

J. Gail, B. Friedel, F. Nicklisch

Verbesserung der Verkehrssicherheit durch intelligente Fahrerassistenzsysteme

1 Einleitung

Steigende Anforderungen an die Verkehrssicherheit und den Umweltschutz, die Gewährleistung des Verkehrsflusses bei zunehmender Gesamtleistung sowie eine Erhöhung des Fahrkomforts sind die Triebfedern dafür, dass zukünftig immer mehr technische Systeme eingesetzt werden, die den Fahrer bei der Bewältigung seiner Fahraufgabe unterstützen sollen. Dabei werden die Aufgaben des Fahrers nach und nach durch entsprechende Fahrerassistenzsysteme (FAS) übernommen.

Neben ausschließlichen Informations- und Kommunikationssystemen werden Systeme zur Regelung der Fahrdynamik eingesetzt und entwickelt, die je nach Auslegung sowohl abhängig als auch unabhängig von den Aktivitäten des Fahrers unterschiedlich stark in die Regelung der Fahrzeugführung eingreifen. Entsprechend dem Grad der Fahrerunterstützung lassen sich die Fahrerassistenzsysteme in Kategorien einteilen: Information, Warnung, korrigierender Eingriff, Übernahme von Teilbereichen der Fahraufgabe [1]. Endpunkt der Entwicklung könnte die Übernahme aller Fahraufgaben sein, das automatische Fahren.

Die Markteinführung neuer Technologien in Kraftfahrzeugen wirft für die öffentliche Hand eine Reihe von Fragen auf. Als ein Ergebnis des 1998 bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) durchgeführten ITS-Workshops (ITS = Intelligent Transportation Systems) können vorrangig drei Handlungsfelder genannt werden [2]:

- Zur Planungssicherheit und Vermeidung von Fehlentwicklungen ist sowohl aus Sicht der Industrie als auch der Verwaltung eine frühzeitige Schaffung von Rahmenbedingungen erforderlich.
- Die Einführung von Fahrerassistenzsystemen berührt Belange der Verkehrssicherheit und steht deshalb auch im Forschungsinteresse der BASt.

- Mit der Einführung von Fahrerassistenzsystemen können positive wie negative Wirkungen auf Leistungsfähigkeit und Streckendurchsatz der Verkehrsanlagen verknüpft sein, so dass hierzu gemeinsam mit der Industrie entsprechender Forschungsbedarf zu ermitteln ist.

Im weiteren Verlauf des Vortrags sollen derzeitige Fahrerassistenzsysteme und zukünftige Technologien zur Fahrerunterstützung, insbesondere im Hinblick auf Verkehrssicherheitsaspekte, dargestellt werden.

2 Nutzen von Fahrerassistenzsystemen für die Verkehrssicherheit

Der Einsatz von Assistenzsystemen zur Unterstützung des Fahrers eines Kraftfahrzeuges ist keine Entwicklung der letzten Jahre. So reduzieren die schon lange eingesetzte Servolenkung oder der Bremskraftverstärker die vom Fahrer aufzubringenden Körperkräfte. Bei Verwendung eines Automatikgetriebes braucht sich der Fahrer um das Schalten der Gänge nicht mehr zu kümmern und kann sich mit voller Konzentration der eigentlichen Fahraufgabe widmen. Vor allem älteren Personen, die in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt sind, kommen diese Erleichterungen zugute. Aber auch in Zukunft wird insbesondere dieser Personenkreis von den Entwicklungen bei den Fahrerassistenzsystemen profitieren können. So helfen z. B. Einparkhilfen oder ein Spurwechselassistent vor allem den Fahrern, denen ein Drehen des Kopfes schwer fällt.

Entsprechend ihrer Ausführung können Fahrerassistenzsysteme auf unterschiedliche Weise dazu beitragen, die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Die Assistenzsysteme können zum einen dadurch Unfälle vermeiden helfen, dass sie die körperliche und geistige Beanspruchung des Fahrers verringern und der Ermüdung vorbeugen. Somit haben unter dem Stichwort „Konditionssicherheit“ auch ausgesprochene Komfortsysteme einen Bezug zu Belangen der Sicherheit. Unter die Komfortsysteme fallen z. B. das oben genannte Automatikgetriebe oder die Klimatisierung des Fahrzeuges.

Auch Navigationssysteme, die die Routenplanung und -führung übernehmen, können zur Sicherheit beitragen. Sprachanweisungen der Systeme können weit weniger ablenken als ein Blick auf die Karte auf dem Beifahrersitz.

