

Infrastrukturgestützte Fahrerassistenz

Thomas Heinrich

Jörg Ortlepp

Jürgen Schmiele

Heiko Voß

Infrastrukturgestützte Fahrerassistenz

Dipl.-Ing. Thomas Heinrich
Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp
Dipl.-Geogr. M.Sc. Jürgen Schmiele
Dipl.-Ing. Heiko Voß

Die Unfallforschung der Versicherer veröffentlicht ihre Forschungsergebnisse in den Reihen:

FS - Fahrzeugsicherheit

VI - Verkehrsinfrastruktur

VV - Verkehrsverhalten / Verkehrspsychologie

Impressum:

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Unfallforschung der Versicherer

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin

Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

E-Mail: unfallforschung@gdv.de

Internet: www.udv.de

ISBN-Nr.: 978-3-939163-42-8

Redaktion: Dipl.-Ing. Thomas Heinrich, Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp

Dipl.-Geogr. M.Sc. Jürgen Schmiele, Dipl.-Ing. Heiko Voß

Layout: Michaela Gaebel

Erschienen: 11/2011

Im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV)

Infrastrukturgestützte Fahrerassistenz



bearbeitet durch:

TRANSVER GmbH

Dipl.-Ing. Thomas Heinrich

Dipl.-Geogr. M.Sc. Jürgen Schmiele



Bei der UDV betreut von:

Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp

Dipl.-Ing. Heiko Voß

Inhalt

Kurzfassung	7
Verzeichnisse	10
Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	12
Abkürzungsverzeichnis	14
1 Anlass und Aufbau der Untersuchung	15
2 Unfallgeschehen und Fahrerassistenzsysteme	17
2.1 Bundesdeutsche Statistik auf Landstraßen im Jahre 2008	17
2.1.1 Einführung	17
2.1.2 Betrachtung nach Unfallumstand	18
2.1.3 Betrachtung der Unfalltypen	26
2.1.4 Betrachtung der Unfallarten	28
2.1.5 Monetarisierung der Unfälle nach Unfalltypen auf Landstraßen	30
2.1.6 Zusammenfassung „Bundesdeutsche Statistik auf Landstraßen im Jahre 2008“	30
2.2 Regelwerke und Wissensdokumente	31
2.2.1 Vorhandene Untersuchungen und Veröffentlichungen	32
2.2.2 Zusammenfassung der Literatur	33
2.3 Fahrerassistenzsysteme	37
2.3.1 Definitionen	37
2.3.2 Forschungsprojekte	39
3 Untersuchung des Unfallgeschehens auf Landstraßen in Nordrhein-Westfalen	41
3.1 Verwendete Datengrundlage und Vorgehensweise in der mikroskopischen Unfalluntersuchung	41
3.1.1 Verkehrsunfälle in Nordrhein-Westfalen zwischen 2004 und 2008	41
3.1.2 Vereinheitlichung und Vereinfachung der Datengrundlage	41
3.1.3 UT-Filterung nach ≥ 20 SP	42
3.2 Übersicht über die Ergebnisse der mikroskopischen Unfallauswertung	43
3.3 Vergleich mit anderen Datenquellen	43
3.3.1 Abgleich mit DESTATIS und LSTAD Bayern bei Unfalltypen	45
3.3.2 Abgleich mit DESTATIS bei Straßenklassen	45
3.3.3 Abgleich mit DESTATIS bei Unfallursachen Glätte und Nässe	45
3.4 Vergleich mit OTTE (2000)	49

4	Entwicklung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit	52
4.1	Analyse nach Unfalltypen-Unfallursachen-Kombinationen	52
4.1.1	Methodik der Analyse der UT-UU-Kombinationen	52
4.1.2	UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Häufigkeit	53
4.1.3	UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Unfallkosten	53
4.2	Entwicklung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme	57
4.2.1	Methodische Vorgehensweise bei der Entwicklung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme	57
4.2.2	Ergebnisse der Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme	59
5	Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster und Quantifizierung aus Sicht der Verkehrssicherheit	60
5.1	Vorgehensweise bei der Identifizierung von Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clustern	60
5.2	Einschränkungen von Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster	60
5.3	Erläuterungen und Lesebeispiel für nachfolgende Tabellen	60
5.4	Statistischer Gesamtüberblick für die UFASC _{Alle}	62
5.5	Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (UFASC)	62
5.5.1	An Knotenpunkten (KP)	62
5.5.2	Auf freier Strecke (FS)	72
5.5.3	Bei speziellen Umfeld- und Wetterbedingungen (UB)	97
5.5.4	Weitere UFASC	106
5.6	Zielführende Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit	112
6	Zusammenfassung und Ausblick	115
6.1	Zusammenfassung des Berichts	115
6.2	Endergebnis und Ausblick	116
7	Literaturverzeichnis	118
Anhang		121
Anhang A:	Statistische Angaben der polizeilichen Unfallstatistik Nordrhein-Westfalens von 2004 bis 2008	121
Anhang B:	Liste der 3-stelligen Unfalltypen	122
Anhang C:	Liste der Unfallursachen	129
Anhang D:	Statistische Angaben differenziert nach Bundesland	130
Anhang E:	Kombinierte Liste der UT-UU-Kombinationen	131
Glossar A:	Teil Fahrerassistenzsysteme	133
Glossar B:	Teil Unfallforschung	134

Kurzfassung

Der vorliegende Bericht ermittelt die Anwendbarkeit von kooperativen infrastrukturgestützten Fahrerassistenzsystemen im Rahmen der Verkehrssicherheit auf Landstraßen.

Definition von infrastrukturgestütztes Fahrerassistenzsystem und Landstraße

Ein kooperatives infrastrukturgestütztes Fahrerassistenzsystem wird dabei durch bidirektionale Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen gekennzeichnet, welche auf berührungsloser Erfassung von Verkehrsteilnehmern und Gefahren basiert. Die Sensorik kann dabei sowohl im Fahrzeug als auch seitens der Infrastruktur angebracht sein. Als Landstraßen werden alle Straßen verstanden, welche außerhalb geschlossener Ortschaften liegen und nicht als Bundesautobahn klassifiziert sind (vgl. Kapitel 1 und Abschnitt 2.3).

Statistik und Begründung für Unfalldatenbank NRW

Das Statistische Bundesamt beschreibt jährlich das Unfallgeschehen im deutschen Straßennetz in seiner Publikation Fachserie 8 Reihe 7. Es werden u.a. sieben Unfalltypen unterschieden. Dabei wird nicht zwischen Unfällen auf Geraden und in Kurven, beim Links- oder Rechtsabbiegen, ob ein Pkw und ein Fahrradfahrer am Unfall beteiligt waren, usw. differenziert. Daher wurde im Rahmen der vorliegenden Studie auf eine Unfalldatenbank der Polizei des Landes Nordrhein-Westfalen zurückgegriffen, welche Unfälle zwischen 2004 und 2008 beinhaltet. Für jeden Unfall sind dabei präzise Angaben zum Unfalltyp (UT), Unfallbeteiligten und zur Unfallursache (UU) abfragbar (vgl. z.B. Abschnitt 2.1 und Kapitel 3).

Entwicklung von Unfalltyp-Unfallursachen-Kombinationen und Clustering nach Fahrvorgängen

Für die Auswertung wurde auf eine individuelle Kombination aus dreistelligem Unfalltyp und Unfallursache für jeden Unfall zurückgegriffen. Eine Aggregation der

Unfalltyp-Unfallursachen-Kombinationen (sog. UT-UU-Kombinationen) und eine absteigende Sortierung nach der Anzahl der Nennungen erwiesen sich als zielführend zur Abschätzung von vorgefallenen Fahrfehlern. Als Beispiel sei ein Unfall an einem Knotenpunkt beim Linksabbiegen (UT 211) genannt, da dem Fahrzeuglenker einen Fehler beim Abbiegen unterlief (UU 35) (siehe hierzu Kapitel 4).

Aus der Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten wurden für die häufigsten Kombinationen grundsätzliche Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme entwickelt. Im genannten Beispiel wäre dies eine räumliche beschränkte Ausprägung (= Knotenpunkt) mit mehr als einem Verkehrsteilnehmer und eine beim Abbiegen.

Bedingt durch die große Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten wurden diese entsprechend ihrer typischen Fahrvorgänge berücksichtigt und zusammengefasst. Auf freier Strecke sind beispielsweise Fahrvorgänge in Rechts- und Linkskurven unabhängig von der Streckenneigung zu einem einzigen Cluster zusammenfassbar (vgl. Abschnitte 4.2 und 5.5).

Grundsätzliche Systematik der Clustering

Bei der Zusammenfassung anhand von Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (sog. UFASC) wurden charakteristische Unfalltypen-Unfallursachen-Kombinationen anhand von drei übergeordneten Themengebieten zusammengefasst:

- Unfälle an Knotenpunkten,
- Unfälle auf freier Strecke und
- Unfälle aufgrund von widrigen Umfeldbedingungen.

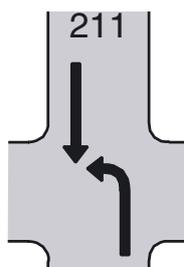


Abbildung:
Unfalltyp 211

Tabelle:
Unterschiedliche Reihenfolgen der UFASC

Kurzform		Beschreibung	Reihenfolge nach:			Eignung für eine V2I-basierte Lösung
			Anzahl Unfälle	schweren Personenschäden	SP / 1000 Unfälle	
Knotenpunkt	KP1	Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern	1	2	17	hoch
	KP2	Unfälle bei eingeschalteter LSA	4	9	19	hoch
	KP3	Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	8	7	5	hoch
Auf freier Strecke	FS1	Fahrerunfälle in Kurven	3	3	8	möglich
	FS2	Fahrerunfälle auf Geraden	11	10	6	wenig zielführend
	FS3	Unfälle bei Stau	15	18	20	wenig zielführend
	FS4	Unfälle bei überholenden Fahrzeugen	17	15	15	wenig zielführend
	FS5	Unfälle durch begegnende Fahrzeuge	7	4	2	wenig zielführend
	FS6	Unfälle bei wendenden Fahrzeugen	14	16	18	wenig zielführend
	FS7	Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	13	13	1	wenig zielführend
	FS8	Unfälle mit Tieren	16	14	12	möglich
	FS9	Unfälle mit temporären Hindernissen	10	8	3	wenig zielführend
bei Umfeldbedingungen	UB1	Unfälle bei Nässe	12	12	16	wenig zielführend
	UB2	Unfälle bei Eis und Schnee	9	11	13	wenig zielführend
	UB3	Unfälle bei reduzierter Fahrbahngriffigkeit	5	6	14	hoch *
	UB4	Unfälle bei Nebel	19	19	11	hoch *
	UB5	Unfälle bei Seitenwind	20	20	4	hoch *
	UB6	Unfälle bei blendender Sonne	18	17	10	möglich
weitere	UU1	Unfälle mit alkoholisierten Beteiligten	6	5	9	nicht zielführend
	UU49	Unfälle mit „andere Fehler beim Fahrer	2	1	7	nicht zielführend

Die Unfallursachen „Alkohol“ und „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ werden ebenfalls aufgeführt, da diese sehr häufig als Unfallursache erwähnt sind. Die Tabelle bezieht sich auf beschriebenen Bedingungen für jedes UFASC im vollständigen Bericht. Aus Tabelle oben aufgeführten Tabelle ist entnehmbar, dass bei einer absoluten Zählung sowohl nach Anzahl an Unfällen als auch nach schweren Personenschäden Unfälle an Knotenpunkten und Fahrnfälle in Kurven dominieren. Bei einer Betrachtung nach der relativen Folgeschwere (ausgedrückt als schwere Personenschäden pro 1000 Unfälle) treten hingegen Unfälle mit dem nicht motorisierten Verkehr (NMV) und mit begegnenden Fahrzeugen auf freier Strecke nach vorne.

Begründung des Anwendungsfalls von V2I an Knotenpunkten

Zu jedem aufgeführten UFASC sind die technischen Anforderungen an ein (beliebiges) Fahrerassistenzsystem aufgeführt. Dem folgt in Tabellenform der aktuelle Entwicklungsstand. Abschließend wird spezifiziert, welcher Lösungsweg als zielführend erachtet werden kann. Als maßgebendes Kriterium wurden dabei die konkurrierenden Lösungsansätze durch fahrzeugautarke und V2V-basierende Systeme verwendet. In aller Regel ist die technische Lösbarkeit mit allen Systemansätzen gegeben, jedoch sind V2I-basierte Systeme aufgrund der erforderlichen Installation von Infrastruktur durch die Investitionskosten teurer als andere Systeme ohne dass eine umfassendere oder bessere Detektion erfolgt.

Als Ergebnis dieses sehr selektiven Prozesses resultiert, dass sich V2I-basierte FAS insbesondere zur Vermeidung von Unfällen an Knotenpunkten eignen, weil:

- eine berührungslose Erfassung sämtlicher Verkehrsteilnehmer möglich ist,
- ein möglichst umfassender Ausschluss von Verdeckungen z.B. auch durch stehende Fahrzeuge realisierbar ist,
- eine zeitliche und räumliche unabhängige Verfügbarkeit (d. h. es besteht keine Abhängigkeit von Mindestausstattungsgraden) vorhanden ist,
- komplexe Knotenpunktgeometrien und lokale Größen wie Schaltungen von Lichtsignalanlagen und Umfeldinformationen direkt berücksichtigt werden können,

- einer einfacheren Umsetzung von abgestimmten Strategien möglich ist und
- einheitliche, wahrscheinlichkeitsbasierte Prognosen von Bewegungen und somit Kollisionswahrscheinlichkeiten errechenbar sind.

Die genannten Aspekte können sowohl durch fahrzeugautarke als auch durch V2V-basierte Fahrerassistenzsysteme nicht ähnlich umfassend und zuverlässig abgedeckt werden. In kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekten wie SAFESPOT und InterSafe2 konnte nachgewiesen werden, dass eine technische Umsetzung heute realisierbar ist. Vor einer mittelfristigen Verbesserung an Knotenpunkten mit vielen Unfällen stehen somit „nur“ noch die Finanzierung, die Markteinführung und ggf. juristische Bedenken im Wege.

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Schemaskizze des Projektes	14
Abbildung 2-1: Fahr Unfall in einer Rechtskurve	15
Abbildung 2-2: Abbiege-Unfall mit Pfeil-Lichtzeichen	15
Abbildung 2-3: Bevorrechtigter Überholer von rechts und Rechtseinbieger	15
Abbildung 2-4: Fußgänger von links vor Knoten mit Sichtbehinderung beim Überholen	15
Abbildung 2-5: Entwicklung der Zahl der Verunglückten nach Ortslage in relativen und absoluten Werten	17
Abbildung 2-6: Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Lichtverhältnisse	18
Abbildung 2-7: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Lichtverhältnisse	18
Abbildung 2-8: Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Straßenverhältnisse	19
Abbildung 2-9: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Straßenverhältnisse	19
Abbildung 2-10: Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden mit Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn	20
Abbildung 2-11: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden mit Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn	20
Abbildung 2-12: Verhältnis an Baumunfällen zwischen Bundesland und Bundesdurchschnitt jeweils bezogen auf 1 Million Einwohner	23
Abbildung 2-13: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden außerorts nach Unfalltyp	24
Abbildung 2-14: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfalltyp und -schwere	25
Abbildung 2-15: Anteile der sieben Unfalltypen	25
Abbildung 2-16: Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden an den Unfallarten	26
Abbildung 2-17: Anteile der zehn Unfallarten untereinander	27
Abbildung 2-18: Verteilung der Unfälle mit Personenschaden an den Unfallarten	27
Abbildung 2-19: Arten der Unterstützung von Fahrerassistenzsystemen	36
Abbildung 3-1: Schritte bei der Reduktion der Datengrundlage	39
Abbildung 3-2: Die Unfalltypen der Abbieger bei einer abknickenden Vorfahrt	41
Abbildung 3-3: Die zehn häufigsten dreistelligen Unfalltypen absteigend nach schweren Personenschäden sortiert	42
Abbildung 3-4: Vergleich der Anzahl der Unfälle mit Personenschäden und schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden auf Landstraßen nach Unfalltyp	43
Abbildung 3-5: Vergleich der Anzahl Getöteter auf Landstraßen nach Unfalltyp	44
Abbildung 3-6: Vergleich der Anzahl Schwerverletzter auf Landstraßen nach Unfalltyp	44
Abbildung 3-7: Vergleich der Anzahl Leichtverletzter auf Landstraßen nach Unfalltyp	45
Abbildung 3-8: Anzahl der Verkehrsunfälle auf Landstraßen nach Straßenklasse pro Bundesland	45
Abbildung 3-9: Vergleich des Anteils der Unfallursache „Schnee, Eis“ (UU 72)	46
Abbildung 3-10: Vergleich des Anteils der Unfallursache „Regen“ (UU 73)	46
Abbildung 3-11: Vergleich des Anteils der Unfallursache „blendende Sonne“ (UU 82)	46
Abbildung 3-12: Vergleich des Anteils der Unfallursache „Nebel“ (UU 81)	46
Abbildung 4-1: Beispielhafte Beziehung zwischen Unfallursachen, Beteiligten und Unfall	50
Abbildung 4-2: Vergleich der kumulativen UT-UU-Kombinationen nach Häufigkeit und Unfallkosten	53
Abbildung 4-3: Auszug aus den UT bei Unfällen beim Einbiegen/ Kreuzen	55

Abbildung 5-1: Aufschlüsselung des UFASC FS2 nach Unfalltyp (gemäß UFASC aus Tabelle 5 19)	78
Abbildung 5-2: Aufschlüsselung des UFASC FS5 nach Unfalltyp	86
Abbildung 5-3: Unfalltyp 671 mit Fußgänger in gleicher Bewegungsrichtung	89
Abbildung 5-4: Aufteilung der UT des UFASC UU49 absteigend nach Anzahl Unfälle sortiert	109
Abbildung 5-5: Aufteilung der UT des UFASC UU49isoliert (ohne weitere Unfallursachen) absteigend nach Anzahl Unfälle sortiert	109
Abbildung A-0-1: Länge der Landstraßen pro Bundesland gemäß DESTATIS (2009a)	128

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Vereinfachte Beschreibung von unfallbezogenen Ausdrücken	16
Tabelle 2-2:	Anzahl an Baumunfällen pro Bundesland in 2008	21
Tabelle 2-3:	Baumunfälle pro 1 Million Einwohner und Bundesland in 2008	22
Tabelle 2-4:	Vergleich der Anteile nach Unfalltyp unter Nutzung der Unfallzahl bzw. den volkswirtschaftlichen Schäden	29
Tabelle 2-5:	Verteilung der Fahrurfälle nach dem Unfalltypenkatalog für unterschiedliche Verletzungsschweregrade	32
Tabelle 2-6:	Verteilung der Unfälle im Längsverkehr nach Unfalltypen für unterschiedliche Verletzungsschweregrade	33
Tabelle 2-7:	Verteilung der Unfälle an Knoten	34
Tabelle 2-8:	Unfallreduktionspotential von Intelligent Speed Adaption (ISA)	35
Tabelle 2-9:	Projektauswahl verkehrssicherheitsrelevanter Assistenzsysteme (V2I)	38
Tabelle 3-1:	Statistische Kennwerte beim Vergleich zwischen den Filterschritten	40
Tabelle 3-2:	Fahrurfälle auf Landstraßen (UT 1)	47
Tabelle 3-3:	Fahrurfälle auf Landstraßen mit Steigung/Gefälle (UT 1)	48
Tabelle 3-4:	Unfälle an Knotenpunkten auf Landstraßen (UT 2+3)	49
Tabelle 3-5:	Unfälle im Längsverkehr auf Landstraßen (UT 6)	49
Tabelle 4-1:	UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Häufigkeit	52
Tabelle 4-2:	UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Unfallkosten	54
Tabelle 4-3:	Auszug aus den Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme	56
Tabelle 5-1:	Lesebeispiel für ein UFASC-Tabelle	59
Tabelle 5-2:	Aggregierter statistischer Steckbrief für alle Unfälle UFASC Alle auf Landstraßen	61
Tabelle 5-3:	Unterschiedliche Reihenfolgen der UFASC	62
Tabelle 5-4:	Statistischer Steckbrief für UFASC KP1 mit und ohne LSA	63
Tabelle 5-5:	Statistischer Steckbrief für UFASC KP1 mit eingeschalteter LSA	64
Tabelle 5-6:	Statistischer Steckbrief für UFASC KP1 ohne LSA	65
Tabelle 5-7:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC KP1	66
Tabelle 5-8:	Statistischer Steckbrief für UFASC KP2	67
Tabelle 5-9:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC KP2	68
Tabelle 5-10:	Statistischer Steckbrief für UFASC KP3	69
Tabelle 5-11:	Statistischer Steckbrief für UFASC KP3 mit LSA	70
Tabelle 5-12:	Statistischer Steckbrief für UFASC KP3 ohne LSA	71
Tabelle 5-13:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC KP3	72
Tabelle 5-14:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS1	73
Tabelle 5-15:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS1 – erweiterte UT-Auswahl	74
Tabelle 5-16:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS1 – nur UU49	75
Tabelle 5-17:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS1	76
Tabelle 5-18:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS2	77
Tabelle 5-19:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS2 – umfangreichere UT-Auswahl	78
Tabelle 5-20:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS2 – nur UU49	79
Tabelle 5-21:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS2	80

Tabelle 5-22:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS3	81
Tabelle 5-23:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS3	82
Tabelle 5-24:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS4	83
Tabelle 5-25:	Statistischer Steckbrief für UT 661	84
Tabelle 5-26:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS4	85
Tabelle 5-27:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS5	85
Tabelle 5-28:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS5	87
Tabelle 5-29:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS6	88
Tabelle 5-30:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS6	88
Tabelle 5-31:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS7	89
Tabelle 5-32:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS7 – bei Tageslicht	90
Tabelle 5-33:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS7 – bei Nacht	91
Tabelle 5-34:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS9	92
Tabelle 5-35:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS8	93
Tabelle 5-36:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS8	94
Tabelle 5-37:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS8	94
Tabelle 5-38:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS9 – nur UU 88	96
Tabelle 5-39:	Statistischer Steckbrief für UFASC FS9 – alle UU	97
Tabelle 5-40:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS9	97
Tabelle 5-41:	Statistischer Steckbrief für UFASC UB1	98
Tabelle 5-42:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB1	98
Tabelle 5-43:	Statistischer Steckbrief für UFASC UB2	100
Tabelle 5-44:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB2	100
Tabelle 5-45:	Statistischer Steckbrief für UFASC UB3	101
Tabelle 5-46:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB3	101
Tabelle 5-47:	Statistischer Steckbrief für UFASC UB4	102
Tabelle 5-48:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB4	102
Tabelle 5-49:	Statistischer Steckbrief für UFASC UB5	103
Tabelle 5-50:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB5	103
Tabelle 5-51:	Statistischer Steckbrief für UFASC UB6	105
Tabelle 5-52:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB6	105
Tabelle 5-53:	Statistischer Steckbrief für UFASC UU1	107
Tabelle 5-54:	Stand einer technischen Realisierung für UFASC mit UU1	107
Tabelle 5-55:	Statistischer Steckbrief für UFASC UU49	108
Tabelle 5-56:	Statistischer Steckbrief für UFASC UU49 isoliert (ohne weitere Unfallursachen)	108
Tabelle 5-57:	Statistischer Steckbrief für Unfälle ohne eine einzige Unfallursache	110
Tabelle 5-58:	Überblick an zielführenden Lösungswegen für Assistenzsysteme zur Erhöhung der Verkehrssicherheit	111
Tabelle 5-59:	Vor- und Nachteile der vier verschiedenen Assistenzsystemkategorien	112
Tabelle 6-1:	Übersicht von häufigen UFASC	115
Tabelle A-0-1:	Beschreibungen der neun Unfallarten nach DESTATIS	132
Tabelle A-0-2:	Beschreibungen der sieben Unfalltypen nach DESTATIS	133

Abkürzungsverzeichnis

		JP	Japan
802.11 a, b, g, p	- Ein Standard des Institute of Electrical and Electronics Engineers für drahtlose lokale Netzwerke	KP	Knotenpunkt
AASHTO	- American Association of State Highway and Transportation Officials	Lfw	Lieferwagen
ABS	Antiblockiersystem	Lkw	Lastkraftwagen
ACC	Adaptive Cruise Control; Abstandsregeltempomat	LSA	Lichtsignalanlage
ADAS	Advanced Driver Assistance System; siehe auch FAS	LTE	Long Term Evolution
agO	außerhalbgeschlossener Ortschaften, d.h. außerorts- und nicht auf Bundesautobahnen; siehe auch igO	LV	Leichtverletzte/r
BAB	Bundesautobahn	NI	Niederschlagsintensität
		NMV	nicht motorisierter Verkehr
		NRW	Nordrhein-Westfalen
C2C	car to car	o. g.	oben genannt
C2I	car to infrastructure		
C2X	car to infrastructure / car	Pkw	Personenkraftwagen
DAB	Digital Audio Broadcasting	RSU	Road Side Unit(s)
DE	Deutschland	SBA	Streckenbeeinflussungsanlage
DSRC	Dedicated Short Range Communication	SP	Schwerer Personenschaden
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr	SS	schwerwiegender Sachschaden
DVB	Digital Video Broadcasting	StVO	Straßenverkehrsordnung
DVR	Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V.	SV	Schwerverletzte/r
ESC	Electronic Stability Control, auch Fahrdynamikregelung genannt	UB	Umfeldbedingungen
EU	Europäische Union	UFASC	Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster
FAS	Fahrerassistenzsystem; siehe auch ADAS	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
FGSV	Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen	UK	Unfallkategorie
FS	freie Strecke	UKW	Ultrakurzwelle
Fz	Fahrzeug	US	Vereinigte Staaten von Amerika
GPRS	General Packet Radio Service	UT	Unfalltyp
GPS	Global Position System	UU	Unfallursache
GSM	Global System for Mobile Communications	U(P)	Unfälle mit Personenschaden
GT	Getötete/r	U(SP)	Unfälle mit schwerem Personenschaden
HMI	Human Machine Interface	Vz	Verkehrszeichen
igO	innerhalbgeschlossener Ortschaften; siehe auch agO	V2I	vehicle to infrastructure
ISA	Intelligent Speed Adaption	V2V	vehicle to vehicle
ITS	Intelligent Transportation Systems	V2X	vehicle to infrastructure / vehicle
		WFD	Wasserfilmdicke

1 Anlass und Aufbau der Untersuchung

Landstraßen gelten als besonders gefährlich. Sachlich kann dies insbesondere durch die höhere Fahrgeschwindigkeit im Vergleich zu Straßen im bebauten Umfeld und einen niedrigeren Ausbaustandard als auf Autobahnen begründet werden. Zwar ist die Anzahl an schweren Personenschäden auf Landstraßen in absoluten Werten seit vielen Jahren rückläufig – einen wichtigen Beitrag leisten hierbei Fahrerassistenzsysteme, wie das Antiblockiersystem (ABS) oder die Fahrdynamikregelung (ESC) – trotzdem geschehen diese immer noch zu häufig. Auf Bundesautobahnen wird ein positiver Beitrag zur Reduktion der Unfallhäufigkeit und der Folgen von Verkehrsunfällen der infrastrukturbasierten Verkehrstelematik beigemessen, z. B. in Form von Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA). Auf Landstraßen ist dies in der Form noch nicht umfassend erfolgt.

