

4. Tagung

Sicherheit durch Fahrerassistenz

Der Beitrag von Fahrerassistenzsystemen zur Aktiven und Passiven Sicherheit – die Integrale Sicherheit als Antwort auf die wachsenden Anforderungen an die Fahrzeugsicherheit.

Klaus Kompass, Leiter Fahrzeugsicherheit
BMW AG, 80788 München
Tel.: 089 / 382- 58517, E-Mail: klaus.kompass@bmw.de

Christian Gruber, Fahrzeugsicherheit, Konzepte
BMW AG, 80788 München
Tel.: 089 / 382-58283, E-Mail: christian-michael.gruber@bmw.de

Christian Domsch, Fahrzeugsicherheit, Konzepte
BMW AG, 80788 München
Tel.: 089 / 382-79311, E-Mail: christian.domsch@bmw.de

Zusammenfassung

Die Fahrzeugsicherheit hat in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erzielt. Dazu hat die kontinuierliche Weiterentwicklung der Passiven Sicherheit einen wesentlichen Beitrag geleistet. Allerdings nähert sich das Potential der Passiven Sicherheit immer mehr einer Sättigungsgrenze. Optimierte Fahrgastzellen und Airbags schützen die Fahrzeuginsassen mittlerweile hervorragend und mit großem Aufwand wird für kleine Verbesserungen gekämpft.

Maßnahmen der Aktiven Sicherheit tragen dazu bei, dass es gar nicht erst zu Unfällen kommt. So wird bereits im normalen Fahrbetrieb präventiv vieles für die Unfallvermeidung getan. Dennoch stellt das Autofahren zunehmend höhere Anforderungen an den Menschen. Bei steigendem Verkehrsaufkommen muss er eine zunehmende Anzahl unterschiedlicher Handlungen in immer kürzeren Abständen oder sogar gleichzeitig durchführen. Nicht immer gelingt dem Fahrer das fehlerfrei. Die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen ermöglicht es heute, den Fahrer geeignet zu unterstützen, und ihn möglichst gar nicht erst in gefährliche Fahrsituationen geraten zu lassen. Weiterentwicklungen über die reine Assistenz hinaus ermöglichen es heute bereits, bei ausbleibender Fahrerreaktion selbstständig einzugreifen und einen Unfall möglicherweise zu verhindern.

Aber nicht immer lassen sich Unfälle vollständig verhindern. Die Informationen über den Unfallgegner oder den zu erwartenden Unfallablauf können dazu beitragen, die Belastungen von Fahrzeuginsassen und anderen Verkehrsteilnehmern zu minimieren. Integrale Sicherheit umfasst damit alle Maßnahmen, die Unfälle verhindern

oder ihre Folgen reduzieren. Ihr besonderes Charakteristikum ist die Vernetzung von Technologien gleicher oder unterschiedlicher, heute teils isolierter, Entwicklungsdomänen. Zweck dieser Vernetzung ist primär die Optimierung von Performance und Robustheit der Insassenschutzsysteme.

Die Konzeption, Entwicklung und Bewertung solcher Systeme muss sich an der Wirksamkeit im Feld orientieren. Dabei stellt die frühzeitige Abschätzung der Wirksamkeit der Systeme eine besondere Herausforderung dar.

Abstract

The vehicle safety has achieved clear progress during the last years. For this purpose the continuous advancement of the passive safety has delivered an essential contribution. Indeed, the potential of the passive safety approaches certainly reach more and more a saturation border. Optimised passenger's cells and airbag systems protect the vehicle passengers very well and with big effort it is fought for small improvements.

Measures of the active safety contribute to the fact that it does not come at all to accidents. Thus for the accident avoidance a lot is already done in the normal driving company preventively. But driving still puts increasingly higher requirements for the people. With rising traffic amount the driver has to do an increasing number of actions in shorter and shorter periods of time or even at the same time. The driver not always manages this perfectly. Today the development of driver assistance systems enables to support the driver suitably, and not to let get him possibly at all only in dangerous driving situations. Today advancements after the pure assistance already allow it to intervene if driver's reaction is missing even to prevent an accident possibly.

But accidents cannot always be prevented completely. Nevertheless, the information about the other party or the accident expiry to be expected can serve to minimise the loads of vehicle passengers and other traffic participants. Integral safety encloses all measures which prevent accidents or reduce their results. Their special characteristic feature is the interlinking of same or more differently technologies of today partly isolated developing domains. The purpose of this interlinking is primarily the optimisation of performance and robustness of the passenger protection systems.

The concept, development and assessment of such systems must orientate itself by the field effectiveness. Besides, the untimely evaluation of the effectiveness of the systems shows a special challenge.

1. Einleitung

Betrachtet man die Entwicklung der Anzahl der Verletzten und getöteten Personen im Straßenverkehr, so ist diese in den letzten Jahren durchweg positiv. So ist alleine in Deutschland die Anzahl der bei Verkehrsunfällen getöteten Personen von 1991 bis 2008 um 61 % zurückgegangen. Die Anzahl der Schwerverletzten ist im gleichen Zeitraum um immerhin 46 % zurück gegangen. Als Insasse eines Personenwagens ist man noch mal besser geschützt. Hier ist im Vergleichszeitraum die Anzahl der getöteten Pkw-Insassen sogar um 65 % zurück gegangen.

Diese Verbesserungen sind nicht zuletzt auf Verbesserungen der Fahrzeugsicherheit zurückzuführen. Passive Sicherheitssysteme haben in den vergangenen Jahren ein sehr hohes Niveau erreicht und tragen erheblich dazu bei, dass das Verletzungsrisiko in einem Pkw heute sehr gering ist. Aktive Sicherheitssysteme zur Unfallvermeidung, wie beispielsweise ABS oder DSC sind heute Standard in allen Fahrzeugen der BMW Group.

Im Zuge der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen und der zunehmenden Vernetzung von elektronischen Systemen im Fahrzeug kommen weitere Funktionen hinzu, die dem Fahrer rechtzeitig bei der Erfüllung seiner Fahraufgabe zur Hand gehen, indem sie ihn informieren und ggf. warnen, so dass er erst gar nicht in gefährliche Fahrsituationen kommt. Bei ausbleibender, verzögerter oder falscher Fahrerreaktion kann bereits heute die Korrektur gegebenenfalls aktiv unterstützt werden. Aus Fahrerassistenzsystemen werden so präventive Sicherheitssysteme. Ein Beispiel dafür ist der Fußgängerschutz. Die Möglichkeiten, den Fußgänger mit Maßnahmen der Passiven Sicherheit zu schützen, sind sehr begrenzt. Durch geeignete Information und Warnung des Fahrers im Vorfeld der Kollision kann im Unfallgeschehen insgesamt eine deutlich größere Wirkung erzielt werden. Hier sind präventive Maßnahmen der Schlüssel zum Erfolg.

