

## Fahrerassistenzsysteme – Stand der Dinge

von Dipl.-Ing. Marina Förster, Münster\*

Fahrerassistenzsysteme gewinnen immer mehr an Bedeutung. Es bleibt nicht dabei, den Fahrer allein zu unterstützen, sondern die Systeme sollen vermehrt aktiv eingreifen, wenn der Fahrer nicht auf Warnsignale reagiert. Die Tatsache, dass es Systeme gibt, die eine bevorstehende Kollision erkennen können und auch in der Lage sind, im Kollisionsfall zu warnen oder tatsächlich eine Bremsung einzuleiten, zeigt, dass der Parterschutzes verstärkt in die Entwicklungen mit einbezogen wird. Es gibt bereits viele serienreife Techniken, die helfen könnten, Unfälle zu vermeiden oder zumindest die Folgen zu verringern. Allerdings sind viele dieser Systeme noch nicht vom Gesetzgeber vorgeschrieben, sodass die Verbreitung, auch aufgrund hoher Anschaffungskosten, nur sehr langsam stattfindet. Diese Veröffentlichung soll einen Überblick über die aktuell am Markt erhältlichen Fahrerassistenzsysteme geben, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

### I. Grundlagen

Fahrerassistenzsysteme wirken entweder auf Anforderung des Fahrers oder automatisch auf **Längs- oder Querbewegungen** des Fahrzeugs. Unter Längsbewegungen fallen Beschleunigungs- und Bremsvorgänge, zu Querbewegungen zählen die Lenkvorgänge. Fahrerassistenzsysteme warnen den Fahrer vor oder während gefährlichen Manövern auf unterschiedliche Weise, **optisch, akustisch und/oder haptisch**. Die Abb. 1 zeigt beispielhaft einen Überblick über die Sicherheits- und Komfortfunktionen unterteilt nach eingreifend (aktiv) und warnend (passiv).

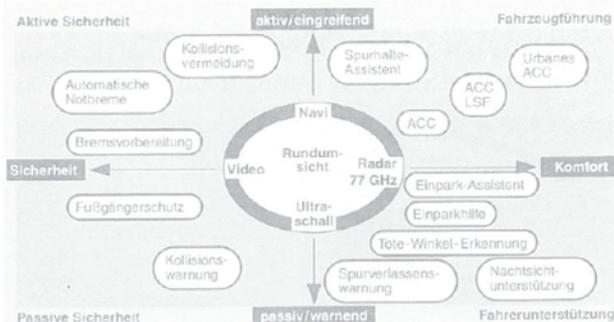


Abb. 1: Sicherheits- und Komfortsysteme, Robert Bosch GmbH, Wiesbaden 2004

### II. Gesetzliche Vorschriften

Es gibt bislang keine gesetzlich geregelten Mindestanforderungen an Fahrerassistenzsysteme. Die Entwicklung von solchen Fahrerassistenzsystemen ist im Großen und Ganzen von der Wiener Straßenverkehrskonvention festgelegt. **Hier wurde 1968 bestimmt, dass der Fahrer jederzeit in der Lage sein muss, sein Fahrzeug zu beherrschen und somit die Eingriffe seines Fahrerassistenzsystems übersteuern zu können.** Da ein Fehler in einem technischen System nie vollkommen ausgeschlossen werden kann, würde dies auch für die Hersteller ein enormes Produkthaftungsrisiko bedeuten, wenn sie vollauto-

matisierte, nicht übersteuerbare Systeme entwickeln würden. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass sowohl die Bedienung als auch die Warnung eines Systems den Fahrer nicht enorm beanspruchen darf, da es dann zu einer hohen Ablenkung vom Verkehrsgeschehen kommen kann.

#### 1. Systeme in Längsrichtung

Ein sicheres Bremsen und Beschleunigen sowie der Schutz vor Schleudervorgängen sind die Wirkung von den wichtigsten Fahrerassistenzsystemen in Längsrichtung.

