

# **Analyse von Verkehrsunfällen mit FAS-Potenzialeinschätzung am Beispiel des FAS Lane Departure Warning**

Dipl.-Psych. Ulrich Hörauf  
Audi Accident Research Unit - Klinikum der Universität Regensburg

Dr.-Ing. Boris Buschardt, Dipl.-Ing. Eckart Donner, Dipl.-Ing. Birgit Graab, Dipl.-Ing. Thomas Winkle,  
AUDI AG

## **Übersicht:**

*Es wird das Vorgehen der AARU (Audi Accident Research Unit) bei der Verkehrsunfallforschung dargelegt. Im Folgenden werden Methoden der Psychologie zur Analyse der Pre-Crash-Phase vorgestellt. Anhand von Beispielen wird das Potenzial von Fahrerassistenzsystemen eingeschätzt. Das Ergebnis basiert auf einem eng übergreifenden interdisziplinären Prozess zwischen Technik, Medizin und Psychologie.*

## **1. Einleitung**

Die AARU (Audi Accident Research Unit) ist eine interdisziplinäre Forschungsgemeinschaft zwischen der Audi AG und dem Klinikum an der Universität Regensburg. Unterstützt wird die AARU durch das Bayerische Staatsministerium des Inneren. Die Analyse von Verkehrsunfällen bei der AARU erfolgt nach medizinischen, psychologischen und technischen Aspekten und bildet die Grundlage der Forschungstätigkeit. Dabei ermöglichen die Erkenntnisse der technischen und medizinischen Unfallanalyse insbesondere die Weiterentwicklung passiver Sicherheitssysteme.

Ausgehend von der Tatsache, dass nahezu alle Verkehrsunfälle auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen sind, nimmt die Entwicklung aktiver Fahrzeugsicherheits- und Fahrerassistenzsysteme einen immer höheren Stellenwert ein. Eine Voraussetzung für die zielgerichtete Entwicklung und nutzergerechte Funktionsauslegung dieser Systeme ist die Kenntnis über Unfallentstehung und Unfallursachen. Aus diesem Grund werden durch die AARU seit Mitte 2002 zusätzlich zur technischen und medizinischen Analyse auch verkehrspsychologische Unfalldaten erhoben. Ziel dieser Forschungsgemeinschaft ist die allgemeine Steigerung der Verkehrssicherheit.

Denn über 5 000 getötete und mehr als 80 000 schwerverletzte Personen Jahr für Jahr im Straßenverkehr allein in Deutschland dürfen nicht tatenlos hingenommen werden [1].

## **2. Unfalldatenerhebung der AARU**

Die Datenerhebung beginnt unmittelbar nach der Meldung eines Unfallereignisses durch die bayerische Polizei. Hierzu ist seitens der AARU in Regensburg eine 24 h Rufbereitschaft geschaltet. Ist die Unfallstelle so zeitnah zu erreichen, dass die beteiligten Personen und Fahrzeuge noch an der Unfallstelle angetroffen werden können, wird die Unfallstelle durch einen Mitarbeiter des Teams Medizin mit einem für die Zwecke der Unfallforschung

ausgerüsteten Einsatzfahrzeug unverzüglich angefahren und eine erste Dokumentation des Sachstandes vorgenommen.

In den anschließenden Tagen erfolgt die weitere eigene Unfallanalyse aller Teams. Diese wird durch retrospektive Daten (z. B. polizeiliche Unfallaufnahme, Gutachten, Arztberichte, standardisierte Befragung der Unfallbeteiligten durch dafür ausgebildete Interviewer) ergänzt.

Nach Abschluss der spezifischen Unfallanalyse findet eine gemeinsame Fallbesprechung statt, bei der das gesamte Unfallgeschehen gemeinschaftlich detailliert aus den jeweiligen Blickwinkeln betrachtet und analysiert wird. Erst nach dieser Besprechung und dem Erreichen eines gemeinsamen Verständnisses zu jedem einzelnen Unfall werden die Daten zusammengefasst und anonymisiert in einer Datenbank gespeichert.

Die Erhebung und die Aufnahme aller Daten in der Unfalldatenbank erfolgt ausschließlich unter der Voraussetzung des Einverständnisses der beteiligten Person bzw. Angehörigen.

### **3. Kriterien zur Unfallmeldung**

Durch die bayerische Polizei erhält die AARU die Information über ein Unfallereignis. Zur Meldung durch die Polizei kommt ein Unfall, wenn folgende Kriterien erfüllt wurden:

- Junges Audi Modell (Fahrzeualter zum Unfallzeitpunkt bis 2 Jahre)  
und
- Verletzung mindestens eines Verkehrsteilnehmers (auch Fußgänger)  
und/oder
- Airbagauslösung  
und/oder
- massive Fahrzeugschäden

### **4. Medizinische Unfallanalyse**

Die Mitarbeiter des Teams Medizin erheben sowohl die medizinischen Daten als auch alle personenbezogenen Daten. Die Datenerhebung findet nicht selten im persönlichen Gespräch am Krankenbett mit dem Unfallbeteiligten statt. Zur Ergänzung der im Patientengespräch gewonnenen Daten werden darüber hinaus Krankenakten eingesehen und - wenn möglich - inkl. Röntgenaufnahmen und allen Befunden kopiert.

