflussbares Glied zu ihrer Vermeidung gefunden ist. Demnach entstehen Fehlhandlungen aufgrund:

- objektiven Fehlens regulativ nutzbarer Information
- fehlender Nutzung objektiv vorhandener Information und
- falscher Nutzung objektiv vorhandener Information.

Dabei werden Informationen ausschließlich als handlungsregulierende, also für die erfolgreiche Ausführung einer Handlung relevante Informationen verstanden. Ob eine Information relevant ist kann z.B. durch experimentelles Entfernen oder Hinzufügen verschiedener Informationen untersucht werden.

Rasmussen (1986) unterscheidet, aufbauend auf seiner Einteilung von Verhalten nach den drei Ausführungsebenen fähigkeitsbasiert (skill-based), regelbasiert (rule-based) und wissensbasiert (knowledge-based), in entsprechende Fehlerarten. Des weiteren werden drei Ebenen des Verhaltens unterschieden: strategische Ebene (strategic), taktische (tactical) und operationale Ebene (operational).

Reason (1994) unterscheidet drei primäre Fehlertypen nach den kognitiven Handlungsstadien Planung (Fehler; engl. mistakes), Speicherung (Schnitzer; engl. lapse) und Ausführung (Patzner, engl. slip). Schnitzer und Patzner sind beide der wissensbasierten Ebene nach Rasmussen zugeordnet, während Fehler nach regel- und wissensbasierter Ebene weiter aufgeschlüsselt werden. Als zusätzliche Fehlerart werden Verstöße (eng. violations) berücksichtigt.

Fahrfehlerhintergründe

Die Autoren der verschiedenen Klassifikationen besprechen für ihre jeweiligen Fehlertypen mögliche Hintergründe. Diese lassen sich auf einige wenige Ursachen zurückführen (hier nach Hacker, 1998):

- Wissens- bzw. Ausbildungslücken
- Begrenzungen in der Leistungsfähigkeit (u.a. Kapazität; Auflösungsvermögen; Ermüdung) der menschlichen Informationsverarbeitung (und –Aufnahme) und Besonderheiten der menschlichen Informationsverarbeitung (Verwendung von Schemata und Skripten; Urteilsheuristiken; Automatismen).
- unzureichende oder „falsche“ Motivation

Diese Fehlerhintergründe lassen sich ebenso auf Fahrfehler als messbare Folgen einer Fehlhandlung übertragen, wobei ein und derselbe Fahrfehler verschiedene Ursachen haben kann. Die Verfolgung des Fahrfehleransatzes zur Sicherheitsbewertung von FIS/FAS ist nur dann sinnvoll, wenn gleichzeitig die möglichen Hintergründe der Fahrfehlerentstehung mit erfasst und analysiert werden.

In der Psychologie werden die oben genannten (Fahr-) Fehlerhintergründe über verschiedene Konstrukte abgebildet. Einige Konstrukte beziehen sich dabei speziell auf FIS/FAS (vgl. z.B. Stanton & Young, 1998), andere beziehen sich allgemeiner auf Verkehrssicherheit. Folgende Konstrukte lassen sich zusammenfassend angeben:

- Situationsbewusstsein
- (übermäßiges) Vertrauen in die Technik
- Locus of Control
- visuelle und mentale Beanspruchung
- mentale Repräsentation der Funktionsweise (mentale Modelle)

Daneben müssen motivationale Aspekte berücksichtigt werden, wie sie z.B. in der Risikohomöostasetheorie von Wilde (1994) beschrieben werden. Ein Überblick über ähnliche Modelle findet sich z.B. bei van der Molen und Böttcher (1987).

Noch nicht genannt wurden differentielle Aspekte. So konnte z.B. mit Hilfe des Sensation-Seeking-Konstruktes (vgl. z.B. Roth & Hammelstein, 2003; Zuckerman, 1994) ein enger Zusammenhang mit Kenngrößen der Verkehrssicherheit nachgewiesen werden. Erwiesen ist ebenfalls der Einfluss des Alters oder der Fahrerfahrung (vgl. z.B. Schlag, 1994; Schlag, 1999).

Nur durch die Kenntnis der Fehlerhintergründe lassen sich gezielte Maßnahmen zu ihrer Vermeidung treffen.

Situationen

Die verschiedenen Fahrfehlerklassifikationen zeigen ebenso wie die verschiedenen Unfalltypen und Unfallarten (zur Unterscheidung vgl. FGSV, 1998; 2001) eine starke situative Abhängigkeit. So können bestimmte Fehlerarten nur in bestimmten Situationen auftreten. Ebenso ist die Funktionalität einiger FIS/FAS auf bestimmte Situationen begrenzt. Daher ist es zur effektiven Durchführung einer Bewertung von FIS/FAS notwendig, die Zusammenhänge zwischen situativem Kontext, FIS/FAS Merkmalen und menschlichem Verhalten zu modellieren. Ebenso wie eine klare Definition der Fehler, wird dazu auch eine klare Definition von Verkehrssituationen benötigt.

