

Analyse von Nachtunfällen in Hinblick auf Fahrerassistenzsysteme

Carmen Kettwich, Nicole Backmann, Uli Lemmer, Universität Karlsruhe

EINLEITUNG

Im statistischen Mittel stirbt jede Minute ein Mensch auf der Welt an den Folgen eines Verkehrsunfalls [Sch04]. Im Jahr 2005 und 2006 starben in Deutschland insgesamt mehr als 10452 Menschen aufgrund eines Verkehrsunfalls [Sta08]. Auf europäischen Straßen ereignen sich jährlich ungefähr 1,3 Millionen Unfälle bei denen ca. 40000 Menschen getötet und 1,7 Millionen verletzt werden. Deshalb hat sich die Europäische Union zum Jahr 2010 das Ziel gesetzt die Anzahl der Toten zu halbieren [Jun04]. Um dieses Ziel trotz des Anstiegs der Bevölkerungszahlen und der Anzahl der Führerscheininhaber zu erreichen, sind aktive und passive Sicherheitssysteme im Kraftfahrzeug unerlässlich. Inwieweit Fahrerassistenzsysteme dazu beitragen können Unfälle zu vermeiden und Unfallfolgen zu mindern ist Gegenstand dieser Veröffentlichung.

ASSISTENZSYSTEME FÜR DEN FAHRER

Die primäre Fahraufgabe unterteilt sich in drei Ebenen – der Navigations-, Bahnführungs-, und Stabilisierungsebene. Fahrer sollen durch Assistenzsysteme bei der Ausübung ihrer Fahraufgabe unterstützt werden, um eventuell durch den Fahrzeugführer verursachte Fehler zu korrigieren und Unfälle zu vermeiden. Fahrerassistenzsysteme (FAS) lassen sich hinsichtlich ihrer Unterstützung bei der Fahraufgabe in drei Kategorien einteilen: informierende, warnende und eingreifende Assistenzsysteme [Cac07].

Einerseits dürfen FAS den Fahrer nicht erschrecken, nicht verunsichern und nicht von seiner Fahraufgabe ablenken. Andererseits muss der Fahrer Rückmeldung über den Eingriff dieser Assistenzsysteme erhalten, um sein eigenes Agieren der jeweiligen Fahrsituation anpassen zu können [Rüh06].

GRUNDBEGRIFFE DER UNFALLFORSCHUNG

In der Straßenverkehrsunfallstatistik wird zwischen den vier Grundbegriffen Unfälle, Beteiligte, Verunglückte und Unfallursachen unterschieden. Letztere werden in allgemeine Ursachen, wie Witterungseinflüsse, und personenbezogenes Fehlverhalten, wie Missachtung der Vorfahrt, unterteilt.

Der Unfalltyp beschreibt die Konfliktsituation, die zu einem Unfall führte. Es werden folgende sieben Unfalltypen unterschieden: Fahrnfall, Abbiege-Unfall, Einbiegen/ Kreuzen-Unfall, Überschreiten-Unfall, Unfall durch ruhenden Verkehr, Unfall im Längsverkehr und sonstiger Unfall.

Im Gegensatz zum Unfalltyp geht es bei der Unfallart um die Beschreibung der wirklichen Kollision. Unterschieden wird zwischen zehn Unfallarten: Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht; Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet; Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in die gleiche Richtung fährt; Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegenkommt; Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt; Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger; Aufprall auf ein Hindernis auf der Fahrbahn; Abkommen von der Fahrbahn nach rechts beziehungsweise nach links; Unfall anderer Art [Sta06].

Auf die genaue Definition der Unfalltypen und -arten sei auf Literatur des Statistischen Bundesamtes verwiesen [Sta06].

DATENGRUNDLAGE

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BaSt) und die Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) sind die Träger des Forschungsprojektes GIDAS (German In-Depth Accident Study). Seit Mitte 1999 werden im Projekt GIDAS jährlich ca. 2000 Unfälle in den Regionen

Hannover und Dresden erhoben. Die Repräsentativität der Daten im Vergleich zur Bundesstatistik ist durch ein genau definiertes Stichprobenverfahren gewährleistet [Ger09]. 2401 Unfällen aus der GIDAS Datenbank mit insgesamt 4904 Beteiligten, die im Zeitraum 2005/ 2006 erhoben wurden, standen bei der Auswertung zur Verfügung.

