



Unfallforschung kompakt

Verbesserung der Sicherheit durch Kommunikation zwischen Fahrzeug und Straße

Impressum

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Unfallforschung der Versicherer

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
unfallforschung@gdv.de
www.udv.de

Redaktion: Dipl.-Ing. Thomas Heinrich, Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp, Dipl.-Geogr. M.Sc. Jürgen Schmiele, Dipl.-Ing. Heiko Voß
Layout: Michaela Gaebel
Technik: Monika Kratzer-Butenhof
Bildnachweis: Unfallforschung der Versicherer, TRANSVER GmbH

Erschienen: 10/2011

Vorbemerkung

Seit 1970 sind die absoluten Zahlen der in Deutschland im Straßenverkehr getöteten und verletzten Personen rückläufig. Nicht zuletzt haben Verbesserungen bei der Fahrzeugsicherheit dazu geführt, dass die Schwere der Unfälle in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich reduziert wurde. Inzwischen wird der Fahrer von einer Vielzahl von Sicherheitssystemen unterstützt. Dazu gehören neben den wohl bekanntesten wie ABS und ESP auch Systeme wie Spurverlassenswarner, Bremsassistenten oder Totwinkelwarner. Einen weiteren Sicherheitsgewinn erhofft man sich von Systemen, bei denen die Fahrzeuge miteinander kommunizieren (Vehicle to Vehicle) oder Informationen mit dem Straßenumfeld austauschen (Vehicle to Infrastructure). Dadurch sollen Gefahren frühzeitig erkannt und mitgeteilt werden, um dem Fahrer oder dem Fahrzeug eine rechtzeitige Reaktion zu ermöglichen. Dazu ist es notwendig zu wissen, wie und wo die relevanten Unfälle geschehen, welche Gemeinsamkeiten sie aufweisen und welche Informationen erforderlich sind, um auf die bevorstehende Gefahr hinzuweisen.

Um das herauszufinden wurde in dieser Untersuchung zunächst das Unfallgeschehen auf Landstraßen analysiert und daraus allgemeine Anforderungen an geeignete Assistenzsysteme abgeleitet. Es zeigte sich, dass infrastrukturbasierende Assistenzsysteme nicht zuletzt aufgrund des hohen technischen und finanziellen Aufwands nur in wenigen Anwendungsfällen wirklich sinnvoll erscheinen.

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Ergebnisse der Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster	8
2.1	Cluster - Übersicht	8
2.2	Ausgewählte Cluster	8
2.2.1	Unfälle an Knotenpunkten	8
2.2.2	Fahrerassistenzsysteme in Kurven und auf Geraden mit unangepasster Geschwindigkeit	10
2.2.3	Unfälle mit Gegenverkehr	12
2.2.4	Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern im Längsverkehr	13
2.3	Zielführende Lösungswege für Fahrerassistenzsysteme	15
3	Ergebnisse und Zusammenfassung	16

1 Einleitung

Seit ihrem Höchststand im Jahr 1970 sind die absoluten Zahlen der in Deutschland im Straßenverkehr getöteten und verletzten Personen trotz gesteigerter Fahrleistung rückläufig (Abbildungen 1a, 1b). Dies gilt auch für Landstraßen. Jedoch sind Unfälle auf Landstraßen im Durchschnitt deutlich folgenschwerer als auf Autobahnen und innerhalb von geschlossenen Ortschaften (Abbildung 1c).

Deshalb sollten vor allem diese Unfälle bekämpft werden.

Die finanziellen Möglichkeiten der öffentlichen Hand sind jedoch begrenzt. Daher ist eine möglichst kostengünstige und effektive Ergänzung zu baulichen Maßnahmen wünschenswert.

Eine Möglichkeit könnten Fahrerassistenzsysteme (FAS) sein, die auf Vehicle to Infrastructure-Kommunikation (V2I) basieren. Gründe für die derzeit geringe Verbreitung sind, dass die meisten Anwendungen sich noch in der Entwicklung befinden und dass viele Fragen bezüglich Wirksamkeit, Standardisierung, Betrieb, Haftung und Finanzierung ungeklärt sind.

Die Unfallforschung der Versicherer (UDV) beauftragte daher die TRANSVER GmbH München mit der Untersuchung, inwieweit V2I-basierte Fahrerassistenzsysteme zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Landstraßen geeignet sind. Fahrzeugautarke und auf der Kommunikation von Fahrzeug zu Fahrzeug (V2V) basierte Fahrerassistenzsysteme wurden bei der Untersuchung als alternative Lösungswege berücksichtigt.