Fastenmeier (1995a) beschreibt nach Erke & Wessel (1985, zitiert nach Fastenmeier) eine Verkehrssituation als in Raum, Zeit und Verhalten abgrenzbare Einheit, die er weiter nach von Benda (1977, ebenfalls zitiert nach Fastenmeier) als die „Umgebung des MMS Fahrer-Fahrzeug aus Fahrersicht“ definiert.

Bereits Klebelsberg (1982, S. 119) weist allerdings darauf hin, dass „die Anzahl möglicher Verkehrssituationen praktisch unendlich groß“ ist. Da Fahrer offensichtlich ihr Verhalten nicht nach allen möglichen Aspekten differenzieren können, sollte vielmehr eine Klassifikation nach verhaltensrelevanten Kriterien erfolgen.

Fastenmeier (1995a) hat ein ursprünglich von v. Benda entwickeltes Klassifizierungssystem so modifiziert, dass die Anzahl ursprünglich möglicher Kombinationen deutlich verringert werden konnte. In diesem Klassifikationsschema gehen neben der Kategorie „Fahrtrichtung“ nur noch statische Merkmale des Straßenraums ein. Witterungsbedingungen und Verkehrsdichten werden dagegen ausgeklammert.

Während die Beschränkung auf die statische Verkehrssituation in der Klassifikation von Fastenmeier zur Auswahl von Versuchsstrecken notwendig ist, kann sie keine Informationen über die im Moment der Befahrung vorliegende Situation nach obiger Definition liefern. Für ein Bewertungsverfahren von FIS/FAS müssen nach einer Vorauswahl der Strecken aufgrund der Klassifikation von Fastenmeier auch die Merkmale der aktuell vorliegenden dynamischen Verkehrssituation berücksichtigt werden. Dies gilt vor allem für den Einsatz im Simulator. Wir definieren dynamische Verkehrssituation dabei als Abhängige aller Einflüsse, die sich innerhalb der gleichen statischen Verkehrssituation verändern können und einen Einfluss auf das Fahrverhalten des Fahrers haben. Dazu gehören im wesentlichen die Witterung, die Verkehrsdichte auf der gesamten Strecke und die Fahrmanöver des eigenen Fahrzeugs und des unmittelbar benachbarten Fremdfahrzeugs.

Um die bereits besprochene Anzahl möglicher Situationen überschaubar zu halten, erfolgt zuerst eine Auswahl der statischen Situation nach Fastenmeier und erst daran anschließend die Auswahl der dynamischen Verkehrssituationen.

Die Auswahl der statischen und dynamischen Situationen richtet sich dabei nach dem Funktionsumfang und den Funktionsgrenzen der zu untersuchenden Systeme. Dies entspricht der Beschreibung des Einsatzbereiches, wie sie nach DIN EN ISO 17287 gefordert wird.

Grenzen eines Verfahrens

In den vorangegangenen Abschnitten wurden notwendige und praktikable Schritte zur Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für FIS/FAS dargestellt. Dennoch können mit dem hier skizzierten Verfahren nicht alle möglichen positiven und negativen Auswirkungen von FIS/FAS geprüft werden. Zunächst liegt der Schwerpunkt des hier dargestellten Ansatzes auf der Überprüfung des Verhaltens auf der individuellen Ebene, d.h. die Abhängigkeit des tat-

sächlichen Sicherheitsgewinns von der Ausrüstungsrate des Gesamtsystems kann nur ungenügend dargestellt werden. Ebenso ist die Möglichkeit einer langfristigen, möglichen Verhaltensadaptation im Sinne der Risikohomöostasethorie nicht möglich. Dies kann letztendlich nur durch aufwendige Langzeitversuche im Feld überprüft werden, wobei hier die experimentelle Kontrolle entsprechend gering ausfällt (vgl. NHTSA, 2005).

Ein weiteres Problem ergibt sich durch die im Sinne einer ökonomischen Durchführung notwendige Auswahl der zu untersuchenden Situationen aufgrund der Funktionalität der Systeme. Einerseits muss die tatsächliche Nutzung durch den Fahrer nicht der angestrebten Nutzung entsprechen (z.B. Einsatz eines Abstandssystems auch auf Landstraßen), andererseits können aufgrund der Vielfalt dynamischer Verkehrsbedingungen nicht alle möglichen Situationen modelliert werden.