Die gewonnenen medizinischen Daten werden durch die Mediziner im Hinblick auf das spezifische Unfallgeschehen einer ersten Analyse unterzogen. In der abschließenden teamübergreifenden Fallbesprechung werden die Verletzungen und auch die Personendaten den Erkenntnissen der Psychologen und Technikern gegenübergestellt und zugeordnet.

### **5. Psychologische Unfallanalyse**

Seit Mitte 2002 werden auch die „psychologischen Aspekte von Verkehrsunfällen“ in die Analyse des Unfalls einbezogen. Durch diese Erweiterung bietet sich der AARU die Möglichkeit, auf Basis von Realunfällen, aussagekräftige und gesicherte Erkenntnisse über das Verhalten und die subjektiven Empfindungen und Eindrücke der Fahrer in der Pre-Crash-Phase zu erhalten.

Die gewonnenen Erkenntnisse fließen unter anderem in die Produktentwicklung zukünftiger Fahrerassistenzsysteme ein. Die Durchführung standardisierter Interviews mit den unfallbeteiligten Fahrern, die Erfassung der psychologischen Variablen und die Analyse dieser Daten ist Aufgabe des Teams Psychologie.

## 6. Technische Unfallanalyse

Das Team Technik ist für die technische Begutachtung des Unfalls zuständig. Dazu wird von den Mitarbeitern des Teams Technik eine Untersuchung aller unfallbeteiligten Fahrzeuge durchgeführt, die gewonnenen Daten werden in die Unfalldatenbank aufgenommen. Zu jedem Unfall wird eine Bilddokumentation erstellt. Die Untersuchung der Fahrzeuge beinhaltet die Aufnahme unfallspezifischer Beschädigungen, allgemeiner Fahrzeugdaten und eine Fahrzeugvermessung. Insbesondere steht bei der Begutachtung die Performance der Sicherheitsausstattung und die Feststellung möglicher Verletzungsursachen im Fokus. Als weitere Aufgabe obliegt dem Team Technik die Vermessung und Inspektion der Unfallstelle. Hierbei werden alle Unfallsuren und die Infrastruktur an und im unmittelbaren Umfeld der Unfallstelle dokumentiert. Abschließend führt das Team Technik eine Unfallrekonstruktion durch.

In der folgenden Abbildung 1 ist der Ablauf einer Datenerhebung und Analyse eines Unfallereignisses schematisch dargestellt:

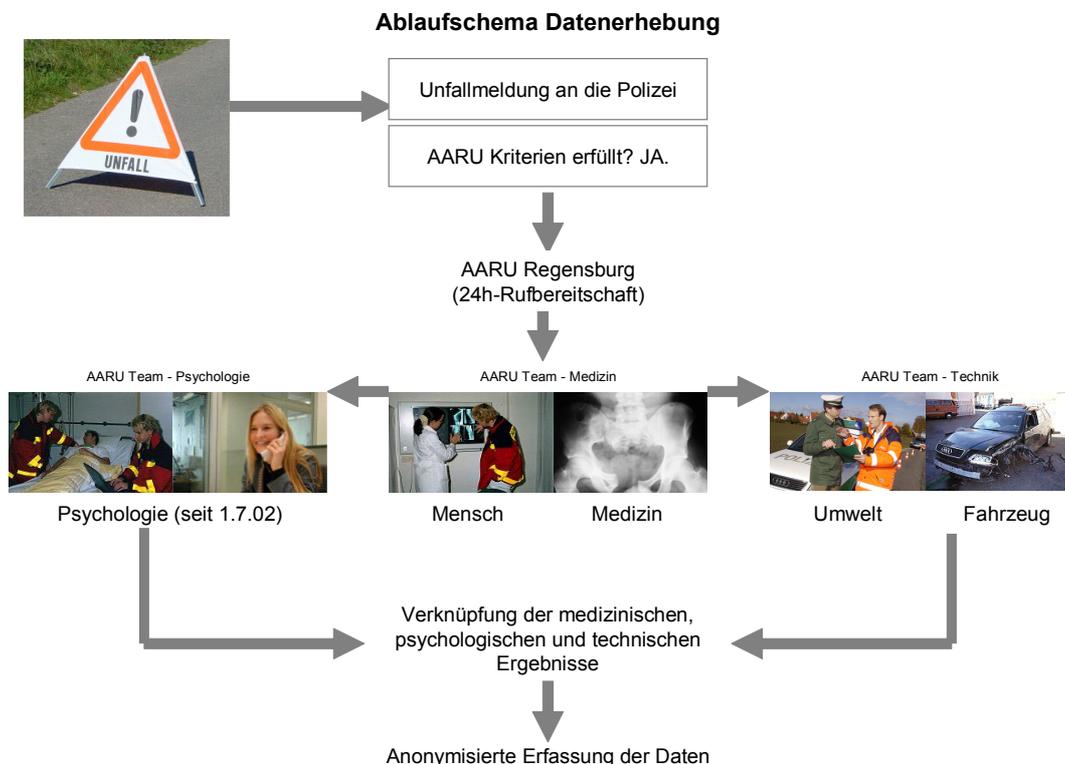


Abbildung 1: Ablaufschema der AARU Datenerhebung

## **7. Integration in den Entwicklungsprozess**

Die AARU ist in den Entwicklungsalltag der AUDI AG integriert. Interessante Unfallereignisse werden zeitnah den entsprechenden Entwicklungsabteilungen vorgestellt und mit den Fachleuten diskutiert. Durch die Analyse der Einzelfälle und im weiteren durch statistische Auswertungen von Unfalldatenbanken werden durch die AARU Potenziale für zukünftige Fahrzeugentwicklungen aufgezeigt.

