

Das Auto der Zukunft

30. Juni 2011

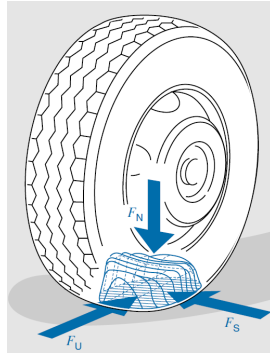
Inhaltsverzeichnis

1	Physikalische Grundlagen	3
1.1	Kräfte	3
1.2	Schlupf (λ)	4
2	Aktuelle Fahrassistenzsysteme	5
2.1	Antiblockiersystem (ABS)	5
2.1.1	Aufbau des Antiblockiersystems	5
2.1.2	Regelbereich des Antiblockiersystems	6
2.2	Antriebsschlupfregelung (ASR)	7
2.2.1	Aufbau der Antriebsschlupfregelung	7
2.2.2	Typische Regelsituationen der Antriebsschlupfregelung	8
2.3	Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)	9
2.3.1	Funktionsweise des Elektronischen Stabilitätsprogramms	10
2.4	Automatische Bremsfunktionen	11
3	Luxus Fahrassistenzsysteme	12
3.1	Adaptive Cruise Control (ACC)	12
3.1.1	Funktionsweise des Adaptive Cruise Control	12
3.2	Totwinkel-Assistent	13
3.3	Spurhalteassistent	13
3.4	Active City Stop (ACS)	14
3.4.1	Typische Situation mit Active City Stop	14
3.5	Unfallfolgenmilderung	15
4	Ausblick in die Zukunft	16
4.1	Was bringt die Zukunft?	16
4.2	Kreuzungsassistent	18
4.2.1	Vorfahrtsassistent	19
4.2.2	Abbiegeassistent	19
4.3	Lateral Collision Avoidance	20
4.4	Aktive Gefahrenbremsung	20
4.5	Integrierte Querführung	21

1 Physikalische Grundlagen

1.1 Kräfte

Die gesamte Kraftübertragung des Fahrzeugs erfolgt über die Kontaktfläche der Reifen mit der Straße. Daher stellt sich eine Betrachtung der auf die Reifen wirkenden Kräfte bei der Analyse der Fahrstabilität eines Fahrzeugs als unausweichlich da.



F_N Die Reifenaufstandskraft ist definiert als die Kraft, welche senkrecht zur Fahrbahn zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche wirkt.

Sie ist neben dem Fahrbahn- bzw Reifenzustand maßgeblich für die auf der Straße übertragbare Brems- bzw Antriebskraft verantwortlich.

Auf ebener Fahrbahn entspricht die Summe der Reifenaufstandskräfte aller 4 Räder der Gewichtskraft des Fahrzeuges. Bei Bergauf- oder Bergabfahrten wirkt jedoch, abhängig vom Steigungswinkel, nur ein Teil der Gewichtskraft als Reifenaufstandskraft. Der andere Teil wirkt ausgehend vom Fahrzeug in Richtung des Gefälles und parallel zur Fahrbahn. Durch die verminderten Reifenaufstandskräfte ergibt sich im Vergleich zur ebenen Fahrbahn eine verschlechterte Brems bzw. Beschleunigungsfähigkeit.

F_U Die Reifenumfangskraft wirkt ausgehend von der Kontaktfläche zwischen Reifen und Fahrbahn bei Beschleunigungsvorgängen in Fahrtrichtung bzw. bei Bremsvorgängen entgegen der Fahrtrichtung. Jeder Beschleunigung- bzw. Verzögerungswunsch des Fahrers wird also über diese Kraft erreicht. Die maximale übertragbare Reifenumfangskraft hängt vom Zustand der Reifen bzw. der Fahrbahn ab und kann daher an jedem der 4 Reifen unterschiedlich sein.

F_S Die Seitenkraft wirkt hauptsächlich in Kurven. Die Trägheit des Fahrzeugs sorgt dafür, dass es bestrebt ist seine gegenwärtige Fahrtrichtung beizubehalten. In Kurvenfahrten hätte dies das Verlassen der Kurve zu Folge. Um die Fahrtrichtung zu verändern muss also eine Beschleunigung entlang der Querachse erfolgen. Dies wird über eine Veränderung der Lenkstellung erreicht. Die Kraft die dabei auf die Reifen wirkt, ist die sogenannte Seitenkraft.

1.2 Schlupf (λ)

Schlupf bezeichnet die Differenz der aktuellen Fahrgeschwindigkeit zur Geschwindigkeit der Reifen. Schlupf tritt in der Praxis bedingt durch die Elastizität der Reifen beim Rollen in kleinem Rahmen immer auf. Schlupf tritt sowohl beim Bremsen als auch bei Beschleunigen auf.

