

Unfallrekonstruktion

Fahrerassistenzsysteme: Eine Herausforderung an Sachverständige und Juristen – Teil 1

von Dipl.-Ing. Axel Tenzer, Hannover*

Als Fahrerassistenzsysteme bezeichnet man technische Systeme, die dem Fahrer bei Bewältigung ihrer Fahraufgabe assistieren, diese jedoch nicht übernehmen. Sie haben einen positiven Einfluss auf die Verkehrssicherheit, jedoch können sie durch Fehlfunktion Schaden verursachen. Der folgende Beitrag will beispielhaft drei Assistenzsysteme in ihrer Funktion vorstellen und auf mögliche Fehlfunktionen und deren Detektion hinweisen.

I. Einleitung

Fahrerassistenzsysteme sind technische Systeme im Automobilbau, die durch situationsabhängige Ein-

griffe in den Fahrvorgang durch **Warnen** und/oder **Regeln** kritische Fahrsituationen entschärfen oder deren Auftreten zur Gänze vermeiden sollen. Sie haben einen deutlichen Einfluss auf die Verkehrssicher-

* Der Autor ist Gesellschafter des Ingenieurbüros Lange + Tenzer in Hannover und Mitglied der Schimmelpfennig + Becke-Gruppe.

1. Elektronisches Stabilisierungsprogramm ESP

ESP ist eine gängige Bezeichnung für elektronische Stabilisierungsprogramme und eine eingetragene Marke der Daimler-AG. ESP ist in einem Ranking der für den Fahrzeugnutzer profitabelsten Sicherheitssysteme an dritter Stelle zu nennen (ZOBEL, „The safety effect of active and passive systems“ ITS World Congress, San Francisco, 2005), nach der stabilen Fahrgastzelle und dem Dreipunktgurt. Nationale und internationale Studien haben die Wirksamkeit von ESP mehrfach bestätigt: Untersuchungen haben gezeigt, dass 25 % aller Pkw-Unfälle mit Personenschaden und 35 – 40 % aller Pkw-Unfälle mit Getöteten durch ESP positiv beeinflussbar wären. Pro Jahr könnten 37.000 Unfälle mit Verletzten und 1.100 Unfälle mit Getöteten in Deutschland vermieden oder zumindest in ihren Folgen abgeschwächt werden. In Großbritannien ist von 400 Toten und 3.000 Schwerverletzten weniger pro Jahr die Rede (Quelle: <http://www.unfallforschung-der-versicherer.de/>), in den USA – wo ESP ab Modelljahr 2012 für alle neuen Autos Pflicht wird – von einem Rückgang der tödlichen Unfälle um 43 %. US-Studien belegen auch, dass tödliche Alleinunfälle mit Überschlag durch ESP minimiert werden, und zwar um enorme 40 % bei Pkw und sogar um 73 % bei Geländewagen (Quelle: VKU, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 11/2006, S. 270).

ESP wird auch unter folgenden Bezeichnungen vermarktet:

- DSC: Dynamic Stability Control (BMW, Mazda, Ford)
- DSTC: Dynamic Stability & Traction Control (Volvo)
- MASAC: Mitsubishi Active Stability Control (Mitsubishi)
- PSM: Porsche Stability Management (Porsche)
- VDC: Vehicle Dynamic Control (Nissan, Subaru)
- VSA: Vehicle Stability Assist (Honda)
- VSC: Vehicle Stability Control (Toyota, Daihatsu)
- StabiliTrak (Cadillac)

Im fahrdynamischen Grenzbereich, also bei zu hohen Kurvengeschwindigkeiten, unterscheidet man grds. zwei verschiedene Arten der Fahrzeugreaktionen, das Untersteuern und das Übersteuern (Abb. 3)