UNFALLURSACHEN

87 % aller Unfälle im Jahr 2006 waren auf das Fehlverhalten der Fahrzeugführer zurückzuführen. Von den Unfallursachen lagen 4,2 % im Fehlverhalten von Fußgängern, 4,5 % in den Straßenverhältnissen sowie rund 1 % in Hindernissen auf der Fahrbahn, in technischen oder Wartungsmängeln und in Witterungseinflüssen.

Nicht angepasste Geschwindigkeit war mit einem Anteil von 16 %, bezogen auf die durch Fehlverhalten der Fahrzeugführer ausgelösten Unfälle, die häufigste Unfallursache. Danach folgten Fehler beim Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Ein- und Ausfahren (15 %), Nichtbeachten der Vorfahrt beziehungsweise des Vorranges entgegenkommender Fahrzeuge (15 %) sowie Abstandsfehler (12 %) [Vor07].

ERGEBNISSE DER UNFALLANALYSE

Ortslage

82,10 % aller Unfälle geschehen innerorts. Im Vergleich zum Tag steigt der Außerortsanteil der Unfälle nachts auf 9,14 %, wohingegen die Unfallzahlen innerorts um den selben Prozentwert in der Nacht sinken.

Alleinunfälle unterscheiden sich signifikant ($\alpha=0,005$; $CI=0,33$) von Unfällen mit mehreren Beteiligten. Erstere verteilen sich gleichmäßig auf die Straßen innerorts sowie außerorts. Unfälle mit mehreren Beteiligten geschehen zu 86,77 % innerorts.

Tageszeit

Das Unfallgeschehen am Tag unterscheidet sich signifikant vom Unfallgeschehen in der Nacht ($\alpha=0,005$; $CI=0,1$). 76,88 % aller Unfälle ereignen sich tagsüber (vgl. Abbildung 1). Nacht- und Dämmerungsunfälle machen 23,12 % aus. Alleinunfälle, die 54,70 % des gesamten Unfallgeschehens ausmachen, unterscheiden sich in ihrer tageszeitlichen Verteilung vom gesamten Unfallgeschehen. In der Dämmerung und nachts sinken Alleinunfälle, von 66,04 % tagsüber, auf 33,96 %.

Der Einfluss der Tageszeit auf weitere Aspekte des Unfallgeschehens wird in den folgenden Abschnitten näher untersucht.

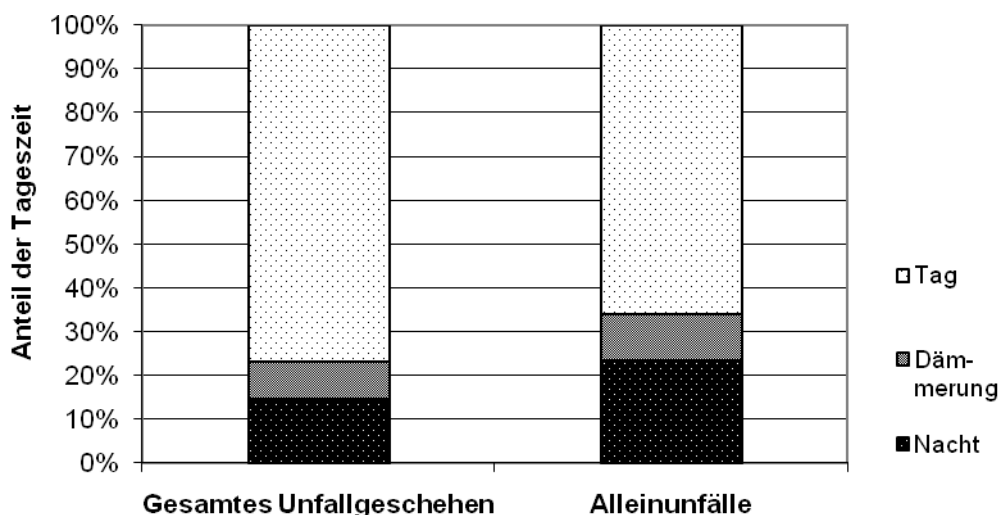


Abbildung 1 Einfluss der Tageszeit auf das gesamte Unfallgeschehen und auf Alleinunfälle