Antiblockiersysteme und elektronische Stabilitätsprogramme sind heutzutage aus aktuellen Pkw-Modellen kaum noch wegzudenken. Das **Antiblockiersystem** erkennt, wenn ein Rad zu blockieren droht und reduziert das Bremsmoment am entsprechenden Rad. Seit 1991 ist ein automatischer Blockierverhinderer (ABV) gesetzlich vorgeschrieben für Lkw über 3,5 t und für Busse mit mehr als acht Sitzplätzen. Pkw mit weniger als 2,5 t zulässigem Gesamtgewicht werden aufgrund einer Selbstverpflichtung der europäischen Automobilindustrie (ACEA) seit 2004 serienmäßig mit dem System ausgestattet.

Das **elektronische Stabilitätsprogramm** (ESP) hingegen ist erst seit dem Jahr 2011 für neue Pkw und Nutzfahrzeuge bis 3,5 t vorgeschrieben. Nutzfahrzeuge über 3,5 t müssen je nach Fahrzeugklasse erst bis 2014 damit ausgerüstet sein. Auch hier gibt es noch Ausnahmen z.B. für spezielle Neufahrzeuge, bei denen die Ausrüstung erst bis 2016 vorgeschrieben ist. ESP wirkt durch ein Zusammenspiel von verschiedenen Sensoren. Kontinuierlich findet eine Überprüfung der Fahrstabilitätsgrenzen statt und beim Überschreiten dieser Grenzen wird durch Aktivierung einzelner Radbremsen und Eingriff in die Motorleistung ein Über- und Untersteuern oder mögliches Kippen verhindert.

Ganz aktuell müssen seit Ende 2013 neue Fahrzeugtypen (Neufahrzeuge ab 2015) bei Bussen mit mehr als acht Sitzplätzen und bei Lkw über 3,5 t mit einem

\* Die Autorin ist Sachverständige für Straßenverkehrsunfälle im Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke, Münster.

**Notbremsassistenten** ausgestattet sein. Der Notbremsassistent leitet automatisch bei einer kritischen Auffahrsituation nach der Fahrerwarnung eine Vollbremsung ein.

## 2. Systeme in Querrichtung

Die Überwachung von Kurvenfahrten oder Spurwechselfvorgängen, also eine Unterstützung durch Fahrerassistenzsysteme bei der Querbewegung des Fahrzeugs, ist noch nicht so weit verbreitet. Gleichzeitig mit dem Notbremsassistenten müssen Busse mit mehr als acht Sitzplätzen und Lkw über 3,5 t seit November 2011 mit einem **Spurverlasswarnsystem** ausgerüstet sein. Auch hier gilt diese Ausrüstspflicht für Neufahrzeuge ab November 2015.

Das System warnt den Fahrer beim Verlassen der Fahrbahn, wenn kein Blinker gesetzt ist, damit er korrigierend eingreifen kann. Mithilfe einer Videokamera werden die Fahrbahnmarkierungen vor dem Fahrzeug erkannt und mit der aktuellen Position des Fahrzeugs in der Fahrspur verglichen. Sobald das System erkennt, dass das Fahrzeug die Spur verlässt, ohne dass der Blinker gesetzt ist, wird sowohl akustisch, optisch und/oder haptisch, durch z.B. Lenkrad- oder Sitzrütteln, gewarnt. Dieses System funktioniert jedoch nur, wenn auch Fahrbahnmarkierungen vorhanden sind.

## III. Weitere Systeme

Neben den gesetzlich vorgeschriebenen Systemen gibt es noch eine Vielzahl von technisch ausgereiften und einsetzbaren Fahrerassistenzsystemen, die sich aufgrund der o.g. Gründe jedoch nur langsam verbreiten.

Durch die **Abstandsregelung ACC** (Adaptive Cruise Control) ist eine automatische Abstandsregelung auch bei stockendem Verkehr möglich. Das System nimmt Fahrzeugabstände und Differenzgeschwindigkeiten auf und wertet diese nach Veränderungen aus. Mithilfe eines Radarsensors wird der Raum bis zu 150 m vor dem Fahrzeug erfasst, z.B. auch ein vorausfahrendes Fahrzeug. Der Fahrer stellt eine Geschwindigkeit ein und diese wird durch eine Regelautomatik selbstständig mit Motorbremse, Konstantdrossel, Retarder, Betriebsbremse oder durch Beschleunigung gehalten und zum vorausfahrenden Fahrzeug angepasst. Hier gibt es Systeme, die ferner die **Notbremsfunktion** koppeln.