Ein Kernbereich dieser Potenzialanalysen ist die Einschätzung von Fahrerassistenzsystemen zur Unfallvermeidung, da für die Zukunft dem Bereich der aktiven Sicherheit eine besondere Bedeutung zukommen wird, um weiterhin die Unfallzahlen trotz steigender Zulassungen von Fahrzeugen zu senken. Dafür ist es notwendig, eine fundierte Analyse der Pre-Crash-Phase durchzuführen.

## **8. Analyse der Pre-Crash-Phase**

Das Ziel der Analyse ist mit Hilfe von standardisierten Interviews die Ursachen und Risikofaktoren von Verkehrsunfällen zu bestimmen, um das Potenzial von Fahrerassistenzsystemen aus verkehrspsychologischer Sicht abschätzen zu können. Dazu muss der Informationsverarbeitungsprozess des Fahrers während der Pre-Crash-Phase rekonstruiert werden.

Die Aussagen im Interview ermöglichen das Verhalten der Fahrer in der Pre-Crash-Phase zu beurteilen und dabei auftretende Fehler zu kategorisieren. Zudem werden die Begleitumstände sowie mögliche Einflussfaktoren im Hinblick auf die Unfallentstehung im Interview erfasst, um einen möglichst großen Nutzen für den Fahrer bei der Auslegung von Fahrerassistenzsystemen im Sinne der Unfallprävention zu erzielen.

Die Glaubhaftigkeit der Aussagen des Unfallbeteiligten können zum einen nach Konkretheit, Detailreichtum und interner Konsistenz abgeprüft werden [2], zum anderen mit den Aussagen weiterer Unfallbeteiligter / Zeugen verglichen werden. Zusätzlich verfügt das Interview über Items, die eine Plausibilitätskontrolle in bestimmten Bereichen ermöglichen. Sollten Zweifel an der Glaubhaftigkeit zu den gemachten Angaben bestehen, werden die Daten als nicht valide eingestuft und dementsprechend unter Vorbehalt betrachtet.

Aufgrund der im Interview geschilderten subjektiven Eindrücke zur Pre-Crash-Phase werden die Abweichungen zur objektiv wahrnehmbaren Situation (Umweltbedingung) herausgearbeitet. Dabei werden Ablenkungsquellen identifiziert und Ursachen für eventuelle Wahrnehmungsverzerrungen bestimmt.

Neben dem subjektiven Erleben der Fahrsituation wird unter anderem auch das auf den Straßenverkehr bezogene Risikoverhalten der Person erfragt, um die im Interview getroffenen Aussagen ins Verhältnis zum bestehenden Gefahrenbewusstsein des Fahrers setzen zu können. Es erfolgt eine Einstufung, inwieweit der Fahrer grundsätzlich bereit ist, sein subjektives Risikoverhalten dem objektiv möglichen Risiko anzugleichen [3].

Während einer Fahraufgabe muss der Fahrer zwischen verfügbaren Informationen auf verschiedenen Ebenen auswählen. Welche Informationen bei einer Fahrsituation - und somit auch in der Pre-Crash-Phase - den Fahrer bei der Beurteilung zur Verfügung stehen zeigt Abbildung 2.