Unfalltyp

Die Analyse des Unfalltyps, siehe Abbildung 2 zeigt signifikante ($\alpha=0,005$; $CI=0,67$) Unterschiede zwischen dem gesamten Unfallgeschehen und Alleinunfällen. Ein Drittel aller Unfälle passieren beim Einbiegen und Kreuzen. Weitere Unfallschwerpunkte des gesamten Unfallgeschehens sind Abbiegeunfälle, Konflikte im Längsverkehr und Fahrrunfälle. Unfälle beim Überschreiten kommen bei mehr als jedem zehnten Unfall vor. Drei Viertel aller Alleinunfälle sind Fahrrunfälle, also Unfälle die aufgrund eines Fahrfehlers des Fahrers ohne Einwirkung eines weiteren Verkehrsteilnehmers passieren.

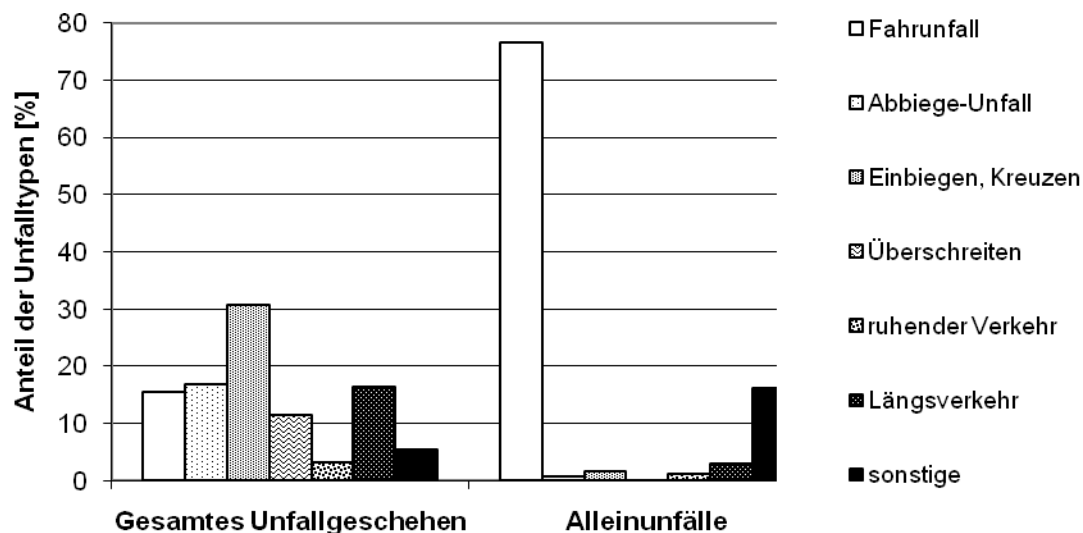


Abbildung 2 Anteil der verschiedenen Unfalltypen am gesamten Unfallgeschehen und bei Alleinunfällen

Nachts zeigt sich eine Verschiebung der Unfallhäufigkeit. Es ist ein Rückgang Abbiegeunfälle (Tag 16,77 % – Nacht 15,41 %) sowie der Unfälle beim Einbiegen und Kreuzen (Tag 32,43 % – Nacht 24,21 %) zu verzeichnen. Die Fahrrunfälle steigen allerdings von tagsüber 14,12 % auf 22,67 % in der Nacht an. Auch die Zahl der Überschreiten-Unfälle steigt von tags 11,03 % zu nachts 15,41 % an (siehe Abbildung 3).

