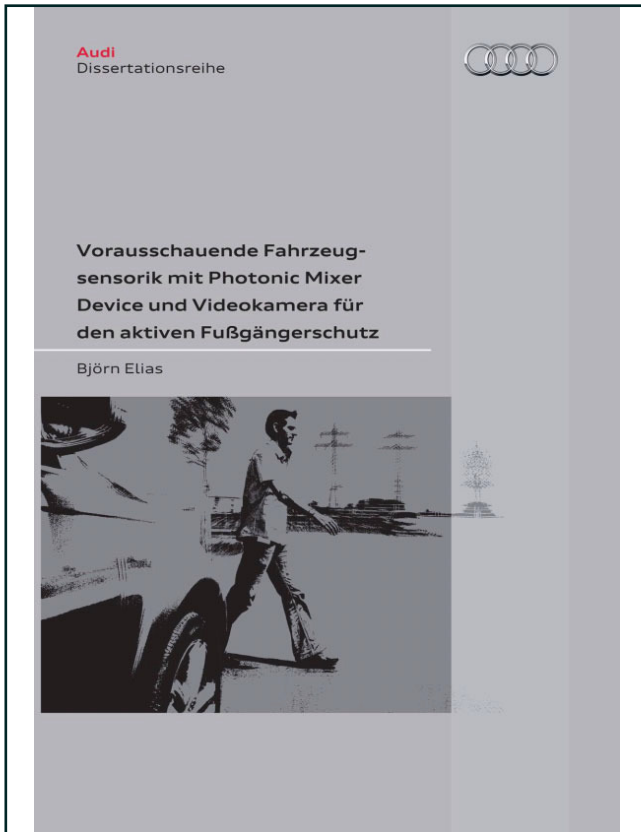




Björn Elias (Autor)

Vorausschauende Fahrzeugsensorik mit Photonic Mixer Device und Videokamera für den aktiven Fußgängerschutz



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1067>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

3

DER SCHUTZ VON FUSSGÄNGERN

Um die zu bewältigende Aufgabe des Schutzes von Fußgängern im Straßenverkehr zu analysieren und um ein adäquates Fußgängerschutzsystem, kurz FSS, entwickeln zu können, muss zunächst eine Bedarfsanalyse durchgeführt werden. Diese detaillierte Erarbeitung der Anforderungen konnte durch die Enge Abstimmung mit den Entwicklungsabteilungen von Audi erfolgen. Dies ist ein wesentlicher Aspekt für die Anwendbarkeit der Arbeit in der Industrie, der bei vielen stärker akademisch ausgelegten Arbeiten fehlt.

Aus den Analysen ergeben sich eine Reihe substantieller Fragen, auf die eine Antwort gefunden werden muss.

1. Welche Verkehrssituationen führen besonders oft zu Unfällen mit Fußgängern?
2. Für welche kritischen Verkehrssituationen existieren schon Assistenzsysteme?
3. Was ist der Unterschied zwischen einem Komfort- und einem Sicherheitssystem?
4. Wie darf ein autonomer Systemeingriff aus rechtlicher Sicht ausgelegt sein?
5. Sollen Fußgängerschutzsysteme als warnende Präventivsysteme oder als autonome aktive Schutzsysteme ausgelegt werden?
6. Wie können vorausschauende aktive Schutzsysteme validiert werden?

Das vorliegende Kapitel enthält Zusammenfassungen und Analysen, die zur Beantwortung dieser Fragen beitragen. Dazu liefert Abschnitt 3.1 eine Untersuchung der Unfallstatistiken zwischen Pkw und Fußgängern. In Abschnitt 3.2 wird eine Übersicht über existierende Assistenzsysteme gegeben und die besonderen Anforderungen an die Entwicklung eines Sicherheitssystems, auch im Hinblick auf rechtliche Aspekte, beschrieben. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse liefern in Abschnitt 3.3 die Basis für

eine mögliche Ausprägung eines aktiven FSS. Abschließend befasst sich Abschnitt 3.4 mit psychologischen Aspekten, die auf die Entscheidung von Käufern für oder gegen ein Sicherheitssystem Einfluss haben können.

3.1 UNFALLFORSCHUNG ZU FUSSGÄNGERUNFÄLLEN

Um herauszufinden, welche Verkehrssituationen und Szenarien besonders großen Einfluss auf Unfälle zwischen Fußgänger und Pkw haben, wird die aktuelle Unfallstatistik in diesem Abschnitt dargestellt und analysiert.

3.1.1 *Begriffe zur methodischen Unfallforschung*

Nachfolgend werden einige in der Unfallanalyse gebräuchliche Begriffe erklärt, die häufig als Auswahlkriterien in Statistiken auftauchen und die Verletzungsschwere eines Menschen beschreiben.