Lässt sich in letzter Konsequenz ein Unfall nicht mehr vermeiden, so muss das Fahrzeug maximalen Schutz für Fahrer, Insassen und andere Beteiligte bieten. Präventive Maßnahmen können auch hier dazu beitragen, andere Verkehrsteilnehmer zu schützen. Auch für die Insassen eines Fahrzeuges selber kann die Wirksamkeit der Schutzsysteme durch bessere Abstimmung an die konkrete Unfallsituation aufgrund der Informationen über die Fahrumgebung, die ein Assistenzsystem liefert, weiter verbessert werden.

Hier zeigt sich aber auch das Problem bei der Bewertung solcher Maßnahmen. Die Wirkung präventiver Schutzsysteme kann nicht mehr ohne weiteres an einem spezifizierten Lastfall nachgewiesen werden. Um die Wirksamkeit dieser Systeme zu beurteilen, muss diese im realen Verkehrsumfeld nachgewiesen werden. Möchte man aber bereits im Vorfeld Maßnahmen so abstimmen, dass sie eine

optimale Wirkung erzielen, sind gesicherte Prognosen über die Wirksamkeit im Feld erforderlich. Die geeigneten Methoden und Tools müssen dafür teilweise erst noch entwickelt werden.

2. Aktive und Passive Sicherheitsmaßnahmen

Auch in den Jahren 2008 und 2009 konnte der anhaltend positive Trend in der Entwicklung des Unfallgeschehens im Straßenverkehr in Deutschland weiter fortgesetzt werden [1]. Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes wurden 2008 insgesamt 2.293.663 Unfälle polizeilich gemeldet. Die Prognose für 2009 zeigt gegenüber 2008 mit 2.304.935 Unfällen allerdings wieder eine leicht steigende Tendenz. Auf Basis der Zahlen für 2008 kam es bei etwa 14 % dieser Unfälle zu einem Personenschaden. Bei 320.614 Unfällen mit Personenschaden wurden 2008 insgesamt 409.047 Personen verletzt und 4.477 Personen getötet. Verglichen mit 1991 entspricht das einem Rückgang um 61 % (Abb. 2-1). Die Tendenz ist weiterhin kontinuierlich stark fallend. So kamen im ersten Halbjahr 2009 noch einmal 11 % weniger Menschen bei Verkehrsunfällen ums Leben als im Vergleichszeitraum des Vorjahres. Die Teilnahme am Straßenverkehr stellt zwar immer noch ein potentiellies Risiko dar, allerdings hat die Fahrzeugsicherheit in hohem Maße dazu beigetragen, dass dieses Risiko heute auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau liegt und die Anzahl der Verletzten und Getöteten tendenziell weiter fallend ist.

Besonders viel Aufmerksamkeit wurde in den letzten Jahren der Entwicklung der Passiven Sicherheit für Pkw-Insassen gewidmet. Entsprechend ist das Ergebnis hier auch überproportional gut. So ist die Anzahl der bei Unfällen getöteten Pkw-Insassen von 1991 bis 2008 um 65 % gesunken. 2008 kamen in Deutschland gerade noch 2368 Pkw-Insassen bei Verkehrsunfällen ums Leben. Die weitere Durchdringung mit modernen Fahrzeugen lässt erwarten, dass die Zahl der als Pkw-Insasse Verletzten oder Getöteten weiter deutlich zurückgeht. So hatten Anfang 2009 noch 61% der Fahrzeuge eine Erstzulassung vor dem Jahr 2000.

Auch der Fußgängerschutz steht mittlerweile stark im Mittelpunkt des Interesses. Da für den Pkw-Insassen heute sehr viele Maßnahmen getroffen werden, erscheint es nur sinnvoll, auch entsprechende Maßnahmen für den Fußgängerschutz zu betreiben, denn immerhin 14 % der 2008 im Straßenverkehr getöteten in Deutschland waren Fußgänger. So dürfen dann auch seit 2005 in Europa neue Fahrzeugtypen nur noch zugelassen werden, wenn bestimmte Maßnahmen zum Fußgängerschutz erfüllt werden.

Dennoch haben auch vor 2005 die Fußgänger von allen Maßnahmen der Verkehrssicherheit ebenso profitiert, wie die Pkw-Insassen. So ist die Zahl der bei Verkehrsunfällen getöteten Fußgänger im Vergleichszeitraum sogar noch etwas stärker gefallen, als die Zahl der Pkw-Insassen. Mit 653 getöteten Fußgängern erreicht auch diese Zahl in Deutschland einen Tiefstand. Dennoch, die Dynamik, mit der die Anzahl der getöteten Fußgänger fällt, hat ausgerechnet mit Einführung der Passiven Maßnahmen des Fußgängerschutzes nachgelassen, obwohl in Deutschland seit 2005 immerhin 11,5 Mio. Fahrzeuge neu zugelassen wurden.