## Informationsregelsystem während einer Fahraufgabe

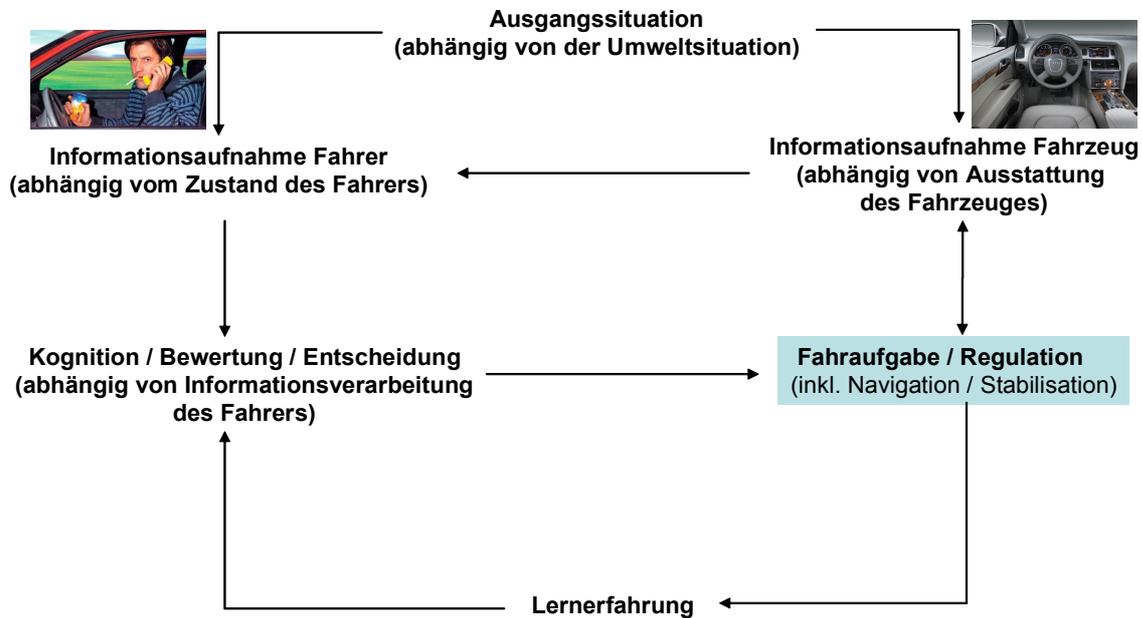


Abbildung 2: Interaktionsprozesse, die das Fahrverhalten beeinflussen

Wie zu sehen ist, hängt die Bewertung einer Verkehrssituation von mehreren Faktoren ab. Die Interaktion zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umweltbedingung fällt je nach Konstellation (Setting) unterschiedlich aus. So ist zum Beispiel das Geschwindigkeitsempfinden während einer Fahrt abhängig vom Fahrzeugtyp und kann somit Auswirkungen auf die Beurteilung einer Verkehrssituation haben. Darüber hinaus hat die Einstellung zu Verkehrsregeln einen Einfluss auf die Interpretation der wahrgenommenen Information (z.B. Geschwindigkeitsbeschränkung). Darum sind Entscheidungen zur Regulation der Fahraufgabe, selbst bei gleichem Fahrzeug und ähnlichen Umweltbedingungen, von Person zu Person unterschiedlich.

Eventuell auftretende Gemeinsamkeiten bzgl. der Informationsverarbeitung während der Unfallentstehung bei vergleichbaren Unfallszenarien sind deshalb von besonderem Interesse, um entsprechende Empfehlungen für die Funktionsauslegung von FAS abgeben zu können.

### 9. Fehleranalyse nach Rasmussen

Mit den gewonnenen Daten aus dem Interview wird eine Fehleranalyse durchgeführt. Dabei wird das Fehlermodell von Rasmussen [4] zu Grunde gelegt, welches von Zimmer für die Verkehrssituation adaptiert wurde [5].

Das Modell ist ein Algorithmus zur Fehlerklassifikation und unterscheidet sieben verschiedene Arten von Fehlern, je nachdem an welcher Stelle im Informationsverarbeitungsprozess sie auftraten.

## Fehleranalyse nach Rasmussen

(adaptiert von Prof. Zimmer für die Fahrzeugführung)

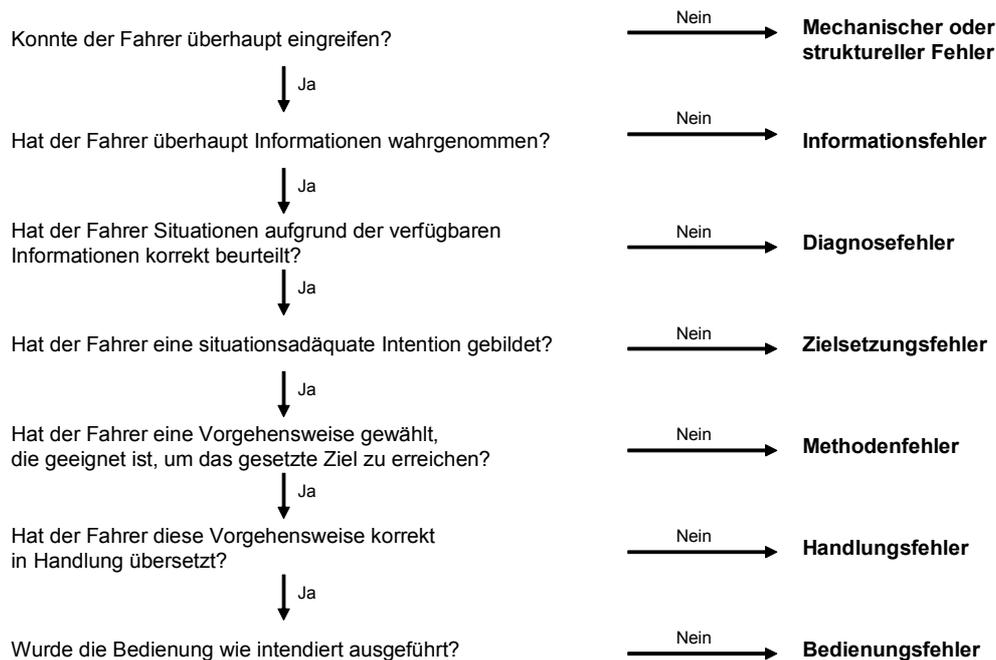


Abbildung 3: Auswertung des psychologischen Interviews - Fehleranalyse

Mit diesem Vorgehen ist es möglich den Zeitpunkt eines Fehlers im Ablauf der Informationsverarbeitung zu bestimmen und eine Bewertung hinsichtlich der Fehlerart (Informations- vs. Handlungs-/Bedienungsfehler) vorzunehmen. Da es aber nicht nur von Interesse ist welche Art von Fehler vorliegt, sondern *warum* ein Fehler zustande kommt, ist es notwendig die Prinzipien des menschlichen Erlebens und Verhaltens genau zu studieren. Als Beispiel seien mögliche Wahrnehmungsverzerrungen/-ausfälle im optischen Bereich, wie die „attentional blindness“ aufgrund selektiver Wahrnehmung, genannt. Ca. 90% der für den Straßenverkehr relevanten Informationen werden durch den visuellen Sinneskanal verarbeitet [6].