Zum anderen sind bestimmte Fahrerassistenzsysteme darauf ausgelegt, spezielle Unfalltypen vermeiden zu helfen. So tragen Bremsassistent und ABS (Anti-Blockier-System) dazu bei, die Zahl und Schwere von Auffahrunfällen zu verringern, dadurch, dass der Bremsweg sich verkürzt oder das Fahrzeug beim Bremsen lenkbar bleibt. Auch das System zur automatischen Abstandsregelung ACC (Adaptive Cruise Control) hat neben seiner komfortsteigernden Komponente Auswirkungen auf das Unfallgeschehen, da es den Fahrer warnt, wenn die Verzögerung des Systems allein nicht ausreicht, einen Auffahrunfall zu vermeiden, und der Fahrer daher selbst eingreifen muss.

ACC-Systeme mit Stop-and-Go-Funktion sind als Weiterentwicklung des ursprünglichen ACC auch für niedrige Geschwindigkeiten geeignet, also für Stausituationen und Stadtverkehr [3]. Zukünftig wird es ACC-Systeme geben, die bei einem drohenden Auffahrunfall so stark abbremsen, dass der Unfall auch ohne Eingreifen des Fahrers vermieden wird [4]. Solch ein ACC wird die Vorstufe zu anderen Collision-Warning-Systemen (CW) bzw. Collision-Avoidance-Systemen (CA) sein. Die letztgenannten Fahrerassistenzsysteme werden dann nicht nur Auffahrunfälle verhindern können, sondern auch andere Unfälle (z. B. Kreuzungsunfälle), bei denen ein Fahrzeug entgegenkommt, sich von der Seite nähert oder wenn ein Hindernis auf der Fahrbahn vorhanden ist [5].

Systeme zur Verkehrszeichenerkennung tragen dazu bei, den Fahrer auf Streckenabschnitte aufmerksam zu machen, auf denen erhöhte Vorsicht geboten ist. Außerdem können unbeabsichtigte Geschwindigkeitsübertretungen verhindert werden, wenn das System die Verkehrszeicheninformation mit der aktuellen Fahrgeschwindigkeit verknüpft und den Fahrer gegebenenfalls warnt.

Auch Unfälle mit dem ruhenden Verkehr lassen sich mit Hilfe von Fahrerassistenzsystemen, wie Einparkhilfen, vermeiden.

Die bekannten Fahrdynamikregelungen (wie z. B. ESP = Elektronisches Stabilitäts-Programm) wurden entwickelt, um ein Ausbrechen und Schleudern der Fahrzeuge zu verhindern. Sie sind dem Unfalltyp „Abkommen von der Fahrbahn“ zuzuordnen. Auch Systeme zur Regelung der Vertikaldynamik eines Fahrzeuges, wie z. B. ABC (Active Body Control), haben über ihre Auswirkungen auf den Fahrkomfort hinaus Einfluss auf die Fahrstabilität. Durch eine gezielte Verteilung der Radlasten kön-

nen bei einem Fahrzeug, in gewissen Grenzen, ebenfalls kritische Situationen entschärft werden [6].

Satellitengestützte Systeme könnten, da die jeweilige Position der Fahrzeuge bekannt ist, dafür sorgen, dass eine Anpassung der Geschwindigkeit an den Streckenverlauf erfolgt. Fahrer könnten vor Kurven mit geringen Radien gewarnt werden oder das Assistenzsystem regelt automatisch ein sicheres Geschwindigkeitsniveau ein.

Seitenwind ist eine weitere Ursache dafür, dass die Fahrbahn verlassen wird. Durch eine aktive Zusatzlenkung lässt sich die Abweichung von der ursprünglichen Fahrspur kompensieren [7]. In Zukunft wird der Fahrer außerdem Informationen über den Kraftschluss zwischen Reifen und Fahrbahn erhalten, um seine Fahrweise entsprechend den Straßenverhältnissen anpassen zu können. Durch Übermittlung der Reibwerte an in der Nähe befindliche Fahrzeuge wird es möglich, andere Fahrer schon im Voraus vor gefährlichen Stellen, wie Straßenabschnitten mit Glatteis, zu warnen [8].