Eine weitere Zusatzfunktion stellt bei diesem System eine **Fußgänger- oder Fahrraderkennung** dar. Wenn diese bei niedrigen Geschwindigkeiten erkannt werden, kann das System eingreifen und die Kollision verhindern oder zumindest die Kollisionsschwere mindern.

Durch **vorausschauende Notbremsysteme** lassen sich wertvolle hundertstel Sekunden zur Unfallvermeidung gewinnen. Erkennt das System eine kritische Annäherung an ein vorausfahrendes Fahrzeug oder andere Hindernisse, wird das Bremssystem für eine Notbremsung vorbereitet. Danach wird der Fahrer gewarnt und wenn dieser nicht reagiert, bremst

das System selbstständig. Bei einer Reaktion des Fahrers wird durch Berechnung der nötigen Verzögerung im Vergleich zur tatsächlichen Verzögerung des Fahrers der Bremsdruck angepasst, damit das Fahrzeug möglichst vor dem Hindernis zum Stehen kommt.

Als Weiterentwicklung zur reinen Warnung beim Verlassen der eigenen Spur ist der **Spurhalteassistent** zu nennen. Dieser unterstützt den Fahrer aktiv beim Halten der Fahrspur. Durch eine Videokamera, die auch beim **Spurverlasswarnsystem** die Grundlage liefert, werden die Fahrspurmarkierungen erfasst. Wenn das System erkennt, dass ein Mindestabstand zur Markierung unterschritten wird, wird eingegriffen. Wenn das Fahrzeug über eine elektrische Servolenkung verfügt, wird durch den **Spurhalteassistenten sanft gegengelenkt**. Bei Fahrzeugen ohne elektrische Servolenkung wird das Gegenlenken über kontrolliertes Abbremsen einzelner Räder realisiert. Wenn der Fahrer den Blinker setzt, um die Spur zu wechseln, wird das System unterdrückt.

Zusätzlich zu dem Spurhaltesystem und dem Spurverlasswarnsystem gibt es noch einen Assistenten, der beim gewollten Spurwechsel unterstützt. Der **Spurwechselassistent** kann das Unfallrisiko reduzieren und so Gefahrensituationen vorbeugen. Das System basiert üblicherweise auf Radar- oder Ultraschallsensoren am Heck des Fahrzeugs, die die Bereiche neben und schräg hinter dem Fahrzeug überwachen. Wenn das System Fahrzeuge im toten Winkel erkennt oder Fahrzeuge feststellt, die sich schnell annähern, wird der Fahrer durch z.B. ein Leuchtsymbol im entsprechenden Außenspiegel gewarnt, s. Abb. 2. Falls der Fahrer trotzdem die Spur wechseln möchte, wird zusätzlich eine akustische oder haptische Warnung durchgeführt.



Abb. 2: optische Warnung im Außenspiegel beim Spurwechselassistenten

Ein zusätzlicher Assistent für den unteren Geschwindigkeitsbereich ist der **Abbiegeassistent**. Nutzfahrzeuge mit Abbiegeassistent sind an der rechten Front mit mehreren kleinen Sensoren ausgestattet, die beim Anhalten an z.B. einer Ampel das Umfeld um das Fahrerhaus vermessen. Wenn sich während des Stillstands ein anderes Objekt nähert und ein vorher gespeicherter Mindestabstand unterschritten wird, warnt das System den Fahrer optisch. Ein System von MAN warnt beim Anfahren akustisch, wenn das Objekt noch im Gefahrenbereich ist.

Im Zuge der **Insassensicherheit** ist es durch vorausschauende Systeme (Pre-Safe-Systeme) möglich, etwa die Gurtstraffer bereits vorzustraffen, Sitzlehnen aufrecht zu stellen und Seitenscheiben und das Schiebedach zu schließen.