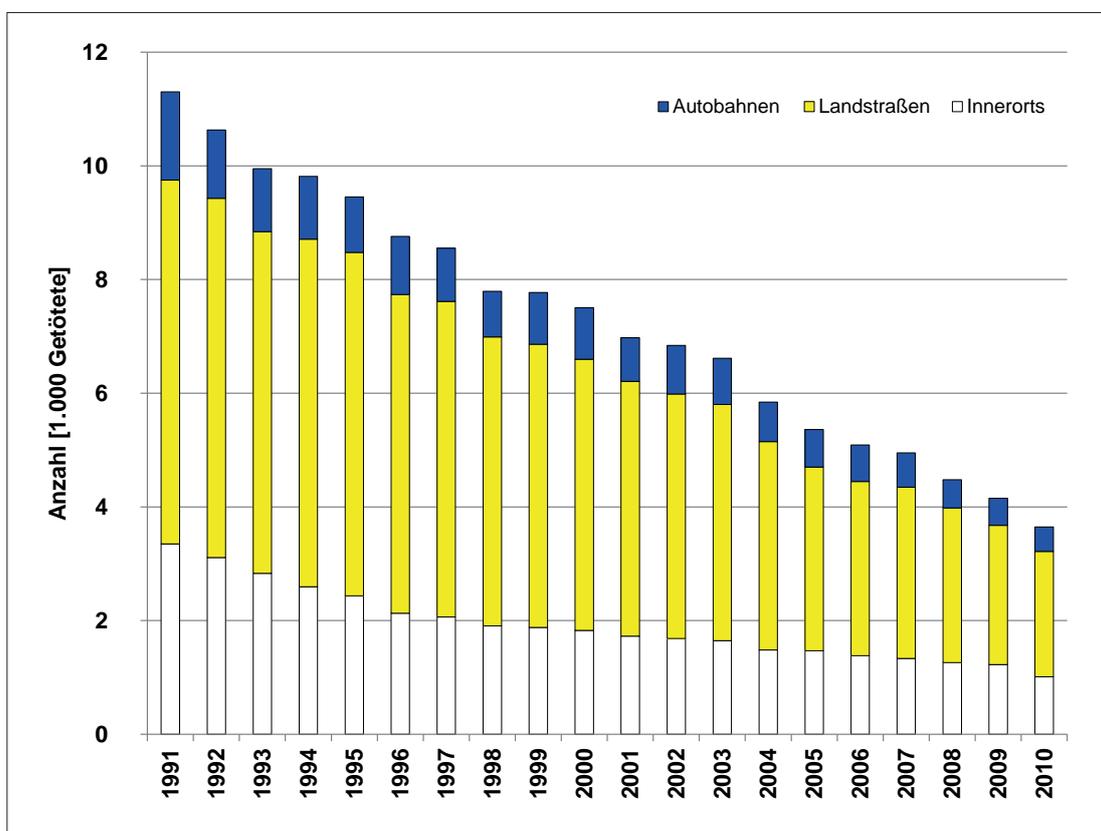


Abbildung 1a:
Entwicklung von schweren Personenschäden (Getötete) nach Ortslage seit 1991

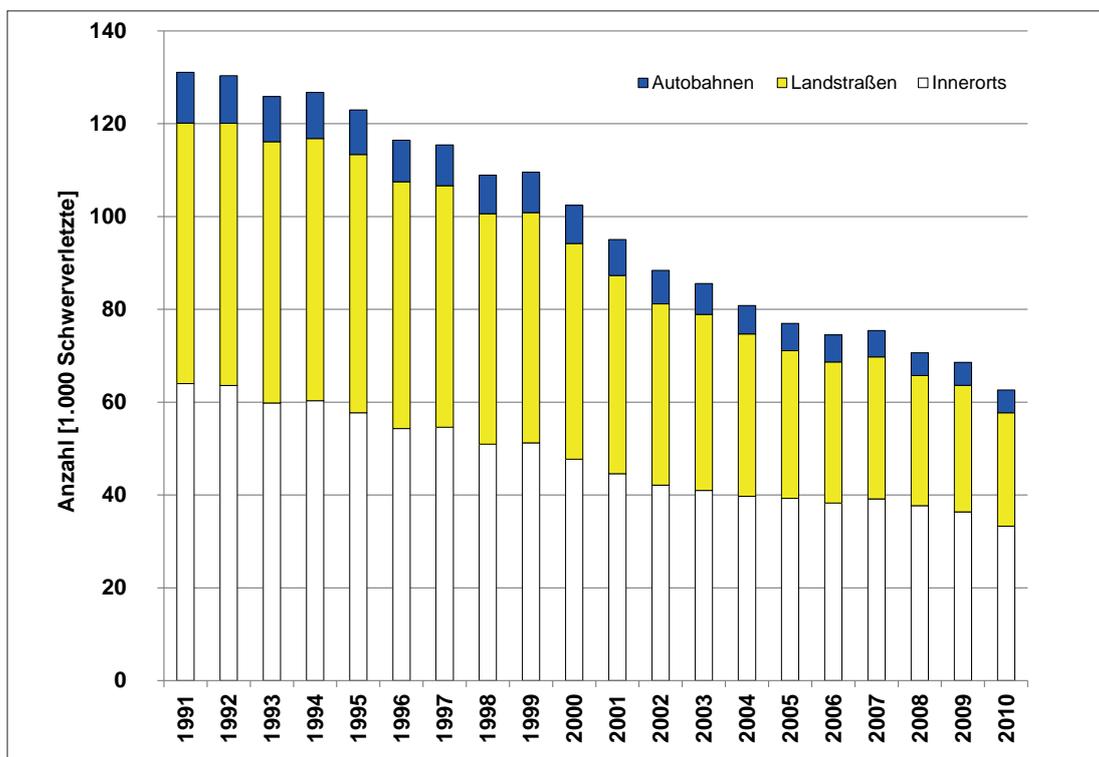


Abbildung 1 b:
Entwicklung von schweren Personenschäden (Schwerverletzte) nach Ortslage seit 1991