Auch gegen Unfälle beim Spurwechseln oder beim Überholen lassen sich Fahrerassistenzsysteme einsetzen. Mit Hilfe eines Spurhalteassistenten wird die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs mit der Linienführung der Fahrspurbegrenzung verglichen. Droht ein Verlassen der Spur kann der Fahrer durch ein akustisches Signal, ähnlich dem Geräusch beim Überfahren eines Nagelbandes im Baustellenbereich, gewarnt werden, um in die Spur zurückzulenken [9]. Der optimale Lenkwinkel könnte aber auch durch das System selbst eingestellt werden. Ein weiteres System, das den Fahrer bei der Fahrzeugquerführung unterstützt, betrifft den Spurwechsel. Bei diesem muss der Fahrer sowohl den Verkehr auf der eigenen Spur als auch den auf der benachbarten Spur beachten. Eine Sensorik erkennt beim Spurwechselwunsch Fahrzeuge im kritischen Bereich und kann den Fahrer davor warnen, so dass sicherheitskritische Spurwechsel vermieden werden.

Unfälle wegen Nichteinhaltens der Spur sind außer auf Ablenkung oft auf Übermüdung des Fahrers zurückzuführen. Neben dem Spurhalteassistenten können hier so genannte Einschlaf-Verhinderer bzw. Einschlaf-Warner für eine Erhöhung der Verkehrssicherheit sorgen.

Viele Unfälle bei Nebel, Nässe oder Nacht lassen sich durch eine Verbesserung der Sichtverhältnisse

vermeiden. Hier sind als Unterstützung für den Fahrer Nachtsichtsysteme [10], sich den Sichtverhältnissen anpassende Beleuchtung oder auch in Kurven mitschwenkende Scheinwerfer zu nennen. Letztere können in Kombination mit satellitengestütztem Navigationssystem sogar Kurven im Voraus ausleuchten, selbst wenn noch kein Lenkradeinschlag erfolgt ist. Ebenso werden unterschiedliche Abstrahlungscharakteristiken für die Scheinwerfer entwickelt, zwischen denen umgeschaltet wird, je nachdem ob man sich innerorts, außerorts oder auf der Autobahn befindet [11]. Vor allem für Personen mit nachlassender Sehfähigkeit können die genannten Systeme einen Sicherheitsgewinn darstellen bzw. dazu beitragen, die Teilnahme am Straßenverkehr als Fahrer weiterhin zu ermöglichen. Unter dem Stichwort „Sichtverbesserung“ ist auch auf den Regensensor hinzuweisen, der automatisch die Zeitabstände für die Intervallschaltung des Scheibenwischers bis hin zum Dauerwischen entsprechend der Regenintensität festlegt.

Weitere Systeme, die den Fahrkomfort steigern bzw. dem Fahrer bei widrigen Straßenverhältnissen helfen und damit den Verkehrsfluss verbessern, sind z. B. die elektronische Differentialsperre oder eine Traktionskontrolle wie ASR (Antriebs-Schlupf-Regelung).

Selbst wenn es zum Unfall kommt, können Fahrerassistenzsysteme dazu beitragen, dass die Unfallfolgen minimiert werden. Erkennen die Systeme eine unvermeidbare Unfallsituation im Voraus, so ist es möglich, den Crash kontrolliert ablaufen zu lassen. Das kann dadurch geschehen, dass man die Fahrzeuge so kollidieren lässt, dass vorhandene passive Schutzeinrichtungen der Fahrzeuge, wie Deformationszonen, optimal genutzt werden, indem Aufprallrichtung und -winkel noch beeinflusst werden. Außerdem ist denkbar, dass auch der Kollisionspartner, soweit das möglich ist, noch vom System ausgewählt werden kann, um Schäden möglichst gering zu halten. Weiterhin können die Gurtstraffer frühzeitig aktiviert werden oder die Airbagauslösung der Unfallschwere angepasst werden, um Verletzungen der Insassen zu reduzieren. Durch automatische Unfallerkennung und Meldung kann die Zeit bis zum Eintreffen der Rettungsdienste deutlich verkürzt werden, insbesondere bei Alleinunfällen und bei Nacht.