Abbreviated Injury Scale (AIS)

Die Abbreviated Injury Scale (AIS) ist eine Klassifikation für Einzelverletzungen. Diese weltweit gültige Einstufung nutzt einen 7-stelligen Code, der für jede Körperregion getrennt definiert ist. Die jeweils letzte Zahl dieses Codes, also die 7. Stelle, beschreibt die Verletzungsschwere der betroffenen Körperregion. Es steht dafür eine Skala von 1 bis 6 zur Verfügung, welche die Verletzungsgrade wie folgt definiert: AIS-0 gilt als unverletzt, AIS-1 als leicht verletzt, AIS-2 bis AIS-4 als schwer verletzt und AIS-5 als schwerst verletzt. AIS-6 entspricht einer nach dem aktuellen wissenschaftlichen Stand nicht behandelbaren Verletzung, die mittelbar zum Tod führt.

Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS)

Der Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS) entspricht dem höchsten AIS der verletzten Person. Dieser Wert wird recht häufig verwendet, da die schwerste Verletzung im Normalfall auch die relevanteste ist. In den im Folgenden analysierten Statistiken wird häufig eine Mindestverletzungsschwere MAIS-2+ benutzt. Im Gegensatz zur Betrachtung aller Verletzungsschweren dient die MAIS-2+ Einstufung zur Kennzeichnung der für uns relevanten Unfälle.

Injury Severity Score (ISS)

Die Gesamtverletzungsschwere wird anhand des Injury Severity Score (ISS) klassifiziert. Der ISS wird aus der Summe der Quadrate der drei höchsten Einzel-AIS-Werte eines Verletzten gebildet. Verletzte mit einem ISS über 25 werden als polytraumatisiert definiert.

Aufprallarten

Sind bei einem Unfall ein Fahrzeug und ein Fußgänger beteiligt, so differenziert man zwischen drei verschiedenen Aufprallarten. Der Primäraufprall bezeichnet den direkten Kontakt zwischen Fußgänger und Fahrzeug. Als Sekundäraufprall bezeichnet man den Sturz des Fußgängers auf die Straße, eventuell kommt es auch noch zu einem Tertiäraufprall, bei dem der Verunglückte vom Unfall- oder einem anderen Fahrzeug an- oder überfahren wird.

3.1.2 Definition der Kategorie »Fußgänger«

In die Kategorie »Fußgänger« fallen alle Fußgänger sowie Fußgänger mit Hunden, Fußgänger mit Kinderwagen, Skiläufer, Inline Skater, Kinder auf Rollern, Schlitten oder Rollschuhen (o.Ä.) und Kinder in Kinderwagen. In [14] ist eine Definition der Kategorie »Fußgänger« gegeben, nach der folgende Personen in Fußgängerunfallstatistiken *nicht* zur Kategorie Fußgänger gehören:

»Personen, die sich arbeitsbedingt auf der Fahrbahn aufhalten oder noch in enger Verbindung zu einem Fahrzeug stehen, wie Straßenarbeiter, Polizeibeamte bei der Verkehrsregelung oder ausgestiegene Fahrzeuginsassen bei Pannen, zählen nicht als Fußgänger.«

Demnach ist die Zahl tatsächlich verunglückter Personen, die durch ein aktives Fußgängerschutzsystem geschützt werden könnten, höher.

3.1.3 Fußgängerunfallstatistik Deutschland

Tabelle 3.1 zeigt eine Übersicht über die bei Verkehrsunfällen beteiligten Personen. Dabei wird zwischen beteiligt (verunglückt oder nicht verletzt) und verunglückt (verletzt oder getötet) differenziert. Die Tabelle zeigt weiterhin auf, wie stark Fußgänger an Unfällen mit Pkw beteiligt sind. Laut dieser Statistik haben Fußgänger einen höheren Anteil bei den getöteten Personen als bei den Verletzten. Dies zeigt, dass Fußgänger wenig geschützt sind.

Die Statistiken aus Tabellen 3.2 und 3.3 zeigen, dass der Unfallschwerpunkt innerhalb von Ortschaften liegt. Das Verhältnis der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung zwischen inner- und außerorts liegt bei über 16 : 1. Dabei sind die Pkw als Hauptverursacher anzusehen, was im Übrigen als einer der wichtigsten Motivationsgründe für die Entwicklung einer vorausschauenden Sicherheitsfunktion für Fußgänger anzusehen ist. Zwischen inner- und außerorts liegt das Verhältnis der Verletzten bei 18 : 1 und bei

Auswirkung auf Person	Gesamtanzahl	davon Fußgänger insgesamt	anteilig
beteiligt	ca. 652 487	ca. 37 024	ca. 5,7 %
verunglückt	436 368	34 499	7,8 %
verletzt	431 419	33 804	7,8 %
getötet	4 949	695	14,0 %