## 10. Fahrerassistenzsystem-Potenzialeinschätzung aus verkehrspsychologischer Sicht

Grundsätzlich ist der Fahrer für das sichere Führen des Fahrzeuges selbst verantwortlich. Ein Fahrerassistenzsystem (FAS) soll den Fahrer in seiner Fahraufgabe unterstützen und damit entlasten. Nicht nur deswegen gilt es, das FAS benutzerfreundlich zu gestalten. Zudem sollte das Ablenkungspotenzial des FAS so gering wie möglich bleiben.

Ziel der Unterstützung des Fahrers durch ein FAS ist neben dem erhöhten Komfort die Reduzierung des Unfallrisikos und somit die Erhöhung der allgemeinen Verkehrssicherheit. Dies ist dann möglich, wenn ein FAS den Fahrer nicht dazu anhält, aufgrund einer zusätzlich eingebauten aktiven Sicherheit im Auto, sein eigenes Risikoverhalten zu steigern [7]. Die Folge wäre andernfalls eine Kompensation des Sicherheitsgewinns, aufgrund der durch das FAS möglicherweise indirekt ausgelösten veränderten Fahrweise.

Um aus verkehrspsychologischer Sicht aus dem Unfallgeschehen heraus eine gezielte Fahrerassistenzsystem-Potenzialanalyse vornehmen zu können, bedarf es genauer Kriterien. Das bedeutet, es muss zwischen den Teams (Technik / Psychologie) eine Übereinkunft bestehen, welche normativen Begleitumstände einem Unfall vorausgehen müssen, damit dieser Unfall die Voraussetzungen für ein bestimmtes FAS erfüllt. Dabei ist es aus verkehrspsychologischer Sicht nicht immer zwingend notwendig, dass die Kriterien den bisher verfügbaren Entwicklungsstand für ein FAS abdecken. Dieses Vorgehen sei am Beispiel des Lane Departure Warning (LDW) veranschaulicht:

## 11. Kriterien zur Vergabe eines LDW-Potenzials aus verkehrspsychologischer Sicht

Im Folgenden werden die Kriterien aufgeführt, die erfüllt sein müssen, damit ein Unfall ein Potenzial für ein LDW aus verkehrspsychologischer Sicht erhält.

1. Ein Unfall wurde dadurch verursacht, dass ein Fahrer ohne das Zutun eines anderen Verkehrsteilnehmers *unabsichtlich* von der Fahrbahn abkam,
2. oder ein Unfall wurde dadurch verursacht, dass ein Fahrer ohne das Zutun eines anderen Verkehrsteilnehmers *unabsichtlich* von seiner Fahrspur auf eine benachbarte Fahrspur (z.B. Gegenfahrbahn) abkam und dadurch mit einem anderen Verkehrsteilnehmer kollidierte,
3. oder ein Fahrer kam *unabsichtlich* nur *leicht* von seiner Fahrspur ab (z.B. nach links auf die Gegenfahrbahn oder nach rechts auf das Bankett) und verriß dann nach dem Bemerkten des Fehlers durch eine zu starke Lenkbewegung das Steuer, so dass er die Kontrolle über sein Fahrzeug verlor.

Als *nicht* für Lane Departure Warning geeignet klassifiziert wurde ein Unfall dann, wenn ein Fahrer *absichtlich* von der Fahrbahn fuhr (z.B. um einem anderen Fahrzeug in der Absicht auszuweichen, dadurch schlimmere Unfallfolgen zu vermeiden), wenn er versehentlich dadurch abkam, dass er versuchte, vor einem Hindernis (z.B. Tier) auszuweichen und dadurch fehlerhaft lenkte, oder wenn er aufgrund schlechter Fahrbahnverhältnisse (z.B. Aquaplaning, Schnee- oder Eisglätte) oder eines technischen Defekts von der Fahrbahn abkam.

Für die Klassifizierung spielte es keine Rolle, ob derzeit in der Entwicklung befindliche Systeme technisch in der Lage wären, die Fahrbahn, auf der sich ein Unfall ereignete, zu erkennen. Das bedeutet: Ob Fahrbahnmarkierungen (Mittelleitlinie, Fahrbahnrandmarkierungen) vorhanden waren und wenn ja, in welchem Zustand sie waren (gut sichtbar, stark verwittert), spielte für die Klassifizierung *zunächst* keine Rolle.

Im Anschluss werden Unfälle, die aus verkehrspsychologischer Sicht ein Potenzial zur Unfallvermeidung gezeigt haben, dann je nach Fragestellung aus der technischen Entwicklung noch einmal betrachtet, um eine FAS-Potenzialeinschätzung unter der Voraussetzung der technischen Machbarkeit zu erhalten.