- Bremsschlupf
 - Tritt bei Bremsvorgängen auf
 - $\lambda = \frac{\nu_F - \nu_U}{\nu_F}$
 - $\nu_U \leq \nu_F$

- Antriebsschlupf
 - Tritt bei Beschleunigungsvorgängen auf
 - $\lambda = \frac{\nu_U - \nu_F}{\nu_U}$
 - $\nu_F \leq \nu_U$

2 Aktuelle Fahrassistenzsysteme

2.1 Antiblockiersystem (ABS)

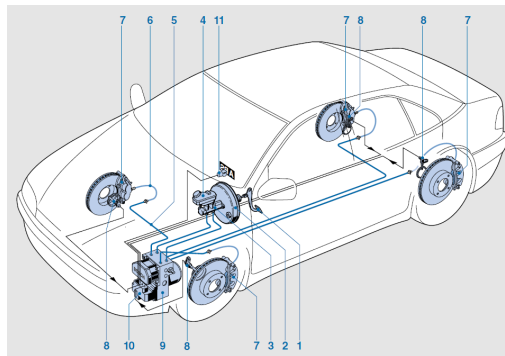
Das Antiblockiersystem ist ein System zur Verhinderung der Blockierung der Reifen während eines Bremsvorganges. Durch gezielte Bremsdruckreduzierung an einzelnen Rädern wird ein Blockieren der Räder vermieden.

Das bringt folgende Vorteile mit sich:

- Fahrzeug bleibt bei einer Vollbremsung lenkbar
- Besseres Bremsverhalten auf nassen Fahrbahnen
- Geringere Abnutzung der Reifen durch gleichmäßige Bremskraftverteilung

2.1.1 Aufbau des Antiblockiersystems

Im Wesentlichen besteht das ABS aus dem vorhandenen Bremssystem, Drehzahlmessern an den Rädern sowie einem ABS Steuergerät am Hydromodul.



1. Bremspedal
2. Bremskraftverstärker
3. Hauptzylinder
4. Ausgleichsbehälter
5. Bremsleitung
6. Bremsschlauch
7. Radbremse mit Radzylinder
8. Raddrehzahlsensor
9. Hydroaggregat
10. ABS-Steuergerät
11. ABS-Kontrollleuchte

2.1.2 Regelbereich des Antiblockiersystems

Um die Lenkbarkeit des Autos zu gewährleisten ohne die Bremsleistung wesentlich zu verschlechtern, lässt das ABS einen gewissen Schlupf zu.

Da die Bremsleistung ab etwa 20-30 Prozent Schlupf nicht weiter steigt, beginnt das ABS erst hier aktiv einzugreifen.

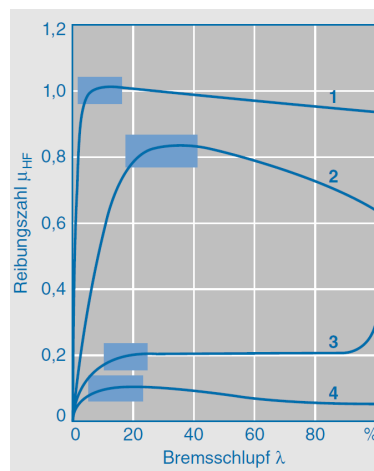
Dadurch wird die optimale Bremsleistung bei gleichzeitiger Lenkbarkeit des Autos gewährleistet.

Dabei ergibt sich sowohl bei nasser als auch verschneiter Fahrbahn im Bereich von 80 bis 100 Prozent Schlupf ein leicht verändertes Bild.

In beiden Fällen sammelt sich Schnee bzw. Wasser vor dem Reifen an.

Während das Wasser die Bremsleistung durch einen Wasserfilm vermindert, erhöht die Bildung eines Schneekeils vor den Reifen die Bremswirkung.

Letzter Fall findet im sogenannten Offroad ABS Beachtung. Durch kurzes impulsartiges Blockieren der Räder wird ein Schneekeil aufgebaut und damit die Bremsleistung erhöht.



1. trockener Beton
2. nasser Asphalt
3. lockerer Schnee
4. nasses Glatteis

2.2 Antriebsschlupfregelung (ASR)

Die Antriebsschlupfregelung verhindert das Durchdrehen der Reifen wegen zu starker Beschleunigung eines Beschleunigungsvorganges.

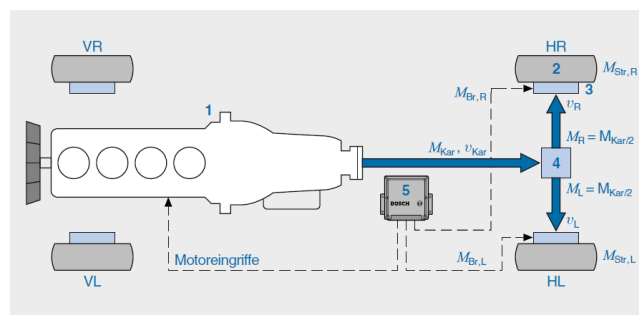
Vorteile:

- Kein Durchdrehen der Räder bei zu starker Beschleunigung
- Bessere Traktion auf schlechtem Untergrund wie Eis, Schnee, Splitt oder nassem Kopfsteinpflaster
- Stabiles Fahrverhalten auch in Kurven
- Warnung bei mangelnder Traktion durch die ASR Warnleuchte

2.2.1 Aufbau der Antriebsschlupfregelung

Die Antriebsschlupfregelung besteht im Wesentlichen aus einem ASR Steuergerät sowie Steuerverbindungen zum Motorsteuergerät und zu den Bremsen der antreibenden Räder. Die Antriebsschlupfregelung kann also sowohl die Motorleistung regulieren als auch die Antriebsräder individuell abbremmen.