TABELLE 3.1: Statistik für Unfälle mit Fußgängern in Deutschland für das Jahr 2007 [2]

Unfallort	Verursacher	Häufigkeit
Innerorts (gesamt: 22 466)	Fußgänger	6 947 31 %
	PKW	15 519 69 %
Außerorts (gesamt: 1 239)	Fußgänger	461 37 %
	PKW	778 63 %

TABELLE 3.2: Unfälle mit Personenschaden für 2005

Unfallort	Verursacher	Häufigkeit
Innerorts (gesamt: 281)	Fußgänger	114 41 %
	PKW	167 59 %
Außerorts (gesamt: 119)	Fußgänger	64 54 %
	PKW	55 46 %

TABELLE 3.3: Statistik über Unfälle mit Todesfolge

den Getöteten bei 7 : 3. In den innerörtlichen Szenarien stirbt nur ein geringer Teil der betroffenen Personen, nämlich ungefähr eine Person von 80. Außerhalb von Ortschaften ist dieser Anteil jedoch deutlich höher, hier stirbt jeder Zehnte nach einem Zusammenstoß mit einem Pkw. Die Zahl der getöteten Fußgänger lag 2005 bei über 650, das sind 17,7 % weniger als in 2004. Die Zahl der getöteten Kinder ist in 2005 zum ersten Mal seit 5 Jahren angestiegen, und zwar um 3,9 % auf 159.

In [1] wird eine Datenbank des Volkswagenkonzerns beschrieben, mit deren Hilfe seit 1980 Stichproben von Unfällen inklusive der genauen Erfassung der vollständigen Unfallsituation erfasst wird. Dort ist zu erkennen, dass sich der Anteil der aufgelisteten Fußgänger- und Radfahrerunfälle von 32,2% auf 50,7% Prozent erhöht, wenn das Auswahlkriterium der Verletzungsschwere auf MAIS-2+ angehoben wird. Dies beschreibt deutlich, dass die Gruppe der schwachen Verkehrsteilnehmer aus der Gruppe der Fußgänger und der Radfahrer besteht.

Typische Unfallszenen

Eine Hochrechnung auf Basis dieser Stichprobenanalyse von Daten der letzten 20 Jahre ergibt, dass der Zusammenstoß zwischen Pkw und Fußgänger mit einer Wahrscheinlichkeit von über 72 % an der Fahrzeugfront stattfindet. Dabei wurden nur solche Unfälle berücksichtigt, bei denen eine Verletzungsschwere der Stufe MAIS-2+ auftrat. Von diesen Frontunfällen ausgehend sind folgende Wahrscheinlichkeiten für die Unfallszene gegeben: Mit einer Wahrscheinlichkeit von über 86 % fährt das Fahrzeug auf einem geraden Streckenabschnitt und der Fußgänger überquert die Fahrbahn von links oder rechts. In circa 33 % der Fälle tritt der Fußgänger aus einer Teil- oder Vollverdeckung hervor. Die Menge der Unfälle in Abbiegesituationen ist dagegen recht klein und betrifft nur ungefähr 7 %. Zu nur 2,3 % bewegt sich der Fußgänger parallel zum Fahrzeug.

Auf Basis dieser Analyse erscheint es sinnvoll, die Aufmerksamkeit des Fahrers in den besonders häufig auftretenden potentiellen Unfallsituationen zu erhöhen. Diese Situationen beinhalten hauptsächlich die Geradeausfahrt mit sich seitlich näherndem Fußgänger.

Tageszeit und Helligkeit

Insgesamt liegt das Verhältnis der Unfallhäufigkeiten zwischen Tag und Nacht bei ungefähr 2 : 1. Dabei weisen die Unfälle bei Nacht eine durchschnittlich höhere Verletzungsschwere im Bereich um MAIS-4 auf.

Geschwindigkeiten

Auf der Basis von [1] wurde Abbildung 3.1 erzeugt. Diese zeigt die kumulierte Anzahl der MAIS-2+ Verletzungen über der Kollisionsgeschwindigkeit. Es ist zu erkennen, dass die typischen Aufprallgeschwindigkeiten der Pkw zwischen 10 km/h und 60 km/h liegen. Nur wenige Unfälle treten mit Aufprallgeschwindigkeiten größer als 70 km/h auf.