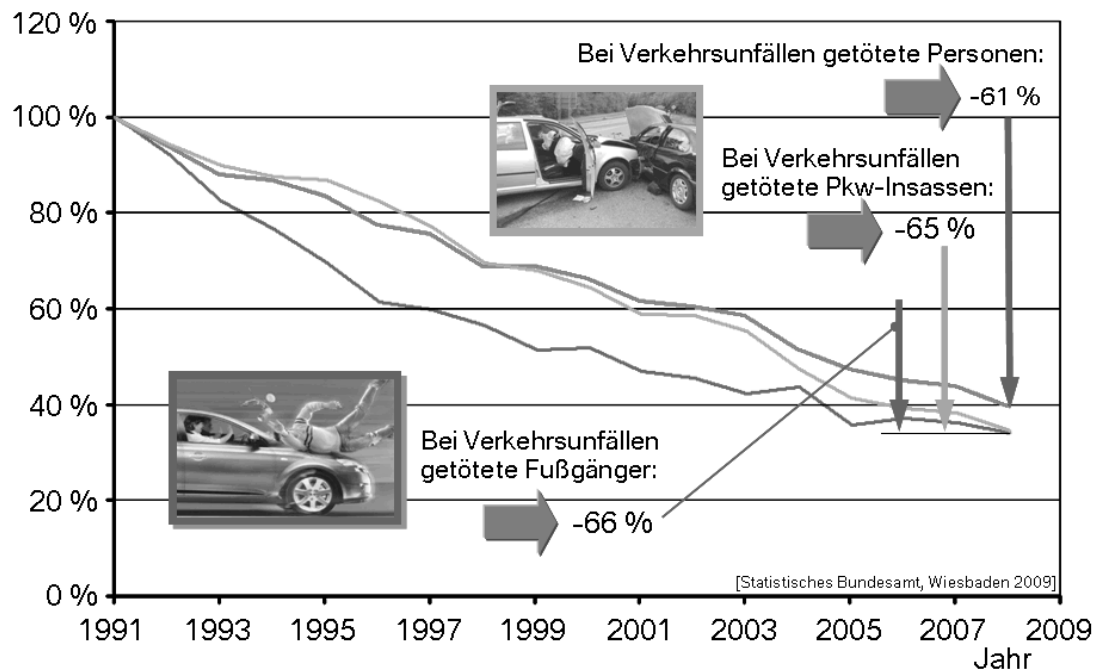


Abb. 2-1: Entwicklung der Verkehrssicherheit in Deutschland

Um den positiven Trend bei der Entwicklung des Unfallgeschehens weiter fortzusetzen, sind weitere Maßnahmen sinnvoll. Gerne wird über eine weitere Anhebung der Anforderungen an die Passive Sicherheit gesprochen. Dieses ist jedoch in den meisten Fällen nicht zielführend, da die Crash-Lastfälle aus Gesetzes- und Verbraucherschutztests das reale Unfallgeschehen nahezu vollständig abdecken (Abb. 2-2). Eine Erhöhung der Aufprallgeschwindigkeiten in den Lastfällen bringt daher keine Verbesserung der Verkehrssicherheit. Allerdings hat die weitere Anforderungserhöhung auf Seite der Passiven Sicherheit meistens auch eine Erhöhung des Fahrzeuggewichts zur Folge. Gerade vor dem Hintergrund der geforderten CO₂-Reduktion ist daher jede Maßnahme im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zu hinterfragen.

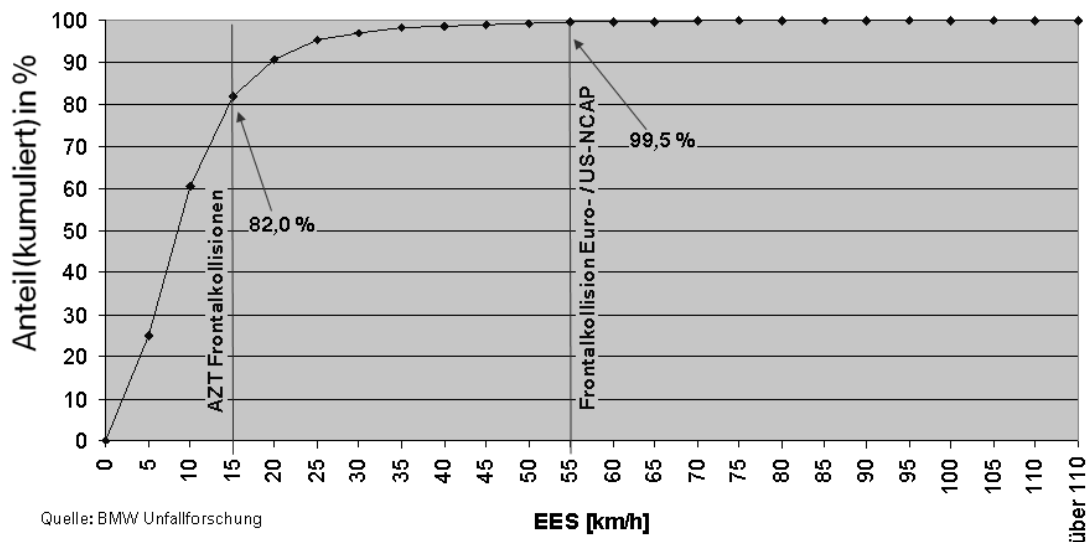


Abb. 2-2: Kumulativer EES-Anteil im Unfallgeschehen

Bei Unfällen mit Getöteten ist beispielsweise der Fahrrunfall nach wie vor dominierend. Dabei handelt es sich um Unfälle, die durch einen Verlust der Fahrzeugkontrolle verursacht werden, ohne dass andere Verkehrsteilnehmer dazu beigetragen hätten. Alleine bei Unfällen dieser Art kamen 2008 in Deutschland noch 1804 Personen ums Leben, das sind 40 % der Verkehrsunfalltoten. Solche Unfälle werden beispielsweise verursacht durch nicht angepasste Geschwindigkeit, falsche Einschätzung des Straßenverlaufs oder des Straßenzustands, usw.. Hier können vor allem Aktive Sicherheitssysteme einen hohen Nutzen entfalten, indem sie die Beherrschbarkeit des Fahrzeugs unter möglichst vielen Bedingungen sicherstellen. Mit dem bei allen Fahrzeugen der BMW Group serienmäßigen DSC (elektronische Stabilitätskontrolle, vgl. ESP) kann solchen Unfällen wirksam begegnet werden.

Aber auch bei plötzlich notwendigen Bremsmanövern kann der Fahrer heute bereits sinnvoll unterstützt werden. Der Bremsassistent zusammen mit einer Prefill-Funktion ermöglicht vor allem in der Praxis kürzere Bremswege. Der durchschnittliche Fahrer nutzt die Möglichkeiten seines Fahrzeugs oftmals nicht vollständig aus, da er, selbst wenn er schnell reagiert, zu zaghaft bremst. Eine Prefill-Funktion sorgt dafür, dass „Leerwege“ in der Bremsanlage bereits beim Umsetzen vom Gas- auf das Bremspedal überbrückt werden. Der Bremsassistent regelt dann beim schnellen Betätigen der Bremse den Bremsdruck so auf, dass die maximal mögliche Verzögerung erreicht wird (Abb. 2-3).