Der Teil, der ASR welcher für Eingriffe in die Motorsteuerung zuständig ist, wird Kardananregler genannt, da er das Motormoment, welches an der Kardanwelle anliegt, reguliert. Der für die Eingriffe in das Bremssystem zuständige Teil nennt sich Quersperrenregler, da sich die Eingriffe wie ein unsymmetrisches Aufteilungsverhältnis des Querdifferenzial bemerkbar machen.



1. Motor
2. Rad
3. Bremse
4. Querdifferenzial
5. ASR Steuergerät

2.2.2 Typische Regelsituationen der Antriebsschlupfregelung

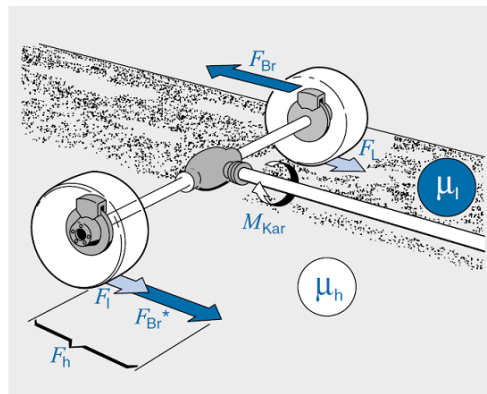
Die Antriebsschlupfregelung kommt in 2 Situationen zum Einsatz:

niedrig- μ beschreibt Situationen, in denen die Reifen bedingt durch eine geringe Haftreibungszahl(μ) durchdrehen.

Hier kommt der Kardanregler zum Tragen, welcher die Motorleistung so weit runterregelt, dass das unter Beachtung der Haftreibungszahl maximal übertragbare Motormoment erreicht wird.

μ -split beschreibt Situationen, in denen die Reifen bedingt durch unterschiedliche Haftreibungszahlen(μ) an den Antriebsrädern unterschiedlich viel Kraft übertragen und das Fahrzeug zum Abdriften zwingen oder sogar das Durchdrehen eines Antriebsrades zur Folge haben.

In dieser Situation tritt der Quersperrenregler durch abbremsten des Rades mit der niedrigeren Haftreibungszahl, im Folgenden mit μ_l gekennzeichnet, in Aktion.



Da am Rad mit μ_l statt der am am Rad mit μ_h umsetzbaren Kraft F_h nur die geringe Kraft F_l umgesetzt werden kann, muss der Quersperrenregler die überschüssige Kraft $F_h - F_l$ durch das Abbremsten des Rades abbauen.

2.3 Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)

Das ESP ist ein System zur Stabilisierung des Fahrverhaltens eines Fahrzeuges. Dabei greift es sowohl auf Motoreingriffe als auch auf das gezieltes Bremsen einzelner Räder zurück.

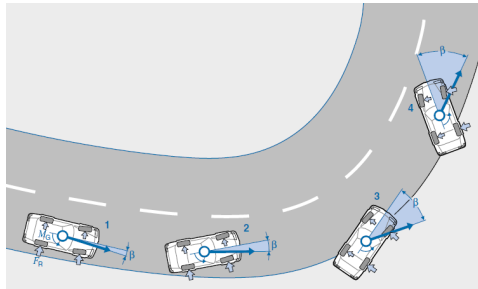
Es bringt folgende Vorteile:

- Erhöhung der Fahrstabilität
- Erhöhung der Spur- und Richtungstreue des Fahrzeugs
- Reduzierung der Schleudergefahr
- Verbesserung der Kontrolle über das Fahrzeug im Grenzbereich

Das ESP vergleicht in regelmäßigen Abständen den aktuellen Fahrerwunsch anhand des Lenkwinkels mit der tatsächlichen Fahrtrichtung. Ist dabei die Differenz zwischen Lenk- und Fahrtrichtung, der sogenannte Schwimmwinkel, zu groß, so tritt das ESP in Aktion. Durch selektive Bremseneingriffe an einzelnen Reifen „lenkt“ das ESP das Auto in die richtige Richtung und hilft so dem Fahrer die Spur zu halten, wo es für zuvor ihm nicht möglich gewesen wäre.

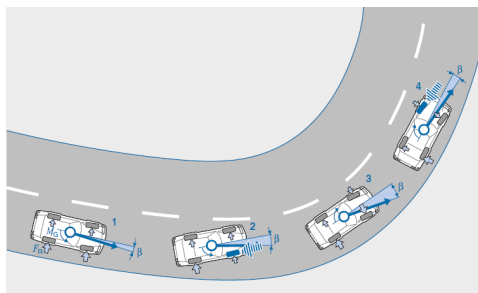
2.3.1 Funktionsweise des Elektronischen Stabilitätsprogramms

- ohne ESP



1. Fahrer lenkt
2. Drohende Instabilität
3. PKW gerät außer Kontrolle, Fahrer muss gegenlenken
4. PKW ist außer Kontrolle

- mit ESP



1. Fahrer lenkt
2. Drohende Instabilität, ESP greift ein
3. PKW bleibt unter Kontrolle
4. Drohende Instabilität, ESP greift ein

2.4 Automatische Bremsfunktionen

Der Einsatz des ABS zur Bremskraftverteilung spart nicht nur die Kosten für mechanische Bremskraftverteiler ein, sondern ermöglicht auch eine Vielzahl neuer Bremsassistenzsysteme.