3 Gestaltung von Fahrerassistenzsystemen

Wie oben dargestellt, können intelligente Fahrerassistenzsysteme deutlich zur Erhöhung der Verkehrssicherheit beitragen, in dem man die Technik dazu nutzt, Unfälle zu vermeiden. Andererseits können Fahrerassistenzsysteme aufgrund des komplexen Systemzusammenhangs zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt negative Auswirkungen auf die verschiedenen sicherheitsrelevanten Dimensionen des Verkehrsgeschehens haben. An dieser Stelle sind verhaltenswissenschaftliche Erkenntnisse, wie Risikokompensation, Kompetenzverlust oder Belastungsspitzen, z. B. bei der Übernahme von Aufgaben durch den Fahrer, die für eine lange Fahrstrecke vom System ausgeführt wurden, einzubeziehen. Diese Aspekte müssen schon bei der Entwicklung der Systeme berücksichtigt werden [12]. Die Fahrerassistenzsysteme müssen so gestaltet werden, dass Effekte, die der Verkehrssicherheit zuwider laufen, möglichst ausgeschlossen sind. Dazu gehört u. a. der Missbrauch der Systeme z. B. zur Warnung vor oder Störung von Verkehrsüberwachungsmaßnahmen.

Bei einem teilweisen oder vollständigen Ausfall des Systems muss das Fahrzeug beherrschbar bleiben und sicher zum Stehen gebracht werden können. Bei Systemen, die lediglich den Fahrkomfort erhöhen, dürfte diese Forderung leicht zu erfüllen sein. Bei sicherheitsrelevanten Fahrerassistenzsystemen sind dagegen Rückfallebenen vorzusehen bzw. es müssen die Funktionen redundant ausgelegt sein. Dies gilt vor allem im Hinblick auf zukünftige Fahrerassistenzsysteme, die mechatronische Systeme wie brake- oder steer-by-wire voraussetzen [13, 14, 15].

Insbesondere sind bei der Gestaltung der Assistenzsysteme die Bedürfnisse der älteren Fahrer zu berücksichtigen, da speziell diese Nutzergruppe von den Systemen profitiert. Hier sind z. B. Position, Form und Größe der Bedienelemente, Lesbarkeit (Schriftgröße) von Textausgaben oder Lautstärke und Artikulation von Sprachausgaben zu nennen.

Einige selbstverständliche Forderungen für eine benutzergerechte Ausführung der Fahrerassistenzsysteme sollten prinzipiell eingehalten werden: Die Systeme sollten keine langen oder ununterbrechbaren Interaktionen verlangen und möglichst nicht vom Verkehrsgeschehen ablenken. Bei Eingaben

sollte immer eine Hand am Lenkrad verbleiben können. Kompliziertere Interaktionen mit dem System sind während der Fahrt zu unterbinden.

Diese genannten und weitere grundlegende Forderungen an die Gestaltung von Fahrerassistenzsystemen sind in einer Empfehlung der Europäischen 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“ veröffentlicht worden (ABl. EG L 19/64 vom 25. Januar 2000). Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) hat in einer Verkehrsblattverlautbarung der deutschen Fahrzeug- und Zulieferindustrie nachdrücklich die Beachtung der dort enthaltenen Grundsätze empfohlen [16]. Zur Umsetzung der Empfehlung wird u. a. auf Folgendes hingewiesen:

1. Entsprechend der Empfehlung wird das BMVBW bis zum Beginn des Jahres 2002 der Europäischen Kommission darüber berichten, inwieweit die Grundsätze in Deutschland eingehalten worden sind. Der Bericht muss sich dabei u. a. zu der Frage äußern, ob es weiterer, insbesondere rechtsetzender Maßnahmen bedarf. Die Beurteilung hängt vom Grad der freiwilligen Beachtung der Grundsätze durch die deutsche Industrie und das deutsche Kraftfahrzeuggewerbe ab. Die BAST ist mit der wissenschaftlichen Begleitung beauftragt.
2. Besonderes Augenmerk wird der zu erstellende Bericht der Frage widmen, inwieweit Systeme, die nicht unmittelbar der Unterstützung des Kraftfahrers bei der Bewältigung der Fahraufgabe dienen, den Anforderungen der Empfehlung gerecht werden. Außerdem wird einem etwaigen Missbrauch von Fahrerassistenzsystemen nachzugehen sein. Das System ist so zu gestalten, dass es den Fahrer unterstützt und nicht zu einem potenziell gefährdenden Verhalten des Fahrers oder anderer Verkehrsteilnehmer Anlass gibt.

Die BAST hat im September 2000 einen Auftaktworkshop zu dieser EU-Empfehlung durchgeführt. Ziel der Veranstaltung war es, über die Umsetzung der Empfehlung einen ersten Gedankenaustausch zu führen und das gemeinsame Vorgehen abzustimmen. Weiterhin sollten die zuständigen Stellen (wie z. B. die Fahrzeug- und Zulieferindustrie) dazu angehalten werden, die Empfehlung zu beachten

sowie der BAST über Erfahrungen bei der Umsetzung zu berichten.