In diesem Kontext misst die Unfallforschung der deutschen Versicherer insbesondere (kooperativen) infrastrukturgestützten (Vehicle to Infrastructure – V2I) Fahrerassistenzsystemen zur Verbesserung der Sicherheit im Straßenverkehr eine hohe Bedeutung zu. Diese sind im Gegensatz zu rein infrastrukturbasierten Systemen meist kostengünstiger und können durch die Kopplung zwischen der Infrastruktur und dem ausgestatteten Fahrzeug interaktiv agieren. Verglichen mit den ebenfalls häufig in diesem Zusammenhang genannten, rein fahrzeugbasierten Assistenzsystemen (car to car – C2C), zeichnen sie sich des Weiteren dadurch aus, dass deren Einsatzbereitschaft durch keine Mindestausstattungsrate an entsprechenden Fahrzeugen angewiesen ist. D.h. sobald ein ausgestattetes Fahrzeug in den Wirkungsbereich des Systems kommt sind können Gefahrenmeldungen empfangen werden.

Das Ziel dieser Untersuchung ist dabei zu eruieren, in welchem Maße die Weitergabe und Nutzung von Informationen zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen bzw. umgekehrt zur Verkehrssicherheit auf Landstraßen beitragen kann.

In diesem Bericht werden die gängigen einschlägigen Definitionen zu **Landstraße** und **infrastrukturgestützter Fahrerassistenz** verwendet.

Das Statistische Bundesamt verwendet für Straßenverkehrsunfälle drei Kategorien der Ortslage: innerhalb von geschlossenen Ortschaften, außerhalb von geschlossenen Ortschaften und auf Bundesautobahnen. Landstraßen zeichnen sich hierbei durch folgende zwei Merkmale aus:

- außerhalb von Ortstafeln (Z. 310 und 311 der StVO) und
- keine Bundesautobahn.

In diesem Bericht wird dieser Festlegung gefolgt, obschon bestimmte Bundesstraßen autobahnähnlich ausgebaut sind (vgl. RAA S. 16ff). Weiter werden die drei Termini außerhalb von geschlossenen Ortschaften, außerorts und Landstraße synonym verwendet.

Reinhold Maier definiert infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme welche typischerweise „(...) unter Mitwirkung der Straßenbaulastträger wirksam werden, d.h. durch Kommunikation von Einrichtungen der Straßenverkehrsanlagen mit Fahrzeug oder Verkehrsteilnehmer (...). Solche Verkehrstelematik benötigt Daten zum Nutzen der Verkehrsteilnehmer, die nicht von anderen Fahrzeugen kommen, also:

- *Straßendaten (Angaben zu Trassierung oder Knotenpunkten),*
- *Verkehrszustände aus geeigneten Detektoren und*
- *Witterungszustände aus entsprechenden Sensoren, z.B. Nässe oder Nebel“.*

(Maier, 2007 S. 177).

Die Verwendung von Informationen, die durch einzelne Fahrzeuge an die Infrastruktur übermittelt werden, wie „Eingriff der Fahrdynamikregelung auf zuletzt passierem Streckenabschnitt“, wird in diesem Bericht jedoch explizit eingeschlossen, da dieser Kommunikationsweg und entsprechende Information für Anwendungsfälle als wichtig erachtet werden. Eine Verkehrszentrale kann nur anhand vieler, korrekt verarbeiteten Einzelinformationen ausreichend gute Information an Verkehrsteilnehmer bereitstellen und Leitstrategien entwickeln und verbreiten.

Der hier vorliegende Bericht soll Defizite und Handlungsschwerpunkte bei der Reduktion von Verkehrsunfällen auf Landstraßen identifizieren. Die Vorgehensweise umfasst hierzu vier Bereiche:

- In Kapitel 2 wurde eine umfassende Literaturrecherche und Analyse der aggregierten deutschen Unfallstatistik um die Charakteristika von Verkehrsunfällen zu verstehen durchgeführt.
- Darauf baut eine detaillierte Untersuchung von Einzelunfällen auf Landstraßen für das Bundesland Nordrhein-Westfalen zur Identifikation maßgeblicher Unfallsituationen in Kapitel 3 auf.

- Die Ergebnisse aus Kapitel 3 werden für die Ableitung der vorgefallenen Fahrfehler durch eine Analyse von Unfalltypen (UT) und Unfallursachen (UU) weiterverwendet.
- Abschließend wird die Unfalltypen-Unfallursachen-Analyse benutzt um Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (UFASC) zu bilden und um diese zu Quantifizieren (vgl. Kapitel 5). Maßgebende Informationen für Fahrerassistenzsysteme werden darin dokumentiert und es wird eine Realisierungsempfehlung ausgesprochen.

Die skizzierte Struktur wird im Fließdiagramm in Abbildung 1-1 wiedergegeben.

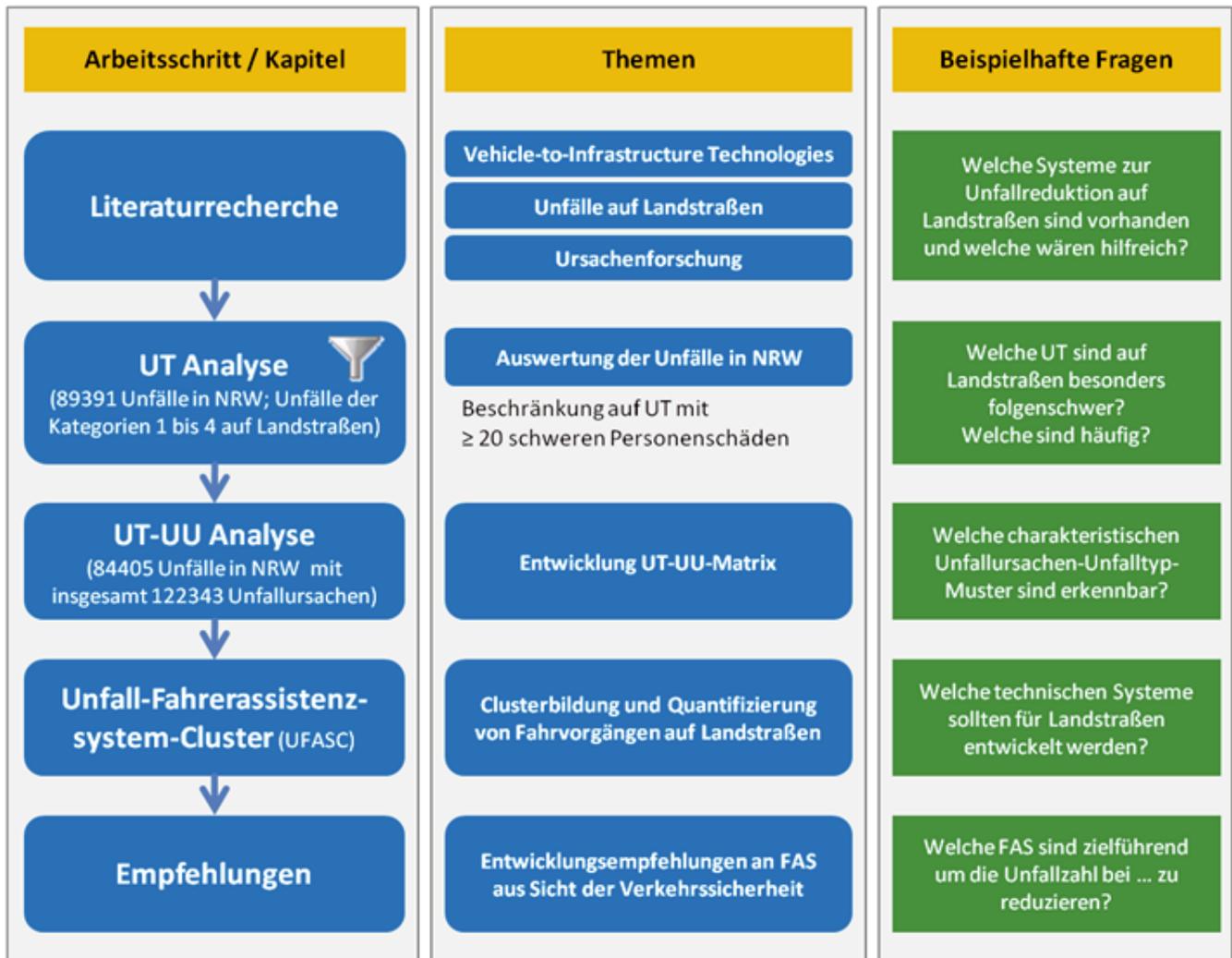


Abbildung 1: Schemaskizze des Projektes

2 Unfallgeschehen und Fahrerassistenzsysteme

2.1 Bundesdeutsche Statistik auf Landstraßen im Jahre 2008

2.1.1 Einführung

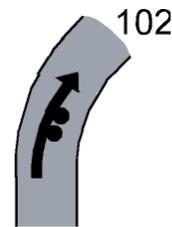
Das Statistische Bundesamt in Wiesbaden veröffentlicht jährlich aggregierte statistische Daten zu Unfalltyp, Unfallart und Unfallursachen sowie weitere typische Unfallumstände wie Hindernis und Wetter (z. B. Baum, Schutzplanke, nasse Fahrbahn, usw.).

Zur ersten Identifizierung von Unfallschwerpunkten werden die statistischen Angaben des Jahres 2008 für die Bundesrepublik Deutschland verwendet.

Die **Unfallursache** wird seitens der Polizeibeamten vor Ort erhoben. Es wird dabei differenziert nach allgemeinen Ursachen, wie bspw. Witterungsverhältnissen und nach beteiligtenbezogenen Ursachen (vgl. Anhang C). Zu einem Unfall können je zwei allgemeine Ursachen und pro Beteiligten bis zu drei weitere Ursachen erfasst werden. Gemäß TOPP (2008 S. 428) werden pro Unfall im Durchschnitt allerdings nur 1,4 Ursachen dokumentiert. Er mahnt deshalb an, dass im Regelfall nicht sämtliche Ursachen erfasst werden.

Der **Unfalltyp** beschreibt die Konfliktsituation, welche zum Unfall führte. Hieraus ist ersichtlich, welcher abstrahierte Fahrvorgang zum Zusammenstoß führte. Bundesweit werden sieben verschiedene Unfalltypen erfasst (Destatis, 2009a S. 11). Diese werden z. B. in Nordrhein-Westfalen, wie Abbildung 2-1 bis Abbildung 2-4 beispielhaft zeigen, weiter untergliedert. Diese Angaben werden in Kapitel 3 aufgrund ihrer höheren Detailtiefe verwendet. Die erste Ziffer der Unfalltypnummer entspricht dabei den sieben Unfalltypen welche auf makroskopischer Ebene von DESTATIS ausgewertet und veröffentlicht werden.

Die **Unfallart** kennzeichnet die Art des Zusammenstoßes, d. h. die Bewegungsrichtung der Unfallbeteiligten zuei-



Rechtskurve
Abbildung 2-1:
Fahrerfall in einer
Rechtskurve

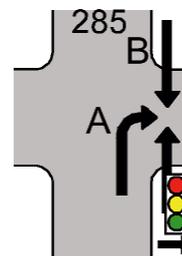


Abbildung 2-2:
Abbiege-Unfall mit Pfeil-
Lichtzeichen

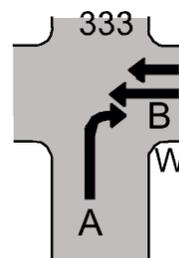


Abbildung 2-3:
Bevorrechtigter Überholer
von rechts und
Rechtseinbieger

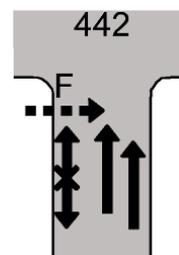


Abbildung 2-4:
Fußgänger von links vor
Knoten mit
Sichtbehinderung beim
Überholen

Quelle: GDV / INSTITUT FÜR
STRASSENVERKEHR (1998)

ander. Es werden hierbei zehn unterschiedliche Unfallarten verwendet (Destatis, 2009a S. 12).

Zum leichteren Verständnis der unterschiedlichen Ausdrücke bei Unfällen sind in Tabelle 2-1 und in Glossar B kurze, prägnante Erläuterungen aufgeführt.

Für die Entwicklung und Bewertung von Potentialen von infrastrukturbasierten Fahrerassistenzsystemen ist es von großer Wichtigkeit, mit welcher Schwere die unterschiedlichen Unfalltypen und -ursachen eingehen. Aufgrund der Beschränkung auf Landstraßen, werden nachfolgend nur Zahlen basierend auf der Klassifizierung von DESTATIS wiedergegeben. Die Unfallursachen sind für Landstraße separat ausgewiesen; beim Unfalltyp und -art sind jedoch Unfälle auf Autobahnen ebenfalls mit eingeschlossen.

Insgesamt ereigneten sich im Jahr 2008 bundesweit 81039 Unfälle auf Landstraßen mit Personenschäden. Beim Einschluss von Unfällen auf Autobahnen beträgt die Anzahl der Unfälle mit Personenschäden außerhalb von geschlossenen Ortschaften 99308.

Entwicklung der Anzahl der Verunfallten im Zeitverlauf

Das Befahren von Straßen außerhalb von geschlossenen Ortschaften gilt als besonders gefährlich. In der bundesdeutschen Statistik von DESTATIS (2009b) spiegelt sich diese Aussage in einem besonders hohen Anteil an

Getöteten wider, während der Anteil bei den Schwer- und Leichtverletzten deutlich niedriger liegt. Über die Zeitachse seit 1991 gesehen, sind Reduktionen der Anzahl tödlicher Unfälle bei allen Ortstagen in absoluten Zahlen erkennbar, die relativen Anteile verhalten sich demgegenüber überraschend statisch (vgl. Abbildung 2-5). Bei der relativen Betrachtung der Schwer- und Leichtverletzten kann seit etwa 2002 eine geringe Umverteilung der Anteile von Verunfallten auf Landstraßen zu innerhalb geschlossener Ortschaften beobachtet werden.

2.1.2 Betrachtung nach Unfallumstand

2.1.2.1 Unfallumstand: Lichtverhältnisse

Bei der Betrachtung der Unfälle nach Unfallumstand kann festgestellt werden, dass mehr als zwei Drittel aller Unfälle auf Landstraßen bei Tageslicht geschehen. Bei Dunkelheit ereignen sich rund ein Viertel und während der Dämmerung die verbleibenden 6% der Unfälle (vgl. Abbildung 2-6).

Im Bezug zur Schwere der Unfälle ergeben sich auf der Ebene der aggregierten Betrachtung keine besonderen Unterschiede bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen. Bei rund 70 % der Unfälle sind Leichtverletzte zu beklagen, bei ca. 25 % Schwerverletzte und in etwa 5 % der Unfälle auf Landstraßen verstirbt mindestens ein Unfallbeteiligter (vgl. Abbildung 2-7).

Tabelle 2-1:
Vereinfachte Beschreibung von unfallbezogenen Ausdrücken

Unfalltyp	beschreibt die Konfliktsituation, welche zum Unfall führte.
Unfallart	kennzeichnet die Art des Zusammenstoßes.
Unfallursache	bezeichnet die von der Polizei erfassten Ursachen eines Unfalls.
Unfallumstand	wird als Sammelbegriff verwendet für weitere Umstände des Unfalles wie Tageslicht, nasse Fahrbahn, Aufprall auf Hindernis, usf.

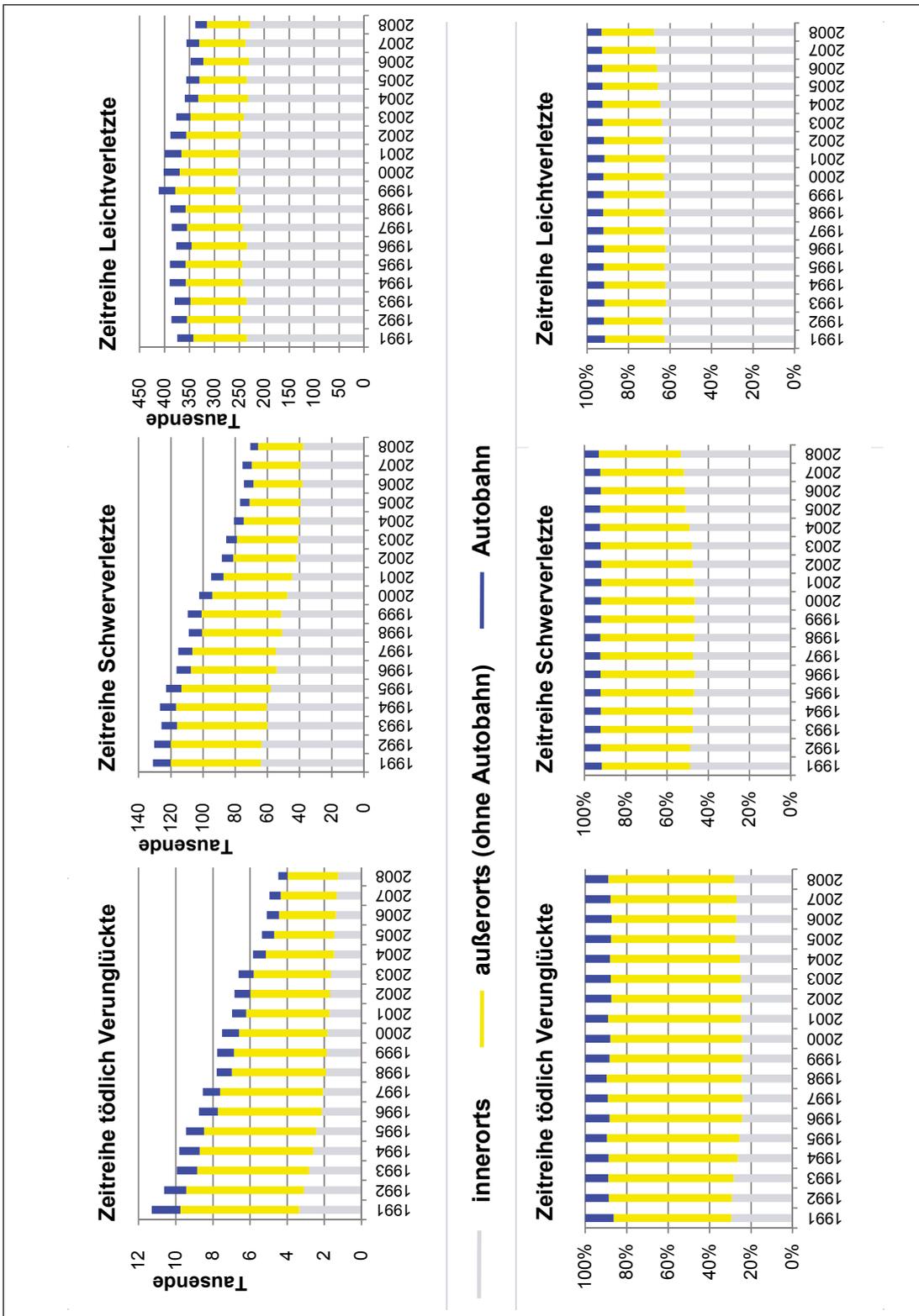


Abbildung 2-5:
 Entwicklung der Zahl der Verunglückten nach Ortslage in relativen und absoluten Werten
 Quelle: DESTATIS (2009b S. 15ff)

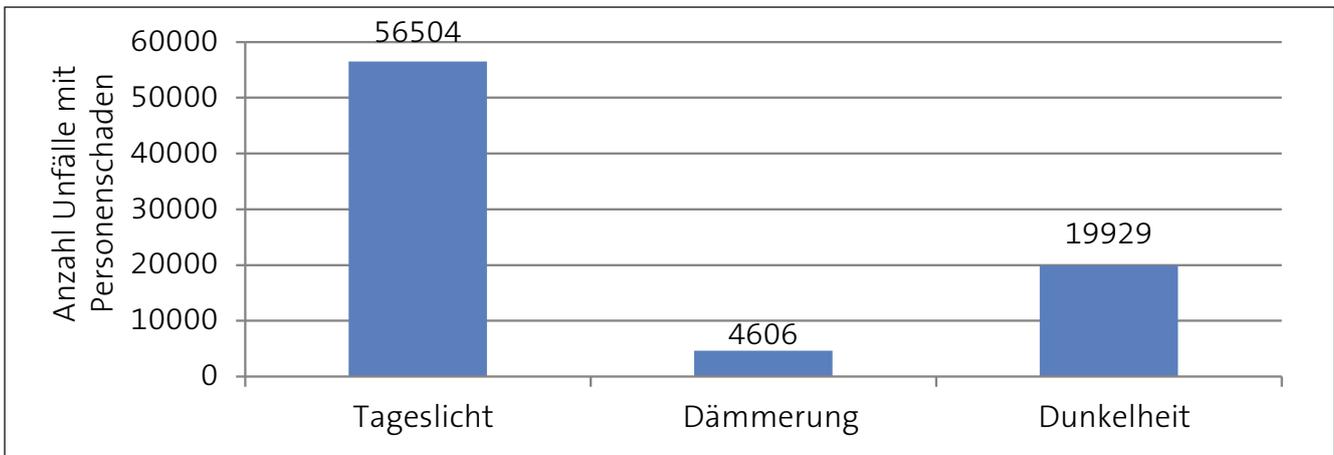


Abbildung 2-6:
Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Lichtverhältnisse
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 95)

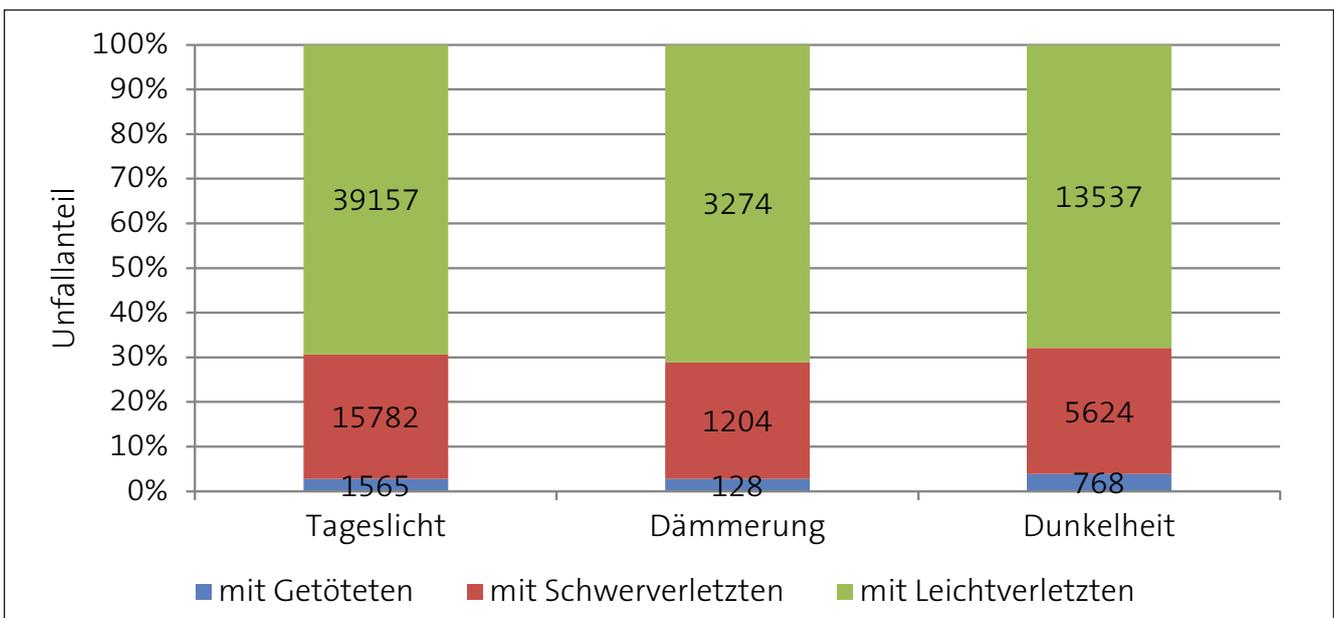


Abbildung 2-7:
Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Lichtverhältnisse
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf Destatis (2009a S. 95)

2.1.2.2 Unfallumstand: Straßenverhältnisse

Winterglätte wird bei rund 5 % der Unfälle mit Personenschaden auf Landstraßen als Unfallumstand angegeben. Nasse, feuchte bzw. schlüpfrige Fahrumstände beispielsweise aufgrund von Laub oder Öl herrschen bei rund 31 % der Unfälle. Die verbleibenden 64 % der Unfälle ereignen sich unter trockenen Bedingungen (vgl. Abbildung 2-8).