Die Fähigkeit des ESP unabhängig von der Bremspedalstellung Bremsdruck aufzubauen erhöht die Anzahl der Bremsassistenzsysteme zusätzlich.

Bremsassistenzsysteme:

- Hydraulic Brake Assist (HBA):
Unterstützt Vollbremsungen in Notsituationen
- Controlled Deceleration for Parking Brake (CDP):
Ersetzt die mechanische Handbremse durch eine elektronische Parkbremse
- Hill Hold Control (HHC):
Verhindert ein Zurückrollen beim Anfahren am Berg
- Hill Descent Control (HDC):
Automatischer Bremsengriff beim Bergabfahren in steilem Gelände
- Controlled Deceleration for Driver Assistance Systems (CDD):
Automatische Abbremsung bei zu geringem Abstand vorausfahrender Fahrzeuge
- Hydraulic Fading Compensation (HFC):
Bremsdruckerhöhung bei Beeinträchtigung der Bremsen (zu hohe Bremsscheibentemperatur, abgenutzte Bremsscheiben)
- Hydraulic Rear Wheel Boost (HRB):
erhöht bei einer ABS-Bremsung den Bremsdruck auch in den Hinterrädern bis zum Blockierniveau.
- Brake Disc Wiping (BDW):
Trockenbremsen der Bremsscheiben durch kurzzeitiges, für den Fahrer unbemerkbares Bremsen.

3 Luxus Fahrassistenzsysteme

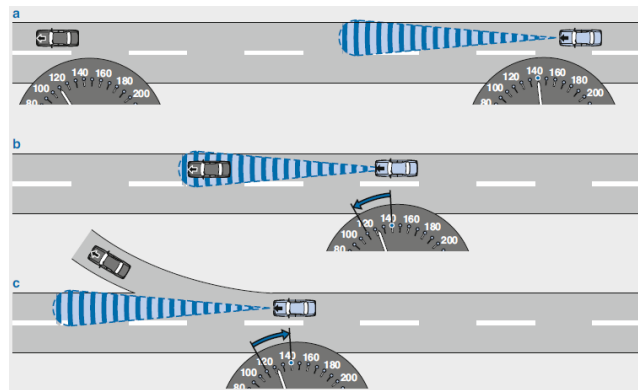
3.1 Adaptive Cruise Control (ACC)

Das ACC stellt eine konsequente Weiterentwicklung des Tempomats dar. War es beim Tempomat noch notwendig bei langsameren vorausfahrenden Fahrzeugen die Geschwindigkeit des Tempomats anzupassen oder sogar abzubremsten, entlastet nun das ACC den Fahrer von dieser Aufgabe. Dabei merkt sich das ACC sogar die vorherige Wunschgeschwindigkeit und kehrt zu dieser zurück sobald es wieder möglich ist.

Vorteile:

- Entlastung des Fahrers von Routineaufgaben (ständiges Kontrollieren des Tachometer, Gasgeben und Bremsen)
- Erhöhte Flexibilität gegenüber dem Tempomat
- Erhöhung der Fahrsicherheit durch automatische Regulierung des Sicherheitsabstandes durch das Fahrzeug

3.1.1 Funktionsweise des Adaptive Cruise Control



- a. Wie der Tempomat hält auch das ACC die eingestellte Wunschgeschwindigkeit.
- b. Das ACC registriert ein langsames vorausfahrendes Fahrzeug und bremst, wenn nötig ab, um den eingestellten Sicherheitsabstand zu wahren.
- c. Das vorausfahrende Fahrzeug verlässt die Fahrspur. Das ACS beschleunigt auf die eingestellte Wunschgeschwindigkeit.

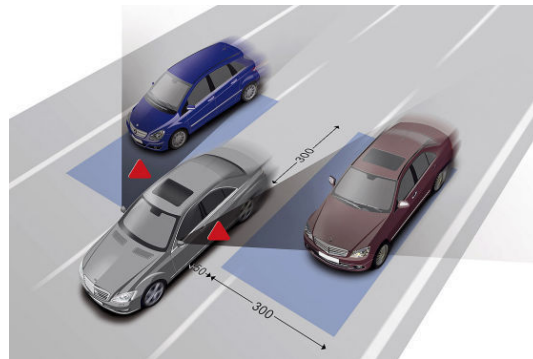
3.2 Totwinkel-Assistent

Der Totwinkel-Assistent warnt den Fahrer vor sich im toten Winkel befindenden Fahrzeugen.

Durch in die Seitenspiegel integrierte Radarsensoren, wird der im Seitenspiegel nicht einsehbare Bereich in regelmäßigen Abständen abgetastet, und sich dort evtl. aufhaltende Fahrzeuge werden erkannt.

Registriert das System eine Gefahrensituation, signalisiert es dem Fahrer durch ein rotes Warnsignal im Spiegelglas, dass ein Spurwechsel im Moment nicht möglich ist.

Übersieht der Fahrer diesen Warnhinweis und aktiviert den Blinker so wird er zusätzlich durch ein akustisches Signal auf die Gefahr hingewiesen.



3.3 Spurhalteassistent

Der Spurhalteassistent warnt den Fahrer vor evtl. bevorstehendem unerwünschten Verlassen der Fahrspur.