Bei einem Zusammenstoß mit 65 km/h liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit des Fußgängers bei ungefähr 30 %. Im Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit für einen Zusammenstoß bei dieser und noch höherer Geschwindigkeiten führt dies zu dem Schluss, dass eine Reduktion der Aufprallgeschwindigkeit außerhalb des schraffierten Bereiches sehr wenig Einfluss auf die Zahl der Verletzten und Getöteten hat. Ebenso hat ein Aktionskonzept für den Geschwindigkeitsbereich unterhalb des schraffierten Bereiches geringe Auswirkung, da dort nur circa 7 % MAIS-2+ Verletzungen auftreten [15]. Der Einfluss der Reduktion der Kollisionsgeschwindig-

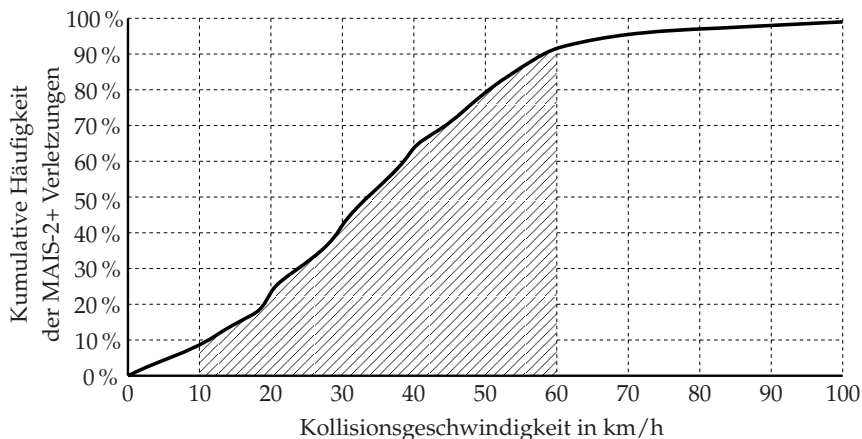


ABBILDUNG 3.1: Unfallschwere bei PKW-Fußgänger-Unfällen in Abhängigkeit der Kollisionsgeschwindigkeit [16]

keiten bei PKW-Fußgänger-Kollisionen wurde im Rahmen des EU-Projektes SAVE-U analysiert [16]. Das Ergebnis ist in Abbildung 3.1 gezeigt.

Kinder

Trotz der häufigen Hinweise auf die Zahlen über verletzte und getötete Kinder im Straßenverkehr [17] macht diese Gruppe nur einen Anteil von knapp 8 % aus. Dies zeigt auch die Angabe über Körpergrößen der verletzten Personen. Ungefähr 12 % der Personen sind kleiner als 1,40 m.

Bremsreaktionen

In ungefähr 50 % der Fußgängerunfälle wurde das Fahrzeug nicht abgebremst [1]. Grund für diese Inaktivität ist häufig, dass der Fahrer die Verkehrssituation nicht als kritisch wahrnimmt. Laut [18] sind bei fast der Hälfte aller Auffahrunfälle die Fahrer unaufmerksam und bremsen daher nicht. Dies ist ein signifikanter Hinweis auf die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung bisheriger Sicherheitssysteme.

3.1.4 Fußgängerunfallstatistik Europa

Kollisionen zwischen Fahrzeugen und Fußgängern sind für bis zu 10 000 Todesfälle pro Jahr in den Ländern der Europäischen Union verantwortlich¹ [5]. Bei insgesamt rund 40 000 bis 50 000 Verkehrstoten zählt die Grup-

¹Statistiken von Verkehrsunfällen von 2000 bis 2002 in Deutschland, <http://www.fussgaengerschutz.net>, 2003

pe der Fußgänger zu der am zweitstärksten betroffenen Gruppe. Die Gruppe der ungeschützten Verkehrsteilnehmer insgesamt, also Fußgänger, Radfahrer und Motorradfahrer, sind mit ca. 30 % vertreten (Stand 2003). Zwar sinkt die Zahl der getöteten Verkehrsteilnehmer kontinuierlich, jedoch stagniert die Zahl der Verletzten. Tabelle 3.4 gibt einen quantitativen Überblick.

Auswirkung auf Person	Anzahl insgesamt	Fußgänger insgesamt	Anteil	Zweiräder insgesamt	Anteil
verletzt (1997)	1 677 328	155 151	9,3 %		
verletzt (2001)	ca. 1,9 Mio	ca. 185 000	9,7 %	ca. 465 000	24,5 %
getötet (1998)	42 699	6 618	15,5 %	2 306	5,4 %
getötet (2001)	ca. 48 000	ca. 9 000	18,8 %	ca. 10 000	20,8 %

TABELLE 3.4: Statistik für die Europäische Union (EU-25) [5]

3.1.5 Fußgängerunfallstatistik USA

Sowohl die Anzahl getöteter, als auch die Anzahl verletzter Fußgänger sind in den USA seit 15 Jahren rückläufig. Tabelle 3.5 zeigt eine Zusammenfassung für das Jahr 2003.