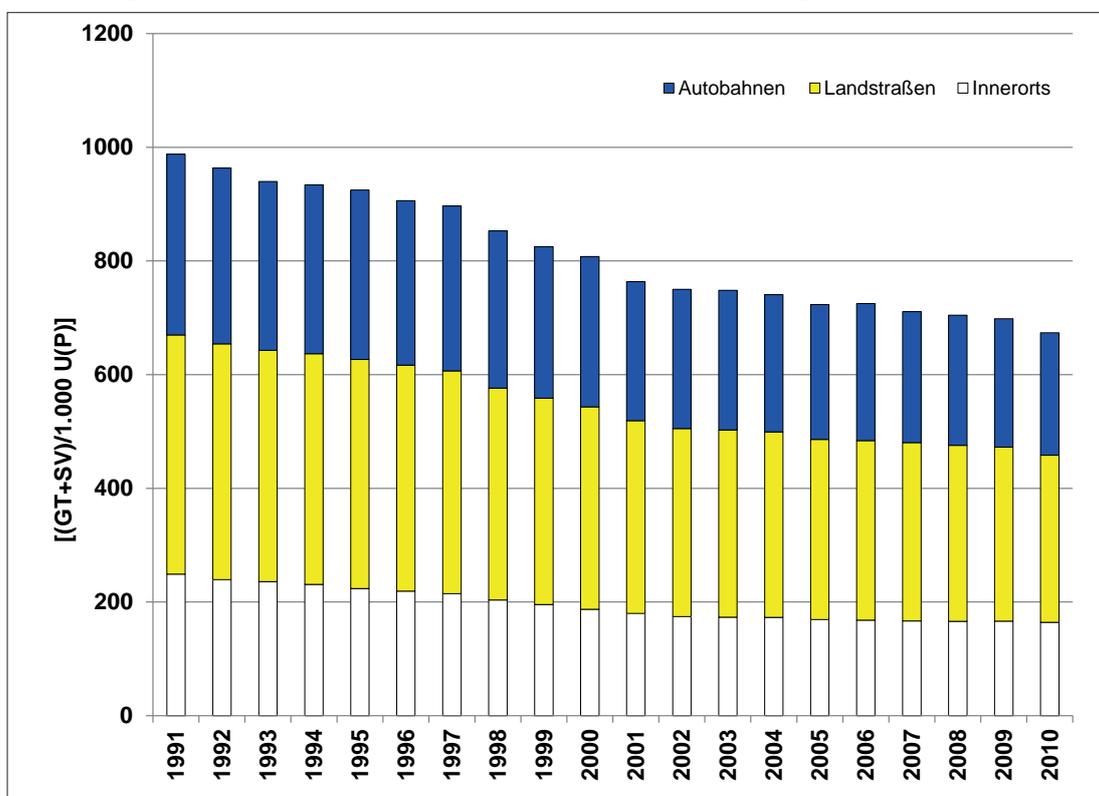


Abbildung 1 c:
Entwicklung von schweren Personenschäden (Getötete und Schwerverletzte) nach Ortslage seit 1991

Vorgehensweise und Methodik

Die Vorgehensweise bei der Untersuchung ist in Abbildung 2 dargestellt. Nachfolgend werden die einzelnen Arbeitsschritte kurz beschrieben.

Literaturrecherche

In einer umfangreichen Literaturrecherche wurden die auf dem Markt vorhandenen und die sich in der Entwicklung befindenden Fahrerassistenzsysteme analysiert, untereinander verglichen und in Bezug auf möglichen Nutzen für die Verkehrssicherheit überprüft. Dabei wurde zwischen vier verschiedenen Arten von Fahrerassistenzsystemen unterschieden:

- Infrastrukturautarke Systeme (z. B. Wechselverkehrszeichen),
- Fahrzeugautarke Systeme (z. B. Fahrdynamikregelungen),

- V2V-basierte Systeme (Fahrzeug zu Fahrzeug),
- V2I-basierte Systeme (Fahrzeug zu Infrastruktur und umgekehrt).

Ein kooperatives V2I-basiertes Fahrerassistenzsystem wird durch bidirektionale Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen gekennzeichnet. Die berührungslose Erfassung von Verkehrsteilnehmern und Gefahren erfolgt mittels Sensoren, die sowohl in Fahrzeugen als auch seitens der Infrastruktur angebracht sein können.

Bei der Bearbeitung wurde insbesondere Wert auf die volkswirtschaftlich sinnvolle Umsetzbarkeit von V2I-basierten Fahrerassistenzsystemen gelegt. Als maßgebendes Kriterium wurde dabei die alternative Umsetzbarkeit durch fahrzeugautarke und V2V-basierten Fahrerassistenzsystemen verwendet.