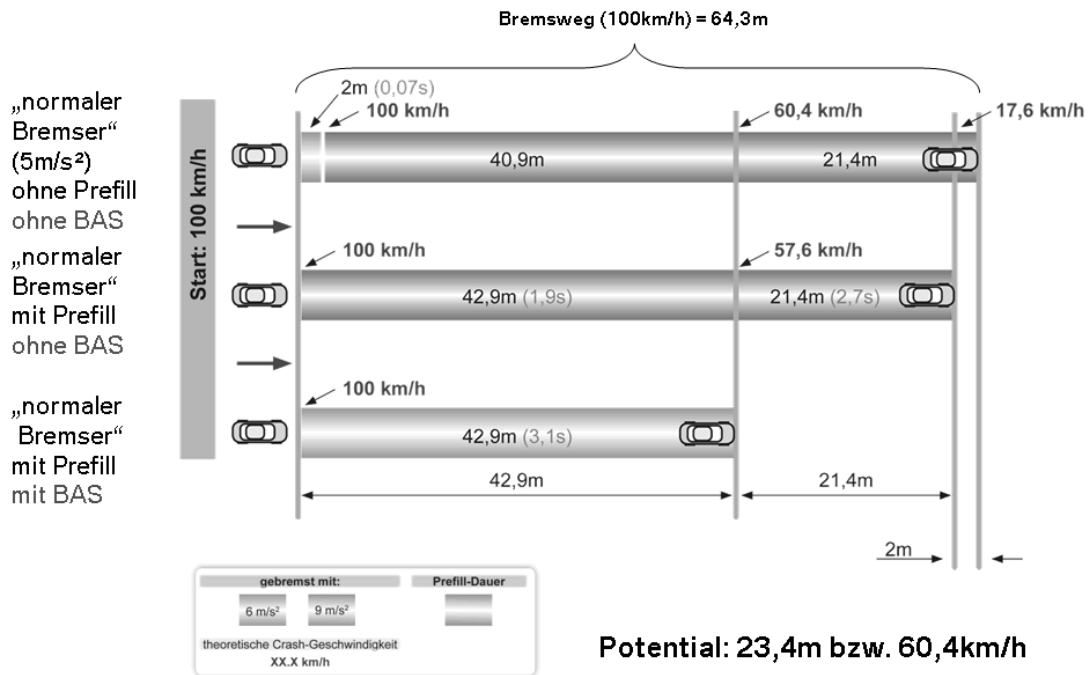


Abb. 2-3: Bremswegvergleich bei Prefill und Bremsassistent (BAS)

3. Fahrerassistenzsysteme und Präventive Sicherheitssysteme

Die zuvor beschriebenen Maßnahmen der Passiven und Aktiven Sicherheit wirken immer erst dann, wenn eine Situation bereits kritisch ist und energisches Handeln erfordert bzw. der Unfall bereits stattgefunden hat.

Die Wirkung der klassischen Fahrerassistenz beruht darauf, dass die Aktionen des Fahrers so beeinflusst werden, dass er möglichst nicht in kritische Situationen gerät. So hält ein Abstandsregeltempomat automatisch einen Abstand ein, der ein Reagieren des Fahrers jederzeit zulässt. Das Unterschreiten eines Sicherheitsabstandes wird so vermieden. So wird frühzeitig ein potentiell unfallauslösender Fehler verhindert. Andere Systeme informieren den Fahrer frühzeitig über bestehende Beschränkungen (z.B. Speed-Limit-Info, SLI) oder über potentielle Gefahren beim Spurwechsel (Spurwechselwarner), beim ungewollten Verlassen der Fahrspur (Spurverlassenswarner) oder beim Auffahren (Auffahrwarner). Alle diese Systeme informieren den Fahrer über eine potentielle Gefahr, die richtigen Schlüsse aus der Information und die daraus abgeleitete richtige Handlung bleibt dem Fahrer überlassen.

Bleibt eine Fahrerreaktion jedoch aus oder tritt ein Ereignis so plötzlich ein, dass dem Fahrer keine Handlungsmöglichkeit mehr bleibt, können Präventive Sicherheitssysteme noch einen Gewinn für die Fahrzeuginsassen oder andere Unfallbeteiligte erreichen. So kann in einem Auffahrscenario bei Ausbleiben einer Fahrerreaktion eine automatische Notbremsung die Aufprallgeschwindigkeit reduzieren und damit in jedem Fall das Verletzungsrisiko der Insassen vermindern (Abb. 3-1).

Gleichzeitig reduziert sich auch die Auffahrgeschwindigkeit auf den Unfallgegner. Somit können hoch entwickelte Sicherheitssysteme, die zunächst in Fahrzeugen der oberen Preissegmente Einzug halten, auch den Insassen eines alten Fahrzeugs nutzen.

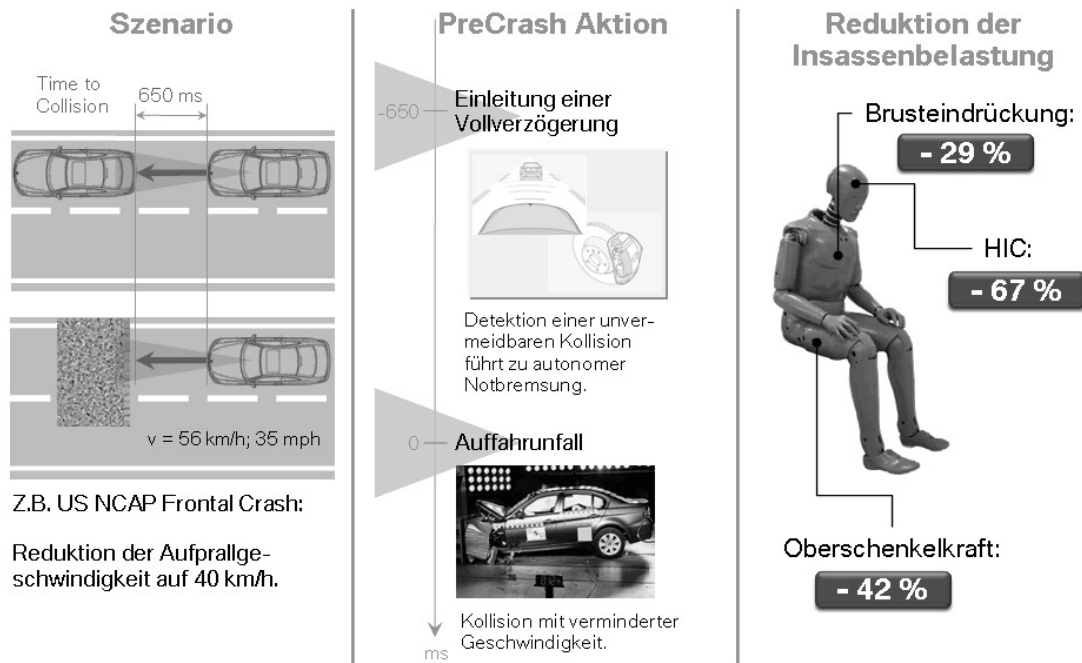


Abb. 3-1: Reduktion der Aufprallgeschwindigkeit zur Minderung der Insassenbelastung

Besonders Effektiv wirken solche präventiven Schutzmaßnahmen dann, wenn schwache Verkehrsteilnehmer geschützt werden sollen oder Ereignisse so plötzlich eintreten, dass dem Fahrer selbst nur wenig Zeit bleibt, richtig zu reagieren. Ein typisches Beispiel dafür ist der Fußgängerschutz. Denn hier zeigt sich sehr deutlich, dass der Nutzen passiver Sicherheitsmaßnahmen sehr stark eingeschränkt ist.