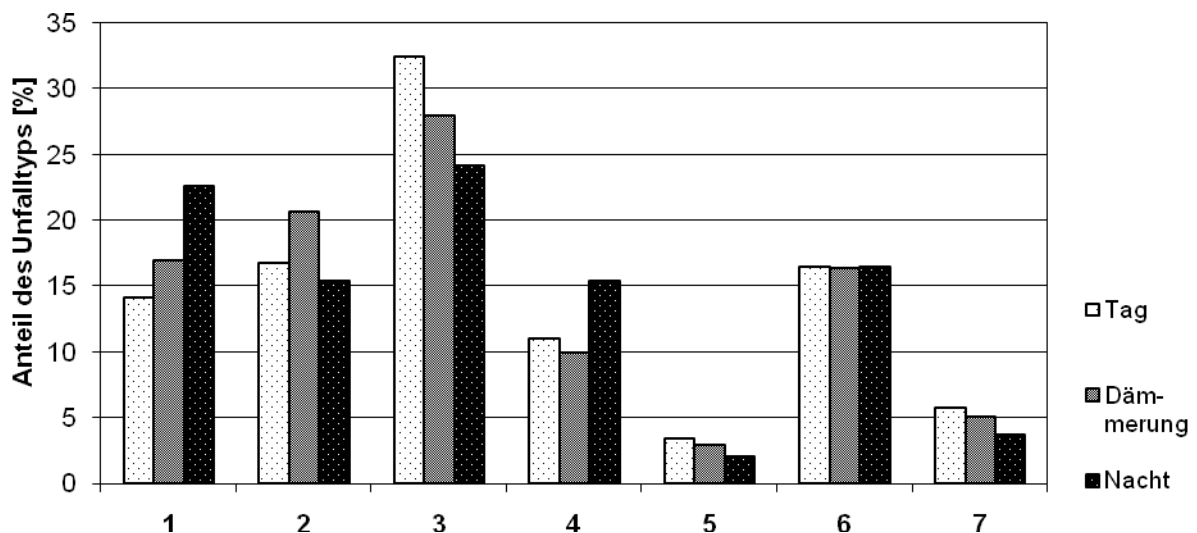


Abbildung 3 Einfluss der Tageszeit auf die verschiedenen Unfalltypen (1. Fahrrunfall, 2. Abbiege-Unfall, 3. Einbiegen/ Kreuzen-Unfall, 4. Überschreiten-Unfall, 5. Unfall durch ruhenden Verkehr, 6. Unfall im Längsverkehr und 7. sonstiger Unfall) bezogen auf das gesamte Unfallgeschehen

Unfallart

Die Auswertung der Unfallart zeigt signifikante ($\alpha=0,005$; $CI=0,79$) Unterschiede zwischen Unfällen mit mehreren Beteiligten und Alleinunfällen. 46,86 % aller Unfälle mit mehreren Beteiligten ereignen sich beim Einbiegen oder Kreuzen. Diese Unfallart tritt in knapp der Hälfte aller Unfälle innerorts auf, danach folgen Unfälle zwischen Fußgängern und Fahrzeugen mit 15,31 %.

Das Unfallgeschehen der Alleinunfälle ist geprägt von den abkommen des Fahrzeuges vom Fahrstreifen (62,88 % aller Alleinunfälle).

Die statistische Auswertung der Unfallart unter Berücksichtigung der Tageszeit ergab einen statistisch signifikanten Zusammenhang ($\alpha=0,05$; $CI=0,12$) zwischen beiden Größen. Eine deutliche Zunahme der Unfälle von tagsüber zu nachts ist sowohl beim Abkommen von der Straße (Anstieg um 10,64 %) als auch beim Konflikt Fahrzeug-Fußgänger (Anstieg um 6,52 %) zu beobachten.

Verkehrsdichte

Die Verkehrsdichte lässt sich durch fünf Verkehrsstufen beschreiben (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Erläuterung der unterschiedlichen Verkehrsstufen

Verkehrsstufe	Beschreibung
1 - schwach	Störungsfreier Verkehr mit weniger als 10 KFZ pro Minute und pro Fahrspur
2 – lebhaft	Störungsfreier Verkehr mit 10-20 KFZ pro Minute und pro Fahrspur
3 – dicht	Störungsfreier Verkehr mit mehr als 20 KFZ pro Minute und pro Fahrspur
4 – zähflüssig	Die Verkehrsdichte lässt keine freie Wahl der Fahrgeschwindigkeit mehr zu.
5 - stehend	Der Verkehr steht.

Das untersuchte Unfallgeschehen ist geprägt von schwachem und lebhaftem Verkehr. Zusammen machen sie 87,01 % aller Unfälle aus. Unfälle im dichten Verkehr kommen nur in 10,36 % der Fälle vor, während Unfälle in zähflüssigem und stehendem Verkehr nur sehr selten auftreten.