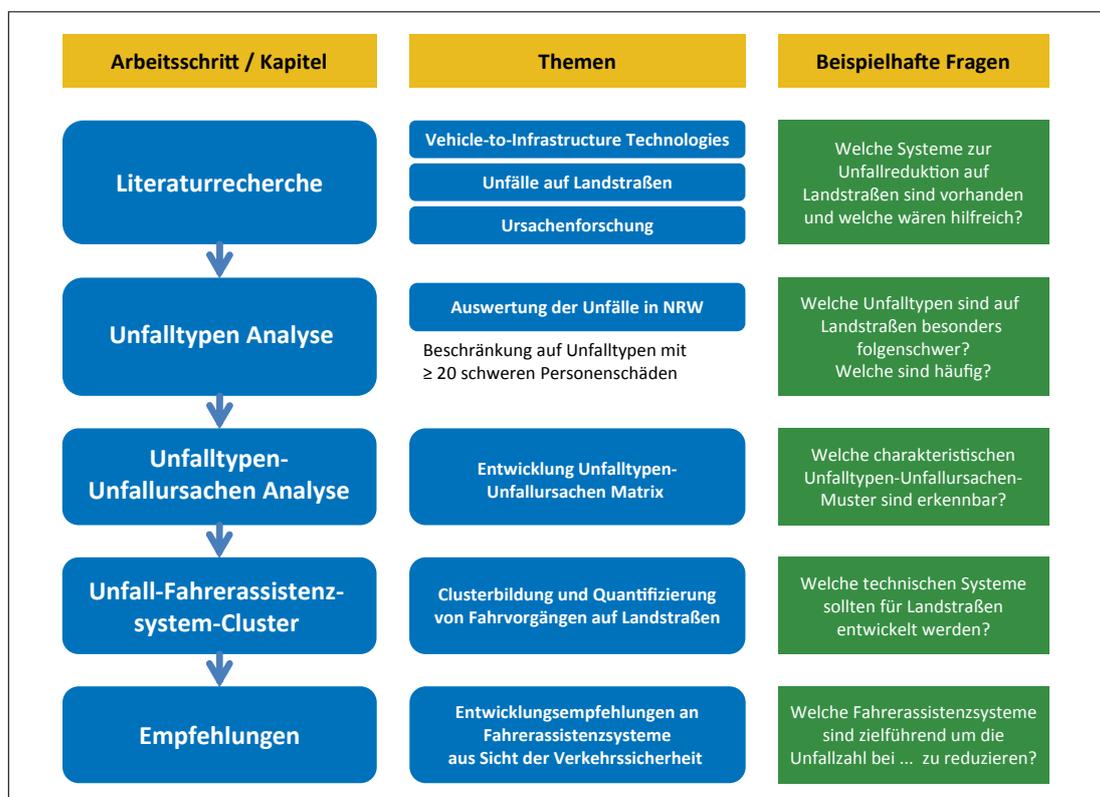


Abbildung 2:
Vorgehensweise und Arbeitsschwerpunkte des Projektes

fallursachen (UU) gegenübergestellt. Hierfür wurden die 78 verbleibenden Unfalltypen mit den berichteten Unfallursachen kombiniert, die Unfallkenngrößen über alle zugehörigen Unfälle aggregiert und die 5.266 möglichen UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert. Die vier häufigsten UT-UU-Kombinationen sind als Beispiele in Abbildung 3 dargestellt.

Diesen Kombinationen wurden Anforderungen an eine technische Realisierung gegenübergestellt (vgl. Abbildung 3). Bei Abbiegefehlern mit Kollision (Rang 1) muss z. B. ein geeignetes Fahrerassistenzsystem andere Fahrzeuge erkennen können. Bei Fahrnfällen in Kurven (Rang 2) müssen u.a. der Kurvenradius, die Fahrbahnbeschaffenheit und die Geschwindigkeit berücksichtigt werden.

Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster

Basierend auf der Unfalltyp-Unfallursachen Analyse wurden Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (UFASC) entwickelt. Diese bündeln fahrdynamisch ähnliche UT-UU-Kombinationen. Als Beispiel kann hier ein Fehler beim Abbiegen (UU 35) eines Linksabbiegers (UT 211) und ein Nichtbeachten der Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen (UU 28) eines Linkseinbiegers (UT 302) (Abbildung 4) angeführt werden. In beiden Fällen ist der Fahrvorgang vergleichbar, da ein anderes Fahrzeug bei einem Fahrvorgang nach links übersehen oder falsch eingeschätzt wurde. Die Anforderungen an eine technische Realisierung sind somit gleich.

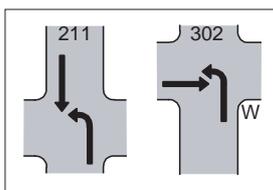


Abbildung 4:
Unfalltypen 211 und 302

2 Ergebnisse der Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster

2.1 Cluster - Übersicht

Insgesamt wurden 20 verschiedene Fallgruppen detailliert untersucht. Bei der Entwicklung der Cluster wurden fahrdynamisch und fahraufgabenbezogen ähnliche Unfalltypen zusammengefasst. In der Folge ergeben sich räumliche und Unfallursachen-bezogene Ausprägungen bei den identifizierten Clustern. Diese sind als Übersicht in Tabelle 1 dargestellt.

Räumlich wurde dabei zwischen Unfällen auf freier Strecke (Gerade oder Kurve) und Unfällen an Knotenpunkten unterschieden. Des Weiteren wurden diverse Umfeldbedingungen näher untersucht. Aus Gründen der Vollständigkeit wurden alkoholisierte Fahrzeuglenker (UU 1) und „andere Fehler beim Fahrer“ (UU 49) ebenfalls behandelt.

Es wird darauf hingewiesen, dass ein einzelner Unfall in verschiedenen Clustern berücksichtigt sein kann; z. B. ist ein Unfall, der sich in einem Stau bei Nässe ereignet hat, unter „Unfällen bei Stau“ und „Unfällen bei Nässe“ enthalten.

Im Folgenden werden hinsichtlich der Vorfahrtrelevanz besonders auffällige Cluster näher beschrieben.

2.2 Ausgewählte Cluster

2.2.1 Unfälle an Knotenpunkten

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Dieses Cluster kombiniert Konfliktsituationen am Knotenpunkt mit und ohne Lichtsignalanlage (LSA) mit Fahrzeugen von links (UT 301,

Tabelle 1:
Übersicht der untersuchten Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster

Kurzform	Beschreibung	Rangfolge nach					
		U	GT	SP	SP/ 1000 U	UK	
Knotenpunkt	KP1	Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern	1	3	2	17	2
	KP2	Unfälle bei eingeschalteter LSA	4	13	9	19	9
	KP3	Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	8	5	7	5	7
freie Strecke	FS1	Fahrerunfälle in Kurven	3	2	3	8	3
	FS2	Fahrerunfälle auf Geraden	11	10	10	6	10
	FS3	Unfälle bei Stau	15	20	18	20	18
	FS4	Unfälle bei überholenden Fahrzeugen	17	14	15	15	15
	FS5	Unfälle durch begegnende Fahrzeuge	7	4	4	2	6
	FS6	Unfälle bei wendenden Fahrzeugen	14	16	16	18	16
	FS7	Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	13	9	13	1	13
	FS8	Unfälle mit Tieren	16	17	14	12	14
	FS9	Unfälle mit temporären Hindernissen	10	6	8	3	8
Umfeldbedingungen	UB1	Unfälle bei Nässe	12	12	12	16	12
	UB2	Unfälle bei Eis und Schnee	9	11	11	13	11
	UB3	Unfälle bei reduzierter Fahrbahngriffigkeit	5	8	6	14	4
	UB4	Unfälle bei Nebel	19	18	19	11	19
	UB5	Unfälle bei Seitenwind	20	19	20	4	20
	UB6	Unfälle bei blendender Sonne	18	15	17	10	17
Weitere	UU1	Unfälle mit alkoholisierten Beteiligten	6	7	5	9	5
	UU49	Unfälle mit „andere Fehler beim Fahrer“	2	1	1	7	1