Maßgeblich für die Zulassung eines Fahrzeugs in der EU ist heute die europäische Verordnung EG 78/2009 in der bestimmte Maßnahmen zum Fußgängerschutz vorgeschrieben sind. Verbraucherschutzorganisationen (z.B. Euro-NCAP) gehen noch einige Schritte weiter und fordern nochmals strengere Maßnahmen zum passiven Fußgängerschutz. Das hat zur Folge, dass für die Erfüllung dieser Anforderungen besondere Maßnahmen an der Front ergriffen werden müssen und teilweise aktive Motorhauben eingesetzt werden. Die Wirkung der Maßnahmen insgesamt ist jedoch gering.

Nur in wenigen Fällen kommt es bei Fußgängerunfällen tatsächlich zu einem Kontakt zwischen Kopf und Motorhaube. Eine Auswertung von Fußgängerunfällen

auf Basis der GIDAS-Datenbank hat gezeigt, dass es in weniger als 6 % der Fälle zu einem Kopfaufprall auf die Motorhaube kommt (Abb. 3-2).

Beispiel: Kopfaufschlag auf Motorhaube

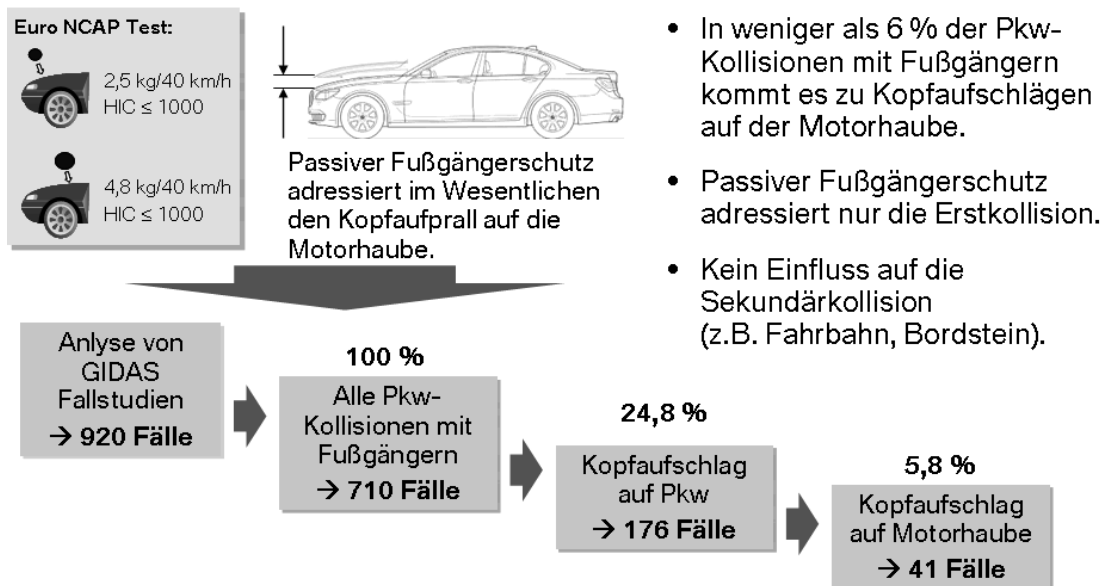


Abb. 3-2: Geringes Wirkpotential des passiven Fußgängerschutzes

Analysiert man nun Fußgängerunfälle genauer, so zeigt sich schnell, dass der typische Fußgängerunfall durch einen „Überschreiten“-Konflikt mit dem Fahrzeug verursacht wird. Dabei quert ein Fußgänger von links oder von rechts den Fahrweg des Fahrzeugs. Eine Unfallauswertung auf Basis der GIDAS-Datenbank hat gezeigt, dass 87 % der Fußgängerunfälle auf ein solches Überschreiten-Szenario zurückzuführen sind.

Ein geeignetes Assistenzsystem kann in den typischen Unfallszenarien mit Fußgängern einen hohen Nutzen entfalten. Durch frühzeitige Erkennung einer potentiell gefährlichen Situation wird der Fahrer frühzeitig auf einen Fußgänger hingewiesen. Das Risiko, diesen zu übersehen wird deutlich reduziert und viele Kollisionen könnten so bereits im Vorfeld vermieden werden. Bleibt dem Fahrer keine Zeit mehr, richtig zu reagieren, so nimmt eine automatische Notbremsung noch so viel Energie aus dem Fahrzeug heraus, dass die Kollisionsschwere deutlich gemindert wird. Durch die verminderte Aufprallgeschwindigkeit wird das Verletzungsrisiko des Fußgängers reduziert.

Es wird gerne darauf hingewiesen, dass solche Systeme jedoch nicht alle Unfälle adressieren. Das ist sicherlich auch richtig, jedoch wurde zuvor bereits gezeigt, dass selbst aufwändige passive Sicherheitsmaßnahmen teilweise nur in einem geringen Anteil der Unfälle eine Wirkung haben. Bei richtiger Auslegung der präventiven Systeme ist es möglich, im realen Unfallgeschehen eine größere Wirksamkeit zu erzielen, als es aktuelle und weitere passive Maßnahmen können.

Der Nachweis der Wirksamkeit präventiver Sicherheitssysteme und die Möglichkeit, die ermittelten Wirksamkeiten im Feld denen passiver Maßnahmen gegenüberzustellen, wird heute ein wesentlicher Punkt bei der Systementwicklung sein. Wie dieses geschehen kann, darauf wird in Kapitel 5 genauer eingegangen.

4. Integrale Sicherheit durch Vernetzung der Systeme

Fahrerassistenzsysteme können jedoch nicht nur durch ihre eigens vorgesehene Funktion zur Fahrzeugsicherheit beitragen. Grundlage vieler Systeme sind Sensoren, die Informationen über die Umwelt bzw. die Fahrumgebung des Fahrzeugs liefern. Durch geeignete Vernetzung dieser Informationen mit weiteren Systemen des Fahrzeugs ist es zukünftig möglich, die nicht mehr vermeidbare Kollision zu erkennen und bestimmte Informationen über den potentiellen Unfallgegner zu nutzen, um das eigene Fahrzeug und die Insassen gezielt auf den bevorstehenden Crash vorzubereiten. Auch das frühzeitige Wissen darüber, dass eine Kollision mit einer bestimmten Schwere kurz bevorsteht, kann dazu beitragen Insassenschutzsysteme besser auf die tatsächliche Kollision abzustimmen.