Bei der Betrachtung der Verteilung zwischen Leichtverletzten, Schwerverletzten und Getöteten kann eine Tendenz zu einer niedrigeren Schwere der Unfälle unter feuchten bzw. glatten Bedingungen erkannt werden. Dies ist insofern bemerkenswert als dass diese Beobachtung im Falle der Lichtverhältnisse nicht zutrifft, bei einer vergleichbaren Klassenverteilung (vgl. Abbildung 2-9). Ein Grund hierfür könnten sowohl niedrige Fahrgeschwindigkeiten

und somit eine reduzierte Aufprallgeschwindigkeit als auch geminderte Fahrleistungen insbesondere bei glatter Fahrbahn sein. Die Datengrundlage des statistischen Bundesamtes lässt jedoch keine Betrachtung im Hinblick auf die Unfallhäufigkeit bezogen auf die Fahrleistung zu.

Die niedrige Zahl der Unfälle auf winterglatter Fahrbahn im Kalenderjahr 2008 kann auch darauf zurückzuführen sein, dass der Winter im Vergleich zu den Vorjahren ver-

gleichsweise milde ausgefallen ist. Im Jahre 2008 ereigneten sich 5,3 % aller Unfälle mit Personenschaden auf winterglatter Fahrbahn. Dieser Wert lag beispielsweise im Kalenderjahr 2005 mit 9,7 % erheblich höher.

Zu einer umfassenden Beurteilung wäre beispielsweise die Verkehrsleistung differenziert nach trockener, nasser und winterglatter Fahrbahn hilfreich, jedoch sind entsprechende Zahlen nicht verfügbar.

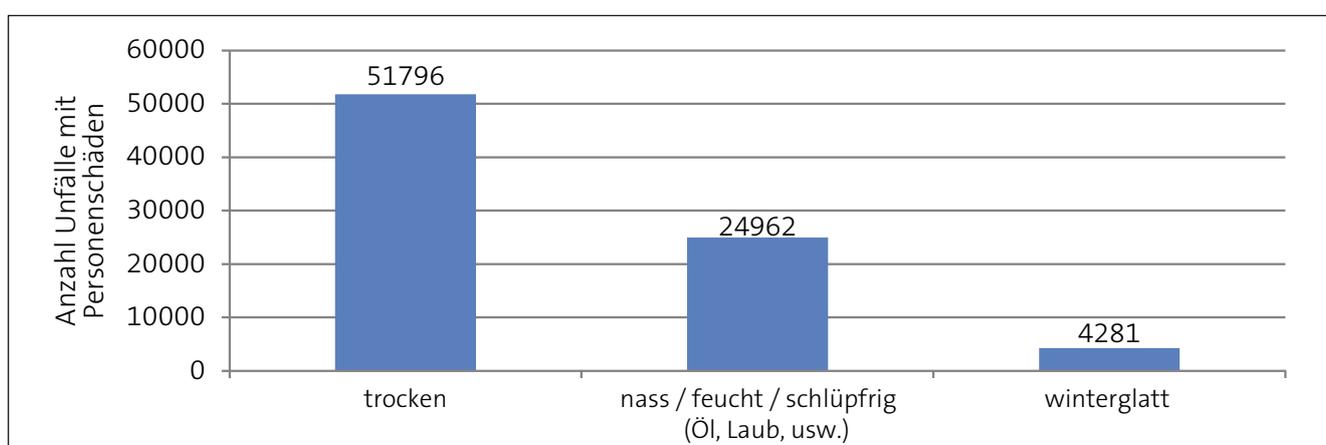


Abbildung 2-8:
Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Straßenverhältnisse
Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 95)

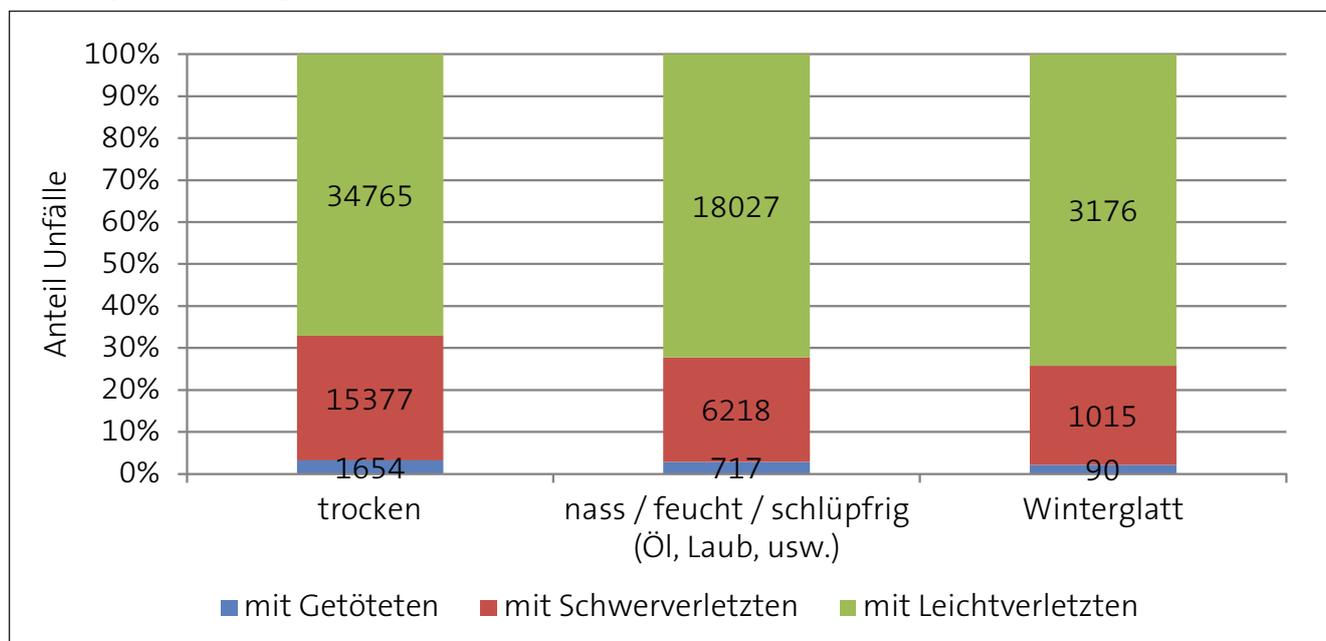


Abbildung 2-9:
Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfallumstand: Straßenverhältnisse
Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 95)

2.1.2.3 Unfälle mit Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn

Aus Abbildung 2-10 ist ersichtlich, dass bei nahezu 70 % aller Unfälle mit Personenschaden außerorts kein Aufprall auf ein Hindernis zu verzeichnen ist. Bäume sind in 12,5 % der Fälle Unfallgegner, welche sich als besonders

folgeschwer erweisen, wie Abbildung 2-11 zeigt. Ähnlich schwerwiegend sind Widerlager von Brücken, jedoch ereignen sich entsprechende Unfälle erheblich seltener (vgl. Abbildung 2-10).

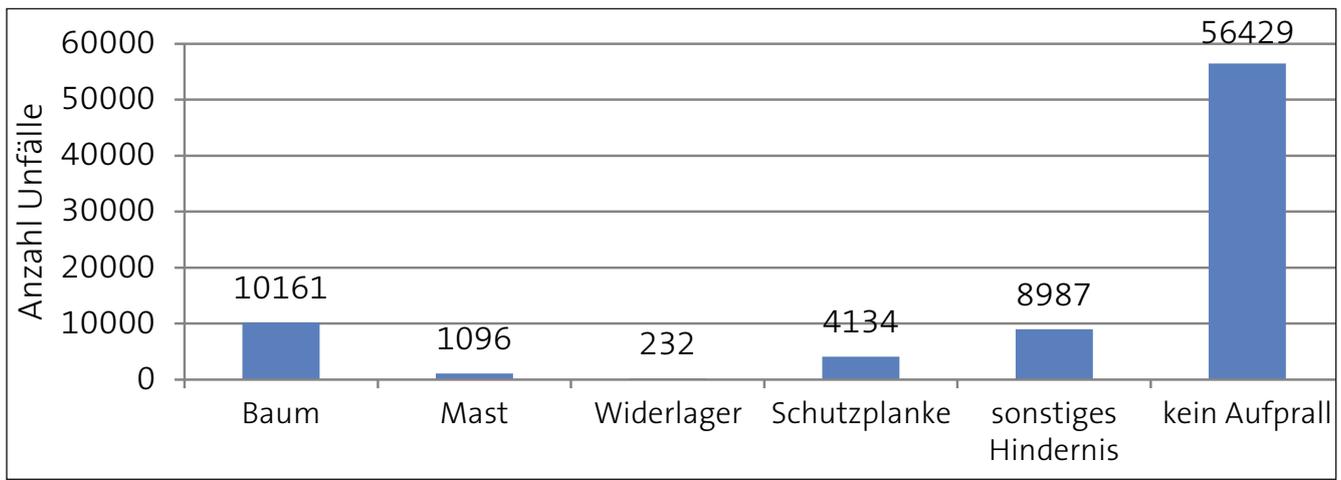


Abbildung 2-10:
 Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden mit Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 95)

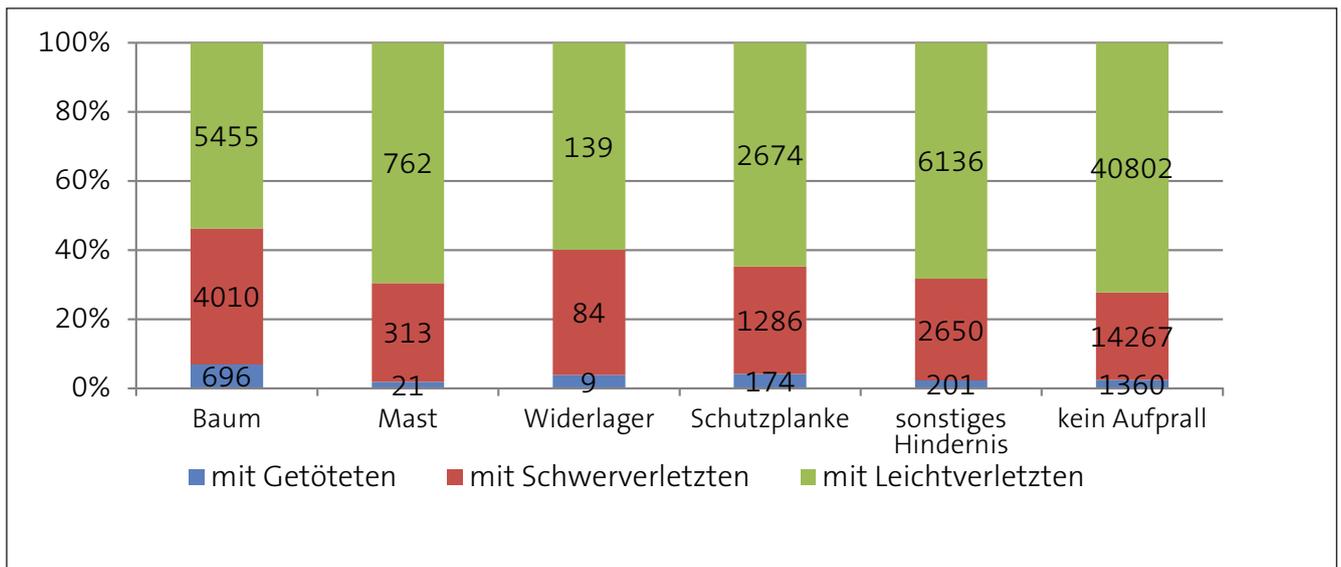


Abbildung 2-11:
 Verteilung der Unfälle mit Personenschaden mit Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 95)

2.1.2.4 Regionale Differenzierung von Unfällen

Es kann davon ausgegangen werden, dass bestimmte Unfallumstände regional gehäuft auftreten und somit in bestimmten Regionen besondere Ausgangsbedingungen für infrastrukturbasierte Fahrerassistenzsysteme vorhanden sind. Hierzu könnten beispielsweise gehören:

- Unfälle bei Nebel in nebelreichen Regionen,
- Unfälle auf winterglatter Fahrbahn in topografisch höher gelegenen Gebieten oder
- Baumunfälle in Regionen mit vielen Alleen.

Aufgrund der beschränkten Aufschlüsselung der makroskopischen Datengrundlage können nur Baumunfälle bezogen auf einzelne Bundesländer untersucht werden. Eine entsprechende Untersuchung z. B. nach Winterglät-

te oder Nebel war hingegen nicht möglich. In Tabelle 2-3 ist die Zahl der Baumunfälle und ihre Folgen bezogen auf jeweils eine Million Einwohner in den sechzehn Bundesländern dargestellt. In den drei Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg sind aufgrund der niedrigen Streckenlänge von Landstraßen keine Baumunfälle im Jahr 2008 erfasst worden. Es wird daher auf deren Darstellung verzichtet. Die drei Stadtstaaten werden bei der Berechnung des Bundesdurchschnittes entsprechend ihrer Einwohnerzahl berücksichtigt.

Die neuen Bundesländer hatten in 2008 eine etwa zweifach erhöhte Baumunfallzahl bezogen auf eine Million Einwohner gegenüber dem Bundesdurchschnitt. Typische Flächenbundesländer wie Niedersachsen, Brandenburg und Bayern liegen ebenfalls über dem Bundesdurchschnitt (vgl. nachfolgende Tabellen).

Tabelle 2-2:
Anzahl an Baumunfällen pro Bundesland in 2008

	Anzahl Baumunfälle	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Baden-Württemberg	913	66	447	703
Bayern	1777	97	763	1381
Berlin	0	0	0	0
Brandenburg	641	68	391	374
Bremen	0	0	0	0
Hamburg	0	0	0	0
Hessen	570	31	263	445
Mecklenburg- Vorpommern	478	45	255	367
Niedersachsen	2049	189	914	1583
Nordrhein-Westfalen	1288	90	689	919
Rheinland-Pfalz	415	32	188	365
Saarland	81	5	28	71
Sachsen	577	47	316	395
Sachsen-Anhalt	517	37	272	382
Schleswig-Holstein	371	22	166	284
Thüringen	484	39	235	348
Deutschland	10161	768	4927	7617

Tabelle 2-3:
Baumunfälle pro 1 Million Einwohner und Bundesland in 2008

	Baumunfälle / 1 Mio. E.	Getötete / 1 Mio. E	Schwerverletzte / 1 Mio. E	Leichtverletzte / 1 Mio. E
Baden-Württemberg	84,93	6,14	41,58	65,40
Bayern	141,93	7,75	60,94	110,30
Brandenburg	252,79	26,82	154,20	147,49
Hessen	93,86	5,10	43,31	73,28
Mecklenburg- Vorpommern	284,57	26,79	151,81	218,49
Niedersachsen	257,03	23,71	114,66	198,58
Nordrhein-Westfalen	71,57	5,00	38,29	51,07
Rheinland-Pfalz	102,58	7,91	46,47	90,22
Saarland	78,14	4,82	27,01	68,49
Sachsen	136,72	11,14	74,88	93,60
Sachsen-Anhalt	214,30	15,34	112,75	158,34
Schleswig-Holstein	130,75	7,75	58,50	100,09
Thüringen	211,43	17,04	102,66	152,02
Deutschland	123,59	9,34	59,93	92,64

Aus Abbildung 2-12 ist auffällig, dass die Bundesländer im Bezug zum Durchschnitt bei den vier Kategorien – Anzahl Baumunfälle, Tote bei Baumunfällen, Schwerverletzte bei Baumunfällen und Leichtverletzte bei Baumunfällen – sehr unterschiedliche Charakteristika aufweisen: Bayern verzeichnete in 2008 überdurchschnittlich viele Baumunfälle, während deren Unfallfolgen vergleichsweise milde waren. So werden bei der Zahl der Getöteten 83 % des Bundesdurchschnittes erreicht, bei den Leichtverletzten hingegen 119 % (vgl. Abbildung 2-12). In Brandenburg hingegen sind Baumunfälle massiv überdurchschnittlich bezogen auf tödlich Verunglückte (287 %), während Leichtverletzte weniger deutlich über dem Durchschnitt liegen (159 %).

Folgende Beobachtung erscheint charakteristisch für Baumunfälle im Vergleich der einzelnen Bundesländer gegenüber dem Bundesdurchschnitt (vgl. Abbildung 2-12; neue Bundesländer in horizontaler Schraffur, alte Bundesländer in vertikaler Schraffur):

- Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Thüringen mit von Getöteten zu Leichtverletzten abnehmenden, gegenüber dem Bundesdurchschnitt überdurchschnittlichen Werten,
- Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Schleswig-Holstein mit einem zunehmenden Verhältnis und
- Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Sachsen-Anhalt mit einem diffusen Verhalten.

Eine nähere Begründung dieser Beobachtung lässt sich anhand der Datengrundlage nicht ermitteln.

➔ **Handlungsbereiche für die Verkehrssicherheit aus Sicht der Unfallumstände**

Die Unfallumstände sind häufig mit auslösend für Unfälle, allerdings lässt sich deren genauer Einfluss nur bedingt abschätzen. In Einzelfällen sind die einzelnen Ein-

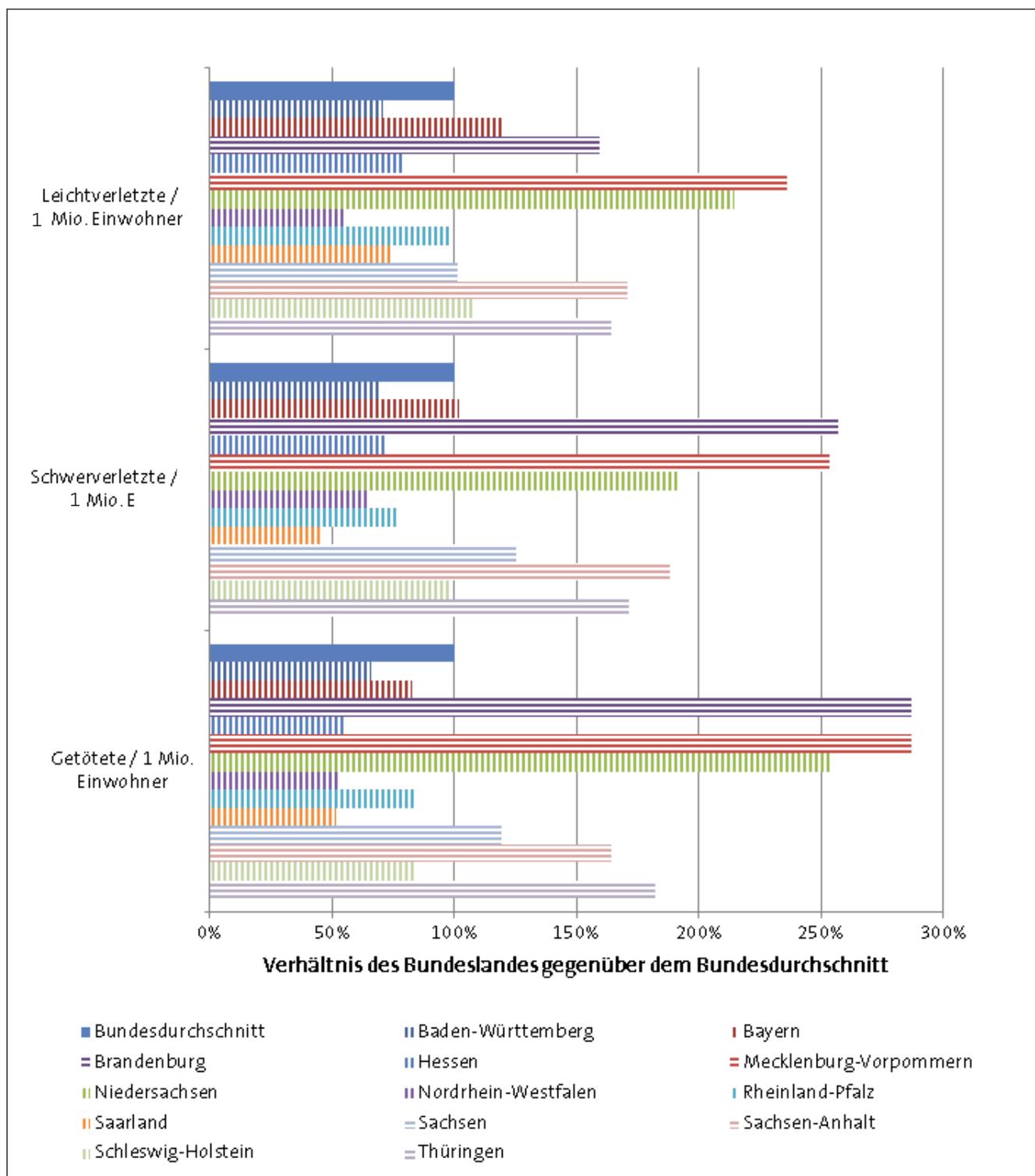


Abbildung 2-12:

Verhältnis an Baumunfällen zwischen Bundesland und Bundesdurchschnitt jeweils bezogen auf 1 Million Einwohner

Quelle: eigene Auswertung basierend auf Destatis (2009b S. 46ff, 117f)

flussfaktoren zweifelsohne relevant, allerdings lassen sich aufgrund der hohen Abstrahierungstiefe mit Ausnahme von Baumunfällen keine eindeutigen Handlungsbereiche identifizieren. Baumunfälle sind insbesondere in den neuen Bundesländern aber auch in Niedersachsen überdurchschnittlich häufig.