Es gibt auch Systeme, die mehr im Hintergrund arbeiten und nicht im direkten Sinn bei der Unfallvermeidung unterstützen. Hier sei zunächst die **Müdigkeitserkennung** genannt. Dieses System stellt mithilfe der Videoüberwachung des **Augenlid-schlags** oder **Lenkkorrekturerfassung** die Müdigkeit fest und setzt ein Warnsignal. Dadurch wird der Fahrer mit seiner Müdigkeit und vermutlich herabgesetzten Aufmerksamkeit konfrontiert und kann dann im eigenen Interesse und im Interesse der anderen Verkehrsteilnehmer eine Fahrpause einlegen.

Der **Fernlichtassistent** wird meist in Verbindung mit einem Abbiegelicht/Kurvenlicht ausgeliefert. Sobald es die Verkehrsbedingungen zulassen, wird das Fernlicht automatisch aktiviert und bei Gegenverkehr automatisch deaktiviert. Somit wird ein Blenden des Gegenverkehrs unterbunden und gleichzeitig die eigene Sicht ohne Eingreifen des Fahrers verbessert.

Durch ein **Nachtsichtsystem** soll die Sicht bei Dunkelheit deutlich verbessert werden. Mithilfe einer Wärmebild- oder Infrarotkamera wird ein Bereich vor dem Fahrzeug erfasst und z.B. Personen hervorgehoben.

System	Kurzbeschreibung	gesetzliche Pflicht ab
ABV	verhindert das Blockieren der Räder	1991
ESP	verhindert Ausbrechen oder Kippen	2011/2014
Notbremsassistent	unterstützt bis zur Vollbremsung	2013
ACC	Abstandsregeltempomat	-
ACC + Fußgängererkennung	erkennt Gefahren vor dem Fahrzeug	-
Spurverlasswarnsystem	warnt bei Verlassen der eigenen Spur	2013
Spurhalte-system	lenkt aktiv in die Spur zurück	-
Spurwechselassistent	warnt bei Gefahren im toten Winkel	-
Abbiegeassistent	warnt bei Gefahren vorne rechts	-
Müdigkeitserkennung	warnt bei Müdigkeit des Fahrers	-
Fernlichtassistent	schaltet Fernlicht automatisch ein/aus	-
Nachtsichtsystem	unterstützt bei Fahrten im Dunkeln	-
Pre-Safe-System	bereitet Systeme auf Kollision vor	-

Tabelle 1: Übersicht der genannten Systeme

#### IV. Praxisbeispiel

Um das **Spurverlasswarnsystem** kennenzulernen, wurden **Fahrversuche** durchgeführt. Beispielhaft wird hier das System eines Mercedes-Benz Lkw vorgestellt. In der Windschutzscheibe ist eine Videokamera eingebaut, die die Fahrspurmarkierungen erkennt, Abb. 3.

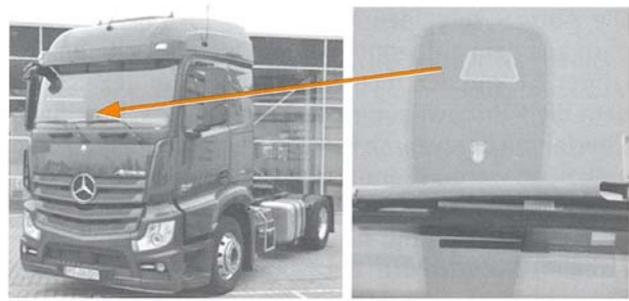


Abb. 3: Versuchsfahrzeug

Im Display werden bei eingeschaltetem System die erkannten Begrenzungslinien in weiß auf grauem Hintergrund angezeigt. Die Linien werden entsprechend der Realität als durchgezogene oder gestrichelte Linie dargestellt. Wird eine Linie überfahren, dann wird die entsprechende Linie rot gefärbt. Dieses Signal dient als **visueller Hinweis**, Abb. 4.



Abb. 4: Displayanzeige beim Spurverlasswarnsystem

Gleichzeitig ertönt aus dem **jeweiligen Lautsprecher ein lautes Nagelbandrattern** und das Radio wird leise geschaltet. Durch das akustische Signal wird sofort auf die Seite aufmerksam gemacht, auf der das Fahrzeug die Fahrbahnmarkierung überfährt.