33,03 % aller bei schwachen und lebhaften Verkehr auftretenden Unfälle, sind Unfälle beim einbiegen oder kreuzen. Es folgen Abbiegeunfälle mit 16,77 %, Fahrnunfälle mit 15,43 % und Unfälle im Längsverkehr mit 15,25 %. Bei dichtem Verkehr ereignen sich 33,46 % der Unfälle im Längsverkehr. Danach folgen Kreuzungs- und Abbiege-Unfälle mit 23,85 % bzw. 17,69 %. 43,94 % aller Unfälle im zähflüssigen und stehenden Verkehr treten im Längsverkehr auf.

Unfallstelle

Unfallsschwerpunkte des gesamten Unfallgeschehens stellen Geraden, Kreuzungen und Einmündungen dar. Unfälle auf Geraden werden in ein Drittel der Fälle durch Konflikte im Längsverkehr ausgelöst. Es folgen Überschreiten-Unfälle mit 22,89 % und Fahrnunfälle mit 21,00 %. Unfälle an Kreuzungen und Einmündungen entstehen besonders durch Konflikte beim abbiegen, einbiegen und kreuzen.

Alleinunfälle unterscheiden sich signifikant ($\alpha=0,005$; $CI=0,37$) von Unfällen mit mehreren Beteiligten. Sie ereignen sich in fast der Hälfte der Fälle auf Geraden, 35,75 % aller Alleinunfälle passieren in Kurven. Dabei sind 76,66 % der Alleinunfälle auf Fahrnunfälle zurückzuführen.

Nachts steigt der Anteil der Unfälle auf Geraden und in Kurven an, während der Anteil an Einmündungen sinkt. Letzteres ist vor allem auf das nachts sinkende Verkehrsaufkommen zurückzuführen (siehe Abbildung 4).

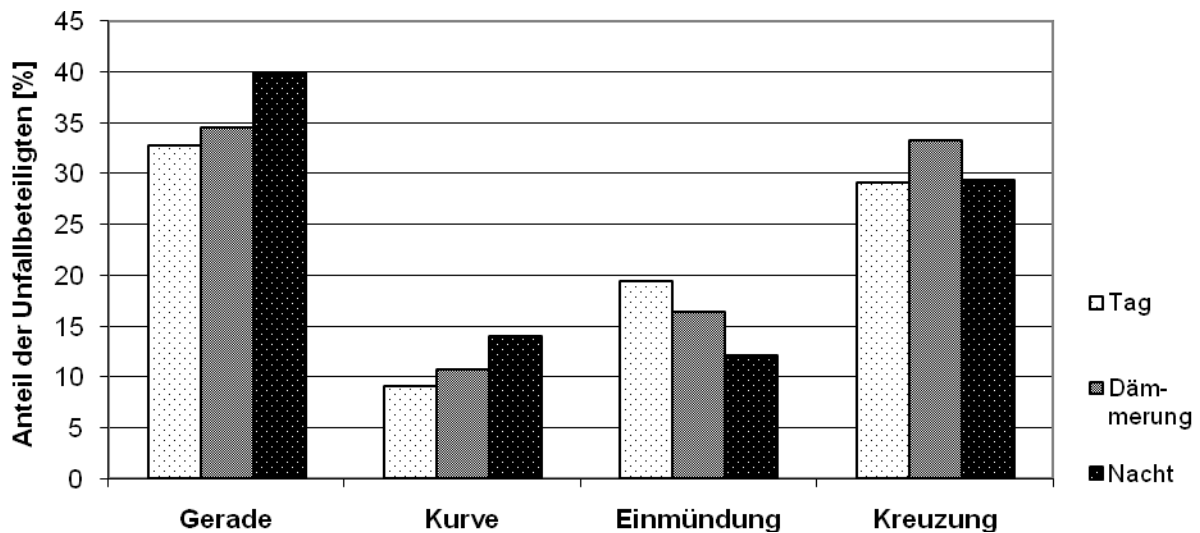


Abbildung 4 Unfallstellen des gesamten Unfallgeschehens nach Tageszeit

FAHRERASSISTENZSYSTEME

Fahrerunfälle

Fahrerunfälle resultieren aus dem Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug, durch der Situation unangepasstes Fahrverhalten, wie etwa nicht angepasste Geschwindigkeit, falsche Einschätzung des Straßenverlaufs oder -zustandes, etc.. Die Fahrerunfälle machen allein 76,66 % aller Alleinunfälle aus. Ein FAS könnte durch Eingreifen in die Geschwindigkeitsregulierung menschliche Fehler ausgleichen. So könnten 20,4 % aller Unfälle vermieden werden [Kno09].