Auswirkung auf Person	Anzahl insgesamt	Fußgänger insgesamt	Anteil
verletzt (2003)		69 949	
getötet (2003)	ca. 36 500	4 749	13 %

TABELLE 3.5: Statistik USA

3.1.6 Weltweite Fußgängerunfallstatistik

Die World Health Organization (WHO) berichtet, dass im Jahr 2002 fast 1,2 Millionen Menschen weltweit bei Verkehrsunfällen starben. Die Zahl der Verletzten liegt nach Schätzungen zwischen 20 und 50 Millionen. Eine weitere Abschätzung² führt zu 760 000 getöteten Fußgängern pro Jahr. Der Anteil der getöteten Fußgänger an allen getöteten Unfallbeteiligten beträgt damit über 63 %, er unterliegt aber starken länderspezifischen Schwankungen. Während in Deutschland rund 13% der Getöteten im Straßenverkehr

²aus <http://www.worldbank.org/transport/roads/safety.htm>, zuletzt besucht im Dezember 2006

Fußgänger sind, liegt die Zahl in Thailand bei rund 47%. In Ländern, in denen weniger Personen zu Fuß am Straßenverkehr teilnehmen, liegt auch die Zahl der Unfalltoten in der Gruppe Fußgänger deutlich niedriger³. Tabelle 3.6 zeigt eine Übersicht.

Land	Fußgänger	Pkw-Insassen
Deutschland	13 %	61 %
Frankreich	12 %	63 %
Griechenland	22 %	42 %
USA	13 %	52 %

TABELLE 3.6: Verkehrstote nach Art der Verkehrsteilnahme [19]

3.2 FAHRERASSISTENZ UND SICHERHEIT

Das Ziel von Fahrerassistenzsystemen ist die Unterstützung des Fahrers bei der Erfüllung seiner Fahraufgabe. Die Verkehrssituationen, in denen eine Unterstützung geleistet werden soll, können dabei recht verschieden sein. Abhängig von diesen Verkehrssituationen werden sehr unterschiedliche Informationen des Fahrzeugumfeldes benötigt. In den folgenden Unterkapiteln werden sowohl die Fahrsituationen, also auch die existierenden und zukünftigen Assistenz- und Sicherheitssysteme kurz vorgestellt und kategorisiert. Ebenso wird die besondere Herausforderung bei der Entwicklung eines Sicherheitssystems im Hinblick auf rechtliche Aspekte beschrieben.

3.2.1 Charakteristika von Fahrerassistenz- und Sicherheitssystemen

Beginnen wir mit den fünf möglichen Fahrsituationen [20]. Abbildung 3.2 zeigt sowohl die zu entscheidenden Situationen wie auch die möglichen Übergänge. Der erste Zustand ist die »normale Fahrt«. Die in der horizontalen Ellipse liegenden Phasen »normale Fahrt«, »Warnung« und »Unfallvermeidung möglich« können abwechselnd auftreten, ohne dass ein Unfall eintritt. Erst beim Übergang in die vertikale Ellipse tritt tatsächlich ein Unfall ein. Die Phasen »Unfallvermeidung möglich«, »Unfall unausweichlich« und die »Rettungsphase« treten sequentiell und nur in der hier gegebenen Reihenfolge auf. Ein Unfall ist dort unvermeidbar. Zwischen dem normalen Fahrbetrieb (waagerechte Ellipse) und dem eigentlichen

³aus International Road Traffic and Accident Database (IRTAD), <http://www.irtad.net>, zuletzt besucht im April 2002

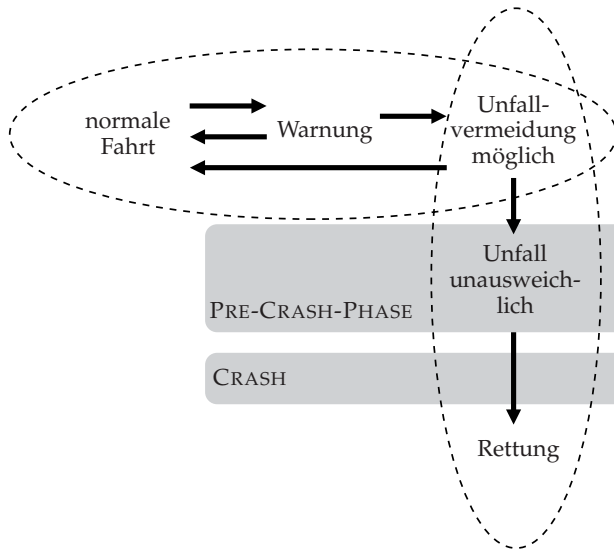


ABBILDUNG 3.2: Fahrsituationen und mögliche Übergänge

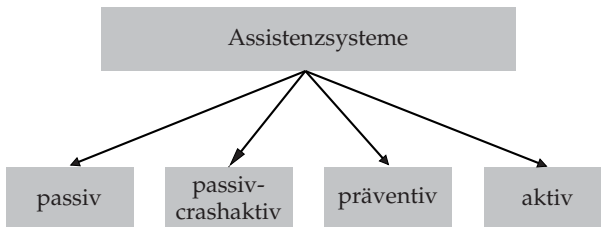


ABBILDUNG 3.3: mögliche Kategorien von Sicherheitssystemen – präventive und aktive Methoden können durch vorausschauende Sensorik gesteuert werden

Unfallereignis liegt eine Phase, die als »Pre-Crash-Phase« bezeichnet werden kann.