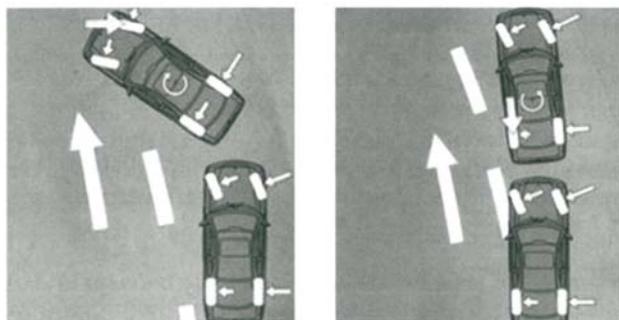


Abb. 3 Darstellung von Übersteuern (links) und Untersteuern (rechts) beim Pkw³

Beim Übersteuern dreht das Fahrzeug dergestalt um die Hochachse, dass das Fahrzeugheck zum Kurvenaußenrand drängt. Untersteuern bedeutet hingegen, dass das Fahrzeug über die Vorderräder mit der Front zum Kurvenaußenrand schiebt. In beiden Fällen folgt das Fahrzeug nicht mehr dem vom Fahrer vorgegebenen Sollkurs. Dies kann im schlimmsten Falle eine Kollision mit Objekten im Gegenverkehr oder im Seitenraum zur Folge haben. Problematisch ist, dass aufgrund des Eindrehens der Unfallgegner nicht mehr mit der Front kontaktiert wird, die über die Deformations- oder auch Knautschzone eine vergleichsweise moderate Kollision ermöglicht. Der Unfallgegner prallt gegen die Fahrzeugseite. Diese kann wesentlich weniger Deformationsarbeit aufnehmen, als die Fahrzeugfront und der Fahrzeuginsasse als schützenswertes Objekt ist dem Unfallgegner wesentlich näher. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit des Eindringens des Unfallgegners in die Fahrgastzelle größer und die Insassenbelastungswerte höher sind, was wiederum ein höheres Verletzungsrisiko birgt.

In diesem Punkt liegt die Schutzwirkung des ESP. Ein ESP-System dient zur aktiven Unterstützung des Fahrers in fahrdynamisch kritischen Situationen. Ziel des Systems ist eine **Stabilisierung des Fahrzeugs** und eine **Reduktion der Gierbewegung** (Gieren = Drehbewegung des Fahrzeugs um die Hochachse). Dies reduziert die Gefahr von Schleuderunfällen auf der einen Seite, führt andererseits jedoch in dem Fall, dass eine Kollision nicht abgewendet werden kann dazu, dass das ESP-Fahrzeug mit der Front voran mit dem Unfallgegner kollidiert. Nur dann kann das passive Schutzpotenzial des Fahrzeugs vollständig ausgenutzt werden. Eines jedoch, und hierauf ist immer wieder hinzuweisen, kann ESP nicht: Die Grenzen der Fahrphysik aufheben oder verschieben. Eine zu hohe Kurvengeschwindigkeit wird nach wie vor dazu führen, dass auch ein mit ESP ausgerüstetes Fahrzeug die Fahrbahn verlassen wird.

Die Komponenten des Systems zeigt Abb. 4. Über einen Gierratensensor wird die Gierbewegung und die Querbeschleunigung des Fahrzeugs gemessen und daraus der Ist-Kurs des Fahrzeugs ermittelt. Dieser wird mit dem Soll-Kurs, also dem Fahrerwunsch, verglichen. Der Soll-Kurs wird über den Lenkwinkelsensor und den Raddrehzahlen ermittelt. Bei Abweichung des Ist- vom Soll-Kurs regelt das ESP innerhalb weniger Millisekunden. Auf zweierlei Weise wird der Wagen wieder auf richtigen Kurs gebracht. Zum einen durch genau dosierte Bremsengriffe an einem oder mehreren Rädern, d.h. jedes einzelne Rad kann durch ESP individuell abgebremst werden (so als könnte man mit vier Füßen vier Bremspedale bedienen). Zum anderen wird, falls notwendig, automatisch die Motorleistung angepasst. Übersteuert das Fahrzeug, bremst ESP aktiv, ohne Einflussnahme des Fahrers das kurvenäußere Vorderrad ab. Beim Untersteuern bremst ESP das kurveninnere Hinterrad se-

³ Quelle: <http://www.kfztech.de/kfztechnik/sicherheit/ESP.htm>.

ektiv ab (vgl. Abb. 3). In beiden Fällen wird ein Drehmoment um die Fahrzeughochachse erzeugt, das der fahrdynamischen Drehbewegung entgegenwirkt. Ist das Fahrzeug mit einer elektromechanischen Lenkung ausgerüstet, greift diese, ebenfalls ohne Eingriff des Fahrers, selbsttätig in die Fahrzeugsteuerung ein und unterstützt somit die Stabilisierung des Fahrzeugs.