Literatur

- AAM (Alliance of Automobile Manufacturers). (2003). Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems (Draft Version 3.0). Verfügbar unter URL: http://www.umich.edu/~driving/guidelines/AAM_DriverFocus_Guidelines.pdf
- Aschenbrenner, K., Biehl, B. & Wurm, G. (1992). *Mehr Verkehrssicherheit durch bessere Technik? Felduntersuchungen zur Risikokompensation am Beispiel des Antiblockiersystems. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen* (Bd. 246). Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Becker, S., Johanning, T., Feldges, J. & Kopf, M. (Hrsg.). (2000). *RESPONSE. Telematics Applications Programme - Sector Transport. Project TR4022. Deliverable No. D2.2. The Integrated Approach of User, System, and Legal Perspective: Final Report on Recommendations for Testing and Market Introduction of ADAS*.
- BKatV. (2001). Verordnung über die Erteilung einer Verwarnung, Regelsätze für Geldbußen und die Anordnung eines Fahrverbots wegen Ordnungswidrigkeiten im Straßenverkehr (Bußgeldkatalog-Verordnung - BKatV) vom 13. November 2001.
- Bundesministerium für Verkehr Bau- und Wohnungswesen (BMVBW). (2004). Neufassung der Richtlinie für die Prüfung der Bewerber um eine Erlaubnis zum Führen von Kraftfahrzeugen (Prüfungsrichtlinie) vom 26.02.2004 (VkB. S. 130). *Verkehrsblatt (VkB)*, 13(15.07.2004), 381.
- Carsten, O. M. J. & Nilsson, L. (2001). Safety Assessment of Driver Assistance Systems. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1(3), 225 - 243.
- Dahmen-Zimmer, K., Kostka, M., Piechulla, W., Scheufler, I. & Zimmer, A. (1999). *KOMI-ZIF Kompendium für dedizierte Methoden bei der Untersuchung von informationellen Zusatzaktivitäten im Fahrzeug* (unveröffentlicht). Regensburg: Lehrstuhl für Experimentelle und Angewandte Psychologie, Universität Regensburg.
- de Waard, D. (1996). *The Measurement of Drivers' Mental Workload*. The Netherlands: The Traffic Research Centre VSC, University of Groningen.
- DIATS. (1999). DIATS. Deployment of Interurban ATT Test Scenarios. RO-96-SC.301. Final Report. Verfügbar unter URL: <http://www.trg.soton.ac.uk/diats/Final.pdf>
- DIN EN ISO 17287. (2003). *Ergonomische Aspekte von Fahrerinformations- und Assistenzsystemen, Verfahren zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit beim Führen eines Kraftfahrzeugs*. Berlin: Beuth Verlag.
- Engeln, A. & Wittig, T. (2004). *Critical Incidents while car using – an empirical method to explore the need for driver support systems in qualitative research*. Paper presented at the ICTTP, Nottingham.
- Fastenmeier, W. (1995a). Die Verkehrssituation als Analyseeinheit im Verkehrssystem. In W. Fastenmeier (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssicherheit: neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme*. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.