Es existieren viele Ansätze, eine Klassifizierung der Sicherheitssysteme in verschiedenen Systemmethoden vorzunehmen. Jedoch sind die Einteilungen oft recht unterschiedlich, da eine präzise Beschreibung der Sicherheitssysteme notwendig ist. Aus diesem Grund wird hier noch einmal eine Einteilung vorgenommen. Die in dieser Arbeit verwendeten Kategorien sind in Abbildung 3.3 gezeigt. Sie teilen die Systeme in passive, passiv-crashaktive, präventive und aktive Methoden ein. Aktive Systeme unterscheiden sich insofern von passiven Systemen, als dass sie schon im Vorfeld auf gefahrenbringende Situationen reagieren können. Präventive Sy-

steme sind selbständig arbeitende Systeme, die frühzeitig Aktionen auslösen können, jedoch keinen aktiven Einfluss auf das Fahrverhalten haben.

Schauen wir nun auf die Beschreibung relevanter Fahrzeugsysteme aus dem Bereich Komfort und Sicherheit. Einige Systeme existieren bereits⁴, andere befinden sich derzeit im Entwicklungsstadium.

GRA: Die Geschwindigkeitsregelanlage (GRA) regelt das Fahrzeug auf eine gesetzte Zielgeschwindigkeit. Weitere Bezeichnungen des Systems sind Speed Control oder Cruise Control.

ACC: Das Adaptive Cruise Control (ACC) System ist eine Erweiterung der GRA und reagiert auf vorausfahrende Fahrzeuge. Das Ziel ist es, eine vom Fahrer vorgegebene Zeitlücke zwischen dem vorausfahrenden und dem eigenen Fahrzeug zu erreichen. Dazu finden Eingriffe in die Motorsteuerung und die Bremse statt. Die Regelgröße ist die Beschleunigung. Synonyme dafür sind die Automatische Distanzregelung (ADR) oder die Abstandsregelanlage (ARA).

ESP: Das Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) greift bei Überschreitung der erreichbaren Seitenführungskräfte automatisch in das Bremssystem und das Motormanagement ein. Ein verwandter Begriff ist Dynamic Stability Control (DSC).

ABS: Das Anti-Blockier-System (ABS) verhindert das Blockieren der Räder, so dass das Fahrzeug auch bei einer Vollbremsung lenkbar bleibt. Der englische Begriff ist Antilock Braking System.

ASR: Wird ein Schlupf an einem Rad festgestellt, so greift die Anti-Schlupf-Regelung (ASR) in die Motorsteuerung ein und reduziert die Motorleistung.

EDS: Die Elektronische Differentialsperre (EDS) ist ein Teil des ESP und der ASR. Sie sorgt dafür, dass bis zu einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 40 km/h beziehungsweise 80 km/h ein Rad bei Auftreten von Schlupf automatisch abgebremst wird. Der englische Begriff ist Electronic Differential Lock (EDL).

ASA: Das System Audi Side Assist (ASA) warnt den Fahrer, wenn er mit seinem Fahrzeug auf eine Fahrspur wechseln will, auf der sich ein von hinten schnell näherndes anderes Fahrzeug befindet. Eine international benutzte Bezeichnung ist unter Anderem Lateral Control Assistant.

⁴aus dem Internet Lexikon der AUDI AG, Übersicht der Fahrzeugsysteme, <http://www.audi.de/audi/de/de2/tools/glossary.html>, 2007

ALA: Der Audi Lane Assist (ALA) erkennt mit Hilfe eines optischen Sensors die Fahrspurmarkierungen und warnt den Fahrer beim unbeabsichtigten Verlassen dieser Spur. Das englische Synonym ist Lane Keeping Assistant.

Nachtsichtsystem: Ein Nachtsichtsystem erhöht die Chance, dass der Fahrer bei Dunkelheit relevante Objekte vor seinem Fahrzeug erkennt und so bei kritischen Verkehrssituationen früher reagieren kann. Die genaue Systemausprägung kann dabei stark variieren und reicht von rein darstellenden Systemen über warnende Systeme bis zu eingreifenden Systemen. Die Funktion ist im Allgemeinen unter dem Begriff Night Vision (NV) bekannt.