Unfälle auf winterglatten Fahrbahnen sind möglicherweise durch Assistenzsysteme technisch leichter vermeidbar als entsprechende Unfälle auf trockener Fahrbahn, da die Eingangsinformation leichter zu erfassen ist. Allerdings sind Unfälle bei „normalen Umfeldbedingungen (trockene Fahrbahn und Tageslicht) besonders häufig und folgeschwer (in absoluten Zahlen) und Assistenzsysteme wären hier äußerst erstrebenswert.

2.1.3 Betrachtung der Unfalltypen

Das Statistische Bundesamt differenziert sieben unterschiedliche Unfalltypen. Eine Beschreibung dieser ist im Glossar B dargestellt. Aufbauend auf die sieben hier verwendeten Unfalltypen werden die Unfalltypen in Abschnitt 3.1 detaillierter auf mikroskopischer Ebene untersucht.

Bei der Betrachtung der Gesamtzahl der Unfälle anhand von Unfalltypen in Abbildung 2-13 wird ersichtlich, dass Fahrurfälle und Unfälle im Längsverkehr dominieren. Eine ebenfalls hohe Zahl an Unfällen ereignet sich im Bereich von Knotenpunkten, wie die Summe von Abbiegeunfällen und Einbiegen-/Kreuzen-Unfällen zeigt. Der Wert liegt mit 22,5 % aller Unfälle außerorts vergleichsweise hoch, da konträr zu Fahrten innerhalb geschlossener Ortschaften sowohl bezogen auf die Fahrstrecke als auch auf die Fahrdauer seltener Knotenpunkte passiert werden. Überschreitenunfälle – hierbei waren Fußgänger in der Konfliktsituation, welche zum Unfall führte, beteiligt – und Unfälle mit ruhendem Verkehr sind aufgrund der kleinen Zahl von Fußgängern bzw. Parkflächen im Straßenraum vergleichsweise selten. Die Anzahl an sonstigen Unfällen überrascht, da es sich dabei um Unfälle wie z. B. mit Hindernissen (wie Wild oder Gegenstände auf der Fahrbahn) und plötzliches körperliches Unvermögen bzw. fahrzeugseitige Schäden handelt. Eine differenzierte Zusammensetzung der sonstigen Unfälle lassen die aggregierten Angaben des Statistischen Bundesamtes jedoch nicht zu.

Die Unfallschwere nach Unfalltyp unterscheidet sich zwischen den einzelnen Unfalltypen stark. Unfälle mit

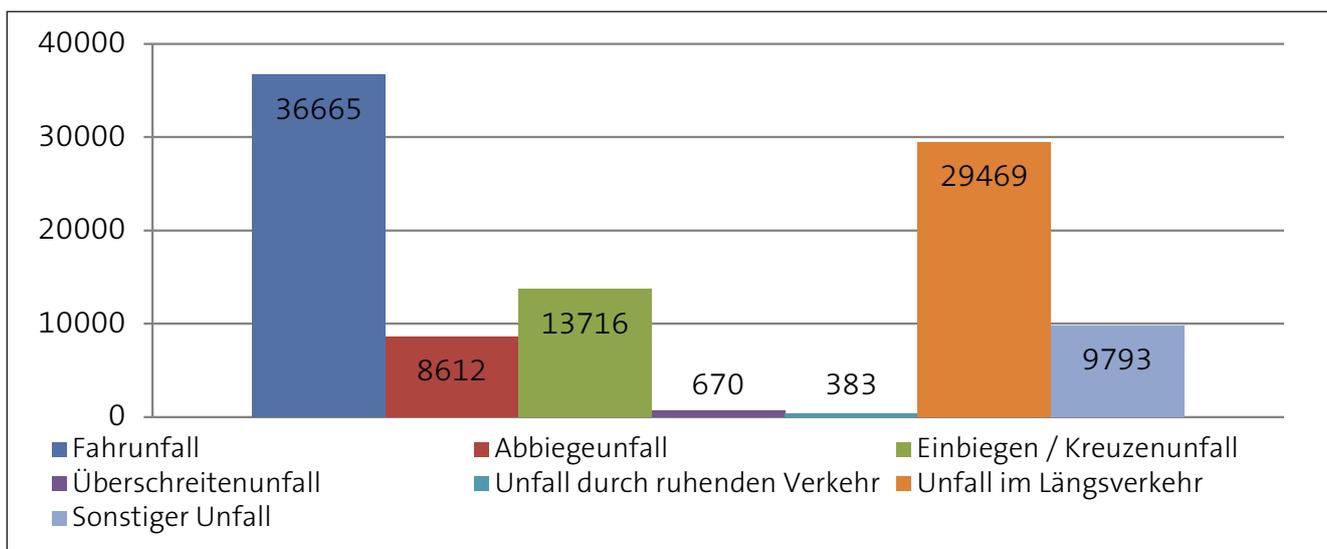


Abbildung 2-13:
Anzahl der Unfälle mit Personenschaden außerorts nach Unfalltyp
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 58)

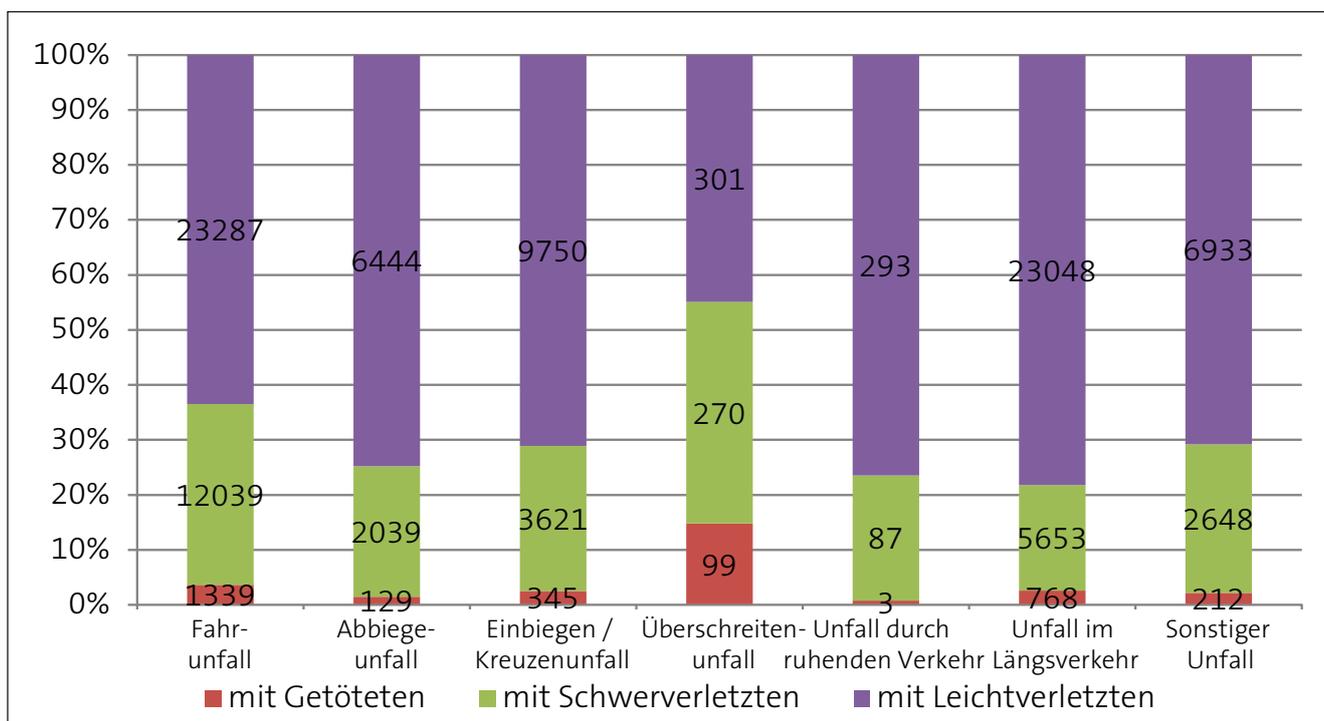


Abbildung 2-14:
Verteilung der Unfälle mit Personenschaden nach Unfalltyp und -schwere
Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 58)

Todesfolge ereignen sich seltener an Knotenpunkten bezogen auf die Gesamtzahl der Unfälle des Unfalltyps gegenüber Fahrnfällen. Fahrnfälle sind für die Unfallbeteiligten oftmals folgenschwer. Besonders folgenschwer sind Überschreitenunfälle, welche in über der Hälfte der Fälle tödlich oder mit schwerer Verletzung enden.

➔ Handlungsbereiche für die Verkehrssicherheit aus Sicht der Unfalltypen

Basierend auf den abstrahierten Angaben der bundesdeutschen Statistik lassen sich maßgebliche Bereiche für die Verkehrssicherheit auf Landstraßen ermitteln:

1. Eine Reduktion der Fahrnfälle und Unfälle im Längsverkehr generell sowie deren Folgeschwere.
2. Eine Reduktion von Unfällen an Knotenpunkten. Jedoch bezieht sich dabei die Mehrzahl auf Einbiege- und Kreuzenunfälle, was auf eine Schwierigkeit bei der Vorfahrtsregelung hindeuten kann.

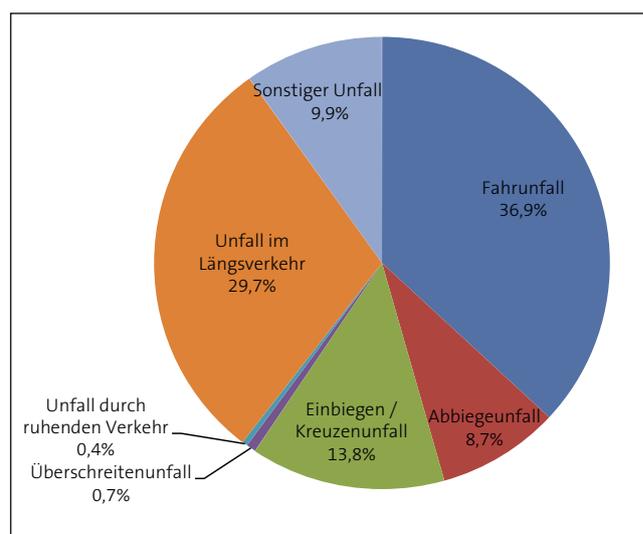


Abbildung 2-15:
Anteile der sieben Unfalltypen
Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 58)

2.1.4 Betrachtung der Unfallarten

Auf Landstraßen sind Unfallarten mit Abkommen von der Fahrbahn sowohl nach links als auch nach rechts sowie Auffahrunfälle aufgrund verkehrsbedingter Verringerung der Fahrgeschwindigkeit besonders häufig. Diese drei Klassen stellen rund 53 % sämtlicher Unfallarten (vgl. Abbildung 2-17). Kollisionen mit entgegenkommenden Fahrzeugen – sie können in der Regel als Unfälle mit Abkommen nach links von der Fahrstreifen betrachtet werden – sind mit 11,1 % fast ebenso stark vertreten wie ein Abkommen nach links (14,0 %). Bei einer Addition dieser beiden Unfallarten wird ersichtlich, dass sich Unfälle mit einem Abkommen nach links (14,0 % + 11,1 %) bzw. rechts (21,0 %) auf vergleichbarem Niveau bewegen. Abbiege- und Kreuzungsunfälle (16,7 %) ereignen ähnlich häufig wie Unfälle mit einem Fahrzeug welches vorausfährt (18,3 %).

Zusammenstöße zwischen Fahrzeugen in gleicher Fahrtrichtung (5,0 %) ereignen sich überraschend häufig, obwohl diese Fahrcharakteristik für Landstraßen vergleichsweise selten ist. Diese können sich u.a. aus Unfällen bei Überholmanövern und bei zwei Fahrspuren zusammensetzen. Weiter wird bei den Unfallarten nur zwischen innerhalb und außerhalb von geschlossenen Ortschaften differenziert, somit sind Unfälle auf Bundesautobahnen in Abbildung 2-16 mit eingeschlossen. Unfälle mit Hindernissen auf der Fahrbahn und Fußgängern ereignen sich selten.

Bei der Betrachtung der Unfallschwere können erhebliche Unterschiede erkannt werden. Unfallarten, welche sich i. d. R. zwischen Fahrzeugen mit einer verminderten Geschwindigkeit bzw. niedrigeren Relativgeschwindigkeit ereignen – hierzu gehören Fahrzeuge die anfahren, anhalten, im ruhenden Verkehr stehen, vorausfahren, warten

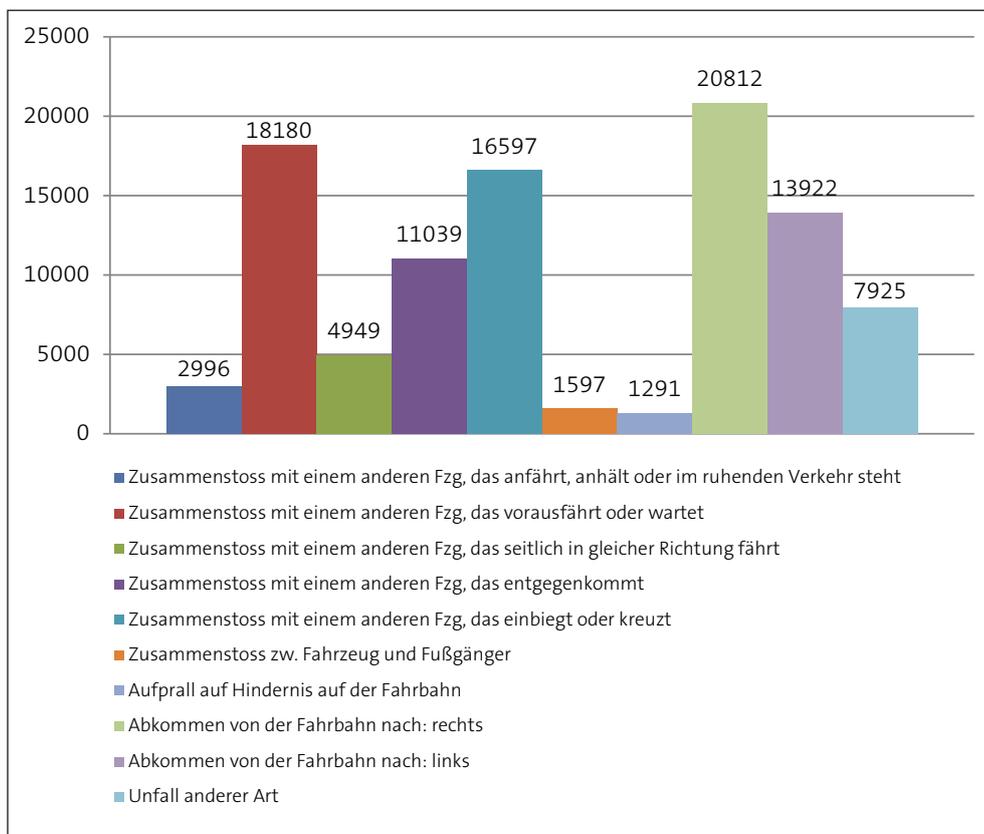


Abbildung 2-16:
Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden an den Unfallarten
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 58)

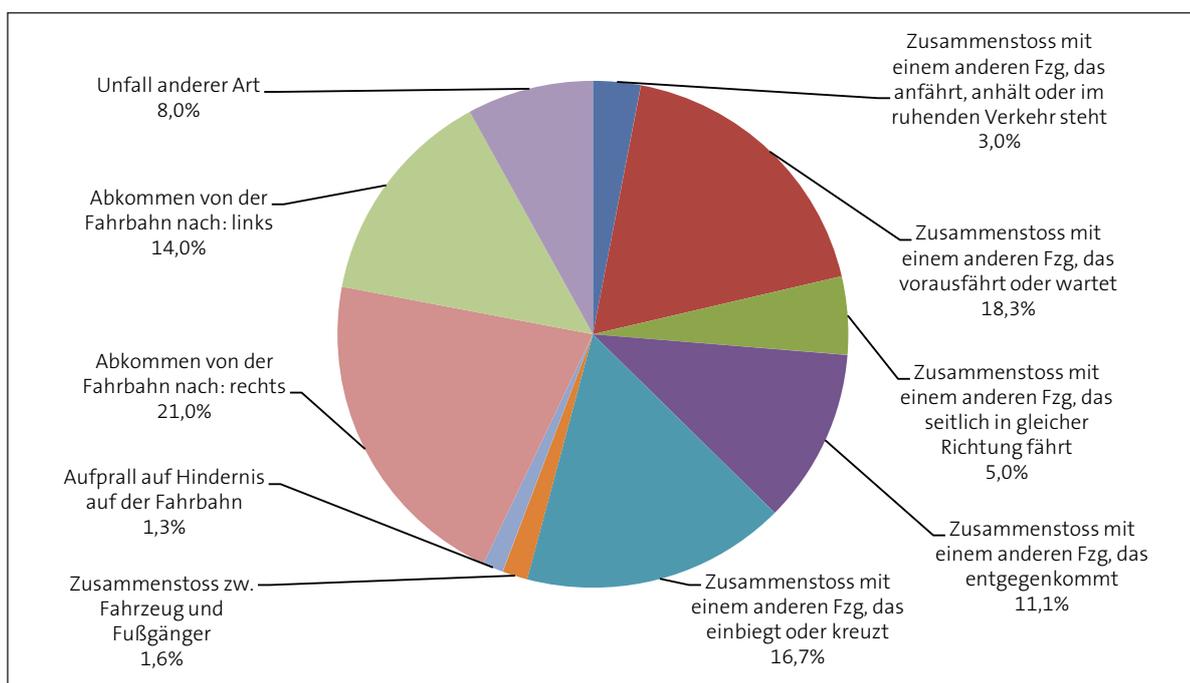


Abbildung 2-17:
Anteile der zehn Unfallarten untereinander
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 58)

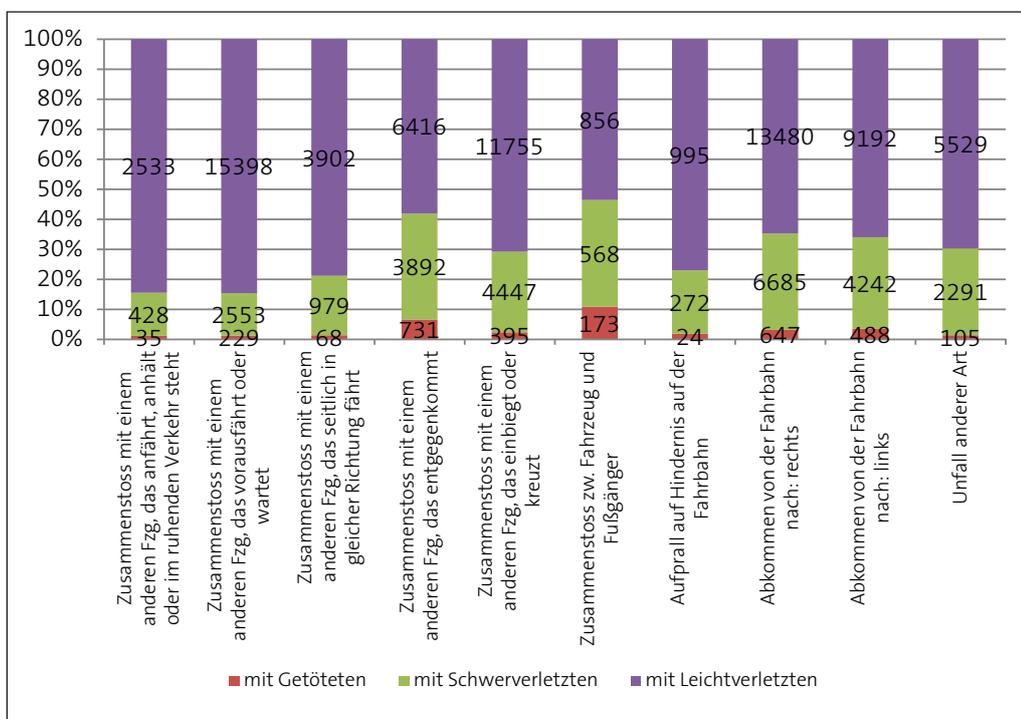


Abbildung 2-18:
Verteilung der Unfälle mit Personenschaden an den Unfallarten
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf DESTATIS (2009a S. 58)

oder sich in gleicher Fahrtrichtung bewegen – enden selten tödlich. Eine ähnliche Feststellung kann für Unfälle mit Hindernis auf der Fahrbahn gemacht werden. Ein höherer Anteil sowohl an tödlich Verunglückten wie auch Schwerverletzten ist bei Unfällen mit kreuzenden Fahrzeugen bzw. bei einem Abkommen von der Fahrbahn zu verzeichnen. Ausgesprochen folgenschwer sind Kollisionen mit entgegenkommenden Fahrzeugen und mit Fußgängern.

➔ Handlungsbereiche für die Verkehrssicherheit aus Sicht der Unfallarten

Aus Sicht der Verkehrssicherheit sind die Unfallzahlen und die Mortalität bei Kollisionen mit entgegenkommenden Fahrzeugen und beim Abkommen sowohl nach links als auch nach rechts stark verbesserungsbedürftig. Eine hohe Anzahl an Unfällen auf vorausfahrende Fahrzeuge ist ebenfalls zu verzeichnen. Auch Knotenpunkte sind Unfallschwerpunkte mit einem vergleichsweise hohen Anteil an schweren Personenschäden bei einer gleichzeitig hohen Anzahl an Unfällen.

2.1.5 Monetarisierung der Unfälle nach Unfalltypen auf Landstraßen

In Anlehnung an ASSING (2002 S. 8) wird nachfolgende Formel zur Monetarisierung von Unfällen verwendet:

$$\frac{\text{€}27000 * (\text{GT} + \text{SV}) + \text{€}18000 * \text{LV} + \text{€}13000 * \text{SS}}{(\text{U}(\text{GT}+\text{SV}+\text{LV}+\text{SS}))}$$

Hierbei sind GT Getötete, SV Schwerverletzte, LV Leichtverletzte, SS schwerwiegende Sachschäden und U die Anzahl der Unfälle.

Die darin zur Anwendung kommenden Kostensätze beruhen auf den Angaben aus BAUM, et al. (2000 S. 47) entsprechend der Anpassung auf Euro und für Landstraßen durch FGSV (2003 S. 62ff; Anhang 6). Für schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden wurde ein pauschaler Wert von € 13000 (vgl. FGSV, 2003 S. 63) verwendet.

Entsprechend der verwendeten Berechnungsmethode zum Preisstand des Jahres 2000 entstanden in

2008 volkswirtschaftliche Kosten in Höhe von rund € 7,70 Milliarden durch Unfälle auf Landstraßen. Anhand oben genannter Formel verschieben sich die Verhältnisse zwischen den Unfalltypen: Fahrurfälle und Überschreiten-unfälle nehmen an Relevanz zu, da die Unfallfolgen bei diesen beiden Unfalltypen besonders hoch sind. Im Gegenzug dazu verlieren Abbiegeunfälle, Einbiegen / Kreuzenunfälle, Unfälle durch ruhenden Verkehr, Unfälle im Längsverkehr und sonstige Unfälle jeweils leicht an Relevanz.

Unfälle an Knotenpunkten sind mit 23,0 % an der Zahl der Unfälle beteiligt, jedoch nur mit 18,8 % an den volkswirtschaftlichen Schäden. Knotenpunkte sind damit Unfallschwerpunkte, allerdings wesentlich weniger folgenschwer und damit monetär weniger relevant als beispielsweise Fahrurfälle und Unfälle im Längsverkehr. Überschreiten-unfälle gehören aufgrund der hohen Unfallfolgeschwere zu den monetär besonders relevanten Unfalltypen. Dies wird in der Vervierfachung der Anteile in Tabelle 2-4 deutlich.

➔ Handlungsbereiche für die Verkehrssicherheit aus Sicht der volkswirtschaftlichen Schäden

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind insbesondere Fahrurfälle, aber auch Unfälle im Längsverkehr und an Knotenpunkten als besonders relevant anzusehen. Sonstige Unfälle sind mit 8,1 % an den volkswirtschaftlichen Schäden vertreten.

Unfälle beim Abbiegen, durch Fußgänger und durch ruhende Fahrzeuge treten vergleichsweise selten auf. Die Handlungsbereiche liegen somit im Bereich der Fahrurfälle, bei Unfällen im Längsverkehr und an Knotenpunkten.