Folgende Schlussfolgerungen wurden u. a. gezogen:

- Alle Teilnehmer begrüßten die Leitlinien und die EU-Empfehlung. Die geplante Zusammenarbeit und der Dialog mit allen Beteiligten wurden als sachgerecht beurteilt und vereinbart.
- Die Zusammenarbeit dient gleichzeitig der Planungssicherheit für Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen.
- Das Vorgehen zu einer praktikablen gemeinsamen Evaluation der Einhaltung der Empfehlung der EU anhand vorher fixierter Kriterien wurde vereinbart.
- Die Teilnehmer unterstützen die Bemühungen des BMVBW, auf europäischer Ebene ein gemeinsames Vorgehen der EU-Mitgliedstaaten zur Umsetzung der EU-Empfehlung nach einheitlichen bzw. vergleichbaren Kriterien vorzuschlagen.

Die Zielrichtung der Europäischen Kommission wird durch die Möglichkeit, nationale Stellungnahmen zu erarbeiten, auf eine breite Basis gestellt.

4 Forschungsbedarf aus Sicht der BAST

Vor dem Hintergrund der geschilderten Chancen zur Steigerung der Verkehrssicherheit durch intelligente Fahrerassistenzsysteme, aber auch der Anforderungen an eine sichere Gestaltung der Systeme sieht die BAST Forschungsbedarf zu folgenden Punkten [17]:

- Erforschung der Pre-Crash-Phase zur Ermittlung von Basisdaten für die Entwicklung weiterer Fahrerassistenzsysteme zur Verbesserung der aktiven Sicherheit.
- Auswirkungen von Fahrerassistenzsystemen auf Kraftstoffverbrauch, Schadstoff- und Geräuschemissionen.
- Auswirkungen von Fahrerassistenzsystemen auf den Verkehrsfluss (z. B. verändertes Abstandsverhalten oder verändertes Geschwindigkeitsniveau).
- Untersuchung, inwieweit zukünftige Fahrerassistenzsysteme Anforderungen an die Gestaltung und Ausstattung der Straßen stellen könnten.

- Analyse des Potenzials zur Unfallvermeidung durch Fahrerassistenzsysteme anhand der Unfalltypen und -ursachen aus der amtlichen Statistik.
- Rechtliche Bewertung von Fahrerassistenzsystemen unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Projekte RESPONSE und ADASE (Advanced Driver Assistance Systems in Europe).
- Entwicklung von effektiven und zielführenden Einführungsstrategien zu Fahrerassistenzsystemen, um die beabsichtigte Nutzung der Systeme zur Unfallvermeidung sicherzustellen. Hier sind z. B. Aspekte der Ausbildung der Fahrer in der Fahrschule, der Information der Nutzer durch Werbung bzw. im Verkaufsgespräch oder auch der entsprechenden Gestaltung der Bedienungsanleitungen zu nennen.
- Untersuchung der Ausfallsicherheit der Fahrerassistenzsysteme (Rückfallebenen bzw. redundante Systemauslegung).
- Wechselwirkungseffekte zwischen verschiedenen im selben Fahrzeug eingebauten Fahrerassistenzsystemen (z. B. Priorität von Informationen).
- Akzeptanz der Fahrerassistenzsysteme.
- Missbrauch von Fahrerassistenzsystemen.
- Bestimmung der Beanspruchung und Ablenkung des Fahrers durch die Gestaltung der Systeme.
- Untersuchung verschiedener Regelstrategien im Hinblick auf die Verkehrssicherheit und Leistungsfähigkeit der Straße.

5 Zusammenfassung

Fahrerassistenzsysteme unterstützen den Fahrer durch Information, Warnung oder Eingriff in die Fahrzeugsteuerung. Zukünftige Systeme zur Kollisionsvermeidung oder bis hin zum automatischen Fahren werden den Fahrer immer mehr entlasten. Wegen ihres erheblichen Potenzials zur Verbesserung vor allem der aktiven Sicherheit können die Fahrerassistenzsysteme wesentlich zur Vermeidung von Unfällen oder der Reduktion von Unfallfolgen beitragen.