Abbiegeunfälle

Der Abbiegeunfall ist der zweithäufigste Unfalltyp, er macht 16,90 % aller Unfälle aus. Beim Abbiegen führen folgende Probleme häufig zu Unfällen: Überholen, (beidseitig: widerrechtlich oder nicht), das Schneiden der Kurve oder es werden Objekte die sich im toten Winkel befinden übersehen. Ein Abbiegeassistent kann vor Objekten warnen, welche sich im Seitenraum befinden. Bei potentiellen Gefahrensituationen kann so die Aufmerksamkeit des Fahrers gezielt gelenkt werden, damit er gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergreifen kann [Hip01].

Statisches oder dynamisches Kurvenlicht kann durch seine situationsabhängig angepasste Lichtverteilung bei Dunkelheit Objekte beleuchten, die der Fahrer mit konventionellen Scheinwerfersystemen möglicherweise erst viel später wahrgenommen hätte, da 20,70 % der Unfälle in der Dämmerung beim Abbiegen geschehen und 15,41 % in der Nacht.

Einbiegen/ Kreuzen-Unfälle

Unfälle an Kreuzungen und Einmündungen sind mit 30,86 % der häufigste Unfalltyp. Sie entstehen häufig durch Blendung, Sichtverdeckungen, Ablenkung und setzen eines falschen Aufmerksamkeitsfokus. FAS sollten zur Vermeidung solcher Fehler beitragen, indem sie den Kraftfahrer bei seiner Fahraufgabe unterstützen und die Aufmerksamkeit des Fahrers durch gezielte Informationen und Warnungen lenken [Hop07].

In einer Simulatorstudie TU Darmstadt, wurde mit Hilfe eines Kreuzungsassistenten demonstriert, dass die aktive Vermeidung von Unfällen im Querverkehr grundsätzlich

möglich ist, und die entsprechenden Warn- und Eingriffsstrategien vom Fahrer akzeptiert werden. Allerdings müssen dazu Sensorik im Fahrzeug weiterentwickelt werden um den hohen Ansprüchen eines Kreuzungsassistenten zu genügen [Mag07]. Durch die Kreuzungsassistenten könnten 26,2 % aller schweren Unfälle vermieden werden [Kno09].

Überschreiten-Unfälle

Überschreiten-Unfälle sind mit 11,03 % am Tag ein häufiger Unfalltyp, in der Nacht steigt seine Zahl noch um etwa die Hälfte auf 15,41 % an.

Je höher die Erkennbarkeitsentfernung ist, desto eher kann der Fahrzeugführer auf Objekte und auftretende Ereignisse reagieren und somit Unfälle vermeiden. Fernlicht wird im Durchschnitt nur in 5 % aller möglichen Fälle verwendet [Hel00]. Ein Fernlichtassistent, der die Lage der Hell-Dunkel-Grenze an vorausfahrende und entgegenkommende Fahrzeuge anpasst, schließt die Lücke zwischen Fern- und Abblendlicht. Beim blendfreien Fernlicht wird konsequent mit Fernlicht gefahren, es werden nur diejenigen Bereiche ausgeblendet, in denen sich vorausfahrende und entgegenkommende Fahrzeuge befinden [Kön07]. Dieses führt zu einer signifikanten Erhöhung der Erkennbarkeitsentfernung gegenüber konventionellen Abblendlicht [Böh08]. Hindernisse können früher erkannt und entsprechende Reaktionen ausgelöst werden.

Unfälle im Längsverkehr

Der Unfall im Längsverkehr ist mit 16,47 % der dritthäufigste Unfalltyp. Rechtzeitige Reduzierung der Geschwindigkeit führt zu einer deutlichen Verringerung der Verletzungsschwere, deshalb muss es Ziel eines Unfallvermeidungssystems sein, den Fahrer in Notsituationen frühzeitig zu warnen oder zu einem späteren Zeitpunkt eine automatische Vollbremsung durchzuführen.