Das System wertet mit Hilfe von Kameras bzw. Infrarotsensoren die akute Position in der Fahrspur aus.

Erkennt das System dass ein Verlassen der Fahrspur unmittelbar bevorsteht, warnt es den Fahrer je nach Hersteller durch eine Vibration des Fahrersitzes oder der Lenkrades. Setzt der Fahrer jedoch rechtzeitig den Blinker, wird das System während Spurwechsels nicht aktiv.



3.4 Active City Stop (ACS)

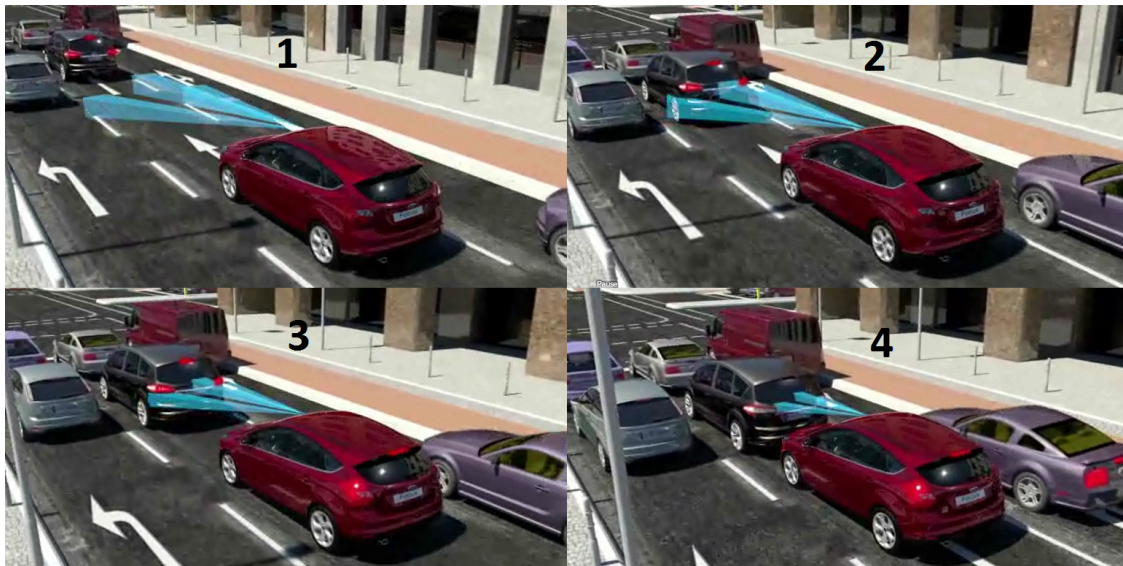
Active City Stop bremst im Stadtverkehr in Notsituationen automatisch und verhindert so kleinere Auffahrunfälle bzw. mildert den Aufprall.

Dabei ist es lediglich bis zu einer Geschwindigkeit von ca. 30 km/h aktiv.

- Das System misst mit Hilfe eines sogenannten LIDAR-Sensors (Licht- und Abstandssensor) in regelmäßigen Abständen die Distanz zum vorrausfahrenden Fahrzeug.
Der Sensor ist an der Windschutzscheibe unterhalb des Innenspiegels befestigt und erfasst einen Bereich von 7,6 Metern vor dem Fahrzeug.
- Verringert sich die Distanz zum vorausfahrenden Fahrzeug stark oder kommt sogar zum Stillstand, so wird der Fahrer akustisch gewarnt.
- Reagiert der Fahrer nicht, d.h. wird weder das Bremspedal betätigt noch eine Änderung der Lenkradstellung festgestellt, leitet das System automatisch eine Notbremsung ein. Ergebnis:
 - Geschwindigkeit < 15 km/h - Eine Kollision wird verhindert.
 - Geschwindigkeit < 30 km/h - Die Konsequenzen einer Kollision werden gemildert.

3.4.1 Typische Situation mit Active City Stop

1. Das ACS ist aktiv es befinden sich jedoch keine Fahrzeuge in Sichtweite es Sensors.
2. Das ACS erkennt ein stehendes Fahrzeug und warnt den Fahrer.
3. Der Fahrer reagiert nicht, das ACS leitet die Notbremsung ein.
4. Das Fahrzeug kommt zum Stillstand, eine Kollision wurde vermieden.



3.5 Unfallfolgenmilderung

Moderne Assistenzsysteme geben sich alle Mühe Unfälle zu verhindern.

Während Systeme wie ABS, ASR oder ESP versuchen dem Fahrer den größtmöglichen Handlungsfreiraum einzuräumen indem sie die Fahrstabilität optimieren, sorgen andere wie z.B. der Brems-, Totwinkel- oder Spurhalteassistent dafür, dass Unaufmerksamkeiten nicht zu schweren Unfällen führen.

Trotz allem kann ein Unfall nicht in jeder Situation verhindert werden.

An diesem Punkt kommt die sogenannte Unfallfolgenmilderung ins Spiel.

Sollte ein unvermeidbarer Unfall bevorstehen, versucht sie durch geeignete Maßnahmen die Verletzungsgefahr im Auto zu minimieren.