U: Unfälle; GT: Getötete; SP: Schwere Personenschaden; UK: Unfallkosten

302, 303), von rechts (UT 321, 322) sowie mit Gegenverkehr bei Linksabbiegern (UT 211). Die gewählten Konfliktströme ließen sich prinzipiell mit einem eigensignalisierten Abbiegestrom sichern. Bei den Unfallursachen werden Missachtung der Verkehrsregelung (auch mit Lichtzeichen) (UU 27, 28 und 31), das Nichtbeachten entgegenkommender Fahrzeuge (UU 32) sowie Fehler beim Abbiegen (UU 35) betrachtet.

Die statistischen Angaben in Tabelle 2 beinhalten alle Ausprägungen des betrachteten Clusters. Bei einer zusätzlichen Einschränkung auf Unfälle an Lichtsignalanlagen konnte festgestellt werden, dass die Unfallschwere stark abnimmt.

Die relativen Angaben ermöglichen einen Vergleich der Folgeschwere zwischen verschiedenen Clustern. Im konkreten Beispiel der Unfälle an Knotenpunkten bedeutet dies, dass 29,2 % aller Unfälle „nur“ 19,6 % aller Unfälle mit Getöteten (Unfallkategorie 1) beinhalten. Somit ist dieses Cluster vergleichsweise weniger folgeschwer als der Durchschnitt. Bezogen auf die Beteiligten ist die Differenz zwischen Anteil Beteiligte und Anteil Getötete noch ausgeprägter. Die um etwa Faktor zwei erhöhte Anzahl an Beteiligten kann durch den definitionsbedingten Ausschluss an Alleinunfällen begründet werden (ein Alleinunfall am Knotenpunkt wäre als UT 121, 122, 123 klassifiziert).

Anforderungen an eine technische Umsetzung **Empfehlung**

Ein Knotenpunktassistent benötigt möglichst genaue Positions- (z.B. Fahrspur), Bewegungs- (Fahrtrichtung, Geschwindigkeit, Beschleunigung/Verzögerung) und weitere Zustandsdaten (z.B. Fahrtrichtungsanzeiger) möglichst aller Verkehrsteilnehmer im Vorfeld und unmittelbaren Bereich des Knotenpunktes sowie die Zustandsdaten vorhandener Lichtsignalanlagen, um eine wahrscheinlichkeitbasierte Prognose der zukünftigen Bewegungen in einer dynamischen Karte zu berechnen. Übersteigt die errechnete Wahrscheinlichkeit für eine gefährliche Konfliktsituationen einen definierten Schwellenwert, werden die betroffenen Fahrzeuge gewarnt. Technisch denkbar sind auch automatisierte Eingriffe.

V2I-basierte Fahrerassistenzsysteme sind an unfallträchtigen, lichtsignalisierten Knotenpunkten zu empfehlen, da sie hier aufgrund der möglichen Anpassungen an die örtlichen Gegebenheiten (z. B. bei Sichtbehinderungen durch Bebauungen) und der hierarchischen Steuerung komplexer Verkehrssituationen fahrzeugautarken und V2V-basierten Systemen überlegen sind.

2.2.2 Fahrurfälle in Kurven und auf Geraden mit unangepasster Geschwindigkeit

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Fahrurfälle in Kurven sind in der Regel besonders folgenschwer. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich

Tabelle 2:
Statistischer Steckbrief für Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern mit und ohne Lichtsignalanlagen

	Bedingungen					
UT	211, 281, 301, 302, 303, 321, 322	7 UT von 77 UT				
UU	27, 28, 31, 32, 35	5 UU von 69 UU				
Weitere Bedingungen	keine					
Cluster Statistik						
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Unfallkosten	
Beteiligte	50788	33,9%	Unfälle	24613	29,2%	1.539.561.000 €
Getötete	360	18,8%	Unfallkategorie 1	344	19,6%	92.880.000 €
Schwerverletzte	5416	24,5%	Unfallkategorie 2	4202	23,4%	1.134.540.000 €
Leichtverletzte	18466	28,7%	Unfallkategorie 3	10254	24,4%	184.572.000 €
			Unfallkategorie 4	9813	43,1%	127.569.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	42141	37,1%	Bundesstraßen	6987	30,0%	437.284.000 €
Bus	191	27,1%	Landesstraßen	11946	31,3%	745.821.000 €
Lkw	3189	32,5%	Kreisstraßen	3478	25,5%	231.783.000 €
Motorrad	3518	25,9%	sonstigen Straßen	2202	23,6%	124.673.000 €
Fußgänger	18	0,9%				
Fahrrad	1222	16,6%				
Sonstige	509	21,0%				

ist, führten Fahrurfälle in Kurven mit nicht angepasster oder überhöhter Geschwindigkeit zu rund einem Viertel aller Getöteten und mehr als einem Fünftel aller Schwerverletzten auf Landstraße.

Fahrurfälle auf Geraden ereigneten sich seltener, sind jedoch ähnlich folgeschwer (Tabelle 4). Sehr viele Unfälle auf Geraden werden mit der Unfallursache „andere Fehler beim Fahrer“ versehen, welche in dem in Tabelle 4 aufgeführten Cluster nicht berücksichtigt wird.