Ein Stauassistent, wie ACC Stop and Go, hält einen definierten Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, unterstützt den Fahrer bei der Spurhaltung, bremst automatisch bis zum Stillstand des vorausfahrenden Fahrzeuges ab und fährt selbständig wieder an [Sch05].

Durch geeignete FAS zur Regelung von Abstand und Geschwindigkeit können 17,5 % aller Unfälle verhindert werden [Kno09].

Querführungsassistenten unterstützen den Fahrer bei der Spurhaltung und den Spurwechsel. Unfälle durch unbeabsichtigtes Abkommen vom Fahrstreifen können dadurch vermieden werden. Außerdem sinkt die Unfallwahrscheinlichkeit bei kritischen Spurwechselsituationen [Sch05].

Zusammenstoß zwischen Fußgänger und Fahrzeug

Am Tage sind 12,73 % der Unfälle mit einer Kollision von Fahrzeug und Fußgänger gekennzeichnet. In der Nacht steigt diese Zahl bis auf 19,25 % an.

Im Head-Up Display dargestellte aktive Nachtsichtsysteme mit Fußgängermarkierung, unterstützen den Fahrer signifikant bei der Wahrnehmung von Fußgängern. Fahrversuche ergaben, dass mit diesem System Fußgänger deutlicher eher erfasst und entsprechend zeitiger gebremst wurde als bei der Referenzfahrt ohne Nachtsichtsystem [Leu07].

Abkommen des Fahrzeuges vom Fahrstreifen

87 % aller Unfälle sind auf das Fehlverhalten des Kraftfahrers zurückzuführen. Ablenkung, Unaufmerksamkeit oder Müdigkeit können den Fahrer dazu bringen unbeabsichtigt von der Fahrbahn abzukommen.

Mit Einführung von Rumble Strips sind, durch Spurverlassen begründete Unfälle um 70 % zurückgegangen. Wenn von dieser Zahl ausgegangen wird, bedeutet das bei Einführung geeigneter Warnsysteme einen Rückgang aller Verkehrsunfälle um etwa 13 %, da Unfälle durch Spurverlassen 19 % der Gesamtzahl aller Unfallarten ausmachen [Sch04].

Das Lane Guard System vermeidet Unfälle durch unbeabsichtigtes Spurverlassen auf ähnliche Weise wie die Rumble Strips, indem es den Fahrer mit akustischen Signalen bei Verlassen des Fahrstreifens ohne Betätigung des Fahrtrichtungsanzeigers warnt.

FAZIT

Bei der Neu- und Weiterentwicklung von FAS muss vor allem ein Augenmerk auf Abbiege-, Einbiege- und Kreuzsituationen gelegt werden. Beide Unfalltypen zusammen machen mit 47,76% fast die Hälfte aller Unfälle aus. Es müssen geeignete Warnformen und Möglichkeiten, die Aufmerksamkeit des Fahrers zu lenken, gefunden werden, Head-Up-Displays wären dabei eine denkbare Möglichkeit. Außerdem können Scheinwerfersysteme die höhere Anzahl der Abbiegeunfälle während der Dämmerung verhindern.

Auch allgemein muss auf eine verbesserte Beleuchtung und Sichtbarkeit während Nacht und Dämmerung Wert gelegt werden. Verschiedenen Literaturquellen zufolge, ist das Risiko nachts in einen Unfall verwickelt zu werden zwei bis drei Mal höher als am Tag (Vgl.: [Sig96]). Markierung anderer, schlecht sichtbarer Verkehrsteilnehmer, verbesserte eigene Sicht und verminderte Blendung sollte daher ein wichtiges Forschungsfeld sein.

Eine Verbesserung der Erkennbarkeit von Fußgängern, vor allem auch in der Nacht, durch geeignete Scheinwerfertechnologien oder Nachtsichtsysteme, ist dabei ein weiterer wichtiger Punkt. Denn Zusammenstöße zwischen Fahrzeugen und Fußgängern steigen in der Nacht um 51,22 % an und sind mit 19,25 % die zweithäufigste Unfallart in der Nacht. Auch die Zahl der schwer und schwerst verletzten Fußgänger steigt von tagsüber 40 % auf nachts 52,93 % an. Vor allem außerorts ereignen sich 77% der tödlichen Fußgängerunfälle nachts [Bäu03].