Geeignete Maßnahmen wären unter anderem:

- Die Gurte straff ziehen.
- Die Seitenfenster schließen.
- Das Schiebedach schließen.
- Die Sitze in eine optimale Position bringen.
- Die Kopfstützen aufstellen.
- Die Stützpölster in den Sitzen aufblasen.
- Evtl. herausstehende CD einziehen

4 Ausblick in die Zukunft

4.1 Was bringt die Zukunft?

Seit der Einführung des ersten richtigen Fahrassistenzsystems 1978 ist einige Zeit vergangen.

Damals brachte Bosch unter dem rechtlich geschützten Begriff ABS ein elektronisches Bremsassistenzsystem zur Verhinderung der Blockierung der Reifen auf den Markt.

Was damals als große Innovation galt, ist heute zum Standard in Fahrzeugen geworden. Mittlerweile gehören sogar ESP und teilweise auch ASR zur Serienausstattung moderner PKWs.

Wie wird es also in Zukunft weitergehen?

Ein Blick auf die Entwicklungshistorie der Assistenzsysteme zeigt dass der Trend in folgende Richtung geht:

- Mehr Sicherheit beim Fahren.
- Warnungen bei Unachtsamkeiten im Straßenverkehr.
- Unterstützung in komplizierten Verkehrssituationen.

Nun stellt sich die Frage:

Wie kann man die Sicherheit in Fahrzeugen noch weiter erhöhen bzw. wie kann der Fahrer durch Systeme weiter unterstützt werden?

Um diese Frage zu beantworten, lohnt es sich einen Blick auf die Verkehrsstatistiken zu werfen.

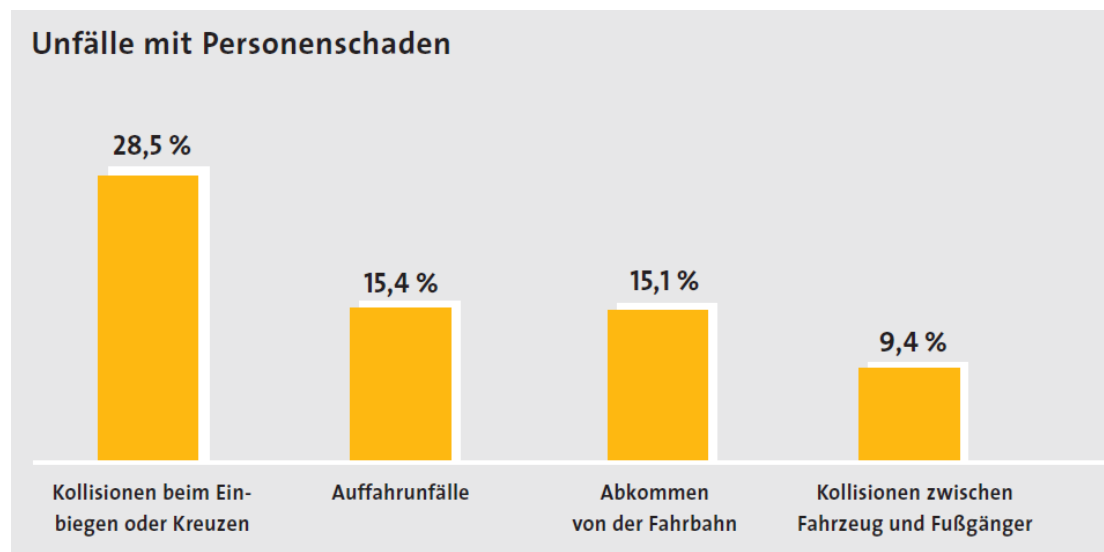


Abbildung 1: Zahlen: Statistisches Bundesamt 2006

Aus der Grafik lassen sich die folgenden Fakten entnehmen:

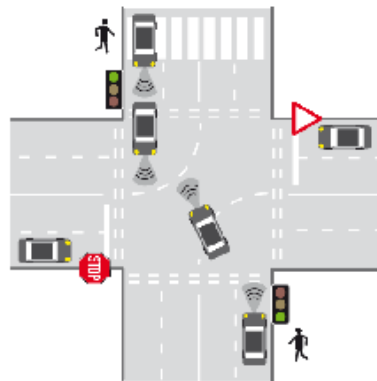
- Fast ein Drittel der Unfälle mit Personenschaden durch Kollision entstehen beim Einbiegen bzw. dem Passieren von Kreuzungen.
- Rund ein Viertel der Unfälle ist auf Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern aufgrund von Unachtsamkeiten oder dem schlichten Übersehen Selbiger zurückzuführen.
- 15% der Unfälle entstehen durch das Abkommen von der Fahrbahn.

Für alle 3 Hauptunfallursachen sind zur Zeit Systeme in der Entwicklung, die diese verhindern sollen. Zwar wird es noch einige Zeit, bis diese fertig gestellt werden und eine zufriedenstellende Marktdurchdringung erreichen. Der Grundstein für eine sichere Zukunft ist jedoch schon mal gelegt.

4.2 Kreuzungsassistent

Um eine der häufigsten Unfallursachen, dem fehlerhaften Einbiegen bzw. Passieren von Kreuzungen zu bekämpfen, wurde der sogenannte Kreuzungsassistent entworfen.