APS: Das Acoustic Parking System (APS) vereinfacht das Einparken durch abstandsabhängige Warntöne.

PLA: Ein Parklenkassistent (PLA) misst während der Vorbeifahrt die Abmessungen von Parklücken aus. Möchte der Fahrer in eine Parklücke einparken, übernimmt Fahrzeug die Steuerung der Lenkung, der Fahrer kontrolliert nur die Geschwindigkeit.

Stadt-ACC: Der Funktionsumfang orientiert sich am ACC. Durch den innerstädtischen Einsatz liegt jedoch beim Stadt-ACC der relevante Geschwindigkeitsbereich bei 0 km/h bis 60 km/h. Das Aktionskonzept konzentriert sich auf langsamer fahrende und stehende Fahrzeuge, die sich im prädierten Fahrschlauch⁵ befinden.

ANB: Die Automatische Notbremse (ANB) bremst das Fahrzeug, wenn ein Auffahrunfall aus physikalischen Gründen nicht mehr zu vermeiden ist.

FSS: Unter dem Begriff Fußgängerschutzsystem (FSS) sind alle aktiven Maßnahmen zu sehen, die in dieser Arbeit anhand der Beispielapplikation aus Abschnitt 3.3 vorgestellt werden. Dadurch soll die Sicherheit eines Fußgängers beim Zusammenstoß mit einem Kraftfahrzeug erhöht werden. Im Fokus steht dabei der Frontalzusammenstoß im innerörtlichen Verkehr. Durch die Verwendung von vorausschauenden Sensoren kann eine mehrstufige Auslösestrategie eingesetzt werden, die zu verschiedenen Zeitpunkten vor dem prädierten Zusammenstoß Fahrerwarnungen oder Bremsaktionen vorsieht.

Man kann alle diese Systeme in eine Matrix eintragen, die durch die zuvor beschriebenen Kategorien »Fahrsituationen« und »Assistenzmethode«

⁵Der prädierte Fahrschlauch ist der Bereich, der als wahrscheinlichster Pfad vom Fahrzeug in den folgenden Sekunden überfahren wird.

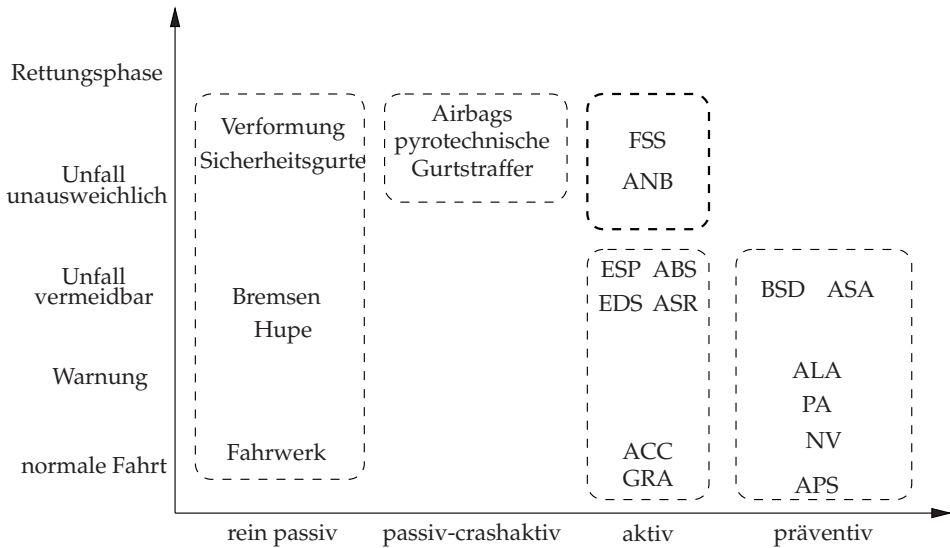


ABBILDUNG 3.4: Übersicht einiger präventiver, passiver und aktiver Systeme und Vorrichtungen mit Einstufung in die entsprechenden Fahrsituationen

aufgespannt ist (siehe Abbildung 3.4). Dabei ist zu erkennen, in welchen Bereichen die bisher eingesetzten Systeme ihre Wirkung entfalten. Die passiven Systeme decken alle Fahrsituationen ab, die passiv-crashaktiven Systeme konzentrieren sich per Definition auf das Unfallereignis. Aktive und präventive Systeme bieten bisher jedoch hauptsächlich für die Situationen Schutz, die laut Abbildung 3.2 in den Bereich der möglichen Unfallvermeidung fallen. Erst die beiden Applikationen Fußgängerschutzsystem (FSS) und Automatische Notbremse (ANB) erstrecken ihren Wirkungsbereich vollständig in das Unfallereignis selbst hinein. Das bedeutet, dass die heutigen passiven Systeme bereits den Fahrer bei einem Unfall schützen, die aktiven Systeme bisher aber nur dabei helfen, den Unfall zu vermeiden. Gründe dafür liegen in der Tatsache, dass sowohl den passiven als auch den aktiven Systeme die Informationen über den bis zum Zusammenstoß verbleibenden Zeitraum, die prädizierte Unfallschwere, die Art des Unfallgegners und die Kritikalität der Verkehrssituation nicht zur Verfügung stehen.