## 12. Technische Umsetzung eines Lane Departure Warning Systems

Bei der AUDI AG wird derzeit ein Lane Departure Warning System entwickelt, das den Fahrer unter bestimmten Voraussetzungen vor dem unbeabsichtigten Verlassen der Fahrspur warnt. Überfährt das Fahrzeug die Fahrbahnmarkierung, ohne dass der Fahrer den Blinker setzt, vibriert das Lenkrad. Diese Form der Warnung wurde gewählt, da sie intuitiv verständlich ist und dadurch zu schnellen und richtigen Reaktionen des Fahrers führt. Fast jeder Fahrer kennt diese Art der Rückmeldung vom sogenannten „Nagelbandrattern“ und weiß, wie er darauf zu reagieren hat.

Außerdem kann die gewählte haptische Warnung nicht vom Beifahrer wahrgenommen werden. Es erfolgt daher keine Bloßstellung des Fahrers bezüglich seines „Fahrfehlers“. Durch diesen psychologisch wichtigen Aspekt kann die Akzeptanz für das System deutlich gesteigert werden.

Als Sensorik kommt eine Videokamera hinter der Frontscheibe zum Einsatz. Eine Bildverarbeitung erkennt die Markierungslinien und berechnet daraus die Lage des Fahrzeugs in der Spur. So sind sowohl Annäherungswarnungen - System warnt schon bei Annäherung an die Linie - als auch Überfahrenswarnungen - System warnt erst auf oder kurz nach der Linie - umsetzbar. Dieser Warnzeitpunkt ist vom Fahrer über das MMI einstellbar, sodass er das gewünschte Systemverhalten an seinen persönlichen Fahrstil anpassen kann. Ebenso ist die Intensität der Lenkvibration vom Fahrer wählbar, denn die haptische Wahrnehmung ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Das System ist über eine Taste am Blinkerhebel jederzeit an- und ausschaltbar.



Abbildung 4: Kameraposition hinter der Frontscheibe

### 13. Unfallbeispiele aus der AARU Unfallanalyse

Im Folgenden werden zwei Beispiele aus der AARU Unfallanalyse vorgestellt. Es wird jeweils der Unfallverlauf aufgrund der verfügbaren Informationen geschildert und zur besseren Veranschaulichung mit einem Bild von der Unfallstelle vervollständigt.

#### Schilderung des Unfallhergangs nach Aussagen der Beteiligten (Fall 1):

Der Unfall ereignete sich außerorts bei trockener Fahrbahn. Zum Zeitpunkt des Unfalls war es hell und es herrschte nach Aussage von 01 (Unfallverursacher) wenig Verkehr. Die Geschwindigkeitsbeschränkung am Unfallort beträgt 60 km/h.

Im Interview gab 01 an, zum Unfallzeitpunkt mit ungefähr 60 km/h eine ihr sehr bekannte Strecke aus dienstlichen Gründen allein befahren zu haben, als sie auf einer Brücke aus Unachtsamkeit (laut eigener Aussage) auf die Gegenfahrbahn geriet. Diesen Fahrfehler bemerkte 01 erst unmittelbar vor der Kollision.

02 (Unfallbeteiligter) gibt an, 01 bereits ca. 7 Sekunden im Blickfeld gehabt zu haben. Ihre Geschwindigkeit gibt 02 mit ca. 55 km/h auf einer für sie ebenfalls sehr bekannten Strecke an. 02 war über das Fahrverhalten von 01 verwundert. 01 zog aus Sicht von 02 immer weiter in Ihre Fahrspur („Was macht die da?“). Daher steuerte 02 immer weiter nach rechts und legte nach eigener Aussage eine Vollbremsung ein. Trotzdem kam es zum Zusammenstoß.

01 fuhr zum ersten Mal im Unfallfahrzeug (Peugeot) und besitzt seit 2 Jahren einen Führerschein. Ihre Fahrpraxis ist mit 4 000 km im Jahr und aufgrund der noch kurzen Fahrerlaubnis als gering einzustufen. Zudem offenbart 01 im Interview nicht auf Autobahnen zu fahren und nie schneller als mit 80 km/h auf den Straßen unterwegs zu sein. Ihr eigenes Fahrkönnen gibt 01 mit Note 3 an. Sie stuft sich somit leicht besser ein, als die meisten anderen Verkehrsteilnehmer (aus Ihrer Sicht Note 3-4). 01 fährt privat einen Renault Twingo (ähnliche Fahrzeugklasse). Die geringe Fahrpraxis und die daraus resultierende ängstliche Fahrweise bei 01, würden ein hohes Aktivierungspotenzial (Aufmerksamkeit) und keine Unachtsamkeit während des Führens eines Kfzs vermuten lassen.

02 gibt jedoch an, dass 01 unmittelbar nach dem Unfall erzählte, am Steuer eingeschlafen zu sein. Im Interview hat 01 keine Erinnerung bzgl. der Müdigkeit. Es erfolgte also keine Einstufung von 01 während des Interviews.

Daher ist dies, trotz der untypischen Tageszeit (ca. 15:00 h) eine wahrscheinliche Erklärung für das Abkommen von der Fahrspur bei 01. Darüber hinaus ist bekannt, dass 01 an diesem Tag ca. 6 Stunden gearbeitet hat (Mittagspause 1 Stunde) und nach ungefähr 20 Minuten Fahrzeit noch ca. 3 km (5 Minuten) zu fahren hatte. In der Nacht vor dem Unfall zeigte 01 nach eigenen Angaben keine Unregelmäßigkeiten im Schlafverhalten (8 Stunden / gut geschlafen).