Er unterstützt den Fahrer bei allen wichtigen Vorfahrtssituationen mit wichtigen Informationen, warnt ihn beim Missachten von Ampeln oder Verkehrsschildern sowie evtl. auftauchenden Gefahren und greift je nach Situation sogar aktiv ein.



Bei der Entwicklung eines solchen Assistenten wird schnell klar, dass diverse Probleme bei der praktischen Umsetzung entstehen:

- Viele Kreuzungen in Deutschland weisen im Kreuzungsbereich einen hohen Komplexitätsgrad auf.
Der Kreuzungsassistent muss die Feinheiten aller bestehenden Kreuzungen genau berücksichtigen und bei der Unterstützung des Fahrers beachten. Eine Fehlfunktion des Systems hätte gravierende Folgen und ist daher auf keinen Fall akzeptabel.
- Besonders in großen Kreuzungen gilt es eine Vielzahl von Objekten zu erfassen und auszuwerten. Das System muss auf der einen Seite verkehrsregelnde Objekte wie Ampeln, Verkehrsschilder, Fahrspuren, Fußgängerstreifen, etc. beachten, darf aber auf der anderen Seite auch nicht die Erkennung sämtlicher Verkehrsteilnehmer wie andere Autos, Fahrräder, Fußgänger, etc. vernachlässigen.
- Das dritte und zugleich größte Problem macht sofort klar warum, es Kreuzungsassistenten in dieser Form in nächster Zukunft nicht geben wird.
Um dem Fahrer gültige Informationen zu liefern, muss das System genaustens über den Kreuzungsaufbau Bescheid wissen. Mit Sensorik allein ist dies unmöglich zu erreichen. Es ist daher in jedem Fall notwendig Kartendaten über sämtliche existierenden Kreuzungen im System vorrätig zu halten.

Zwar wird die Entwicklung eines kompletten Kreuzungsassistenten aus diesen Gründen lange Zeit nicht umsetzbar sein, Subsysteme dieses Konzepts zu entwickeln ist jedoch schon jetzt möglich und sinnvoll.

4.2.1 Vorfahrtsassistent

Der Vorfahrtsassistent unterstützt den Fahrer in vorfahrtsrelevanten Situationen. Das System ist dazu in der Lage, sowohl Verkehrsschilder als auch Ampeln zu erkennen und auszuwerten. Erkennt das System, dass der Fahrer im Begriff ist, über eine rote Ampel zu fahren oder ein Stoppschild oder Ähnliches zu ignorieren, so wird er akustisch und visuell darauf hingewiesen. Je nach Hersteller besteht für das System sogar die Möglichkeit eine Notbremsung einzuleiten. Dies ist jedoch nur bei Ampeln sinnvoll anwendbar, da letztendlich nur der Fahrer entscheiden kann, ob zum Beispiel ein Stoppschild sicher überfahren werden kann.



4.2.2 Abbiegeassistent

Der Abbiegeassistent minimiert die Kollisionsgefahr bei Abbiegevorgängen. Setzt der Fahrer den Blinker, wird der Abbiegeassistent aktiv. Dabei wird im Falle des Linksabbiegens die Fahrspur des Gegenverkehrs abgetastet. Je nach System, wird auch das Rechtsabbiegen unterstützt. Hierbei wird hauptsächlich die Fahrbahn rechts vom Auto nach Hindernissen abgesucht, um eine Kollision mit Fußgängern oder Fahrradfahrern zu vermeiden. Versucht der Fahrer beispielsweise trotz Gegenverkehr links abzubiegen, wird er zunächst akustisch gewarnt. Setzt der Fahrer den Abbiegevorgang trotz Warnung dennoch fort, leitet das System automatisch eine Notbremsung ein.

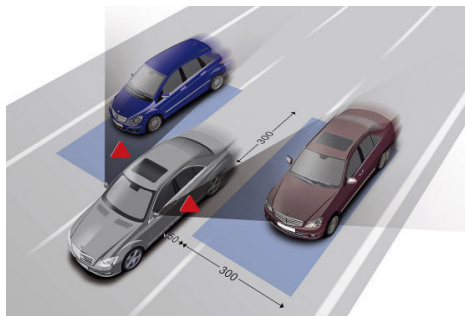


4.3 Lateral Collision Avoidance

Lateral Collision Avoidance warnt den Fahrer, ähnlich wie der Totwinkelassistent, wenn sich andere Fahrzeuge im toten Winkel befinden.

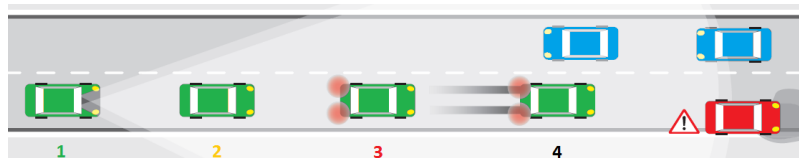
Das besondere an Lateral Collision Avoidance ist, dass das System aktiv eingreift. Sollte der Fahrer versuchen trotz Warnung die Fahrspur zu wechseln, lenkt das System automatisch leicht in die Gegenrichtung, um eine Kollision zu vermeiden. Verfügt das Fahrzeug daneben auch über dieses System, führt es ebenfalls eine leichte Lenkbewegung in die Gegenrichtung durch. So sind beide Fahrzeuge optimal geschützt.