Bereits heute werden Informationen der Umgebungssensoren genutzt, um Sicherheitssysteme weiter zu verbessern. Ist ein Fahrzeug heute mit einem Abstandsregeltempomat ausgerüstet, so wird das Feld vor dem Fahrzeug auch dann beobachtet, wenn der Abstandsregeltempomat selber nicht aktiviert ist. Kommt es zu einer kritischen Auffahrsituation, so wird der Fahrer darüber in Stufen informiert. Gleichzeitig wird auf die Bremsanlage Einfluss genommen. Die Schwelle für die Aktivierung des Bremsassistenten kann mit dieser zusätzlichen Information weiter herabgesetzt werden. So kann die Wirksamkeit des Bremsassistenten weiter erhöht werden, ohne die Anzahl falscher Auslösungen nach oben zu treiben. Parallel dazu mag es zwar erforderlich sein, in einer solchen Auffahrsituation eine höhere Verzögerung einzustellen, als es der Fahrer machen würde, jedoch muss nicht zwingend die Maximalverzögerung eingestellt werden. Durch Kenntnis des Bewegungszustandes des eigenen und des vorausfahrenden Fahrzeugs kann die Verzögerung nun gerade so hoch aufgeregelt werden, dass der Unfall vermieden wird. Die Beschränkung der Verzögerung nutzt jetzt Fahrzeugen hinter dem eigenen, die durch eine Vollverzögerung möglicherweise ihrerseits eine Kollision nicht hätten verhindern können.

Ein weiter in der Zukunft liegendes Beispiel ist in Abb. 4-1 gegeben. Dort wird durch Sensoren an der Fahrzeugseite ermittelt, ob es zu einer Kollision an der Seite kommt. Im Vorfeld wird bei einer drohenden Kollision das Fahrzeug an der Seite angehoben, um so die Schutzwirkung der stabilen Seitenschweller besser auszunutzen.

Hier zeigt sich bereits, dass bei der Entwicklung von Sicherheitssystemen die Fahrerassistenz mit ihren Sensorinformationen wichtige Eingangsgrößen für die Systeme liefert. Gleichzeitig wird es aber zunehmend notwendig sein, Sensoren mehr an den Bedürfnissen der Sicherheitssysteme auszurichten. Dazu ist es zukünftig stärker erforderlich, das tatsächliche Unfallgeschehen zu betrachten und Sicherheitssysteme an diesen Erfordernissen auszurichten. Will man effektiv Tote und Verletzte im Straßenverkehr vermeiden, so muss man sich davon trennen, die Unfallszenarien zu betrachten, die mit Systemen der Fahrerassistenz abgedeckt werden können.

- **Nutzung bereits vorhandener Fahrwerksaktoren zur Verbesserung der Crash-Kompatibilität.**
- **Hier: Seitencrash-Kompatibilität mit Hilfe von Dynamic Drive / Aktive Wankstabilisierung, einseitiges Anheben des Fahrzeugs (7cm/800ms)**
- **Detektion eines drohenden Seitenaufpralls durch aktive Sensorik (z.B. RFID, C2C, Radar...)**

→ Nutzung der stabileren Schwellerstruktur beim Seiten-Crash

RFID: Radio Frequency Identification, Transponder-Chip
C2C: Car – to – Car Kommunikation



Abb. 4-1: Aktive Crashvorbereitung, Nutzen von Kommunikation und Fahrwerk

5. Wirksamkeitsanalyse

Die Wirksamkeit Passiver Sicherheitssysteme wird heute anhand definierter Lastfälle geprüft und bewertet (Abb. 5-1). Die Anforderungen in diesen Lastfällen wurden immer höher gesteckt, so dass sie heute den größten Teil des realen Unfallgeschehens abdecken.

Die Wirkung aktiver, präventiver und integraler Sicherheitssysteme kann nicht so einfach anhand definierter Lastfälle beurteilt werden. Deren Wirkung basiert in großem Maße auf dem Zusammenspiel zwischen System, Fahrer und Umwelt. Somit muss auch dieses Zusammenspiel bei der Bewertung entsprechend berücksichtigt werden.

Ergebnis Euro-NCAP 2010, neues Rating

BMW X1

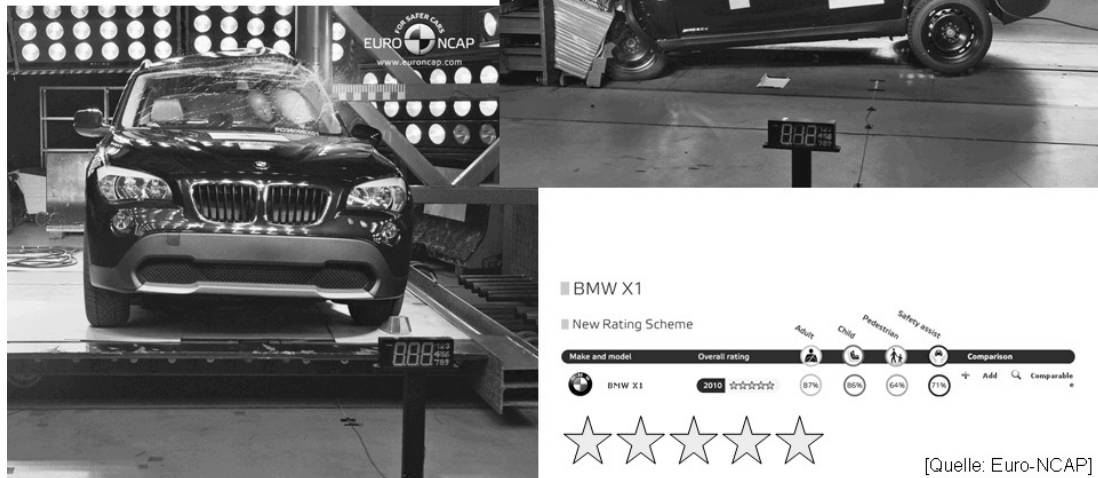


Abb. 5-1: BMW X1 im Euro-NCAP Bewertungsschema

Die heute häufig angewendeten Methoden lassen nur mehr oder weniger ungenaue Abschätzungen der Wirksamkeit der Maßnahmen im Feld zu. So ist bei einer prospektiven Ableitung der Anzahl aller theoretisch adressierbaren Unfälle der tatsächliche Wirkungsgrad im Feld nur sehr schwer prognostizierbar. Eine retrospektive Bewertung mittels Unfalldaten scheitert daran, dass Ergebnisse erst sehr lange nach Einführung der Systeme vorliegen. Selbst wenn diese Systeme schnell eingeführt werden, dauert es doch einige Zeit, bis eine nennenswerte Durchdringung im Feld vorhanden ist und tatsächlich Ergebnisse erkennbar werden. Selbst Probandenversuche in einem Fahrsimulator, auf einem Testgelände oder im Straßenverkehr lassen nur mit Einschränkungen Rückschlüsse auf die Wirksamkeit im Feld zu. Außerdem sind diese Versuche sehr aufwändig und erst dann anwendbar, wenn das System in Hardware vorliegt.