2.1.6 Zusammenfassung „Bundesdeutsche Statistik auf Landstraßen im Jahre 2008“

Anhand der Auswertung der Verkehrsunfallstatistik des Statistischen Bundesamtes nach Unfallumständen, -typen und -arten können verschiedene typische Unfallgegebenheiten identifiziert werden:

- Fahrurfälle und Unfälle im Längsverkehr,

Tabelle 2-4:
Vergleich der Anteile nach Unfalltyp unter Nutzung der Unfallzahl bzw. den volkswirtschaftlichen Schäden

	Anteil der Unfälle nach Unfalltyp	Anteile an den volkswirtschaftlichen Schäden nach Unfalltyp
Fahrerunfall	39,2%	44,8%
Abbiegeunfall	8,3%	6,0%
Einbiegen- / Kreuzenunfall	14,6%	12,8%
Überschreitenunfall	0,5%	2,0%
Unfall durch ruhenden Verkehr	0,3%	0,2%
Unfall im Längsverkehr	27,1%	26,1%
Sonstiger Unfall	9,9%	8,1%

Quelle: eigene Berechnung anhand Daten von DESTATIS (2009a S. 58) und oben genannter Formel angelehnt an ASSING (2002 S. 8)

- Unfälle mit Kollision mit entgegenkommenden Fahrzeugen und Abkommen von der Fahrbahn nach links und rechts,
- Knotenpunkte sind Unfallschwerpunkte,
- bei Unfällen mit Fußgängern verunglücken besonders viele tödlich,
- Landstraßenunfälle auf winterglatter Fahrbahn waren 2008 verglichen mit trockenen Straßenverhältnissen weniger folgenschwer,
- Unfälle mit Hindernissen auf der Fahrbahn sind vergleichsweise selten tödlich.

Es muss jedoch hinzugefügt werden, dass die Detailtiefe der vorliegenden Unfalldaten nicht ausreichend ist, um umfangreichere Aussagen über Unfälle zu treffen, da sich beispielsweise die Fahrerunfälle untereinander sehr stark unterscheiden. Daher erfolgt in Abschnitt 3.1 eine umfangreichere Analyse, welche an OTTE (2000) angelehnt ist (vgl. Abschnitt 2.2.2). Diese verwendet detaillierte dreistellige Unfalltypen.

Bei Betrachtung der Anzahl der Unfallereignisse über die Zeitachse kann auch festgestellt werden, dass bis dato trotz zunehmender Fahrleistung eine leicht positive Entwicklung zu beobachten ist. Der Rückgang bei tödlich Verunglückten ist hingegen wesentlich stärker ausgeprägt. Ein wichtiges Ziel zukünftiger technologischer Entwicklungen sollte daher nach Möglichkeit neben der

Verringerung der schweren Personenschäden auch die stärkere Reduktion der absoluten Anzahl von Unfällen sein.

2.2 Regelwerke und Wissensdokumente

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) entwickelt und veröffentlicht Hinweise, Empfehlungen und Richtlinien u.a. auch zur Verkehrssicherheit. Nachfolgende Wissensdokumente sind für Landstraßen von maßgeblichem Belang:

- RAS-L – Richtlinie für die Anlage von Straßen Teil Linieneinführung, Teil Querschnitt und Teil Knoten werden derzeit in eine RAL – Richtlinien für die Anlage von Landstraßen zusammengeführt.
- ESAB – Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume
- ESAS – Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen
- ESN – Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen
- RPS – Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme.

Es ist festzuhalten, dass sich die Regelwerke und Wissensdokumente seitens der FGSV primär auf bauliche Anpassungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit beschränken. Empfehlungen für die Verkehrstelematik, insbesondere auf Landstraßen, sind kaum vorhanden.

2.2.1 Vorhandene Untersuchungen und Veröffentlichungen

Die Mehrzahl der vorhandenen Untersuchungen und öffentlich zugänglichen Datenquellen zur Verkehrssicherheit befassen sich mit folgenden Themenkomplexen:

- Häufigkeitsauswertungen von Unfalltypen,
- Überhöhte Geschwindigkeit,
- Unfälle aufgrund von Fahruntauglichkeit,
- verkehrspsychologische Unfallursachen und
- bauliche Anpassungsmöglichkeiten basierend auf unfallträchtigen Trassierungen.

Veröffentlichungen die sich mit Unfällen auf Landstraßen beschäftigen sind u. a.:

- AASHTO (2005):
United States Safety Strategic Highway Safety Plan
- BAKABA, et al. (2009):
Bekämpfung von Baumunfällen für mehr Sicherheit auf Landstraßen
- BÖHM, et al. (2008):
Die Definition von „Unfallhäufungen“ als Basis für sicherheitsverbessernde Maßnahmen im Straßennetz
- EWERT, et al. (2009):
Sicherheit auf Ausserortsstrassen
- GERLACH, et al. (2009):
Möglichkeiten der schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit
- HEGEWALD, et al. (2008):
Unfälle auf schmalen Landstraßenquerschnitten
- HÖHNSCHEID, et al. (2008):
Assessment of Road Safety Measures
- KATES (2004):
Statistische Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit an Unfallhäufungen auf Bundes- und Staatsstraßen in Bayern
- LANK, et al. (2010):
Einsatz von Rüttelstreifen im Annäherungsbereich von unfallträchtigen Landstraßenkurven
- LIPPOLD, et al. (2009):
Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen

- MATENA, et al. (2009):
Selbsterklärende Straßen – Vergleich der Ansätze in Europa
- OECD (1999):
Safety Strategies for Rural Roads
- OECD (2008):
Towards Zero – Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach
- OTTE (2000):
Charakteristika von Unfällen auf Landstraßen
- PETERMANN, et al. (2007):
Beitrag des visuellen Eindrucks zur Erklärung des Unfallgeschehens in Landstraßenkurven
- TOPP (2008):
Wie schnell ist sicher? Geschwindigkeit und Verkehrssicherheit
- VOLKENHOFF, ET. AL. (2009):
Fahrerverhalten auf Landstraßen - Wird die Gefahr im Annäherungsbereich von Kurven unterschätzt?

Im Zusammenhang mit Verkehrssicherheit und Fahrerassistenzsystem ist die Zahl der Veröffentlichungen bislang gering, da die Unfallursache und auch beinahe-Unfälle oft nur schwer zu erfassen bzw. zu bewerten sind. Dies ist vor allem auf die aktuelle Struktur der Erfassungsbögen bei Verkehrsunfällen zurückzuführen, da sie für die unmittelbare Ableitung von verkehrstechnischen Anwendungen kaum Freiraum bieten, bzw. keine relevanten Parameter erfasst werden.

Es besteht somit nur eine indirekte Möglichkeit, primär anhand des Unfalltyps bzw. bei einer Einzelfallbetrachtung auch anhand des rekonstruierten Unfallgeschehens, eine Abschätzung zu treffen. Die nachfolgenden Publikationen beziehen sich auf Fahrerassistenzsysteme im Zusammenhang mit Verkehrssicherheit:

- ASSENMACHER, et al. (2007):
DIWA – Direkte Information und Warnung für Autofahrer
- CARSTEN, et al. (2005):
Intelligent Speed Adaptation: Accident Savings and Cost-Benefit Analysis
- FÄRBER, et al. (2004):
Mehr Verkehrssicherheit durch intelligente Steuerung von Telematik-Systemen?

- GAIL, et al. (2008):
Einfluss verbesserter Fahrzeugsicherheit bei Pkw auf die Entwicklung von Landstraßenunfällen
- MAIER (2007):
Verkehrstelematik – Unterstützung des Fahrers oder Ablenkung
- OECD (2003):
Road Safety – Impact of New Technologies
- RAPP, et al. (2008):
Einfluss von Fahrerassistenzsystemen auf die Leistungsfähigkeit von Strassennetzen
- VOLLRATH, et al. (2006):
Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit
- VOLLRATH, M. (2010):
Welche Fehler führen zu welchen Unfällen?

Die verkehrssicherheitsbezogene Handlungsnotwendigkeit wird in den Dokumenten erkannt, allerdings sind die wenigen vorhandenen Ansätze zur Abschätzung des Einflusses von infrastrukturbasierten Fahrerassistenzsystemen nur sehr bedingt belastbar. Diese werden beispielsweise bei CARSTEN, et al. (2005) anhand von Simulationen untersucht, allerdings mit der Annahme eines Ausstattungsgrades von 100 %. Kurzfristig ist dieser nicht erreichbar und ebenfalls über einen langen Zeitraum fragwürdig, da beispielsweise historische Fahrzeuge oder Sonderfahrzeuge nur schlecht nachgerüstet werden können.

2.2.2 Zusammenfassung der Literatur

Die in Abschnitt 2.2.1 genannte Literatur kann in zwei Kategorien aufgeteilt werden:

1. Beschreibung von Unfallschwerpunkten aufgrund baulicher Umstände,
2. Analysen, die ausgewählte Unfallhergänge untersuchen und Schlussfolgerungen aus dem Geschehen ziehen.

Die erste Kategorie wird ausgeklammert, da für die Wirkung von infrastrukturbasierten Fahrerassistenzsystemen keine bauliche Umgestaltung im konventionellen Sinne des Straßenbaus notwendig ist. Die zweite Katego-

rie wird anhand von OTTE (2000) nachfolgend ausführlich behandelt, da sie für eine mikroskopische Unfallanalyse zur Abschätzung von Reduktionspotentialen relevant ist.

2.2.2.1 Otte (2000): Unfallgeschehen auf Landstraßen

Otte (2000) analysierte insgesamt 1575 Unfälle mit Personenschäden welche zwischen 1985 und 1993 im Raum Hannover erfasst wurden. Es standen ihm detaillierte Unfallangaben zur Verfügung, so dass eine Rekonstruktion von Fahr- und Kollisionsgeschwindigkeiten möglich war. Seine in dreistellige Unfalltypen zusammengefassten Untersuchungsergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt und beschrieben. Ein Vergleich mit einem wesentlich umfangreicheren, detaillierten und aktuellen Datensatz erfolgt in Kapitel 3 in Abschnitt 3.3.3.

Fahrerunfälle

Über 90% der Fahrerunfälle ereignen sich in Kurven und Geraden. Die Unfallfolgen sind nach OTTE (2000) in Geraden jedoch höher als in Kurven. Dies liegt möglicherweise an der meist höheren Fahrgeschwindigkeit. Die Verletzungsschwere an Kreuzungen – sofern nur Fahrerunfälle betrachtet werden – ist relativ niedrig. Die verbleibenden Unterkategorien werden nicht näher betrachtet, da es sich nach Abzug von 90 % insgesamt 540 Ereignissen um Einzelfälle handelt, welche für einen Vergleich nicht ausreichend sind (vgl. Tabelle 2-5).

Unfälle im Längsverkehr

In folgenden drei Fahrsituationen ereignen sich Unfälle im Längsverkehr auf Landstraßen besonders häufig:

- beim Auffahren auf Fahrzeuge,
- bei Überholvorgängen und
- im Begegnungsverkehr.

Besonders folgenschwer sind hierbei Überholvorgänge, insbesondere bei Gegenverkehr, während Auffahrerunfälle vergleichsweise selten zu schweren und tödlichen Verletzungen führten (vgl. Tabelle 2-6). Der Anteil an Schwerverletzten ist bei Überholvorgängen ebenfalls relativ hoch. Interessant ist der Vergleich zwischen Überho-

Tabelle 2-5:
Verteilung der Fahrurfälle nach dem Unfalltypenkatalog für unterschiedliche Verletzungsschweregrade

Fahrurfälle n=540	2-stelliger Unfalltyp		Verletzungsschwere			
			gesamt	leicht	schwer	getötet
Kurve	10		52,1%	65,4%	29,8%	4,8%
Kurve mit abknickender Vorfahrt	11		0,3%	-	100,0%	-
Abbiegen/Einbiegen	12		2,3%	81,6%	16,8%	1,6%
Fahrbahnverschwenkung	13		1,5%	57,1%	38,3%	4,6%
Gerade	14		40,6%	53,2%	40,6%	6,2%
Gefälle/Steigung	15		0,2%	-	100,0%	-
Insel	16		0,1%	-	100,0%	-
Engpass	17		0,1%	-	100,0%	-
Unebenheit	18		0,8%	71,2%	28,8%	-
sonstige			2,0%	68,9%	26,7%	4,4%

Quelle: angepasst nach OTTE (2000 S. 48)

lenden beim Fahrvorgang nach rechts bzw. links: erstere sind seltener, aber folgenschwerer mit 3,1 % tödlich und 27,9 % schwerverletzten Verunglückten. Eine Begründung hierzu wird von OTTE (2000) nicht angeführt.

Unfälle an Knotenpunkten

Die Unfälle an Knotenpunkten umfassen die Unfalltypen 2 und 3. Die drei dominanten Fahrsituationen sind an Knotenpunkten die Nichtbeachtung der Vorfahrt eines von links kommenden, die Nichtbeachtung der Vorfahrt eines Entgegenkommenden und die Nichtbeachtung der Vorfahrt eines von rechts kommenden Fahrzeugs. Unfälle beim Abbiegen und beim Einbiegen/Kreuzen sind mit 45,8 resp. 54,2 % ähnlich häufig, allerdings fallen rund 75 % der Getöteten auf die Unfälle mit Einbiegen/Kreuzen (vgl. Tabelle 2-7).

Aufgrund der Vielzahl an Konfliktsituationen an Knotenpunkten sind einige Klassen sehr klein.

2.2.2.2 Verkehrstelematische Systeme auf Landstraßen zur Unfallreduktion

Im Rahmen der Literaturrecherche wurde nach Erfahrungen mit verkehrstelematischen Systemen zur Unfallreduktion gesucht. Häufig sind dies ex-post Untersuchungen zu fahrzeugseitigen Sicherheitssystemen, wie z. B. eine Fahrdynamikregelung oder ein Bremsassistent (Gail, et al., 2008; Rapp, et al., 2008; Assenmacher, et al., 2007 S. 66f). Insbesondere bei der Intelligent Speed Adaption – gelegentlich auch Geschwindigkeitswarnung genannt – wird oft auf eine britische Studie verwiesen, welche Reduktionspotentiale wiedergibt. Es handelt sich dabei um Ergebnisse einer Simulation mit drei unterschiedlichen Stufen, die bei vollständiger Marktdurchdringung eines fahrzeuggebunden Systems ermittelt wurden. Prinzipiell können die Informationen auch über ein infrastrukturegebundenes System übermittelt werden. Bereits durch die Verwendung rein statischer Geschwindigkeitsbeschränkungen wurde ein mit 18 %

Tabelle 2-6:
Verteilung der Unfälle im Längsverkehr nach Unfalltypen für unterschiedliche Verletzungsschweregrade

n=373	2-stelliger Unfalltyp		Verletzungsschwere			
			gesamt	leicht	schwer	getötet
Auffahren			46,6%			
Vorausfahrender – Nachfolgender	60		17,8%	77,8%	20,5%	1,7%
Stau – Nachfolgender	61		12,9%	93,3%	6,7%	-
Wartepflichtiger – Nachfolgender	62		10,9%	95,5%	3,7%	0,8%
Überholen			37,3%			
Spurwechsler nach links – Nachfolgender	63		11,4%	83,8%	14,4%	1,8%
Spurwechsler nach rechts – Nachfolgender	64		3,2%	69,0%	27,9%	3,1%
Nebeneinander-fahrende	65		4,4%	70,4%	28,2%	1,4%
Überholer – Gegenverkehr	66		18,3%	66,4%	26,9%	6,7%
Fußgänger – Fahrzeug	67		1,4%	48,3%	45,0%	6,7%
Begegnende Fahrzeuge	68		17,7%	63,2%	32,1%	4,7%
sonstige			2,0%	84,8%	9,7%	5,5%

Quelle: angepasst nach OTTE (2000 S. 51)

erhebliches Potenzial zur Reduktion tödlicher Unfälle ermittelt. Sobald verpflichtende Nutzung der Technik eingeführt wird könne das Reduktionspotential deutlich erhöht werden (vgl. Tabelle 2-8).

Die Untersuchung von CARSTEN, et al. (2005) belegt, dass die Erwartungen an entsprechende Systeme hoch sind und sie vermutlich in der Lage sind deutliche Reduktionen insbesondere im Bereich der schweren Personenschäden zu erzielen. Dennoch ist bei der Verwendung der in Tabelle 2 8 genannten Werte Vorsicht geboten, da Unsicherheiten z. B. bzgl. des Akzeptanzgrades solcher Informationen (= Fahrerverhalten) bestehen und fraglich ist, ob bzw. wann eine Marktdurchdringung von annähernd 100 % erreicht wird.

Vergleichbare Untersuchungen für andere Technologien existieren kaum bis gar nicht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ISA (Intelligent Speed Adaption) insbesondere in Großbritannien und Schweden gefördert, getestet und bewertet wurde.

➔ Zusammenfassung der Literaturrecherche zu Unfällen auf Landstraßen

Herausragende Größe bei den Ursachen ist eine nicht angepasste Geschwindigkeit oder ein Überschreiten der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit (Otte, 2000 S. 57f; Hegewald, et al., 2008 S. 681; Lippold, et al., 2009 S. 21ff; Topp, 2008 S. 428). OTTE (2000 S. 58) ermittelte, dass:

Tabelle 2-7:
Verteilung der Unfälle an Knoten

Knotenunfälle n=402	2-stelliger Unfalltyp		Verletzungsschwere			
			gesamt	leicht	schwer	getötet
Abbiegeunfälle			46,6%	-	-	-
Abbiegen Linksabbieger – Nachfolger	20		14,3%	77,1%	22,9%	-
Linksabbieger – Gegenverkehr auf Fahrbahn	21		24,7%	78,1%	19,9%	2,0%
Linksabbieger – Gegenverkehr auf Sonderweg	22		1,7%	90,3%	9,7%	-
Rechtsabbieger – Nachfolgender	23		2,4%	95,7%	4,3%	-
Rechtsabbieger – Fahrzeug auf Sonderweg	24		1,5%	88,1%	11,9%	-
2 Abbieger gleicher Richtungen	25		-	-	-	-
Abbieger – Wartepflichtiger	26		1,0%	100,0%	-	-
Abbieger aus abkn. Vorfahrt	27		0,6%	64,2%	35,8%	-
Abbieger mit Pfeil- Lichtzeichen	28		0,1%	-	100,0%	-
sonstige Abbiegen			0,1%	-	100,0%	-
Einbiegen/Kreuzen-Unfälle			53,4%	-	-	-
Einbiegen/Kreuzen Bevorrechtigter von links	30		28,2%	72,0%	25,1%	2,9%
bevorrechtigter Überholer von links	31		0,9%	65,2%	34,8%	-
Bevorrechtigter von rechts	32		15,1%	78,0%	21,0%	0,9%
bevorrechtigter Überholer von rechts	33		1,2%	69,8%	30,2%	-
bevorrechtigter Radfahrer vom Radweg	34		4,6%	87,5%	12,5%	-
abknickende Vorfahrt	35		0,3%	74,4%	-	26,6%
Bahnübergang	36		0,2%	76,6%	-	23,4%
kreuzender Radfahrer	37		3,2%	69,4%	22,4%	8,2%
sonstiges Einbiegen/Kreuzen			0,6%	69,6%	16,6%	13,9%

Quelle: angepasst nach OTTE (2000 S. 52)

Tabelle 2-8:
Unfallreduktionspotential von Intelligent Speed Adaption (ISA)

Systemausprägung	Art der Verwendung der Geschwindigkeitsanzeigen	Vermutlichste Reduktion der:		
		Unfälle mit Verletzungen	Unfälle mit schweren Personenschäden	tödlichen Unfälle
Informatives ISA	nur statische Anzeigen	10 %	14 %	18 %
	statische & dynamische Anzeigen	10 %	14 %	19 %
	statische & dynamische Anzeigen zzgl. lokal angepasster Geschwindigkeit	13 %	18 %	24 %
Freiwillig eingreifendes ISA	nur statische Anzeigen	10 %	15 %	19 %
	statische & dynamische Anzeigen	11 %	16 %	20 %
	statische & dynamische Anzeigen zzgl. lokal angepasster Geschwindigkeit	18 %	26 %	32 %
Verpflichtend eingreifendes ISA	nur statische Anzeigen	20 %	29 %	37 %
	statische & dynamische Anzeigen	22 %	31 %	39 %
	statische & dynamische Anzeigen zzgl. lokal angepasster Geschwindigkeit	36 %	48 %	59 %

Quelle: übersetzt aus Carsten, et al. (2005 S. 411)

- 7,0 % der Unfälle mit Leichtverletzten,
 - 8,4 % der Unfälle mit Schwerverletzten und
 - 12,8 % Unfälle mit tödlich Verunglückten
- vermeidbar seien, wenn die zulässige Geschwindigkeit eingehalten würde. Die Einschätzung der oben genannten Vermeidbarkeitswerte dürfte eher zu niedrig als zu hoch sein, da sich niedrigere Geschwindigkeiten in aller Regel auch in niedrigeren Verletzungsfolgen auswirken (Otte, 2000 S. 58). Die Autoren der unterschiedlichen Studien führen neben hohen Geschwindigkeiten oft auch die Straßencharakteristik als Ursache für Verkehrsunfälle an (Otte, 2000 S. 58; Matena, et al., 2009; Petermann, et al., 2007; OECD, 2006).

Weiter dokumentieren die einzelnen Quellen ebenfalls, dass die Reduktion von Unfällen auf Landstraßen eine besondere Herausforderung ist, da einerseits sehr unterschiedliche Verkehrsteilnehmer an Unfällen beteiligt sind. Andererseits stellt die Wissenschaft ebenfalls fest,

dass Unfallereignisse dispers im Raum verteilt sind, so dass eine charakteristische Identifikation von Unfallschwerpunkten nur schwer möglich ist. BÖHM, et al. (2008) ermittelten anhand ihres Verfahrens, dass sich knapp jeder zweite Unfall auf insgesamt 7 % des bayrischen außerörtlichen Bundes- und Staatsstraßennetzes ereignet. Die wissenschaftliche Feststellung der dispersen Unfallverteilung im Raum kann dennoch für valide befunden werden wie auch EWERT, et al. (2009 S. 129) jüngst bestätigten.

2.3 Fahrerassistenzsysteme

2.3.1 Definitionen

Fahrerassistenzsysteme (FAS – englisch: Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)) sind elektronische Zusatzeinrichtungen in Kraftfahrzeugen zur Unterstützung des Fahrers in bestimmten Fahrsituationen (de.wikipedia.org, 2009).

2.3.1.1 Ziele

Als wesentliche Ziele werden dabei verfolgt:

- Steigerung der Effizienz (Optimierung des individuellen, aber auch kollektiven Fahrablaufs),
- Erhöhung der Verkehrssicherheit,
- Infotainment.

Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit dem Bereich der Verkehrssicherheit.

2.3.1.2 Art der Unterstützung

Die Art der Unterstützung durch Fahrerassistenzsysteme wird meist in drei Stufen unterschieden, mit zunehmendem Einfluss auf das Fahrgeschehen.

Als weitere Stufe können ggf. noch Systeme genannt werden, die nach erfolgtem Unfall diesen automatisch melden, um schnelle Unfallrettungsmaßnahmen zu initiieren (z. B. e-call)

2.3.1.3 Kommunikationsansätze

Eine weitere wichtige Unterscheidung der Fahrerassistenzsysteme erfolgt über den Kommunikationsansatz:

▪ Direkte Kommunikation zwischen Fahrzeugen

(car to car **C2C** bzw. vehicle to vehicle **V2V**)

Bei V2V Systemen erfolgt die Erkennung bzw. Meldung von Gefahrensituationen als auch der Informationsaustausch über ausgestattete Fahrzeuge. Ein großer Vorteil ist somit die Ortsunabhängigkeit des Systems. Nachteilig ist, dass nur dann eine Warnung eines anderen Fahrzeugs erfolgen kann, wenn diese ebenfalls mit dem System ausgerüstet und in Kommunikationsreichweite sind. Eine verlässliche Funktion ist somit erst ab einem gewissen Ausstattungsgrad gegeben, welcher insbesondere auf wenig befahrenen Landstraßen vermutlich nicht erreicht werden kann.