Bemerkenswert ist hier der Unterschied zu herkömmlichen Bremskraftverstärkern. Diese verstärken den vom Fahrer über das Bremspedal vorgegebenen Bremsdruck. Durch die Hydraulikeinheit des ESP wird ein Bremsdruck auch ohne Pedalbetätigung des Fahrers generiert. Dieser Bremsdruck ist in der Lage, einzelne oder alle Räder des Fahrzeugs bis zur Blockiergrenze abzubremesen. Ein Selbstbremsen des Fahrzeugs ist somit technisch möglich.

Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)

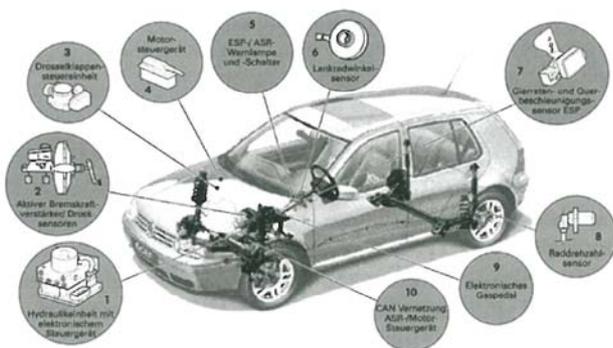


Abb. 4 Komponenten eines ESP-Systems

2. Abstandstempomat ACC

ACC (Adaptive Cruise Control) ist eine Erweiterung des klassischen Tempomaten und **hält neben der Geschwindigkeit auch den Abstand zum Vorfahrer** konstant. Die wesentlichen Komponenten des Systems zeigt Bild 5.



Abb. 5 Wesentliche Bestandteile eines ACC-Systems

Der Radarsensor überwacht den Bereich vor dem Fahrzeug. Aus den reflektierten Signalen berechnet der Sensor Richtung, Entfernung und Relativgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs. Detektiert das ACC ein langsames vorausfahrendes Fahrzeug in der eigenen Fahrspur, passt es die Geschwindigkeit so an, dass man im vorgewählten Abstand folgt. Auch in Kurven kann das ACC erkennen, welches Fahrzeug für die Geschwindigkeitsregelung entscheidend ist. Sobald sich im Messbereich kein Fahrzeug mehr befin-

det, beschleunigt das ACC wieder automatisch auf die voreingestellte Geschwindigkeit.

Der Abstand lässt sich i.d.R. von 1 s – 3 s variieren (entgegen der üblichen Abstandsangabe in Metern werden geschwindigkeitsabhängige Abstände häufig in Sekunden angegeben). Der 1-Sekunden-Abstand ist die Strecke, die das Fahrzeug innerhalb einer Sekunde zurücklegt. Bei 100 km/h (= 27,8 m/s) wären dies 27,8 m. Dazu reduziert ACC je nach Fahrsituation das Motormoment durch Veränderung des Drosselklappenstellwertes („Gaswegnehmen“ oder auch Motorbremse genannt) oder bremst das Fahrzeug aktiv ab. Eine Abbremsung des Fahrzeugs über die Motorbremse hinaus erfolgt mithilfe der Komponenten des ESP-Systems, nur dass im Gegensatz zur Stabilisierungsfunktion beim ACC alle Räder des Fahrzeugs entsprechend der erforderlichen Bremskraftverteilung abgebremst werden. Da ACC als Komfortsystem vertrieben wird, bremst das System bei aktivem Bremseneingriff nur mit einer Verzögerung im Bereich einer leichten bis mittleren Betriebsbremsung von ca. 2 – 3 m/s² ab. Der nutzbare Geschwindigkeitsbereich erstreckt sich von 30 – 200 km/h (Quelle: <http://rb-k.bosch.de/de/>). Seit einiger Zeit sind sog. ACC Follow-to-Stop-Systeme am Markt erhältlich, die das Fahrzeug bei Anhalten des Vorfahrers ebenfalls bis zum Stillstand abbremsen.

Wird bei einer ACC-geregelten Fahrt eine höhere als die programmierte Verzögerung erforderlich, bspw. durch ein Einscheren eines Fahrzeugs in den Sicherheitsabstand oder eine starke Verzögerung des Vorfahrers, so schaltet sich das System mit einer akustischen und optischen Fahrerwarnung ab. Gleiches gilt, wenn die Mindestgeschwindigkeit unterschritten wird.