Anforderungen an eine technische Umsetzung

Ein Fahrerassistenzsystem muss Fahrzeuge mit nicht angepasster Geschwindigkeit rechtzeitig erkennen (z. B. vereinfacht durch die Überschreitung der zulässigen Höchstge-

schwindigkeit oder komplexer unter Berücksichtigung weiterer Rahmenbedingungen wie Witterung, Reifenhaftung, Fahrbahngriffigkeit etc.) und warnen, um entsprechende Unfälle zu vermeiden.

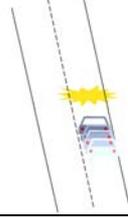
Empfehlung

Hier sind fahrzeugautarke Fahrerassistenzsysteme zu bevorzugen, da sie bei ausgestatteten Fahrzeugen potentiell in allen Kurven und auf allen Geraden wirken könnten. Da die wichtigsten Eingangsgrößen statisch (z. B. Straßengeometrie) oder relativ leicht zu erfassen sind (z. B. Geschwindigkeit), könnte die Warnung zur schnelleren Marktdurchdringung in mobile Anwendungen wie z. B. Navigationssysteme oder Smartphones integriert werden.

Tabelle 3:
Statistischer Steckbrief für Fahrurfälle in Kurven

		Bedingungen				
UT		101, 102, 121, 122, 123, 131, 132, 151, 152		9 UT von 77 UT		
UU		12, 13		2 UU von 69 UU		
Weitere Bedingungen		Keine				
Cluster Statistik						
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	18910	12,6%	Unfälle	15907	18,8%	1.357.966.000 €
Getötete	482	25,2%	Unfallkategorie 1	435	24,7%	117.450.000 €
Schwerverletzte	4776	21,6%	Unfallkategorie 2	3915	21,8%	1.057.050.000 €
Leichtverletzte	9466	14,7%	Unfallkategorie 3	6645	15,8%	119.610.000 €
			Unfallkategorie 4	4912	21,6%	63.856.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	15203	13,4%	Bundesstraßen	3221	13,8%	249.601.000 €
Bus	53	7,5%	Landesstraßen	7584	19,9%	653.309.000 €
Lkw	849	8,6%	Kreisstraßen	3299	24,2%	312.454.000 €
Motorrad	2470	18,2%	sonstigen Straßen	1803	19,4%	142.602.000 €
Fußgänger	61	2,9%				
Fahrrad	127	1,7%				
Sonstige	147	6,1%				

Tabelle 4:
Statistischer Steckbrief für Fahrurfälle auf Geraden

		Bedingungen				
UT	141, 153, 163, 183, 761	5 UT von 77 UT				
UU	12, 13	2 UU von 69 UU				
Weitere Bedingungen	keine					
Cluster Statistik						
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	4350	2,9%	Unfälle	3804	4,5%	345.752.000 €
Getötete	127	6,6%	Unfallkategorie 1	110	6,3%	29.700.000 €
Schwerverletzte	1219	5,5%	Unfallkategorie 2	1010	5,6%	272.700.000 €
Leichtverletzte	2305	3,6%	Unfallkategorie 3	1692	4,0%	30.456.000 €
			Unfallkategorie 4	992	4,4%	12.896.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	3601	3,2%	Bundesstraßen	1086	4,7%	95.097.000 €
Bus	10	1,4%	Landesstraßen	1474	3,9%	137.426.000 €
Lkw	240	2,4%	Kreisstraßen	722	5,3%	68.160.000 €
Motorrad	352	2,6%	sonstigen Straßen	522	5,6%	45.069.000 €
Fußgänger	19	0,9%				
Fahrrad	92	1,2%				
Sonstige	36	1,5%				

Infrastrukturautarke Systeme mit Geschwindigkeitsmessung und Wechselverkehrszeichen vor unfallträchtigen Kurven, könnten Fahrer von nicht ausgestatteten Fahrzeugen auf nicht angepasste Geschwindigkeiten hinweisen.

V2I-basierte Systeme sind in diesem Cluster wenig zielführend, da sie nur punktuell und für Fahrer mit ausgestatteten Fahrzeugen wirken.

2.2.3 Unfälle mit Gegenverkehr

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Das in Tabelle 5 skizzierte Cluster setzt sich aus Unfällen bei Gegenverkehr zusammen. Dies sind sowohl Unfälle beim Überholen (UT 661) als auch beim Begegnen auf Geraden (UT 681) und in Kurven (UT 682). Da die drei verwendeten Unfalltypen sehr präzise abgegrenzt sind,

wurde auf eine besondere Selektion bestimmter Unfallursachen verzichtet.

Anforderungen an eine technische Umsetzung

Die Mindestanforderung an ein geeignetes Assistenzsystem sollte sein, den Fahrer bei unbeabsichtigtem Verlassen des Fahrstreifens zu warnen. Dies ist am einfachsten über eine Erkennung der Fahrbahnmarkierungen zu realisieren, wie es bereits heute mit fahrzeugautarken Spurassistenten geschieht. Diesem System sind jedoch Grenzen gesetzt, da abgefahren, überwachsene oder verschmutzte Markierungen nicht oder nur unzureichend erkannt werden können.