▪ Kommunikation zwischen Fahrzeugen und infrastruktur-basiertem System (car to infrastructure **C2I** bzw. vehicle to infrastructure **V2I**)

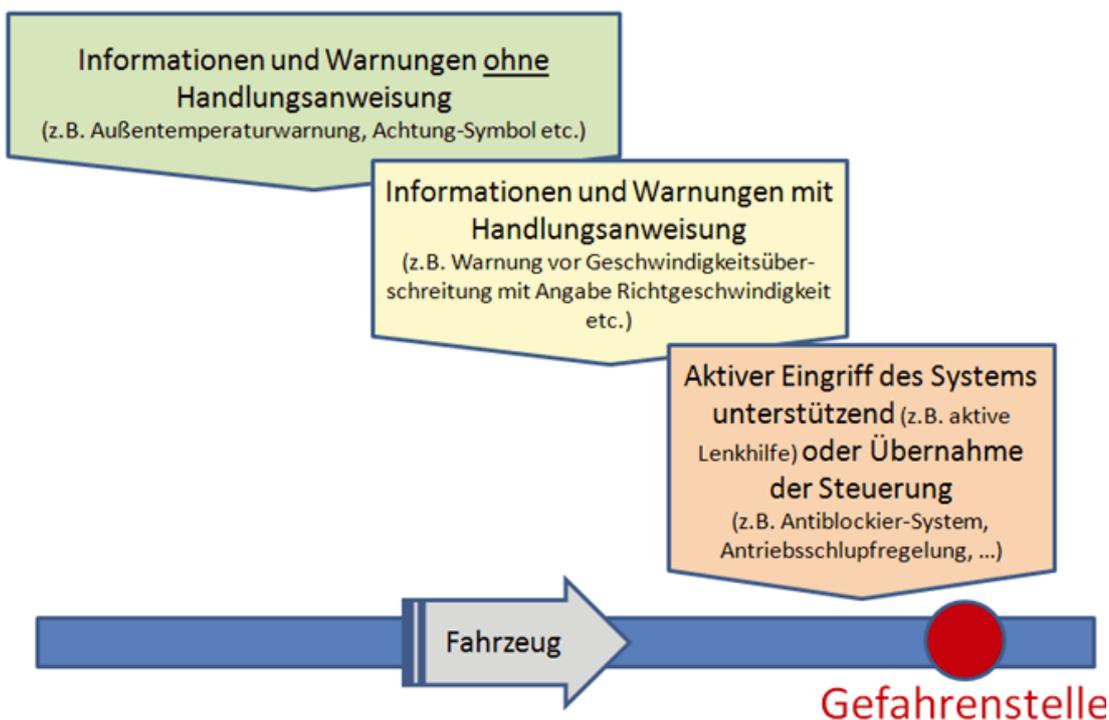


Abbildung 2-19:
Arten der Unterstützung von Fahrerassistenzsystemen
Quelle: eigene Darstellung

V2I Systeme vereinen zwei Ansätze: zum einen werden ausgestattete Fahrzeuge im Kommunikationsbereich durch die Infrastruktur (ggf. mit eigener Gefahrendetektion / Information) gewarnt, bzw. die Infrastruktur durch die Fahrzeuge mit Informationen versorgt. Zum anderen kann die Infrastruktur als Relaisstation dienen um die Information zwischen weit entfernten Fahrzeugen zu überbrücken. Nachteilig sind bei V2I vor allem die Kosten für die Bereitstellung der Infrastruktur. Der Vorteil ist, dass der Service sofort für ausgestattete Fahrzeuge erfolgen kann – unabhängig von Ausstattungsgraden. Des Weiteren kann über die Infrastruktur weiteres Wissen einfließen, das über die Fahrzeuge nicht erhoben werden kann.

Die vorliegende Untersuchung ist auf C2I bzw. V2I Systeme eingeschränkt. Der Übergang zwischen den Systemen ist jedoch oft fließend, d.h. die Funktion kann oftmals über beide Ansätze erreicht werden, weshalb in der Praxis vereinfachend von C2X oder V2X gesprochen wird; X vereint dabei die Begriffe V, C, I (vehicle, car, infrastructure).

Unabhängig von der Art ist jedoch eine weitreichende Standardisierung unabdingbar. Diese wird weltweit in entsprechenden Gremien vorangetrieben.

Im Regelfall werden bei V2I zur Informationsverbreitung sogenannte Road Side Units (RSU) am Straßenrand platziert, welche bei entsprechenden Situationen in kurzen Intervallen Informationen aufnehmen bzw. absetzen, die wiederum im Fahrzeug dargestellt bzw. verarbeitet werden. Entsprechende Situationen wären folglich eine Detektion einer rutschigen Fahrbahn durch entsprechende Sensorik der Infrastruktur oder die Registrierung gehäufte Aktivierungsmeldungen der Schlupfregelung von ausgestatteten Fahrzeugen.

Eine bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur erfolgt in der Regel über:

- DSRC (Dedicated Short Range Communication) z. B. Infrarot,
- W-LAN (802.11 a, b, g, p),
- Mobilfunk (GSM, GPRS, UMTS, LTE etc.).

Eine unidirektionale Kommunikation erfolgt z. B. durch

- Rundfunk (UKW, DAB, DVB).

2.3.1.4 Typische Anwendungen

Typische Anwendungen infrastrukturgestützter Fahrerassistenzsysteme im Rahmen der Verkehrssicherheit sind:

- Hinderniswarnung (z.B. Personen, Gegenstände, Unfälle oder Stau; teilweise zählen hierzu auch Glätte- / Nebelwarnung),
- Geschwindigkeitswarnung (legal oder dynamisch),
- Spurhaltungs- / Kurvenassistent,
- Kreuzungsassistent / Querverkehrsassistent,
- Baustellenwarnung / -assistent,
- Glättewarnung,
- Nebelwarnung,
- Warnung vor / Unterstützung von Rettungs- und Einsatzfahrzeugen.

2.3.2 Forschungsprojekte

In der folgenden Tabelle erfolgt eine Auswahl wichtiger Forschungsprojekte mit dem Kontext Verkehrssicherheit und infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme. Neben dem Projektnamen werden Projektziel, verkehrssicherheitsrelevante Applikationen des Projekts und Besonderheiten kurz benannt. Die letzte Spalte gibt Informationen über die angedachte Umgebung der Anwendungen. Im Falle von Autobahn und Landstraßen werden meist streckenbezogene Applikationen adressiert. Im Innerortsbereich unterstützen die Assistenzsysteme vorwiegend den Bereich der Knotenpunkte (signalisiert/unsignalisiert).

Daneben gibt es etliche weitere aktuelle Forschungsprojekte aus dem Bereich der Fahrerassistenz, diese haben jedoch zumeist andere Schwerpunktbereiche wie die V2V-Kommunikation (z. B. AKTIV-AS) oder die Erhöhung der Verkehrseffizienz (z. B. CVIS) und sind hier somit nicht relevant.

Tabelle 2-9:
Projektauswahl verkehrssicherheitsrelevanter Assistenzsysteme (V2I)

Projekt	Ziele	Verkehrssicherheitsrelevante Applikationen / Besonderheiten	Umgebung (Schwerpunkt)
AKTIV-VM (DE)	Erhöhung der Verkehrssicherheit und Effizienz	<ul style="list-style-type: none"> • VIVA: Virtuelle SBA-Anzeige mit Zusatzinformation im Fahrzeug • STAF: Baustelleninformation, Pkw-Längsregelung und Lkw-Querregelung zur Erhöhung von Effizienz und Sicherheit 	Autobahn
CICAS (US)	Erhöhung der Verkehrssicherheit an Knotenpunkten	<ul style="list-style-type: none"> • Schwerpunkt Knotenpunkt: Warnung auf Wartepflicht und bei Vorfahrtsverletzung, Rotlichtverletzung, Links- / Rechtsabbiegen 	Autobahn Innerorts Außerorts (Knotenpunkt)
COOPERS (EU)	Echtzeitinformationen über lokale Verkehrssituation, Sicherheits- und Infrastrukturstatus	<ul style="list-style-type: none"> • Schwerpunkte sind Stauwarnungen, Anzeige und Warnung bei Geschwindigkeitsbegrenzungen, Unfall- und Ereigniswarnungen, Straßenzustand und Wetterwarnungen, Baustelleninformation 	Autobahn
DSSS (JP)	Reduktion der Unfallhäufigkeit im Bereich von Knotenpunkten	<ul style="list-style-type: none"> • Schwerpunkt Knotenpunkt mit Detektion: Warnung auf Wartepflicht und bei Vorfahrtsverletzung (unsignalisierter Knotenpunkt), Rotlichtverletzung, Links- / Rechtsabbiegeassistent (signalisierter Knotenpunkt) • Nutzung vorhandener HMI (z.B. mittels Softwareupdate Navigationsgeräte) • Sehr groß angelegte Feldtests 	Innerorts (Knotenpunkt)
eIMPACT (EU)	Bewertung von Fahrzeugsicherheitssystemen	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der Wirkung intelligenter Fahrzeugsicherheitssysteme (Sicherheit und Effizienz) mit Identifikation der vielversprechendsten Ansätze, z.B. aus PREVENT • Schwerpunkt V2V aber auch V2I Applikationen 	Autobahn Innerorts Außerorts
PREDRIVE C2X (EU)	Erhöhung der Verkehrssicherheit, Effizienz, Integration von Informations- und Mehrwertdiensten	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung unterschiedlicher V2X Applikationen durch Definition relevanter Anwendungsfälle und Bewertung anhand von Simulationen und Feldtests • Entwicklung von europäischen Standards 	Autobahn Innerorts Außerorts
PREVENT (EU)	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Information, Warnung, Assistenz und Eingriff	<ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiche Betrachtung, besondere Unterscheidung der Applikationen durch Definition maßgeblicher Phasen vor dem Unfall • Sicherheitsrelevante Applikationen: sicherer Abstand/sichere Geschwindigkeit, erweiterter Wahrnehmungshorizont, Spurhaltungs-, Überhol-, Kreuzungsassistent und Vermeidung von Unfällen mit nicht Fußgängern/Radfahrern 	Autobahn Innerorts Außerorts
SIM-TD (DE)	Erhöhung der Verkehrssicherheit, Effizienz sowie Integration von Mehrwertdiensten	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung/Weiterentwicklung bestehender Ansätze • Praxistests durch große Feldtests im Rhein-Main Gebiet • Breite Anwendungsumgebung, z.B. für Landstraße mit Straßenwetterwarnung, Hinderniswarnung und Baustelleninformationssystem 	Autobahn Innerorts Außerorts
SAFESPOT (EU)	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Erweiterung des Wahrnehmungshorizonts	<ul style="list-style-type: none"> • Beinhaltet V2V und V2I Applikationen • V2I mit Applikationen: Geschwindigkeitswarnung, Gefahren- und Hinderniswarnung, Kreuzungsassistent, Kurvenassistent und Assistent für Rettungs- und Einsatzfahrzeuge 	Autobahn Innerorts Außerorts

3 Untersuchung des Unfallgeschehens auf Landstraßen in Nordrhein-Westfalen

3.1 Verwendete Datengrundlage und Vorgehensweise in der mikroskopischen Unfalluntersuchung

3.1.1 Verkehrsunfälle in Nordrhein-Westfalen zwischen 2004 und 2008

Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Datenbank der polizeilich registrierten Verkehrsunfälle in den Jahren 2004 bis 2008 des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen wurde umfassend ausgewertet und wird nachfolgend dargestellt und fortan als Ausgangsdaten verwendet.

In den Kapiteln 4 und 5 wird auf die hier dargestellten Daten zurückgegriffen um Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme abzuleiten und um nachfolgend entsprechende Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster zu bilden und darzustellen.

Die mikroskopische Unfallauswertung wurde anhand eines Datensatzes aus dem Bundesland Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Darin sind sämtliche polizeilich registrierte Verkehrsunfälle zwischen dem 1.1.2004 und dem 31.12.2008 verzeichnet. Insgesamt sind 942970 Unfälle dokumentiert. Eine tabellarische Zusammenfassung der Rohdaten ist in Anhang A dargestellt. Die entsprechenden Angaben für Unfälle innerhalb von geschlossenen Ortschaften und auf Bundesautobahnen dienen der Orientierung.

3.1.2 Vereinheitlichung und Vereinfachung der Datengrundlage

Vereinheitlichung

Die mikroskopische Unfallanalyse ist auf den dreistelligen Unfalltypen – welche u.a. mit dem Institut für Straßenverkehr des Gesamtverbands der Deutschen Versicherer entwickelt wurde – aufgebaut. Die einzelnen Unfalltypen sind grafisch in Anhang A beschrieben. Im Datensatz sind z. T. Unfalltypen vorhanden, welche nicht in der Referenzliste verzeichnet sind. Diese Unfalltypen wurden auf die nächste bekannte Kategorie um deklariert.¹

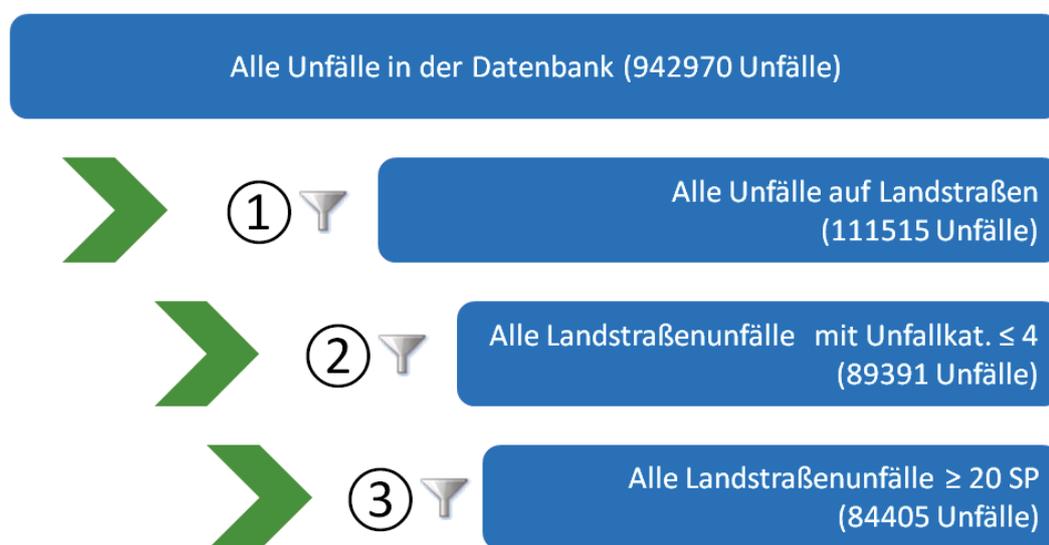


Abbildung 3-1:
Schritte bei der Reduktion der Datengrundlage
Quelle: eigene Darstellung

¹ Ein Beispiel kann das Vorgehen leicht illustrieren: Ein mit dem Unfalltyp 226 beschriebener Unfall ist in der Referenzliste nicht referenziert. Somit wurde er der Klasse 229 „unklar ob 221 - 225“ zugeordnet.

Vereinfachung

Der erste notwendige Schritt zur Analyse ist eine Beschränkung der Verkehrsunfälle auf Landstraßen. Wie eingangs definiert, ereignen sich Landstraßenunfälle außerhalb von geschlossenen Ortschaften und nicht auf Bundesautobahnen (vgl. Kapitel 1). In Abbildung 3-1 ist dies als Schritt **1** dargestellt.

Das Kriterium **2** schließt die Unfallkategorien 5 und 6 aus, d.h. die Analyse wird ohne sonstige Sachschäden durchgeführt. Begründbar ist dieser Schritt aufgrund von zwei Argumenten:

- Aus Sicht der Verkehrssicherheit ist zwar kein Unfall erstrebenswert, jedoch sollte das Augenmerk auf die schwereren Unfälle gelegt werden, da hier erhebliche Personen- und Sachschäden für eine Gesellschaft zu verzeichnen sind.
- Unfälle mit sonstigen Sachschäden werden oft bilateral zwischen den Unfallparteien abgewickelt und sind somit in der Datenbank nicht erfasst. Folgerichtig basie-

ren darauf aufbauende Analysen auf einer unvollständigen Datengrundlage. Bei schwereren Unfällen kann davon ausgegangen werden, dass diese i. d. R. von der Polizei erfasst werden und somit in der Analyse berücksichtigt werden.

Die Vereinfachung führt wie in Tabelle 3-1 ersichtlich ausschließlich zu einer Reduktion der Unfallkategorien. Ein zweiter Vereinfachungsschritt folgt im nachfolgenden Abschnitt.

3.1.3 UT-Filterung nach ≥ 20 SP

Insgesamt beinhaltet die Liste der dreistelligen Unfalltypen 295 verschiedene Ausprägungen. Die Mehrzahl dieser ist vergleichsweise selten und umfasst spezielle Umstände; als Beispiel seien Unfälle mit Fußgängern bei abgeknickter Vorfahrt genannt, welche in Abbildung 3-2 schematisch visualisiert sind. Ferner sind einige Unfalltypen auf Landstraßen vergleichsweise selten, da die bauliche Ausprägung hierfür sehr selten ist. Dies gilt bei-

Tabelle 3-1:
Statistische Kennwerte beim Vergleich zwischen den Filterschritten

Spalte		1	2	3	4
Bedingung / Erläuterung		Außerhalb geschlossener Ortschaften (Ⓐ)	Außerhalb geschlossener Ortschaften, Unfallkategorie 1 bis 4 (Ⓑ)	UT mit ≥ 20 SP außerhalb geschlossener Ortschaften (Ⓒ)	Reduktion zwischen Spalte 2 und 3
Anzahl Unfalltypen		295	295	77	-73,9 %
Anzahl Unfälle		111515	89391	84399	-5,6 %
dabei	mit Getöteten (Kat. 1)	1854	1854	1759	-5,1 %
	mit Schwerverletzten (Kat. 2)	18754	18754	17937	-4,4 %
	mit Leichtverletzten (Kat. 3)	44702	44702	41954	-6,1 %
	mit schweren Sachschäden (Kat. 4)	24081	24081	22749	-5,5 %
	sonstige Unfälle (Kat. 5 und 6)	22124	-	-	-
Anzahl Beteiligte (insgesamt)		198249	159811	149611	-6,4 %
dabei	Getötete	2007	2007	1910	-4,8 %
	Schwerverletzte	23062	23062	22116	-4,1 %
	Leichtverletzte	67923	67923	64234	-5,4 %
Anzahl Unfallursachen		167520	137056	129384	-5,6 %
dabei	Allgemeine Unfallursachen	24976	21606	20506	-5,1 %
	Unfallursachen der Fahrzeuglenker	142544	115450	108878	-5,7 %

Eine umfassendere Tabelle ist in Anhang A zu finden.
Quelle: eigene Darstellung basierend auf der Auswertung der polizeilichen Unfalldatenbank von NRW.

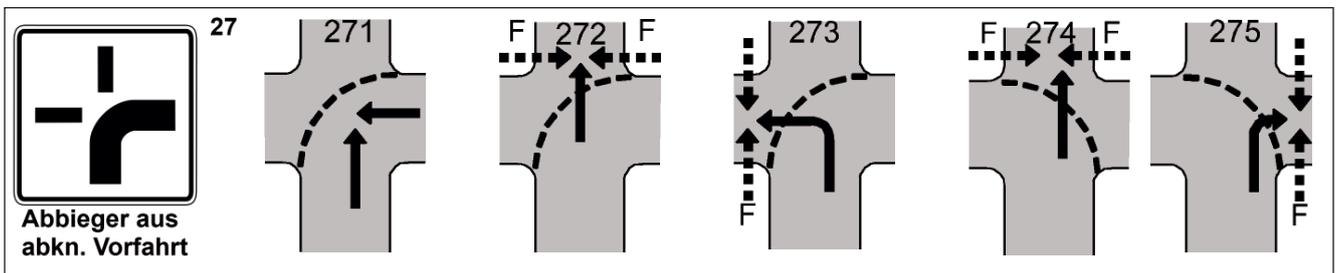


Abbildung 3-2:
Die Unfalltypen der Abbieger bei einer abknickenden Vorfahrt
 Quelle: GDV / INSTITUT FÜR STRAßENVERKEHR (1998)

spielsweise für den gesamten Unfalltyp 5: Unfälle durch ruhenden Verkehr.

Aus den geschilderten Gründen wurde ein Filter ange-
 setzt, welcher die Anzahl der dreistelligen Unfalltypen er-
 heblich reduziert, die Aussagekraft der Unfälle nur in sehr
 kleinem Masse beeinflusst und dem Anspruch gerecht
 wird, dass das Einschlusskriterium nachvollziehbar bleibt.
 Als Filter **3** wurde ein Schwellwert von ≥ 20 Schwere Per-
 sonenschäden für jeden dreistelligen Unfalltyp gewählt.

Nach Anwendung dieses Filters verbleiben nur noch 77
 Unfalltypen von ursprünglich 295. Die Auswirkungen auf
 die statistischen Kennziffern war jedoch deutlich nied-
 riger wie Tabelle 3-1 zeigt.

Darin zeigt die erste Spalte die statistischen Kennwerte
 in der Datenbank, wenn nur das Kriterium **1** außerhalb
 von geschlossenen Ortschaften angewandt wird. Die
 zweite Spalte schließt über das Kriterium **2** Unfälle mit
 leichten und keinen Sachschäden aus. Die dritte Spalte
 wendet darauf das o.g. Filterkriterium **3** von ≥ 20 Schwere
 Personenschäden an.

3.2 Übersicht über die Ergebnisse der mikroskopischen Unfallauswertung

Für die Darstellung in Abbildung 3-3 wurde die Anzahl
 Getöteter und Schwerverletzter zur Anzahl schwerer
 Personenschäden addiert und nachfolgend absteigend
 sortiert. Bei der Betrachtung der Anzahl der Unfälle und
 der Beteiligten kann somit indirekt auf die Unfallschwere
 geschlossen werden; dem Unfalltyp 211 sind die meisten

Unfallbeteiligten zugeordnet, jedoch liegt die Summe
 der dabei Getöteten und Schwerverletzten niedriger als
 bei den drei genannten Fahrnunfalltypen.

Insgesamt betrachtet, decken die zehn häufigsten Un-
 falltypen bereits einen erheblichen Teil des Unfallge-
 schehens auf Landstraßen ab. Dies gilt sowohl für die
 Betrachtungsweise nach der kumulativen Anzahl an Un-
 fällen, als auch nach der kumulativen Anzahl an Schwe-
 ren Personenschäden.

3.3 Vergleich mit anderen Datenquellen

Das Bundesland Nordrhein-Westfalen unterscheidet sich
 von anderen Bundesländern unter anderem aufgrund
 seiner höheren Bevölkerungsdichte. Für den Straßenver-
 kehr ist dies insofern von Relevanz, da zumindest in Teil-
 räumen vergleichsweise kurze Abschnitte nur als Land-
 straßen klassifiziert werden und gleichzeitig „typische
 Landstraßen“ mit einem Fahrstreifen pro Richtung auf
 freier Fläche oder im Wald möglicherweise unterdurch-
 schnittlich häufig vorkommen. Weiter könnte die höhere
 Bevölkerungsdichte ebenfalls eine höhere Verkehrsdichte
 zur Folge haben, was im Umkehrschluss z. B. Alleinunfälle
 zu selten erscheinen lässt. Diese Vermutung wird in den
 Abschnitten 3.3.1 und 3.3.2 näher geprüft durch einen
 Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt.

Aufgrund der großräumlichen Lage im Westen Deutsch-
 lands mit einem vergleichsweise maritimen Klima ist
 weiter zu erwarten, dass sich z. B. Unfälle auf winterglat-
 terer Fahrbahn seltener ereignen. Diese These wird in Ab-
 schnitt 3.3.3 untersucht.