Für Konzeptuntersuchungen in einer frühen Phase sind diese Ansätze nicht geeignet. Für die Untersuchung potentieller Lösungsansätze stellt daher die Simulation von realen Unfällen eine vielversprechende Methode dar (Abb. 5-2). Mit Hilfe der Simulation lässt sich eine Vielzahl von Einflussparametern in kurzer Zeit variieren. Verteilungen der Handlungsoptionen des Fahrers, unterschiedlicher Umwelteinflüsse oder Reaktionen anderer Verkehrsteilnehmer führen zu einer großen Anzahl möglicher Abläufe innerhalb eines Szenarios. Bei einer genügend großen Fallzahl wird so das Unfallgeschehen mit allen notwendigen Parametern nachgebildet und mit bzw. ohne System simuliert.

Die Risikoeinschätzung erfolgt mit Hilfe von Fehlerbaumanalysen und „Monte-Carlo“ Modellen. Dabei wird der Unfall als Versagen eines komplexen Prozesses

angesehen. Die Simulation der Unfallentstehung erfordert daher möglichst detailgetreue und quantitative Modelle aller relevanten Teilprozesse, die zu einem „Versagen“ beitragen können. Die betrachteten Systeme im Fahrzeug werden ebenfalls als Einflüsse auf diese Prozesse nachgebildet. Aus den hinterlegten Wahrscheinlichkeitsmodellen aller relevanten Parameter werden dann zufällige Stichproben gezogen und gemäß den mikroskopischen Prozessmodellen simuliert. Somit erhält man eine große Zahl von völlig unkritischen Situationen, aber auch Unfallabläufe, die nicht oder nur sehr selten in einer empirischen Stichprobe vorkommen. Das Ergebnis ist eine Aussage mit hoher Repräsentativität, wobei diese allerdings stark von den getroffenen Annahmen abhängig ist.

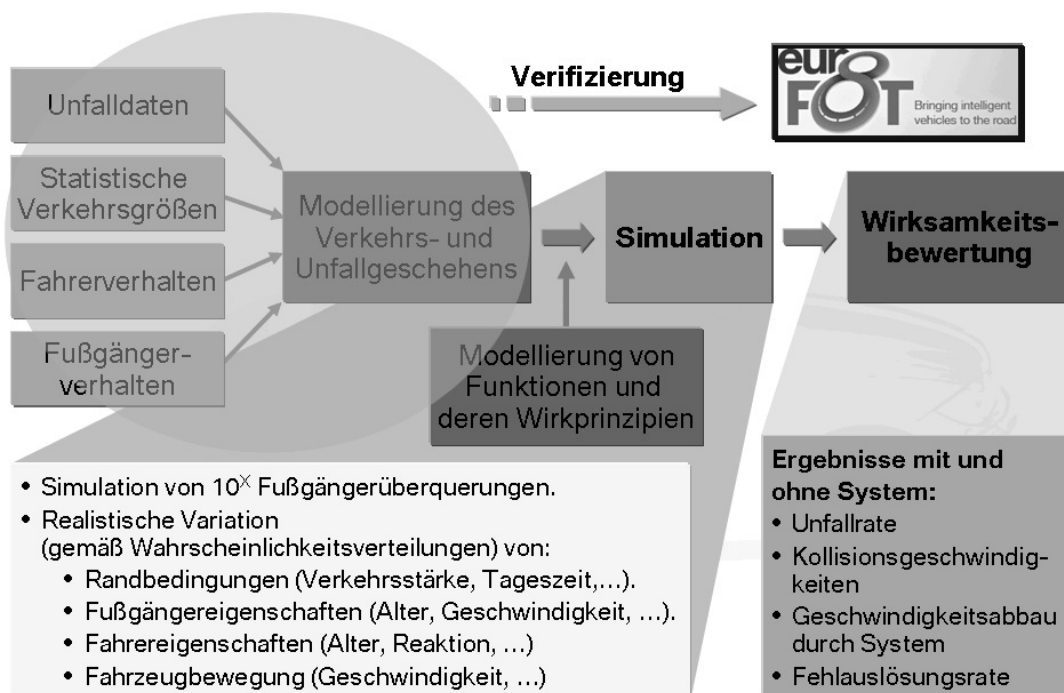


Abb. 5-2: Wirksamkeitsanalyse mittels Simulation

Nach hinreichend vielen Berechnungen pro Szenario werden alle relevanten Risikoindikatoren ausgewertet. Für die Betrachtung der Wirksamkeit aktiver, präventiver und integraler Schutzsysteme ist die Verringerung der Kollisionsgeschwindigkeit ein wichtiger Indikator für die resultierende Veränderung in der Verletzungsschwere. Die Injury-Risk-Funktion liefert einen Zusammenhang zwischen maximaler Verletzungsschwere MAIS und Kollisionsgeschwindigkeit. Ein Vergleich verschiedener Systemauslegungen mit der Basis ist nun möglich.

Anhand des Beispiels des präventiven Fußgängerschutzes sind auf dieser Basis Abschätzungen über die Wirksamkeit verschiedener Systemausprägungen gemacht worden, die in Abb. 5-3 dargestellt sind.

BMW Datenanalyse: Risiko/Nutzen Studie durch Monte Carlo Simulation. (n > 1.000.000)