Andererseits können Fahrerassistenzsysteme aufgrund des komplexen Systemzusammenhangs zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt negative

Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen haben. Dieser Aspekt muss schon bei der Entwicklung der Systeme berücksichtigt werden. Die Empfehlung der Europäischen Kommission zur Gestaltung von Informations- und Kommunikationssystemen gibt dazu Leitlinien vor. Die BAST ist mit der wissenschaftlichen Begleitung der Thematik beauftragt. Die Industrie ist dazu aufgefordert darzulegen, welche Maßnahmen zur Einhaltung der Grundsätze ergriffen worden sind bzw. werden.

Um das Potenzial der Fahrerassistenzsysteme zur Steigerung der Verkehrssicherheit voll ausschöpfen zu können, sind weiterhin Forschungsarbeiten zur Entwicklung neuer und zur Weiterentwicklung bestehender Systeme unter Berücksichtigung der Gestaltungsanforderungen für sichere Assistenzsysteme durchzuführen.

6 Literatur

- [1] ALBUS, C., FRIEDEL, B., NICKLISCH, F., SCHULZE, H.: „Intelligente Transport-Systeme/ Fahrer-Assistenz-Systeme“, Zeitschrift für Verkehrssicherheit 45 (1999) 3, S. 98-104
- [2] „ITS-Workshop: Sicherheitsrelevante Fahrerassistenzsysteme“, Dokumentation, BAST, 1998, unveröffentlicht
- [3] „Neuentwickelte Assistenzsysteme für BMW Fahrzeuge“, Politik Brief, BMW Group, 24. Ausgabe, Juli 2000, S. 19-21
- [4] „Elektronische Knautschzone“, DaimlerChrysler Hightech Report „Forschung und Technik“, Ausgabe 2000, S. 76-79
- [5] GAUPP, W.: „Elektronik in Bremssystemen“, ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 102 (2000) 2, S. 128-135
- [6] SMAKMAN, H.: „Entwurf von integrierten Fahrwerkregelsystemen unter Anwendung von objektiven Beurteilungskriterien“, Haus der Technik: Tagung „Fahrwerktechnik“, München, Juni 2000
- [7] BÜNTE, T., ODENTHAL, D., BAJCINCA, N., ACKERMANN, J.: „Robuste Fahrdynamikregelung mit mechatronischer Zusatzlenkung“, Haus der Technik: Tagung „Fahrwerktechnik“, München, Juni 2000
- [8] Auto Zeitung + KFT 22 (2000), S. 67

-
- [9] „Rettendes Rattern“, DaimlerChrysler Hightech Report „Forschung und Technik“, Ausgabe 2000, S. 84-85
- [10] „Lichte Momente“, DaimlerChrysler Hightech Report „Forschung und Technik“, Ausgabe 2000, S. 80-83
- [11] TROWITZSCH, C.: „Elektronik im Kraftfahrzeug“, Automotive Electronics 2000, Sonderausgabe von ATZ und MTZ 2000, S. 8-16
- [12] EHMANN, D., WALLENTOWITZ, H., GELAU, C., NICKLISCH, F.: „Zukünftige Entwicklungen von Fahrerassistenzsystemen und Methoden zu deren Bewertung“, 9. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik 2000, S. 599-614
- [13] „Aktenzeichen X - bald gelöst“, Automobil Revue Nr. 37, 14. September 2000, S. 33-34
- [14] LEIMBACH, K.-D., CAO, C.-T.: „Einfluss künftiger Lenksysteme auf die Fahrdynamik“, Haus der Technik: Tagung „Fahrwerktechnik“, München, Juni 2000
- [15] SCHWARZ, R., RIETH, P.: „Regelung elektromechanischer Radbremsen mit vermindertem Sensoraufwand“, Haus der Technik: Tagung „Fahrwerktechnik“, München, Juni 2000
- [16] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: „Empfehlung der Europäischen Kommission an die Mitgliedstaaten und die Industrie über sichere und effiziente On-Board-Informations- und -Kommunikationssysteme: Europäischer Grundsatzkatalog zur Mensch-Maschine-Schnittstelle“, Verkehrsblatt, Heft 7, 2000, S. 119-123
- [17] Nicklisch, F., Friedel, B., Gail, J.: „Intelligente Fahrerassistenzsysteme - Stand und Entwicklung“, Kongress „Mobilität und Verkehrssicherheit ohne Grenzen“, Luxemburg, 11.05.2000

Anschrift

Dr. J. Gail
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstr. 53
51427 Bergisch-Gladbach