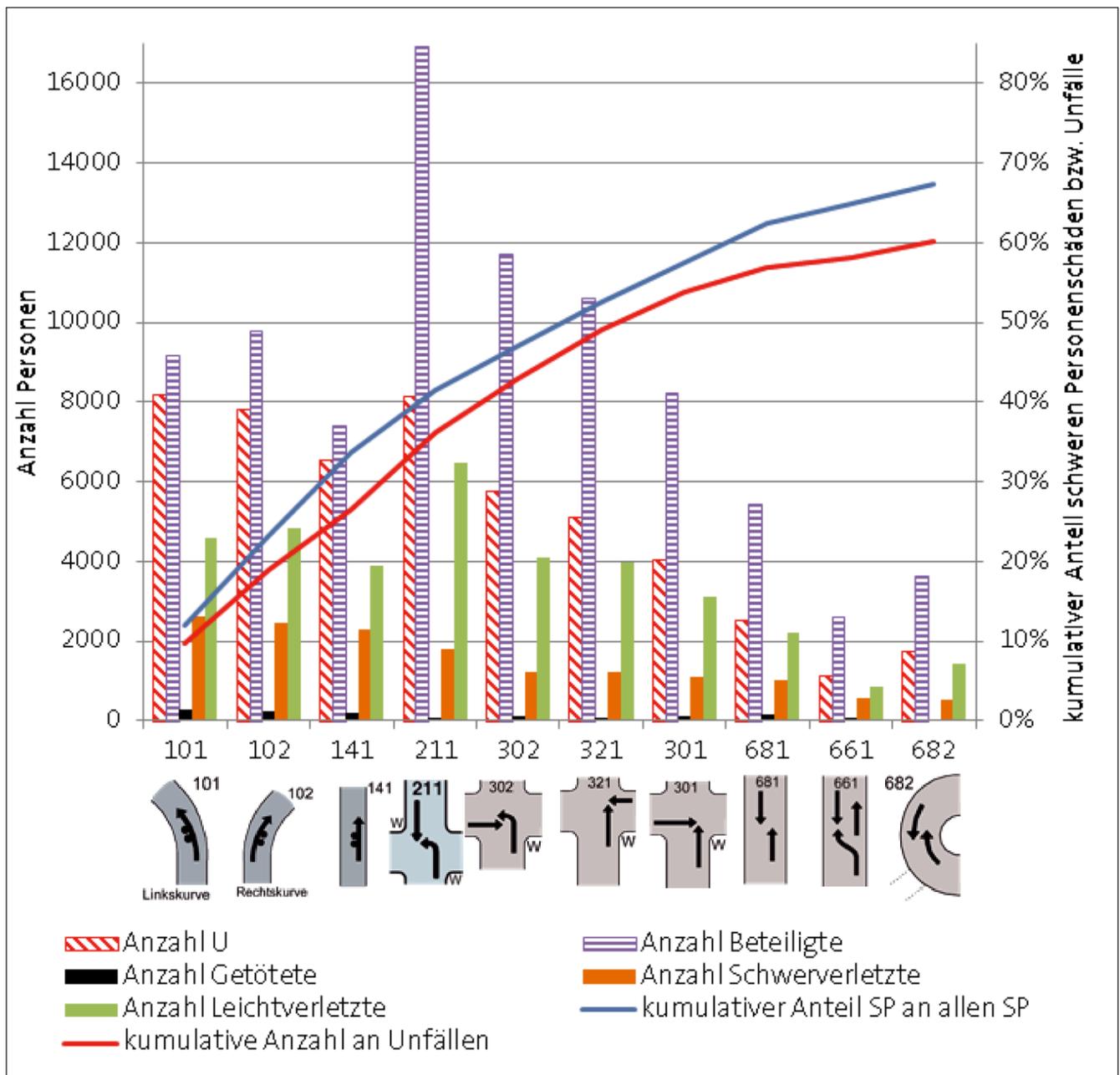


Abbildung 3-3:
Die zehn häufigsten dreistelligen Unfalltypen absteigend nach schweren Personenschäden sortiert
 Quelle: eigene Darstellung mit Abbildungen aus GDV / INSTITUT FÜR STRAßENVERKEHR (1998)

Somit ist an diesem Punkt zunächst festzuhalten, dass die ermittelte Unfalltypenverteilung nur eingeschränkt repräsentative Aussagen zum bundesdeutschen Durchschnitt zulässt. Nichtsdestotrotz ist die Datengrundlage des Bundeslands Nordrhein-Westfa-

len aufgrund der mikroskopischen dreistelligen Unfalltypeneinteilung besonders für die Identifizierung von Unfällen, die sich durch infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme vermeiden bzw. abschwächen lassen, prädestiniert.

3.3.1 Abgleich mit DESTATIS und LSTAD Bayern bei Unfalltypen

Zur Abschätzung der Größenordnung des Unterschiedes wurde ein Vergleich der vorliegenden Daten mit jenen des Jahres 2008 bundesweit von DESTATIS (2009a) und bayernweit von LSTAD (2009)² anhand der sieben Unfalltypen vorgenommen. Die Verteilung der Anzahl der Unfälle, der dabei Getöteten, Schwerverletzten und Leichtverletzten kann aus Abbildung 3-4 bis Abbildung 3-7 entnommen werden.

Es lässt sich zusammenfassen, dass sich Fahrurfälle und Unfälle im Längsverkehr in der verwendeten polizeilichen Unfalldatenbank des Landes Nordrhein-Westfalens seltener ereignen, Unfälle an Knotenpunkten (= Abbiegeunfall und Einbiegen/Kreuzen-Unfall) Überschreitenunfälle sowie Unfälle durch ruhenden Verkehr relativ betrachtet häufiger sind. Sonstige Unfälle ereignen sich seltener in Nordrhein-Westfalen, welches möglicherweise auch

durch die verbesserte Datenerhebung erklärbar ist. Die geschilderte Beobachtung trifft auf die Anzahl der Unfälle, Schwerverletzten und Leichtverletzten zu. Im Falle der Anzahl der Getöteten ist ein weniger steter Verlauf zu beobachten mit großer Ähnlichkeit bei den Anteilen an den Unfalltypen. Allerdings sind auch hier in Nordrhein-Westfalen vergleichsweise wenige Unfalltote im Längsverkehr zu beklagen. Bei Fahrurfällen trifft diese Beobachtung nicht zu (vgl. Abbildung 3-5).

3.3.2 Abgleich mit DESTATIS bei Straßenklassen

siehe Abbildung 3.8

3.3.3 Abgleich mit DESTATIS bei Unfallursachen Glätte und Nässe

Beim direkten Vergleich der Unfallursachen zwischen der UNFALLDATENBANK NRW (2009) und den Abgaben aus der Fachserie 8 Reihe 7 von DESTATIS kann festgestellt

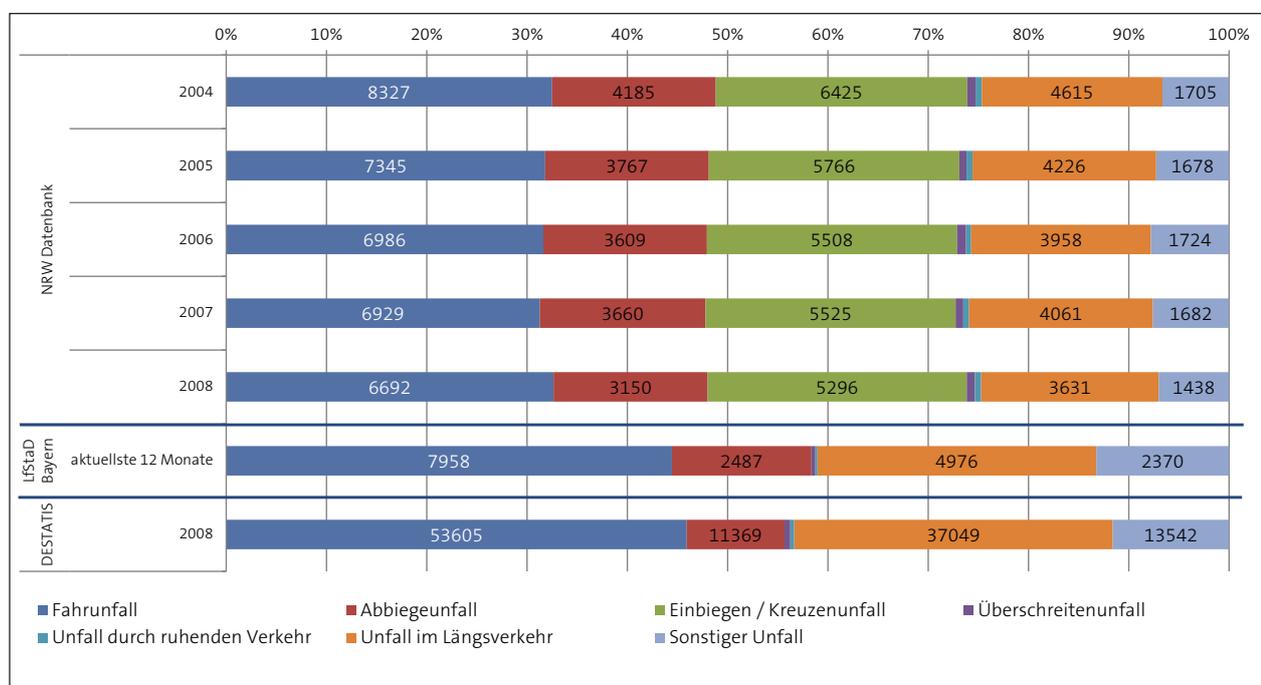


Abbildung 3-4:

Vergleich der Anzahl der Unfälle mit Personenschäden und schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden auf Landstraßen nach Unfalltyp
Quelle: eigene Auswertung basierend auf UNFALLDATENBANK NRW (2009), LSTAD (2009) und DESTATIS (2009a S. 58)

² Daten des Landesamtes für Statistik des Bundeslandes Bayern

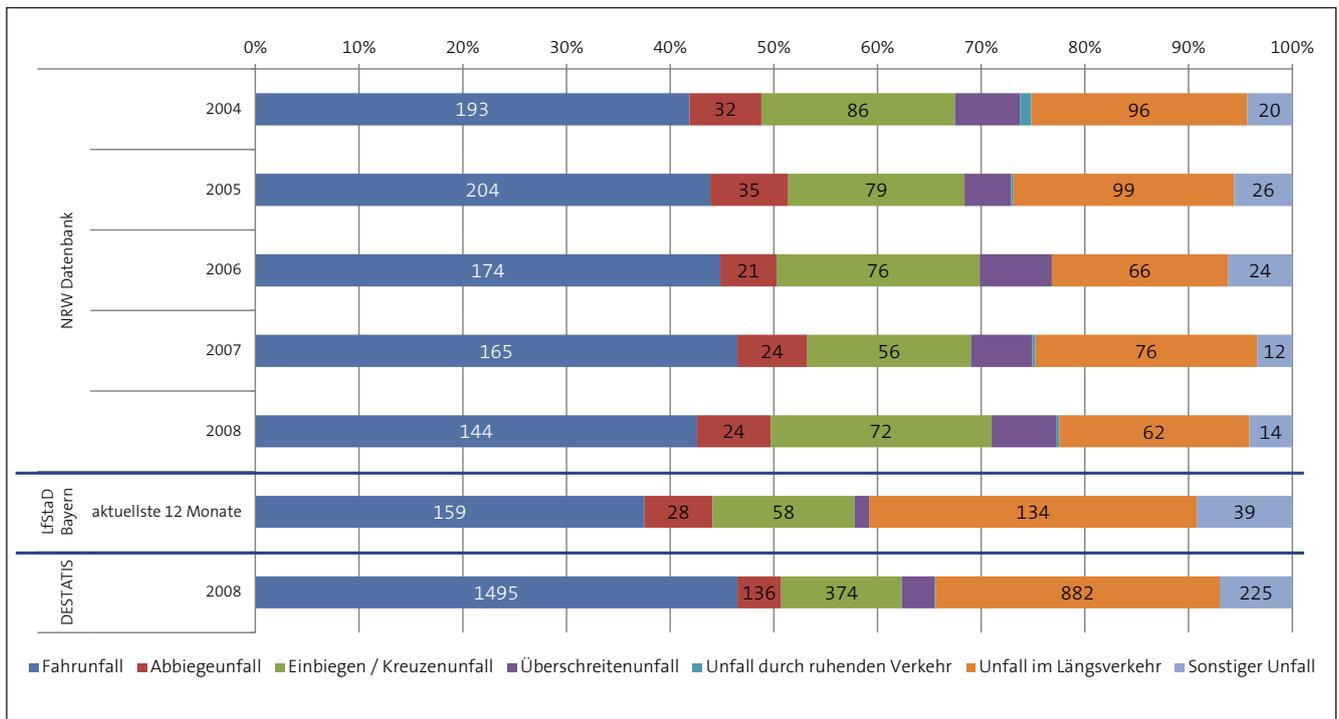


Abbildung 3-5:
Vergleich der Anzahl Getöteter auf Landstraßen nach Unfalltyp

Quelle: eigene Auswertung basierend auf UNFALLDATENBANK NRW (2009), LSTAD (2009) und DESTATIS (2009a S. 58)

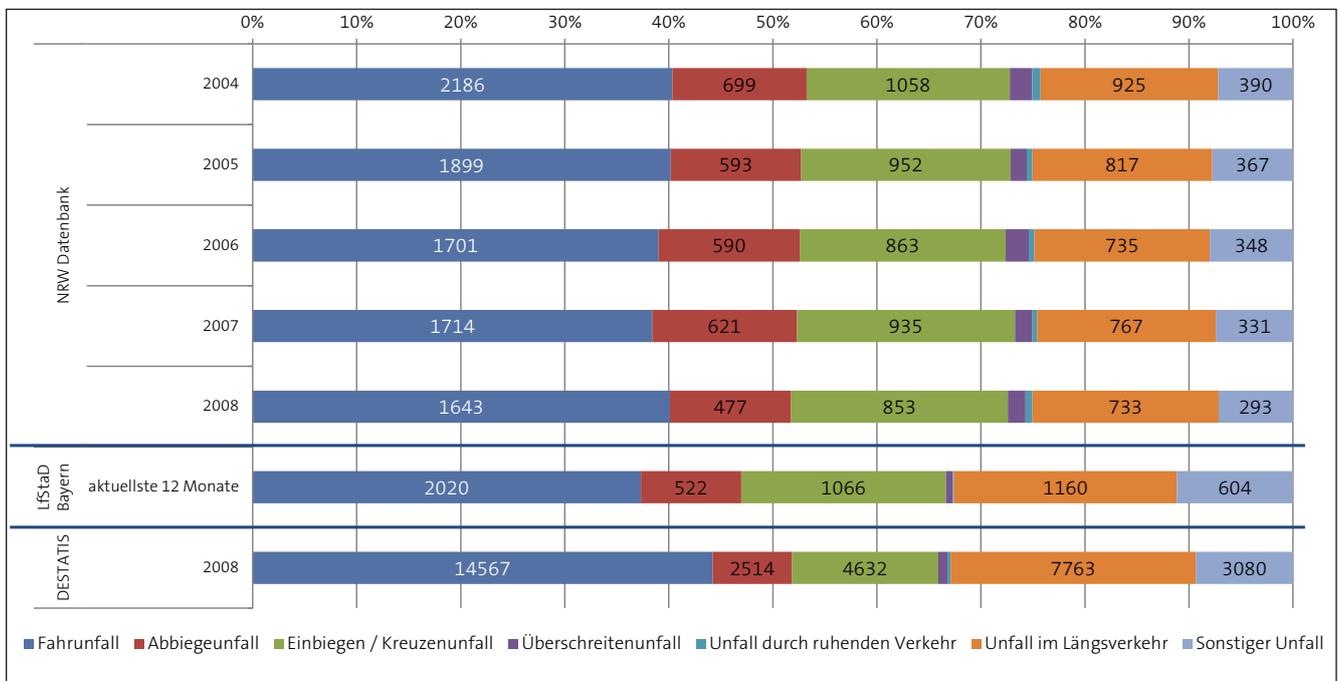


Abbildung 3-6:
Vergleich der Anzahl Schwerverletzter auf Landstraßen nach Unfalltyp

Quelle: eigene Auswertung basierend auf UNFALLDATENBANK NRW (2009), LSTAD (2009) und DESTATIS (2009a S. 58)

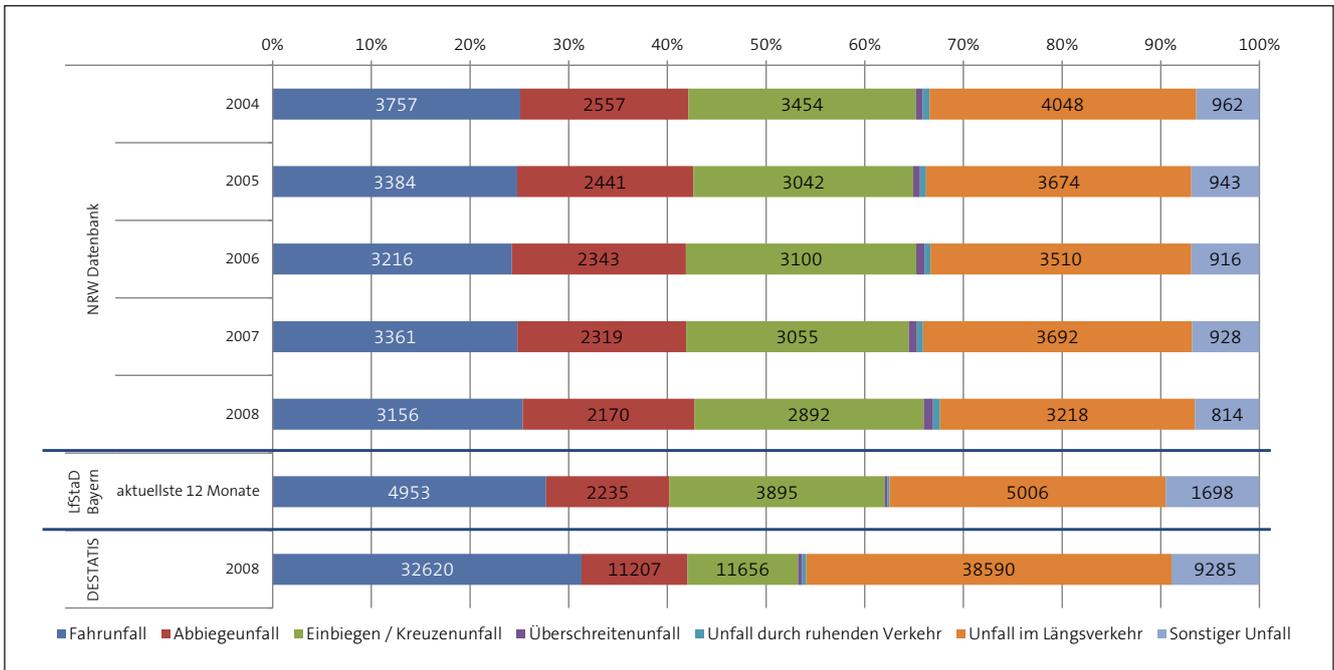


Abbildung 3-7:
Vergleich der Anzahl Leichtverletzter auf Landstraßen nach Unfalltyp
 Quelle: eigene Auswertung basierend auf UNFALLDATENBANK NRW (2009), LSTAD (2009) und DESTATIS (2009a S. 58)

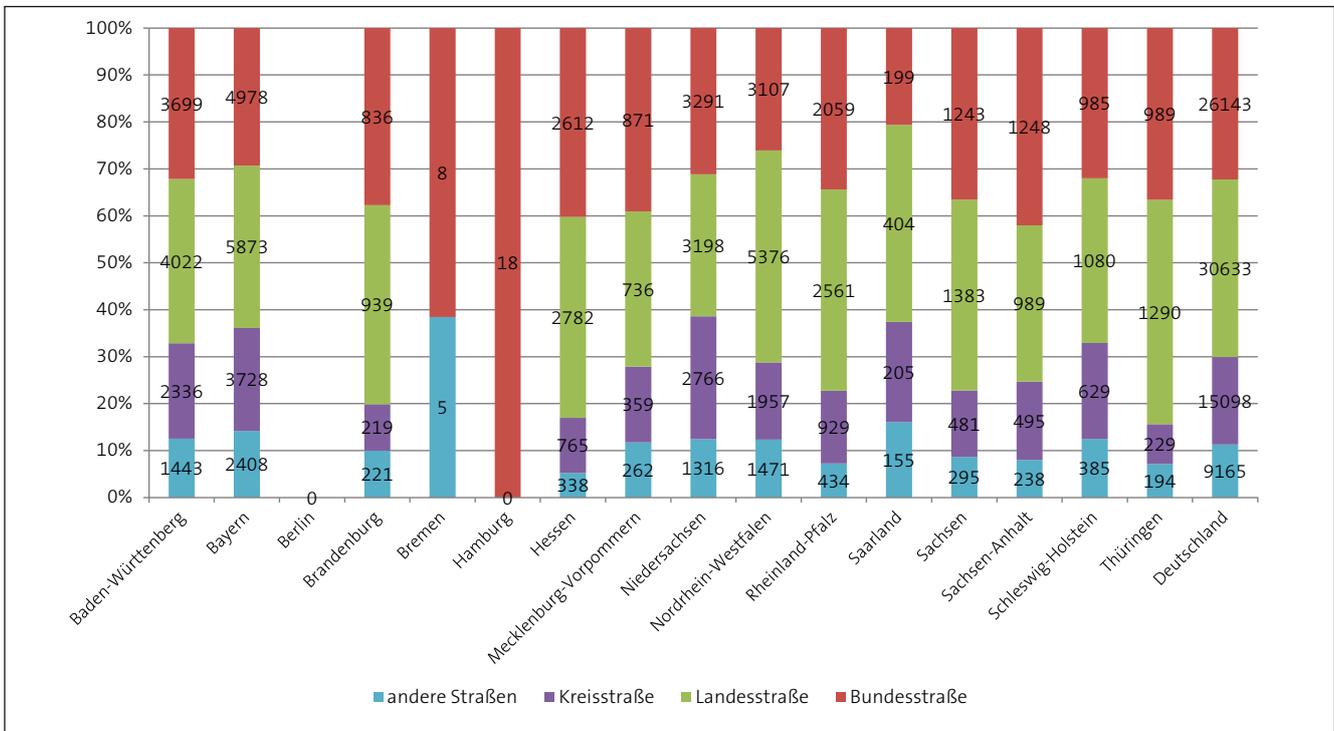


Abbildung 3-8:
Anzahl der Verkehrsunfälle auf Landstraßen nach Straßenklasse pro Bundesland
 Quelle: eigene Darstellung basierend auf DESTATIS (2009a S. 303)

werden, dass die Unfallursache „Schnee, Eis“ (UU: 72) im Bundesland Nordrhein-Westfalen durchgehend seltener bei Unfällen angegeben wird als im Bundesdurchschnitt (vgl. Abbildung 3-9).