Wesentlich komplexer wäre ein System, das u.a. die hochgenauen Positionen, Fahrtrichtungen und Geschwindigkeiten sämtlicher relevanter Fahrzeuge erfasst, um daraus deren

Tabelle 5:
Statistischer Steckbrief für „Unfälle bei Gegenverkehr“

		Bedingungen				
UT	661, 681, 682	3 UT von 77 UT				
UU	alle	69 UU von 69 UU				
Weitere Bedingungen	keine					
Cluster Statistik						
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	11572	7,7%	Unfälle	5339	6,3%	486.985.000 €
Getötete	265	13,9%	Unfallkategorie 1	232	13,2%	62.640.000 €
Schwerverletzte	2121	9,6%	Unfallkategorie 2	1347	7,5%	363.690.000 €
Leichtverletzte	4512	7,0%	Unfallkategorie 3	2355	5,6%	42.390.000 €
			Unfallkategorie 4	1405	6,2%	18.265.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	8371	7,4%	Bundesstraßen	1258	5,4%	143.122.000 €
Bus	121	17,1%	Landesstraßen	2285	6,0%	207.519.000 €
Lkw	1251	12,7%	Kreisstraßen	923	6,8%	83.142.000 €
Motorrad	741	5,4%	sonstigen Straßen	873	9,4%	53.202.000 €
Fußgänger	20	1,0%				
Fahrrad	738	10,0%				
Sonstige	330	13,6%				

zukünftige Bewegungen (Trajektorien) zu prognostizieren und somit mögliche Kollisionen rechtzeitig zu erkennen.

Empfehlungen

Fahrzeugautarke Spurassistenten können bei entsprechenden Randbedingungen Unfälle durch sich begegnende Fahrzeuge reduzieren. Eine Weiterentwicklung mit V2V-Kommunikation könnte vor entgegenkommenden Fahrzeugen auch ohne Sichtkontakt warnen, sofern diese ebenfalls ausgestattet sind. V2I-basierte Fahrerassistenzsysteme wären sehr aufwendig zu realisieren und in ihrer Wirkung lokal begrenzt. Sie sind daher eher ungeeignet, um Unfälle mit begegnenden Fahrzeugen zu reduzieren.

2.2.4 Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern im Längsverkehr

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

In diesem Cluster werden nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer betrachtet, die auf Landstraßen im Längsverkehr verunglückt sind. Für Unfälle mit Fußgängern sind z. T. explizite Unfalltypen vorhanden. Da es für Unfälle mit Radfahrern keinen eigenen Unfalltyp gibt, wurde die Mehrzahl der Unfälle über die Verkehrsbeteiligung von Fußgängern oder Radfahrern eingeschlossen. Deshalb sind auch Unfalltypen wie Fahrunfälle auf Geraden (UT 141) enthalten.

Das Cluster zeichnet sich durch eine hohe Folgeschwere der Unfälle aus (vgl. Tabelle 6).

Bei einer Unterscheidung nach Lichtverhältnissen konnte festgestellt werden, dass Unfälle sich häufig bei Tageslicht ereignen, jedoch der Anteil an Getöteten bei Dunkelheit besonders hoch ist.

Anforderungen an eine technische Umsetzung

Obwohl bereits fahrzeugautarke Systeme am Markt sind, welche nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer bei Dunkelheit erkennen kön-

nen, kann aus der Untersuchung abgeleitet werden, dass ein geeignetes Fahrerassistenzsystem auch bei Tageslicht funktionieren sollte. Es sollte die Positionen von Fußgängern und Radfahrern sowohl bei Tageslicht als auch bei Nacht erkennen können und diese entsprechend (visuell) kennzeichnen.

Empfehlungen

Infrastrukturautarke Systeme, welche Fußgänger und Radfahrer im Längsverkehr detektieren und Fahrer anhand von Wechselverkehrszeichen darauf aufmerksam machen, könnten

Tabelle 6:
Statistischer Steckbrief für Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern im Längsverkehr

		Bedingungen				
UT		Radfahrer: 101, 102, 141, 151, 152, 153, 199, 601, 651, 652, 661, 681, 682, 699 Fußgänger: 101, 141, 671, 672, 699	5 bis 14 UT von 77 UT			
UU		alle	69 UU von 69 UU			
Weitere Bedingungen		Jeder UT muss für Radfahrer und Fußgänger jeweils mehr als 25 U aufweisen.				
Cluster Statistik						
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	6446	4,3%	Unfälle	3385	4,0%	408.540.000 €
Getötete	188	9,8%	Unfallkategorie 1	182	10,3%	49.140.000 €
Schwerverletzte	1285	5,8%	Unfallkategorie 2	1198	6,7%	323.460.000 €
Leichtverletzte	2612	4,1%	Unfallkategorie 3	1975	4,7%	35.550.000 €
			Unfallkategorie 4	30	0,1%	390.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	1635	1,4%	Bundesstraßen	592	2,5%	77.416.000 €
Bus	38	5,4%	Landesstraßen	1213	3,2%	156.322.000 €
Lkw	148	1,5%	Kreisstraßen	549	4,0%	71.582.000 €
Motorrad	271	2,0%	sonstigen Straßen	1031	11,1%	103.220.000 €
Fußgänger	1604	76,7%				
Fahrrad	2659	36,0%				
Sonstige	91	3,8%				

auf Landstraßenabschnitten mit einer entsprechenden Unfallhäufung installiert werden.

2.3 Zielführende Lösungswege für Fahrerassistenzsysteme

Die bestehenden, fahrzeugautarken Systeme sollten auch bei Tageslicht Fußgänger und Radfahrer erkennen können. Durch die V2V-Kommunikation sind nur geringe Vorteile zu erwarten. Auch V2I-basierte Fahrerassistenzsysteme sind wenig erfolgsversprechend, da sich die Unfälle räumlich dispers ereignen und daher mit hohen Installationskosten zu rechnen wäre.

Aufgrund der Unfallverteilung und der Unfallschwere ist die Weiterentwicklung und Verbreitung fahrzeugautarker Systeme zu forcieren, da sie flächenhaft wirken.