3. Der Parklenkassistent Park Assist

Park Assist ist ein Assistenzsystem, das den Fahrer **bei rückwärtigen Einparkmanövern unterstützt**. Die Sensorik ist der aus der Parkdistanzkontrolle bekannte Ultraschallsensor mit 4 m Reichweite. Aktuatorik ist die elektrisch-mechanische Servolenkung EPS.

Beim Vorwärtsfahren mit Geschwindigkeiten unter 30 km/h werden auf Fahrer- und Beifahrerseite evtl. vorhandene Parklücken und Bordsteine mit speziellen Ultraschallsensoren mit einer Reichweite von bis zu 4 m permanent vermessen. Dabei werden mithilfe der seitlich ausgerichteten Sensoren in zeitäquidistanten Abständen Entfernungswerte aufgenommen. Mithilfe der Raddrehzahlsensoren wird in denselben Abständen der gefahrene Weg errechnet. Durch eine geeignete Korrelation von Abständen über den gefahrenen Weg lässt sich ermitteln, ob sich im seitlichen Bereich des eigenen Fahrzeugs eine

4 Quelle: <http://www.kfztech.de/images/kfztechnik/esp.gif>.

5 Quelle: KRANKE, F. et al.: „Fahrerassistenzsysteme zur aktiven Stauvermeidung im Straßenverkehr“, VDI-Berichte Nr. 1960, 2006, S. 375 ff.

Parklücke befindet. Nach Aktivierung des Park Assist über einen separaten Taster wird auf dem Mittendisplay im Kombiinstrument der Status dargestellt. Die anzuzeigende Seite wird über den Blinker aktiviert. Der Park Assist ist so lange aktiv bis das Fahrzeug eingeparkt ist oder das System vom Fahrer deaktiviert wird.

Den Ablauf eines automatisierten Einparkvorganges zeigen die Abb. 6 – 9.



Abb. 6 Parklückensuche

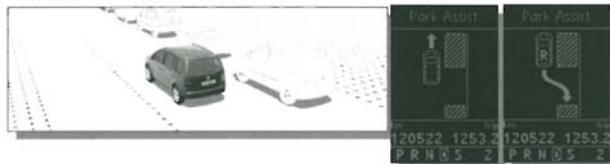


Abb. 7 Aktivierung des Park Assist



Abb. 8 Automatischer Lenkvorgang mit Fahrerwarnung



Abb. 9 Abschluss des Einparkvorganges mit Übergabe an den Fahrer

Wenn eine entsprechende Parklücke gefunden wurde, wird die Startposition im Mittendisplay des Kombiinstrumentes zugewiesen. Die Parklückenslänge muss mindestens 1,4 m größer als die Fahrzeuglänge sein, um als geeignet angezeigt zu werden. Nach Einlegen des Rückwärtsganges übernimmt das System Park Assist die nötigen Lenkbewegungen durch Steuerbefehle an die Lenkung des Fahrzeugs. Das Fahrzeug wird auf der Ideallinie einzügig eingeparkt. Der Fahrer betätigt nur noch Gas, Kupplung und Bremse. Die maximale Geschwindigkeit beim Einparken liegt unter 10 km/h. Bei Überschreitung der maximalen Geschwindigkeit schaltet sich das System ab. Die Unterstützung ist nur bis zum Herausnehmen des Rückwärtsganges aktiv, sodass es zu keiner Unterstützung des Lenkeingriffs bei Vorwärtsfahrt kommt (Quelle: V. SCHÖNING et al., Der Parklenkassistent „Park Assist“ von Volkswagen, VDI-Berichte Nr. 1960, 2006, S. 521 ff.).

Fazit: ESP und abgeleitete Funktionen wie Bremsassistent BAS sind technisch grds. geeignet zu Selbstbremsen zu führen. Eine EPS (electronic power steering = elektronische Servolenkung) ermöglicht Lenkmanöver ohne Fahrereinfluss. (Abstands-)Tempomaten wie das ACC sind in der Lage das Fahrzeug zu beschleunigen, ohne dass der Fahrer das Gaspedal betätigt.

(Beitrag wird fortgesetzt)

* VRR-Entscheidungsservice: Die Volltexte der in dieser Ausgabe besprochenen Entscheidungen können kostenlos abgerufen werden unter: www.burhoff.de – Kennwort: Fahrerlaubnis