Die Unfallstellenbilder zeigen vor dem Kollisionspunkt einen geraden, gut einsehbaren Streckenverlauf. Das heißt, sollte 01 durch etwas im Fahrzeug abgelenkt worden sein (erste Fahrt mit dem Peugeot!), hätte sie wahrscheinlich zu einem früheren Zeitpunkt eine Bewegung im peripheren Blickfeld wahrgenommen und noch eine Reaktion gezeigt. Da dies nicht der Fall war (vgl. Rekodaten), ist davon auszugehen, dass 01 tatsächlich eingeschlafen ist.



Abbildung 5: Bild von der Unfallstelle (Fall 1) aus Sicht von 02 (Unfallbeteiligter)

### **Schilderung des Unfallhergangs nach Aussagen der Beteiligten (Fall 2):**

Der Unfall ereignete sich außerorts bei trockener Fahrbahn. Zum Zeitpunkt des Unfalls war es hell und es herrschte nach Aussage von 01 wenig Verkehr. Die Geschwindigkeitsbeschränkung am Unfallort beträgt 100 km/h.

Im Interview gab 01 an, zum Unfallzeitpunkt mit ungefähr 90 km/h eine ihr sehr bekannte Strecke aus privaten Gründen mit ihrem Lebensgefährten (Beifahrersitz) befahren zu haben, als sie von diesem darauf aufmerksam gemacht wurde zu weit nach rechts von der Fahrbahn abzukommen. Daraufhin verriss 01 das Lenkrad wohl aus Panik (eigene Aussage) zu weit nach links und geriet dadurch auf die Gegenfahrbahn, so dass sofort eine erneute Lenkbewegung in die entgegengesetzte Richtung erfolgte, die das Fahrzeug wiederum auf Kollisionskurs mit einem am rechten Fahrbahnrand angrenzenden Baum brachte. Es kam zum Zusammenstoß mit dem stehenden Hindernis trotz Bremsung von 01.

Darüber hinaus ist bekannt, dass 01 bevor der Unfall passierte ca. 5 Minuten am Steuer saß und zudem erst zum ersten Mal mit diesem Fahrzeug fuhr. 01 beklagte sich außerdem im Interview darüber, dass der Sitz zu niedrig eingestellt war.

Die jährliche Fahrpraxis von 01 ist mit ca. 1 000 km als unterdurchschnittlich zu bezeichnen. Dieser Umstand und das noch junge Alter von 01, lassen keine große Vorerfahrung für diese Fahrsituation erwarten.

Weitere Auffälligkeiten ergab das Interview nicht.



Abbildung 6: Bild von der Unfallstelle (Fall 2) mit Blick entgegen Fahrtrichtung von 01 (Unfallverursacher)

Bei beiden Fallbeispielen liegt ein Potenzial für ein LDW per Definition vor.

Fall 1 hat nach abschließender Beurteilung zusätzlich ein Potenzial für eine Müdigkeitserkennung (MEK). Diese unterschiedlichen Systeme werden aber in einer verkehrspsychologischen Betrachtung nicht „verrechnet“. Das heißt, inwieweit aus technischer Sicht eine MEK ein LDW beinhalten könnte, bleibt bei der Beurteilung zunächst unberücksichtigt. Eine deutlich ausgeprägte Korrelation zwischen zwei FAS bzgl. der vergebenen Potenzialeinschätzung könnte allerdings ein Hinweis auf Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Kontextbedingungen sein. So liegt der Zusammenhang zwischen dem Abkommen von der Fahrbahn und kurzzeitigen Bewusstseinstörungen nahe. Nicht nur deswegen können grundsätzlich aus verkehrspsychologischer Sicht mehrere FAS-Potenziale für einen Unfall vergeben werden.

Bei Fall 2 hätte unter Umständen ein LDW eine Warnung an den Fahrer früher ausgesprochen, als dies durch den Beifahrer geschehen ist. Daher ist dieser Fall trotz offensichtlich erfolgter Rückmeldung über das Fahrfehlerverhalten durch den Beifahrer dennoch ein Unfall mit LDW Potenzial. Das besondere an diesem Fall ist jedoch, wie auf die Rückmeldung seitens der noch unerfahrenen Fahrerin reagiert wurde.

Diese aufgrund der Rekonstruktion der Pre-Crash-Phase gewonnenen Informationen, erlauben aus Sicht der psychologischen Unfallforschung entsprechende Empfehlungen zur Systemerweiterung abzugeben. So konnte aus dem Fall 2 geschlussfolgert werden, dass die Warnung an den Fahrer intuitiv verständlich sein muss, um Fehlreaktionen vorzubeugen. Daher wurde wie in Punkt 12 beschrieben eine haptische Rückmeldung (Vibration des Lenkrades) durch das LDW System gewählt. Darüber hinaus wären Lenkeingriffe/erschwernisse nach erfolgter Warnung denkbar. Vorausgesetzt, dass die Informationsverarbeitung anderer Fahrer bei vergleichbaren Situationen, ähnlich wie im

Beispiel - mit dem Verreißen des Lenkrades nach erfolgter Warnung - ablaufen. Die Praktikabilität solcher Empfehlungen kann mit Probandenversuchen zum Beispiel im Fahrsimulator untersucht werden.