- Fastenmeier, W. (1995b). Situationsspezifisches Fahrverhalten und Informationsbedarf verschiedener Fahrergruppen. In W. Fastenmeier (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssicherheit: neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme*. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.
- Fastenmeier, W., Hinderer, J., Lehnig, U. & Gstalter, H. (2001). Analyse von Spurwechselvorgängen im Verkehr. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 55(1), 15 - 23.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). (1998). *Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen - Teil 1; Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten; Empfehlungen Nr. 12*. Köln: FGSV.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). (2001). *Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen - Teil 2; Maßnahmen gegen Unfallhäufungen; Empfehlungen Nr. 13*. Köln: FGSV.
- Grayson, G. B. & Hakkert, A. S. (1987). Accident Analysis and Conflict Behaviour. In J. A. Rothengatter & R. A. Bruin (Hrsg.), *Road Users and Traffic Safety*. Assen/Maastricht: Van Gorcum.
- Hacker, W. (1998). *Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Göttingen: H. Huber.
- Heinrich, H. W. (1931). *Industrial Accident Prevention*. New York & London: McGraw-Hill.
- Klebensberg, D. (1982). *Verkehrspsychologie*: Springer.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften. (2000). Empfehlung der Kommission vom 21. Dezember 1999 an die Mitgliedstaaten und die Industrie über sichere und effiziente On-board-Informations- und -Kommunikationssysteme: Europäischer Grundsatzkatalog zur Mensch-Maschine-Schnittstelle Text von Bedeutung für den EWR (Bekanntgegeben unter Aktenzeichen K(1999) 4786). *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften*. L 019, 43, 64-68.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2005). *Automotive Collision Avoidance System Field Operational Test. Final Program Report* (DOT HS 809 886).
- Nirschl, G., Böttcher, S., Schlag, B. & Weller, G. (2004). Verfahren zur Bewertung der Verkehrssicherheit von Fahrerassistenzsystemen durch objektive Erfassung von Fahrfehlerisiken. (Procedure for traffic safety evaluation of driver assistance systems by objective measurement of driving error risks). In VDI (Hrsg.), *21. Internationale VDI/VW-Gemeinschaftstagung* (Bd. 1864, S. 397-420). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Norman, D. A. (1998). *The Design of everyday things*. London: The MIT Press.
- OECD. (2003). *Road safety. Impact of New Technologies*. Paris: OECD.
- Parasuraman, R. (1997). Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse. *Human Factors*, 39(2), 230 - 253.
- Parker, D., Reason, J. T., Manstead, A. S. R. & Stradling, S. (1995). Driving errors, driving violations and accident involvement. *Ergonomics*, 38(5), 1036-1048.
- Parkes A. (Ed.), Brook-Carter, N., Parkes, A., Ernst, A. C., Jaspers, I., Nilsson, L., Brookhuis, K., De Waard D., Damiani, S., Tango, F., Bouverie, S., Danglemaier, M., Gelau, C., Yannis, G. & Golias, J. (2001). Development of mulitparameter criteria and a common impact assessment methodology. ADVISORS Deliverable D4_1 (Contract N. GRD1-1999-10047). Verfügbar unter URL: <http://www.advisors.iao.fraunhofer.de/>
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and human-machine interaction. An approach to cognitive engineering*. New York: North-Holland.
- Reason, J. T. (1994). *Menschliches Versagen. Psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien*. Heidelberg: Spektrum Akad. Verlag.
- Reichart, G. (2001). *Menschliche Zuverlässigkeit beim Führen von Kraftfahrzeugen. Forschungs-Berichte VDI, Reihe 22, Nr. 7*. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Roth, M. & Hammelstein, P. (Hrsg.). (2003). *Sensation Seeking - Konzeption, Diagnostik und Anwendung*. Göttingen ; Bern: Hogrefe.
- Sagberg, F., Fosser, S. & Saetermo, I.-A. F. (1997). An Investigation of Behavioural Adaption to Airbags and Antilock Brakes among Taxi Drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 29(3), 293 - 302.
- Schlag, B. (1994). Risikoverhalten im Straßenverkehr. In A. Flade (Hrsg.), *Mobilitätsverhalten* (S. 131-138). Weinheim: Beltz / PVU.

- Schlag, B. (1999). Elderly drivers - deficient and risky or experienced and safe? In M. Tacken, Marcellini, F., Mollenkopf, H., Ruoppila, I. (Hrsg.), *Keeping the Elderly Mobile Proceedings* (S. 137-152). Delft: TRAIL.
- Senders, J. W. & Moray, N. P. (1991). *Human error: Cause, prediction and reduction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stanton, N. A. & Young, M. S. (1998). Vehicle Automation and driving performance. *Ergonomics*, 41(7), 1014 - 1028.
- StVO. (2002). Straßenverkehrsordnung (StVO) vom 16. November 1970 (Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 1565), zuletzt geändert am 01. September 2002 (Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 3442, 3444).
- Swain, A. D. & Guttman, H. E. (1983). *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications. Final Report. NUREG/CR-1278*. Washington, D.C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- Van der Laan, J. D., Heino, A. & De Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transport Research*, C(5), 1-10.
- Van der Molen, H. H. & Bötticher, A. M. T. (1987). Risk models for traffic participants: a concerted effort for theoretical operationalizations. In J. A. B. Rothengatter, R. A. (Hrsg.), *Road users & traffic safety*. Assen (NL): Van Gorcum.
- Weinberger, M. (2001). *Der Einfluß von Adaptive Cruise Control Systemen auf das Fahrverhalten*. Aachen: Shaker.
- Wickens, C. D. (1998). *Engineering psychology and human performance*. New York: Harper-Collins.
- Wilde, G. J. S. (1994). *Target risk*. Toronto: PDE.
- Winner, H. (2002). Fahrerassistenzsysteme - Stand der Technik und Ausblick. 1. Autoforum Sachsen, Sachsen wieder Autoland. In *VDI-Berichte Nr. 1702*. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Zimolong, B. (1982). Verkehrskonflikttechnik - Grundlagen und Anwendungsbeispiele. *Unfall- und Sicherheitsforschung, Straßenverkehr*, 35, 19 - 36.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. New York: Cambridge University Press.