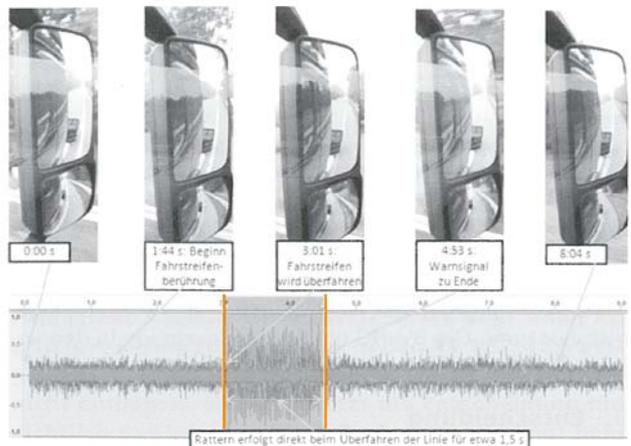


Abb. 5: Versuchsablauf; oben: Blick in den rechten Außenspiegel, unten: Audiosignal

Die Abb. 5 zeigt den Versuchsablauf mit Einzelbildern aus dem aufgenommenen Video. Im oberen Teil ist der Blick in den rechten Außenspiegel gezeigt, an dem die Fahrbewegung der Sattelzugmaschine beim Überfahren der rechten Fahrstreifenbegrenzung nachvollzogen werden kann. Unterhalb ist eine Grafik dargestellt, um das akustische Signal zu visualisieren. Bei 1,44 s wurde die rechte Fahrstreifenbegrenzung erreicht. **Sobald die Begrenzungslinie überfahren wird (ab 3,01 s) wird das Radio leise geregelt und es ertönt ein Rattern im rechten Lautsprecher.** Dieses akustische Signal kann anhand des markierten Bereichs im Audiosignal nachvollzogen werden. 1,5 s später wird das Signal wieder abgeschaltet (4,53 s). Die Abb. bei 8,04 s zeigt das manuelle Lenken zurück auf den Fahrstreifen.

Bei dem Versuch fiel positiv auf, dass das System auch dann reagiert, wenn die Fahrbahnmarkierungen nicht mehr vollständig sichtbar sind.

## V. Fazit

Durch die verschiedenen Fahrerassistenzsysteme kann die Verkehrssicherheit deutlich erhöht werden. Die von der Industrie erarbeiteten Systeme sind geeignet, Verkehrsunfälle zu vermeiden oder zumin-

dest die Folgen dieser Unfälle zu verringern. Ohne gesetzliche Vorschriften wird es jedoch lange dauern, bis die vorhandene Technik auch in den Fahrzeugen im Straßenverkehr Einzug hält. Erfahrungsgemäß werden neue Systeme zuerst in Oberklasse-Fahrzeuge verbaut und erst nach und nach folgen Mittelklasse-Fahrzeuge und Nutzfahrzeuge.

Man sollte bei all diesen technischen Fortschritten jedoch nicht vergessen, dass automatische Regelsysteme den Fahrer dazu **verleiten können, sich zu sehr auf die Assistenzsysteme zu verlassen und dadurch weniger Aufmerksamkeit auf das Verkehrsgeschehen lenken.** Auch können einige Systeme dazu führen, dass der Fahrzeugfahrer ein **erhöhtes Risiko** in seiner Fahrweise an den Tag legt.

Es kommt außerdem die Frage auf, wie z.B. ein **Sachverständiger** nach einer Kollision entscheiden soll, ob ein **technischer Defekt eines Assistenzsystems oder ein Fahrfehler** Unfallursache war. Aktuell sind die Hersteller der Systeme noch sehr zurückhaltend, was die Herausgabe von Daten angeht. Auf lange Sicht gesehen sollte es zur Aufklärung von Unfällen eine Vorschrift zu einer **Art Black-Box, wie im Flugverkehr**, geben. Denn nur so kann nach einem Unfall ein technischer Defekt erkannt werden.