Tabelle 7 fasst die in der Untersuchung ermittelten zielführenden und weniger zielführenden Lösungswege für aus Sicht der Verkehrssicherheit relevante Fahrerassistenzsysteme zusammen. Die Untersuchung zeigt, dass die Vorteile von V2I-basierten Systemen insbesondere in komplexen, räumlich begrenzten (punktförmigen) Verkehrssituationen, wie z. B. an Knotenpunkten, zielführend eingesetzt werden können.

Plötzlich und räumlich dispers auftretende Ereignisse, wie z. B. verlorene Ladung oder wendende Fahrzeuge können am besten durch fahrzeugbasierte Systeme abgedeckt werden.

Tabelle 7:
Überblick an zielführenden Lösungswegen für Assistenzsysteme zur Erhöhung der Verkehrssicherheit

Cluster Typ	Cluster	SP/1000 U	Fahrerassistenzsysteme			
			Infrastrukturautark	Fahrzeugautark	V2V	V2I
Knotenpunkt	KP1 Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern	234,7	x	●	●	✓
	KP2 Unfälle bei eingeschalteter LSA	161,9	x	●	●	✓
	KP3 Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	369,6	●	●	●	✓
freie Strecke	FS1 Fahrunfälle in Kurven	338,0	✓	✓	x	●
	FS2 Fahrunfälle auf Geraden	352,3	x	✓	x	x
	FS3 Unfälle bei Stau	112,2	x	●	✓	x
	FS4 Unfälle bei überholenden Fahrzeugen	250,0	x	●	✓	x
	FS5 Unfälle durch begegnende Fahrzeuge	446,9	x	●	✓	x
	FS6 Unfälle bei wendenden Fahrzeugen	213,4	x	●	✓	x
	FS7 Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	523,8	x	✓		x
	FS8 Unfälle mit Tieren	268,3	✓	✓		●
	FS9 Unfälle mit temporären Hindernissen	435,2	x	✓	x	x
Umfeldbedingungen	UB Unfälle aufgrund von Regen, Eis, Nässe, usw.	257,6	●	✓	●	x
Sonstige	UU1 Unfälle mit alkoholisierten Beteiligten	328,5	x	✓	x	x

✓ empfohlener Lösungsweg ● alternativer Lösungsweg x wenig zielführend

3 Ergebnisse und Zusammenfassung

Tabelle 8 beschreibt die verschiedenen Abhängigkeiten und Ausprägungen von Fahrerassistenzsystemen. Heutige infrastrukturautarke Systeme (z. B. Lichtsignalanlagen, Streckenbeeinflussungsanlagen) werden von der öffentlichen Hand finanziert und sind für alle Fahrer nutzbar. Fahrzeugbasierte Fahrerassistenzsysteme (z. B. Spurassistent, Abstandstempomat) werden durch den Erwerb des Fahrzeugs finanziert und sind „nur“ individuell nutzbar. Eine Sonderrolle ist V2I-basierten Fahrerassistenzsystemen beizumessen, da diese „nur“ individuell wirksam sind, jedoch nach heutigem Verständnis zu erheblichen Teilen durch die öffentliche Hand finanziert werden müssten.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Finanzierung für die technische Funktionalität unwesentlich ist, die Kosten allerdings einen wesentlichen Einfluss auf die Verbreitung und somit Wirksamkeit derartiger Systeme haben. Vorstellbar wäre ebenfalls eine dauerhafte oder zeitlich befristete privatwirtschaftlich finanzierte, V2I-basierte Lösung, um entsprechend hohe Ausstattungsgrade und Wirkungen zu erzielen.

Empfehlungen

Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass Fahrerassistenzsysteme (FAS) grundsätzlich einen großen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit leisten können. Die V2I-basierte Variante ist jedoch wegen der zu installierenden, aufwendigen Technik räumlich beschränkt und wird daher nur punktuell einen relevanten Mehrwert zur Verkehrssicherheit leisten können.

Insgesamt wird aus Sicht der Verkehrssicherheit empfohlen, jene Systeme zu forcieren bzw. weiter zu entwickeln, die gegen nachfolgende häufige und folgenschwere Unfälle wirken:

- Unfälle auf Geraden infolge nicht angepasster Geschwindigkeit,
- Unfälle in Kurven infolge nicht angepasster Geschwindigkeit,
- Unfälle durch Ablenkung des Fahrers,
- Unfälle durch alkoholisierte Fahrzeuglenker.

Als „selten wirksam“ wurden diejenigen Systeme herausgearbeitet, die nur gegen selten auftretende oder wenig folgenschwere Unfälle wirken:

- Unfälle bei Nebel,
- Unfälle durch verlorene Ladung,
- Unfälle durch stehendes Fahrzeug.

Tabelle 8:
Vergleich der verschiedenen Arten von Assistenzsystemen

	Träger / Verantwortlicher	Kommunikation notwendig	Wirksamkeit / Sichtbarkeit	
			kollektiv	individuell
Infrastrukturautarke Systeme	öffentlicher Baulastträger		✓	
Fahrzeugautarke Systeme	Fahrzeugindustrie			✓
V2I-basierende Systeme	vorrangig öffentlicher Baulastträger	✓		✓
V2V-basierende Systeme	Fahrzeugindustrie	✓		✓

V2I-basierte Fahrerassistenzsysteme könnten insbesondere an Knotenpunkten zum Einsatz kommen. In kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekten wie SAFESPOT und InterSafe2 konnte nachgewiesen werden, dass eine technische Umsetzung bereits heute möglich ist. Ungeklärt sind bislang jedoch die Wirksamkeit, Standardisierung, Betrieb, Haftung und insbesondere die Finanzierung der auf Seiten der Infrastruktur erforderlichen Technik.



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel.: 030/2020-50 00, Fax: 030/2020-6000
www.gdv.de, www.udv.de