Trägt man nun die Systemautonomie, also die Stärke des Einflusses des Fahrers auf den Systemeingriff, in Abhängigkeit der Fahrsituationen auf, so erkennt man in Abbildung 3.5 folgendes: Je kritischer die Fahrsituation ist, desto weniger Einfluss hat der Fahrer auf die weitere Fahrzeugdynamik und auf die Auslösung einzelner Aktoren. Dies hat durchaus seine

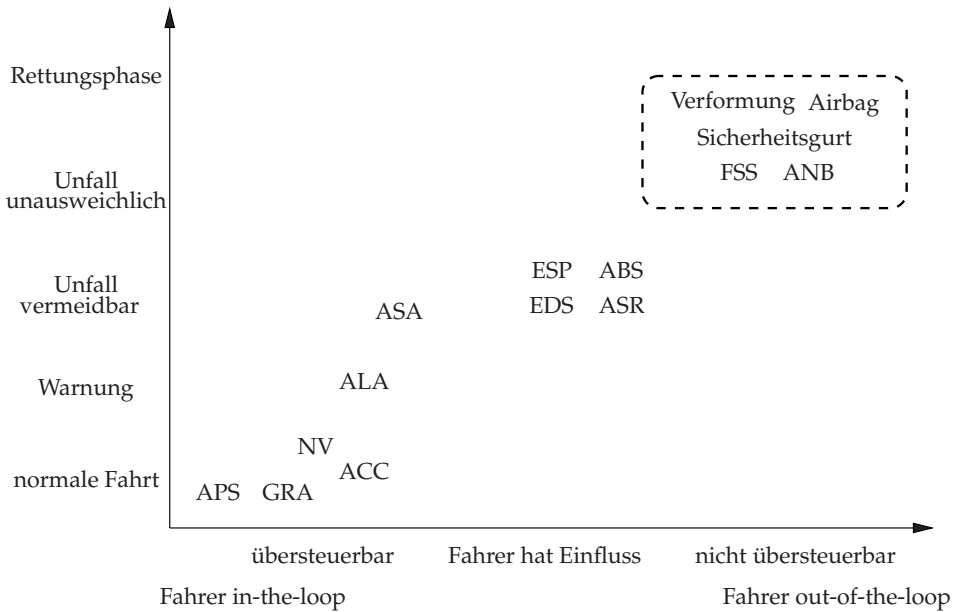


ABBILDUNG 3.5: Kategorisierung der Systeme in Abhängigkeit der Fahr-situation und der Systemautonomie

Berechtigung, denn die Systeme *müssen* dem Fahrer einen Teil seiner Aufgaben abnehmen, für die er bis zu diesem Zeitpunkt verantwortlich war, denn der Fahrer kann die Fahrsituation – offensichtlich – mit zunehmender Kritikalität beziehungsweise mit abnehmender Zeitspanne bis zum prädi-zierten Unfallzeitpunkt immer weniger beherrschen.

Dem Kunden werden beim Kauf eines Fahrzeugs Komfort- und Sicher-heitssysteme angeboten. Dies geschieht entweder über Serienausstattun-gen (besonders bei den passiven Sicherheitssystemen) als auch über Mehr-ausstattungen (häufig als Komfortsysteme bezeichnet). Dabei bezieht sich der Begriff Komfort nicht auf den *Fahr*komfort. Alle hier diskutierten Assi-stenzsysteme sind nämlich darauf ausgerichtet, entweder Unfälle zu ver-meiden oder Unfallfolgen zu minimieren. Das heißt nichts anderes, als dass die Sicherheit erhöht wird. Der Fahrer soll sich bei einem Teil sei-ner Aufgaben unterstützen lassen. Die Eingriffe ins Fahrverhalten sind dabei im Allgemeinen recht moderat. Der Fahrer kann jederzeit das Sys-tem übersteuern. Im Normalfall können diese Systeme auch deaktiviert werden. Beispiele für diese Komfortsysteme sind die Geschwindigkeitsre-gelanlage (GRA), das Adaptive Cruise Control (ACC), der Audi Side Assi-st (ASA), der Audi Lane Assist (ALA) und bekannte Ausprägungen von Nachtsicht-Systemen.