#### **14. Zusammenfassung**

Es zeigt sich, dass es bei der Unfallanalyse von Vorteil ist, auf verschiedene Methoden zurückzugreifen. So ist die interdisziplinäre Herangehensweise der AARU (Technik / Medizin / Psychologie) ein ausgewogenes Konzept, um umfassende Daten zu einem Verkehrsunfall zu erhalten. Die verschiedenen Blickwinkel ermöglichen zunächst eine Hilfestellung bei der Rekonstruktion des Unfallgeschehens, da nicht nur rein fahrzeugbezogene Daten genutzt werden können. So geben die subjektiven Eindrücke und Verletzungsmuster der Unfallbeteiligten Aufschluss über Lenk- und Bremsengriffe bzw. die Sitzposition unmittelbar vor der Kollision.

Im weiteren Verlauf der Analyse bedarf es jedoch einer klaren Abstimmung zwischen den Fachteams, da es zum Beispiel bei der Fahrerassistenzsystem-Potenzialeinschätzung aus verkehrspsychologischer Sicht *zunächst* nicht zwingend notwendig ist, ob die technischen Anforderungen an ein Fahrerassistenzsystem zum derzeitigen Entwicklungsstand umsetzbar sind. Am Beispiel des Lane Departure Warning wurde dargelegt, welche Voraussetzungen getroffen werden müssen, um dennoch für die Fahrzeugentwicklung nutzbare Ergebnisse zu erstellen. So können durch gezielte Fragestellungen aus der technischen Entwicklung die gruppierten Unfälle weiter gefiltert werden, um für in Entwicklung befindliche Systeme und deren spezifischen technischen Systemgrenzen Aussagen über Unfallvermeidungspotenziale zu erhalten bzw. Anregungen für eventuelle Systemerweiterungen zu bekommen.

Die Unfallanalyse leistet somit neben rechnergestützten Simulationen und retrospektiven Betrachtungen hinaus, einen Beitrag zur Wirkungsfeldanalyse von noch in Entwicklung befindlichen Fahrerassistenzsystemen.

#### **15. Ausblick**

Die Bewertung von Assistenzsystemen bleibt ein komplexer Vorgang. Es ist deshalb weiterhin wünschenswert unterschiedliche Methoden zur Potenzialeinschätzung heranzuziehen.

Da aufgrund der in Punkt 3 genannten Einschlusskriterien bei der Auswertung der Daten, nicht immer eine Repräsentativität gegeben ist, erfolgen Abgleiche mit anderen zur Verfügung stehenden Datenbanken wie GIDAS (German in Depth Accident Study). Dies ist allerdings durch die unterschiedlichen Zielsetzungen und den daraus resultierenden differierenden Erhebungsmethoden der Vergleichsdatenbanken nicht bei jeder Fragestellung möglich. Wünschenswert wäre daher eine Ausweitung der psychologischen Unfallforschung an anderen Stellen, um für Vergleiche eine größere Anzahl an Daten in diesem Bereich zu gewinnen.

Darüber hinaus sollten bei der Auswertung der Daten die absehbaren zukünftigen Entwicklungen im Straßenverkehr mit einkalkuliert werden. So ist in den nächsten 15 Jahren mit einer starken Zunahme älterer Kraftfahrer zu rechnen. Experten gehen davon aus, dass im Jahr 2020 jeder dritte Kraftfahrer in Deutschland über 60 Jahre alt sein wird [8]. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig (Altersstruktur wächst allgemein / steigende Führerscheinbesitzquote im Alter / Verfügbarkeit über ein Kfz im Alter). Die daraus resultierenden Auswirkungen auf den Straßenverkehr bedingt durch die veränderten

Reaktionszeiten und verlängerten Informationsverarbeitungsprozessen im Alter könnten bestimmte in der Entwicklung befindliche FAS in ihrer Potenzialeinschätzung zusätzlich begünstigen.

#### **Literaturverzeichnis:**

[1] Verkehrsunfälle - Zeitreihen 2004 Artikel-Nr. 5462403047005; Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

[2] Undeutsch, U. (1990). Zur Verwertbarkeit und Glaubhaftigkeit von Probandenäußerungen. In: W.-R. Nickel, et al. (Hrsg.) *Bewährtes sichern – Neues Entwickeln*. Köln: VdTÜV.

[3] Klebelsberg, D. v. (1977). Das Modell der subjektiven und objektiven Sicherheit. *Schweizerische Zeitschrift für Psychologie*, 4, 285-294.

[4] Rasmussen, J (1982). Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, 4, 311-333.

[5] Zimmer, A. (2001). Wie intelligent darf/muss ein Auto sein? Anmerkungen aus ingenieurspsychologischer Sicht. In T. Jürgensohn & K.-P. Timpe (Hrsg.) *Kraftfahrzeugführung*. Berlin: Springer

[6] Cohen, A. (1986): Möglichkeiten und Grenzen visueller Wahrnehmung im Straßenverkehr. Schriftenreihe *Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr*, Heft 57. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

[7] Pfafferott, I.& Huguenin, D. (1991). Adaptation nach Einführung von Sicherheitsmaßnahmen-Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus einer OECD-Studie. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 73 (1), 71-83.

[8] Sommer, B. (1994). Entwicklung der Bevölkerung bis 2040 – Ergebnis der achten koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. *Wirtschaft und Statistik*, 7, 497-503.