Selbst wenn eines der beiden Fahrzeuge über dieses System verfügt, kann bei leichten kurzzeitigen Abweichungen von der Fahrspur eine Kollision verhindert werden.



4.4 Aktive Gefahrenbremsung

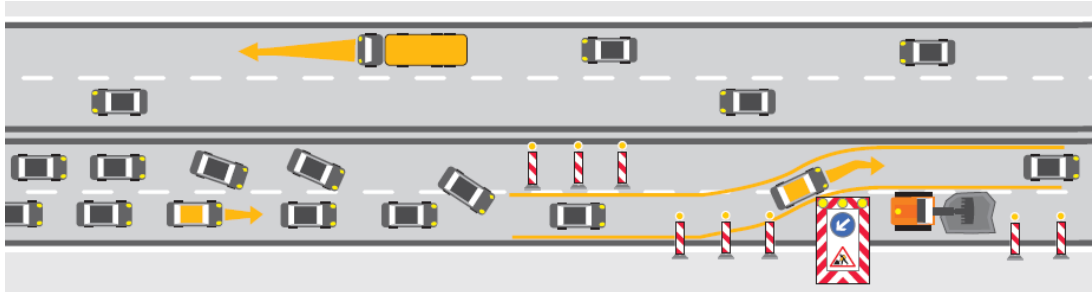
Die aktive Gefahrenbremsung ist vom Prinzip her mit Active City Stop zu vergleichen. Sie verfügt, was die mögliche Bremskraft angeht, jedoch über ein wesentlich höheres Potential, einen Auffahrunfall zu vermeiden. Die aktive Gefahrenbremsung geht dabei wie folgt vor:



1. Die Fahrbahn wird in regelmäßigen Abständen durch Radarsensoren abgetastet.
2. Wird ein relevantes Hindernis erkannt, wird der Abstand mit Lasersensoren erfasst und der Fahrer mit akustischen Signalen gewarnt.
3. Reagiert der Fahrer nicht, wird er ein letztes Mal durch das System mit einer schwachen aber durchaus spürbaren Bremsung gewarnt.
4. Sollte der Fahrer den Blinker setzen, wird das System deaktiviert. Das geschieht jedoch nur, wenn das System feststellt, dass auf der Spur neben dem Fahrzeug tatsächlich Platz ist. Ist dies nicht gegeben, bleibt das System weiterhin aktiv.
5. Reagiert der Fahrer nicht, wird im letzten Schritt vom System eine Notbremsung durchgeführt, um eine Kollision zu verhindern.

4.5 Integrierte Querführung

Die integrierte Querführung hilft dem Fahrer an unübersichtlichen Stellen und führt ihn souverän durch Eng- und Baustellen bis zu einer beachtlichen Geschwindigkeit von 180 km/h.



Sie ist dazu in der Lage, reguläre Fahrspuren, Baustellenmarkierungen sowie Baustellenhindernisse wie z.B. Baken, Begrenzungen und Betonwände zu erkennen. Selbst wenn der Fahrer den Überblick über die sich überlagernden Fahrbahn- und Baustellenmarkierungen verliert, lenkt das System das Fahrzeug weiterhin zuverlässig. Sollten die Fahrspuren einmal beschädigt oder nicht vorhanden sein, orientiert sich das System an evtl. vorhandenen Baustellenhindernissen, Leitplanken oder Betonwänden. Während der gesamten Fahrt können die Manöver der Integrierten Querführung jederzeit übersteuert werden.

Literatur

- [1] Reif, Konrad: „Fahrstabilisierungssysteme und Fahrerassistenzsysteme“.
1. Auflage, Vieweg+Teubner, 25. Juni 2010.
- [2] ABS
<http://www.autoversicherung-online.info/KFZ-Lexikon/A/ABS> <http://de.wikipedia.org/wiki/Antiblockiersystem>
- [3] ASR
<http://www.autotechportal.ch/fahrwerk/elektronische-fahrwerk-regelsysteme/100-anti-schlupf-regelung.html>
- [4] „Totwinkel-Assistent: Sicher die Spur wechseln“
<http://www.daimler.com/dccom/0-5-1210218-49-1210314-1-0-0-1210228-0-0-135-7165-0-0-0.html>
- [5] „Neues Fahrerassistenzsystem von Continental hilft im Baustellenbereich“
http://www.conti-online.com/generator/www/com/de/continental/presseportal/themen/pressemitteilungen/3_automotive_group/chassis_safety/press_releases/pr_2010_06_23_baustellenassistent_de,version=8.html
- [6] „Contis Assistenzsystem führt durch Baustellen“
<http://www.car-it.automotiveit.eu/conti-baustellenassistent/id-0013667>
- [7] „BMW Fahrassistenzsystem: Lateral Collision Avoidance“
<http://blog.meinauto.de/neuwagen-blog/5039/bmw-fahrassistenzsystem-lateral-collision->
- [8] „Active City Stop“
<http://www.ford.de/Pkw-Modelle/FordFocus/Technologie/mdp=v1204985058132>
- [9] „BMW entwickelt System zur aktiven Gefahrenbremsung“
<http://www.bimmertoday.de/2010/06/24/bmw-entwickelt-system-zur-aktiven-gefahrenbremsu>