LITERATUR

Bäumler, H. [Bäu03]: Vergleichende Untersuchung von Fußgängerunfällen bei Tag und Nacht unter Berücksichtigung der Reaktionszeitproblematik bei Dunkelheit. Dissertation. 2003.

Böhm, M. [Böh08]: Licht ins Dunkel – Empirische Belege für einen Sicherheitsgewinn durch lichtbasierte Assistenzsysteme. In: Optische Technologien in der Fahrzeugtechnik. VDI-Berichte 2038. S. 119-126. 2008.

Cacciabue, P.C. (Ed.) [Cac07]: Modelling Driver Behaviour in Automotive Environments. Springer. 2007.

German In-Depth Accident Study [Ger09]: Das GIDAS Projekt. <http://www.gidas.org/de/home>. Stand 12.6.2009.

Hella KG Hueck & Co [Hel00], Hella Licht Research & Development Review 2000, S. 68. 2000.

Hipp, E. [Hip01]: Fahrerassistenzsysteme für Nutzfahrzeuge Stand und Ausblick . In: Fahrer im 21. Jahrhundert. VDI-Berichte 1613. S. 49-63. 2001.

Hoppe, M. [Hop07]: Identifikation von Einflussgrößen auf Verkehrsunfälle als Grundlage für die Beurteilung von Fahrerassistenzsystemen am Beispiel von Kreuzungsunfällen In: Fahrer im 21. Jahrhundert. VDI-Berichte 2015. S. 121-137. 2007.

Jungmann, T. [Jun04]: eSafety will Zahl der Verkehrstoten bis 2010 halbieren. <http://www.atzonline.de/index.php%3Bdo=show/site=a4e/alloc=1/id=4726>. Stand 12.6.2009. 2004.

Knoll, P. [Kno09]: Prädiktive Fahrerassistenzsysteme. Vorlesungsunterlagen SS 2009. 2009.

Könning, T. [Kön07]: Light has to go where it is needed: Future Light Based Driver Assistance Systems. In: 7th International Symposium on Automotive Lighting, S. 473-481. 2007.

Leuchtenberg, B. [Leu07]: Unterstützung des Fahrers bei der Nachtfahrt. In: Fahrer im 21. Jahrhundert. VDI-Berichte 215. S. 219-230. 2007.

Mages, M. [Mag07]: Aktive Sicherheit durch Kreuzungsassistentz, Erkennung von Gefahrensituationen, Auswahl von Warnstrategien und Ableitung von Sensoranforderungen. In: Fahrer im 21. Jahrhundert. VDI-Berichte 215. S. 61-73. 2007.

Rühmann, H.; Bubb, H. [Rüh06]: Fahrerassistenzsysteme – Ein Gewinn an Sicherheit und Komfort oder elektronischer Schnickschnack?. Ergonomie aktuell. S. 2-13. 2006.

Schierge, F. [Sch05]: Welche Fahrerassistenz wünschen sich die Fahrer. In: Fahrer im 21. Jahrhundert. VDI-Berichte 215. S. 207-219. 2005.

Schmitz, C. [Sch04]: Adaptiver Spurverlassenswarner mit fahrerabsichts- und fahrerzustandsabhängiger Warnstrategie. Dissertation. 2004.

Sigthorsson, H. [Sig96]: Unfallgeschehen bei Helligkeit, Dämmerung und Dunkelheit, Zeitung für Verkehrssicherheit 42, 4, S. 149-155. 1996.

Statistisches Bundesamt [Sta06]: Verkehr Verkehrsunfälle. Fachserie 8, Reihe 7. Statistisches Bundesamt. 2006.

Statistisches Bundesamt [Sta08]: Statistisches Jahrbuch 2008 Für die Bundesrepublik Deutschland. Statistisches Bundesamt. 2008.

Vorndran, I. [Vor07]: Unfallgeschehen im Straßenverkehr 2007 - weniger Unfälle auf deutschen Straßen. Statistisches Bundesamt. Wirtschaft und Statistik. 2007.