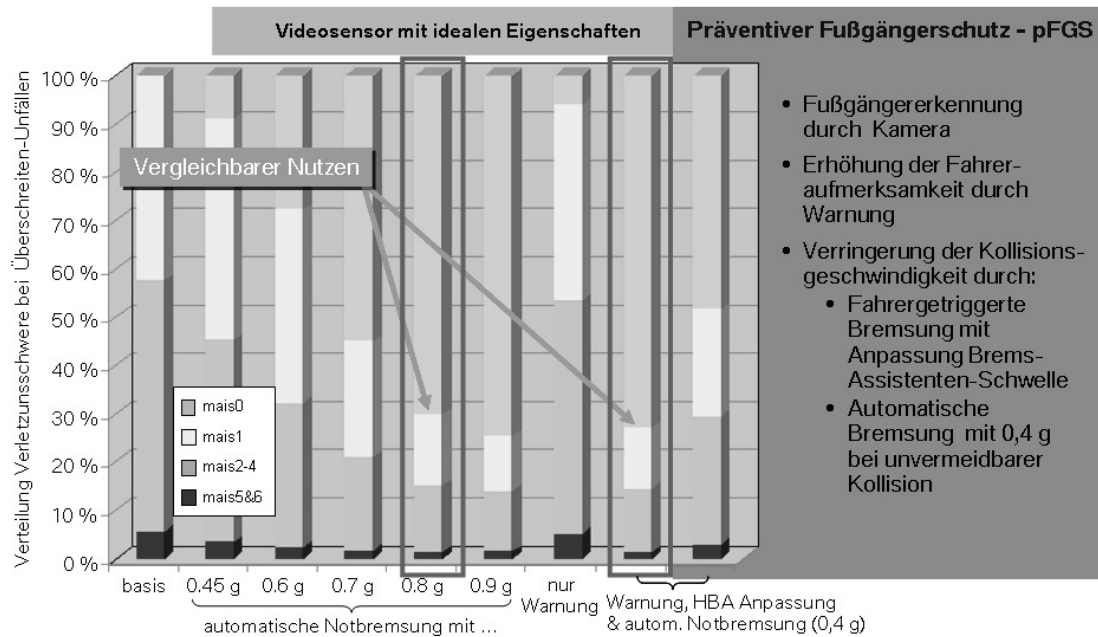


Abb. 5-3: Wirksamkeiten eines Fußgängerschutzsystems

6. Zusammenfassung

Die Fahrzeugsicherheit hat in den letzten Jahren große Fortschritte erlebt und dazu geführt, dass Fahrzeuge heute ein sehr hohes Maß an Aktiver und Passiver Sicherheit aufweisen. Dennoch kommt es immer noch zu Unfällen mit Schwerverletzten und Toten. Unfälle passieren nun aber nicht einfach, sondern sie werden verursacht, meistens durch Fehler des Fahrers. Fahrerassistenzsysteme können dazu beitragen, dass der Fahrer durch rechtzeitige Information oder Warnung gar nicht erst in kritische Situationen gerät. Kommt es doch zu kritischen Fahrsituationen können die von Fahrerassistenzsystemen gelieferten Informationen über die Umgebung verwendet werden, um richtige Handlungen des Fahrers weiter zu unterstützen.

Aber es kann nicht jederzeit sichergestellt werden, dass ein Assistenzsystem jede Situation richtig erfasst oder dass der Fahrer immer und jederzeit aus einer Information oder Warnung die richtigen Schlüsse zieht. Darüber hinaus können Ereignisse so plötzlich eintreten, dass eine Reaktion des Fahrers im Rahmen der menschlichen Reaktionszeiten gar nicht mehr möglich ist. Dann kann die Vernetzung der Assistenzsysteme mit weiteren Systemen im Fahrzeug dazu beitragen, das Fahrzeug und den Insassen auf eine nicht mehr vermeidbare Kollision vorzubereiten. So kann bei einer sicher erkannten, unvermeidbaren Kollision durch automatische Abbremsung Energie aus dem Fahrzeug herausgenommen werden. Dabei muss jedoch klar sein, dass dieser Fall nur sehr selten eintreten darf. Vorrangiges Ziel muss es sein, den Fahrer rechtzeitig zu einer richtigen Handlung zu bringen.

Weitere Möglichkeiten bieten sich durch die Vernetzung der Assistenzsysteme mit Insassenschutzsystemen. So können durch geschickte Crashvorbereitung die Belastungen der Insassen im Crashfall weiter verringert werden.

Eine besondere Herausforderung stellt bei diesen Systemen die Bewertung der Wirksamkeit dar. Heute wird die Passive Sicherheit der Fahrzeuge in einfachen Lastfällen überprüft. Man geht davon aus, dass damit ein Großteil der im realen Straßenverkehr vorkommenden Ereignisse abgedeckt wird. Schwierig bleibt die Ermittlung der Wirksamkeit aktiver, präventiver und integraler Schutzmaßnahmen. Da diese Systeme eine Kollision nicht immer vermeiden, sondern vielmehr den Energieeintrag bei der Kollision reduzieren oder in bestimmten Fällen Fahrzeug und Insasse richtig auf die Kollision vorbereiten, müssen geeignete Verfahren zum Wirkungsnachweis entwickelt werden. Eine vielversprechende Methode stellt die Simulation dar. Die Herausforderung liegt dabei in der zuverlässigen Prognose der Sicherheitseffekte im realen Verkehr und die direkte Systemwirkung bei der Kollision auf die Belastungen der Insassen in den unterschiedlichsten Kollisions-szenarien. Mit dem Nachweis der Wirksamkeit präventiver Systeme wären die Voraussetzungen für die Anerkennung beim Gesetzgeber und bei Verbraucherschutzorganisationen gegeben. Hier sind gemeinsame Vorschläge für geeignete Methoden und Tools zu erarbeiten.

- [1] Statistisches Bundesamt
Verkehr, Verkehrsunfälle – Zeitreihen 2008
Statistisches Bundesamt
Wiesbaden, 2009
- [2] Statistisches Bundesamt
Pressemitteilung Nr. 308 vom 21.08.2009
Statistisches Bundesamt
Wiesbaden, 2009
- [3] Richtlinie 2003/102/EG. Amtsblatt der Europäischen Union, 2003
- [4] Insurance Institute for Highway Safety, Special Issue: Car Size, Weight and Safety, Status Report Vol. 44, Nr. 4, 14.04.2009
- [5] Langwieder, K., Gwehenberger, J., Hummel, T., Bende, J. (2003). Benefit Potential of ESP in Real Accident Situations Involving Cars and Trucks. ESV-paper No. 150. 18th ESV-Conference, Nagoya (Japan).
- [6] Statistical Analysis of the Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) Systems – Final Report U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration - DOT HS 810 794 July 2007 NHTSA Technical Report
- [7] GREEN, P.E., WOODROOFFE, J. (2006). The Effectiveness of Electronic Stability Control on Motor Vehicle Crash Prevention. University of Michigan, Transportation Research Institute, Ann Arbor.
- [8] Insurance Institute for Highway Safety, Update: Electronic Stability Control, Status Report Vol. 41, Nr. 5, 13.06.2006
- [9] Bovenkerk, J.; Sahr, C.; Zander, O.; Kalliske, I.: New Modular Assessment Methods For Pedestrian Protection In The Event Of Head Impacts In The Windscreen Area. 21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV 2009), Nr. 09-0159, 2009.
- [10] Friesen, F.A.: Motorhaubenaufstellung für den Fußgängerschutz. Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen mbH (fka), 2003
- [11] Wisselmann, D.; Gresser, K.; Hopstock M.; Huber W.: Präventiver statt passiver Fußgängerschutz. Gesamtzentrum für Verkehr Braunschweig e.V. (Hrsg.): AAET 2009 - Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel, S. 60–76, 2009.
- [12] Verordnung (EG) Nr. 78/2009. Amtsblatt der Europäischen Union, 2009.