Die Unfallursache Regen (UU 73) wird hingegen in Nordrhein-Westfalen häufiger genannt, ausgenommen im Jahr 2004 (vgl. Abbildung 3-10). Bei den wesentlich seltener genannten Unfallursachen blendende Sonne und Nebel

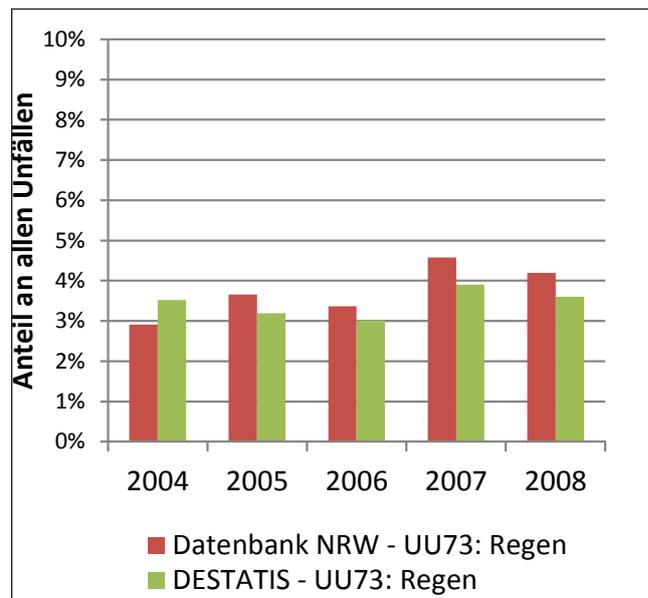
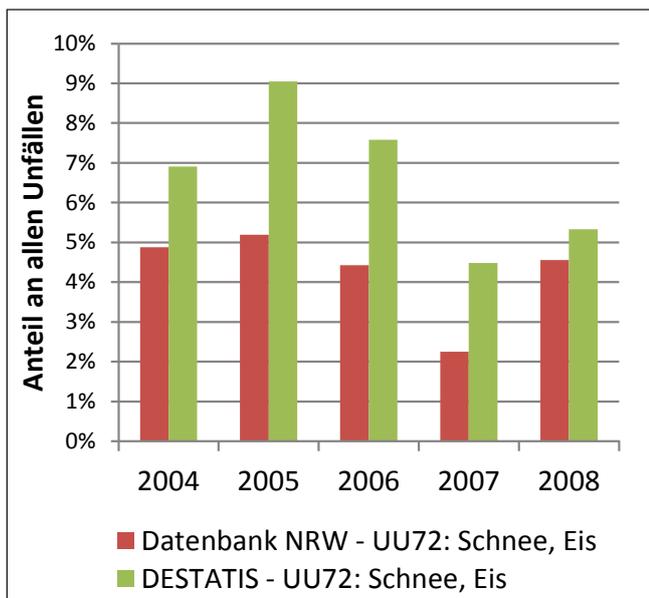


Abbildung 3-9: Vergleich des Anteils der Unfallursache „Schnee, Eis“ (UU 72)

Abbildung 3-10: Vergleich des Anteils der Unfallursache „Regen“ (UU 73)

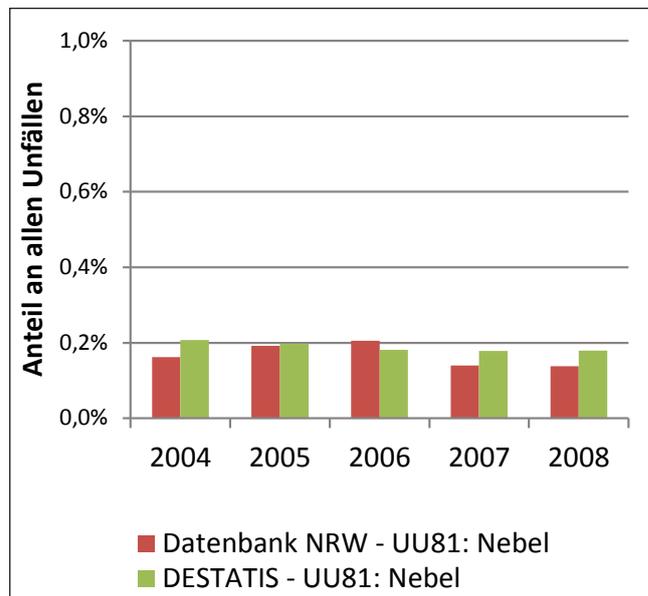
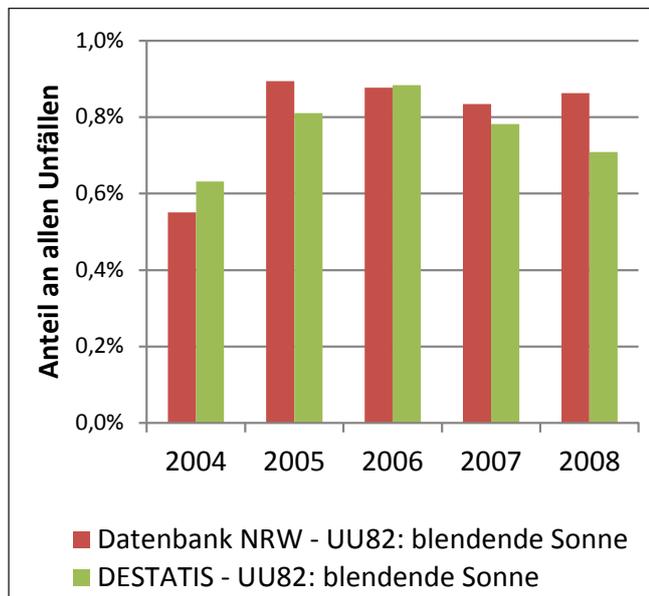


Abbildung 3-11: Vergleich des Anteils der Unfallursache „blendende Sonne“ (UU 82)

Abbildung 3-12: Vergleich des Anteils der Unfallursache „Nebel“ (UU 81)

Anmerkung: bei der absoluten Anzahl an Unfallursachen von DESTATIS werden alle 16 Bundesländer verwendet, d. h., das Bundesland Nordrhein-Westfalen wurde nicht heraus gerechnet. Quelle für eigene Abbildungen: UNFALLDATENBANK NRW (2009) und DESTATIS (2005 S. 60 + 263f), DESTATIS (2006 S. 60 + 263f), DESTATIS (2007 S. 60 + 263f), DESTATIS (2008 S. 60 + 263f) und DESTATIS (2009a S. 60+ 63f)

sind keine nennenswerten Unterschiede erkennbar (vgl. Abbildung 3-11 und Abbildung 3-12).

Die genannten Beobachtungen gelten für alle Unfallkategorien 1 bis 4. Auch bei ausschließlicher Betrachtung nach Unfällen mit Personenschäden oder schweren Sachschäden sind keine anderen Abweichungen erkennbar.

3.4 Vergleich mit OTTE (2000)

In Abschnitt 2.2.2 wurde die Publikation von OTTE (2000) vorgestellt. Er bezog sich in seiner Untersuchung auf 1575 Unfälle auf Landstraßen im Raum Hannover zwischen 1985 und 1993 (Otte, 2000 S. 10).

Nachfolgende Vergleiche unterstellen, dass die Methodik von OTTE (2000) weitestgehend mit der Auswertung der Unfälle aus Nordrhein-Westfalen übereinstimmt. Diese Annahme kann kritisiert werden, da sich die Region Hannover gegenüber dem Bundesland Nordrhein-Westfalen räumlich stark unterscheidet und die Aufnahmekriterien bei den Unfällen in Hannover eventuell nicht vollumfassend sind wie im Ver-

gleichsfall. Es kann jedoch auch angenommen werden, dass bei Unfällen mit Personenschäden eine Aufnahme vergleichsweise umfassend ist. Die Autoren sind daher der Meinung, dass ein Vergleich für eine Beobachtung und Beschreibung der Unfälle auf Landstraßen zielführend ist, trotz der zuvor angeführten Kritikpunkte.

Fahrunfall: Unfallanzahl

Beim Vergleich der Fahrunfälle auf Landstraßen kann festgestellt werden (Vergleich von Tabelle 2 5 mit Tabelle 3 2), dass der Anteil an Fahrunfällen in der Kurve nahezu unverändert ist (52 % zu 56 %), jedoch Fahrunfälle auf der Geraden stark abgenommen haben (41 % zu 23 %). Bei den verbleibenden Kategorien wurde von OTTE (2000) nur eine kleine Zahl, teilweise sogar nur ein singulärer Unfall verwendet, so dass ein Vergleich nicht durchführbar ist.

Fahrunfall: Unfallschwere

Über sämtliche Kategorien hinweg nahm der Anteil an Unfällen mit tödlich Verunglückten ab. In Kurven ist eine

Tabelle 3-2:
Fahrunfälle auf Landstraßen (UT 1)

Fahrunfälle	Unfall- anzahl	Verletzungsschwere		
		leicht	schwer	getötet
n = 28515				
Kurve	55,9%	62,9%	33,8%	3,4%
Kurve mit abgeknickter Vorfahrt	0,5%	70,6%	26,9%	2,5%
Abbiegen/Einbiegen	3,7%	74,1%	25,2%	0,7%
Fahrbahnverschwenkung	0,6%	63,7%	31,2%	5,1%
Gerade	23,3%	60,7%	36,0%	3,3%
Gefälle/Steigung	9,9%	62,7%	33,3%	4,0%
Insel	0,8%	63,0%	34,8%	2,2%
Engpass	0,2%	60,0%	36,7%	3,3%
Unebenheit	0,5%	62,3%	35,4%	2,3%
Sonstige	4,8%	63,6%	34,6%	1,8%

Quelle: eigene Auswertung basierend auf Auswertungsstruktur von OTTE (2000)

Zunahme des Anteils an Unfällen mit Schwerverletzten zu beobachten, während auf Geraden der positive Trend fortgeschrieben werden kann.

Fahrunfälle bei Steigungen

In OTTE (2000) wurden keine topographischen Gegebenheiten explizit berücksichtigt. Da dies in der verwendeten Datenbank möglich ist, wird dies separat betrachtet, da diverse Besonderheiten ggf. ermittelbar sind.

Es zeigt sich, dass sich bei Unfällen in Rechtskurven und Geraden mit Gefälle bzw. Steigung eine erhöhte Mortalität gegenüber der Ebene zu beobachten ist. Auf Geraden tendiert die Verletzungsschwere zu schwereren bzw. tödlichen Unfällen im Vergleich zu Kurven.

Unfälle an Knotenpunkten: Unfallanzahl

Der Anteil an Unfällen mit Linksabbieger – Nachfolgender (UT: 20x) ist gesunken. Der Anteil Unfällen mit an Linksabbiegern bei Gegenverkehr (UT: 21x) auf der Fahrbahn scheint leicht rückläufig zu sein. Jedoch nehmen Unfälle beim Einbiegen bei einer relativen Betrachtungsweise an Knotenpunkten zu. Dies gilt insbesondere bei Bevorrechtigtes Fahrzeug von links (UT: 30x) und Bevorrechtigter von rechts (UT: 32x).

Unfälle an Knotenpunkten: Unfallschwere

In der Summe ist eine leichte Verbesserung bei der Unfallschwere erkennbar: bei Linksabbiegern nahmen die Unfälle mit Getöteten ab, jedoch ist ein leichter Anstieg bei den Unfällen mit Schwerverletzten zu beobachten. Möglicherweise ist dies jedoch auch durch die kleine Anzahl von 99 Unfällen bei OTTE (2000) zu erklären. Bei den Unfällen mit Bevorrechtigen von links konnten Verbesserungen erzielt werden. Der Anteil an Unfällen mit Leichtverletzten nahm zu, während sowohl der Anteil an Getöteten als auch Schwerverletzten abnahm. Bei Unfällen mit bevorrechtigten Fahrzeugen von rechts nahm die Schwere tendenziell leicht zu.

Unfälle im Längsverkehr: Unfallanzahl

Unfälle im Längsverkehr wurden in der Studie von OTTE (2000) nicht näher betrachtet. Insbesondere Auffahrunfälle auf den Vordermann und Begegnende Fahrzeuge sind häufig.

Unfälle im Längsverkehr: Unfallschwere

Auffahrunfälle erweisen sich – sofern nur die Verletzungsschwere betrachtet wird – als vergleichsweise glimpflich, jedoch sind Unfälle mit begegnenden Fahrzeugen äußerst folgenschwer.

Tabelle 3-3:
Fahrunfälle auf Landstraßen mit Steigung/Gefälle (UT 1)

Fahrunfälle n = 25403	Unfall- anzahl	Verletzungsschwere		
		leicht	schwer	getötet
Linkskurve flach	28,6%	61,3%	35,0%	3,7%
Linkskurve Steigung/Gefälle	3,7%	62,8%	34,1%	3,1%
Rechtskurve flach	27,3%	64,4%	32,5%	3,1%
Rechtskurve Steigung/Gefälle	4,0%	63,9%	31,7%	4,4%
Gerade flach	23,3%	60,7%	36,0%	3,3%
Gerade Steigung/Gefälle	2,1%	60,1%	35,1%	4,8%

Quelle: eigene Auswertung

Tabelle 3-4:
Unfälle an Knotenpunkten auf Landstraßen (UT 2+3)

Gesamt (n = 35112)	Unfallanzahl	Verletzungsschwere		
		leicht	schwer	getötet
Abbiegen (n = 14016)	39,9%			
Linksabbieger - Nachfolgender	9,9%	80,6%	18,6%	0,9%
Linksabbieger - Gegenverkehr auf der Fahrbahn	23,3%	77,6%	21,4%	1,0%
Linksabbieger – Gegenverkehr auf Sonderweg	1,2%	77,2%	22,6%	0,2%
Rechtsabbieger – Nachfolgender	2,3%	88,9%	10,6%	0,4%
Rechtsabbieger - Fahrzeug auf Sonderweg	1,0%	76,0%	22,8%	1,1%
2 Abbieger in gleicher Richtung	0,2%	91,5%	8,5%	0,0%
Abbieger - Wartepflichtiger	0,4%	83,3%	16,7%	0,0%
Abbieger aus ankn. Vorfahrt	0,2%	83,0%	17,0%	0,0%
Abbieger mit Pfeil - LZA	0,4%	81,4%	17,9%	0,7%
sonstiges Abbiegen	1,0%	76,2%	22,6%	1,2%
Einbiegen/Kreuzen (n = 35112)	60,1%			
Bevorrechtigter von links	32,5%	74,8%	23,1%	2,1%
bevorrechtigter Überholer von links	0,5%	69,8%	29,0%	1,2%
Bevorrechtigter von rechts	19,7%	76,2%	22,4%	1,4%
bevorrechtigter Überholer von rechts	0,4%	83,1%	16,2%	0,7%
bevorrechtigter Radfahrer von Radweg	3,9%	83,6%	16,2%	0,2%
abknickende Vorfahrt	0,3%	91,0%	9,0%	0,0%
Bahnübergang	0,2%	53,3%	32,0%	14,7%
kreuzender Radfahrer	1,1%	60,8%	34,6%	4,6%
sonstiges Kreuzen / Einbiegen	1,4%	73,8%	24,3%	1,8%

Quelle: eigene Auswertung basierend auf Auswertungsstruktur von OTTE (2000)

Tabelle 3-5:
Unfälle im Längsverkehr auf Landstraßen (UT 6)

Unfälle im Längsverkehr n = 17621	Unfallanzahl	Verletzungsschwere		
		leicht	schwer	getötet
Auffahren	48,7%			
Vorausfahrender - Nachfolgender	22,2%	88,3%	11,1%	0,7%
Stau - Nachfolgende	10,7%	92,2%	7,6%	0,2%
Wartepflichtiger - Nachfolgender	15,8%	93,6%	6,4%	0,1%
Überholen	18,8%			
Spurwechsler nach links – Nachfolgender	3,7%	79,8%	17,9%	2,3%
Spurwechsler nach rechts – Nachfolgender	3,7%	79,4%	18,6%	1,9%
Nebeneinanderfahrende	4,5%	74,3%	24,5%	1,2%
Überholer - Gegenverkehr	6,8%	59,4%	36,5%	4,0%
Fußgänger - Fahrzeug	2,4%	69,2%	25,2%	5,6%
Begegnende Fahrzeuge	24,5%	67,5%	28,8%	3,7%
sonstige	5,6%	76,8%	21,3%	1,9%

Quelle: eigene Auswertung basierend auf Auswertungsstruktur von OTTE (2000)

4 Entwicklung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit

4.1 Analyse nach Unfalltypen- Unfallursachen-Kombinationen

4.1.1 Methodik der Analyse der UT-UU-Kombinationen

Der Schritt zur Ermittlung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme wurde über die von der Polizei ermittelten Unfallursachen durchgeführt.

Zu jedem Unfall ist in der Datenbank mindestens ein Unfallbeteiligter aufgeführt und bis zu zwei Unfallursachen. Zu jedem Unfallbeteiligten wiederum können bis zu drei Unfallursachen (der Beteiligten) angeführt werden. Bei einem Unfall mit einem Beteiligten sind somit bis zu fünf Unfallursachen ermittelbar. Maximal werden selbst bei

mehr als zwei Beteiligten acht Unfallursachen angegeben. Abbildung 4-1 veranschaulicht diese Beziehung.

Im Durchschnitt werden pro betrachteten Unfall auf Landstraßen in Nordrhein-Westfalen 1,45 Unfallursachen genannt. Dieser Wert entspricht dem Erwartungsniveau, welches von TOPP (2008 S. 428) mit 1,4 Unfallursachen pro Unfall beziffert wird.

In Anhang C ist eine vollständige Liste der in der Datenbank verfügbaren Unfallursachen (UU) dargestellt. Es handelt sich hierbei sowohl um Unfallursachen des Unfalles (= grüner senkrechter Balken in Anhang C) als auch um Unfallursachen der Beteiligten (= roter senkrechter Balken in Anhang C).

Grundsätzlich gilt, dass eine Unfallursache nicht das auslösende Moment für den Unfall sein muss.³ Jedoch kann eine Unfallursache einen maßgeblichen Beitrag für den

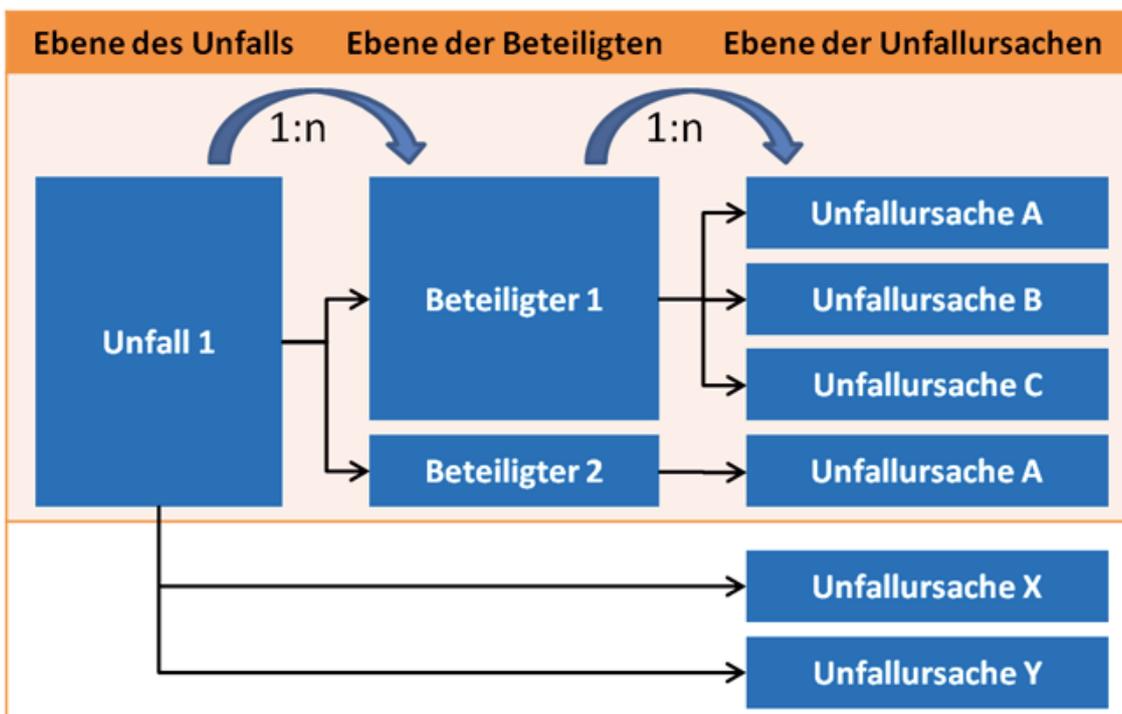


Abbildung 4-1:
Beispielhafte Beziehung zwischen Unfallursachen, Beteiligten und Unfall

Quelle: eigene Darstellung

³ Ein einfaches Beispiel veranschaulicht dies: bei einem Einbiege-Unfall wurde beim Fahrzeuglenker auf der Vorfahrtsstraße ein erheblicher Blutalkoholpegel (UU 1) und eine nicht ordnungsgemäße Beleuchtung am Fahrzeug (UU 50) festgestellt. Möglicherweise hätte der Lenker dieses Fahrzeuges unter normalen Bedingungen den Unfall vermeiden können, jedoch ist das Fehlverhalten beim einbiegenden Fahrzeuglenker zu suchen, welcher beispielsweise aufgrund der blendenden Sonne (UU 82) die ausgeschilderte Vorfahrt (UU 28) nicht beachtet hat.

Unfallhergang liefern und sie ist die einzige quantitativ auswertbare Kenngröße welche Hinweise auf den Unfallhergang zulassen.

Auswertungsmethodik

Wie beschrieben ist zu jedem Unfall eine 1:n-Beziehung vorhanden. Daher wurde eine Liste mit sämtlichen Unfallursachen der Unfälle und der Beteiligten verwendet, welche zu allen Beteiligten sowohl die verwendeten Unfallursachen als auch die Unfallursachen des Unfalls sowie eine eindeutige Kennungszahl des Unfalls angibt. Somit sind die Unfallursachen des Unfalls potentiell mehrfach hinterlegt. Diese wurden in einem weiteren Schritt eliminiert, so dass eine bereinigte Liste der Unfallursachen zur Verfügung stand. Diese Liste wurde auf zwei Arten aggregiert:

- nach Häufigkeit der UT-UU-Kombination (vgl. Abschnitt 4.1.2) und
- nach der Summe der pauschalisierten Unfallkosten pro UT-UU-Kombination (vgl. Abschnitt 4.1.3).

Die beiden resultierenden Listen wurden jeweils absteigend nach der größten Häufigkeit bzw. nach der größten Unfallkostensumme pro UT-UU-Kombination sortiert. Der Gesamtumfang der Liste ist das Produkt aus Unfallursachen und Unfalltypen: bei insgesamt 67 Unfallursachen und 77 dreistelligen Unfalltypen ergibt dies 5159 mögliche Kombinationen.

Bei 42,3 % der Unfälle wurde mindestens eine Unfallursache beim Unfall oder bei einem Beteiligten angegeben. Die Unfalltypen bei denen oft keine Unfallursache angegeben liegen sind im Bereich von Knotenpunkten und im Längsverkehr (UT: 211, 302, 321, 601, 301, 611, 681, 201, 623, 621), was jedoch auch darauf zurückzuführen ist, dass bei diesen Unfalltypen i. d. R. mehr als ein Beteiligter vorhanden ist und nicht beiden zwangsläufig eine Unfallursache zuzuweisen ist. Bei insgesamt 149618 Beteiligten wurden 54042 Einträge von Beteiligten ohne eine Unfallursache gezählt. Somit sind 95576 Beteiligte (bei 83405 Unfällen) mit mindestens einer Unfallursache versehen. Bei einer Betrachtung nach UT-UU-Kombinationen ergibt dies 111513 Einträge. Dies bedeutet, dass im

Durchschnitt bei jedem Beteiligten 0,75 Unfallursachen genannt werden bzw. bei jedem Beteiligten mit mindestens einer Unfallursache 1,17.

4.1.2 UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Häufigkeit

*Die tabellarische Darstellung ist inkl. Anforderungen an die Fahrerassistenzsysteme in **Anhang E** angehängt.*

Die häufigste UT-UU-Kombination beinhaltet Unfalltyp 211 und die Unfallursache 35. Diese Kombination wurde insgesamt 6860-mal bei 8114 Unfällen dieses Unfalltyps genannt. Bezogen auf alle UT-UU-Kombinationen werden bereits 6,2 % aller ausgewerteten Unfälle durch diese eine Kombination abgedeckt. Am zweit- und dritthäufigsten sind bereits Fahrurfälle (UT: 101 und 102) mit nicht angepasster Geschwindigkeit (UU: 13) in Kurven. Beide sind mit 5848 bzw. 5845 Nennungen ähnlich häufig.

Die ersten zehn UT-UU-Kombinationen können Tabelle 4-1 entnommen werden. Diese zehn Nennungen decken bereits über ein Drittel aller UT-UU-Kombinationen auf Landstraßen ab.

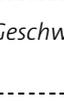
Die kumulative Entwicklung wird in Abbildung 4-2 dargestellt und mit jener der Unfallkosten (vgl. Abschnitt 4.1.3) verglichen. Dabei markiert die gestrichelte senkrechte Linie eine Abdeckung von 50 % aller UT-UU-Kombinationen. bereits mit den ersten 26 der insgesamt 5313 UT-UU-Kombinationen.

4.1.3 UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Unfallkosten

*Die tabellarische Darstellung ist inkl. Anforderungen an die Fahrerassistenzsysteme in **Anhang E** angehängt.*

Die absteigende Sortierung der Liste der UT-UU-Kombinationen nach Unfallkosten führt zu einer leicht veränderten Reihenfolge. Die Unfalltypen 101 und 102 in Kombination mit nicht angepasster Geschwindigkeit (UU: 13) stellen die beiden teuersten UU-UT-Kombinationen. Den

Tabelle 4-1:
UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Häufigkeit

Rang	Unfalltyp (UT)	Unfallursache (UU)	Anzahl UU bei dieser UT-UU Kombination	Anzahl Unfälle dieses UT	UT-UU-Komb. an allen UT-UU-Komb.	kumulativer UT-UU-Komb. an allen UT-UU-Komb.	Bild des Unfalltyps (UT)	Beschreibung der Unfallursache (UU)
1	211	35	6860	8114	6,2%	6,2%		Fehler beim Abbiegen
2	101	13	5848	8158	5,2%	11,4%		Nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen
3	102	13	5845	7796	5,2%	16,6%		Nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen
4	302	28	4802	5743	4,3%	20,9%		Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen
5	141	49	3778	6512	3,4%	24,3%		Andere Fehler beim Fahrzeugführer
6	321	28	3256	5074	2,9%	27,3%		Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen
7	141	13	2915	6512	2,6%	29,9%		Nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen
8	601	14	2269	3652	2,0%	31,9%		Ungenügender Sicherheitsabstand
9	101	49	2124	8158	1,9%	33,8%		Andere Fehler beim Fahrzeugführer
10	102	49	1596	7796	1,4%	35,2%		Andere Fehler beim Fahrzeugführer

Quelle: eigene Darstellung mit Abbildungen aus GDV / INSTITUT FÜR STRAßENVERKEHR (1998)

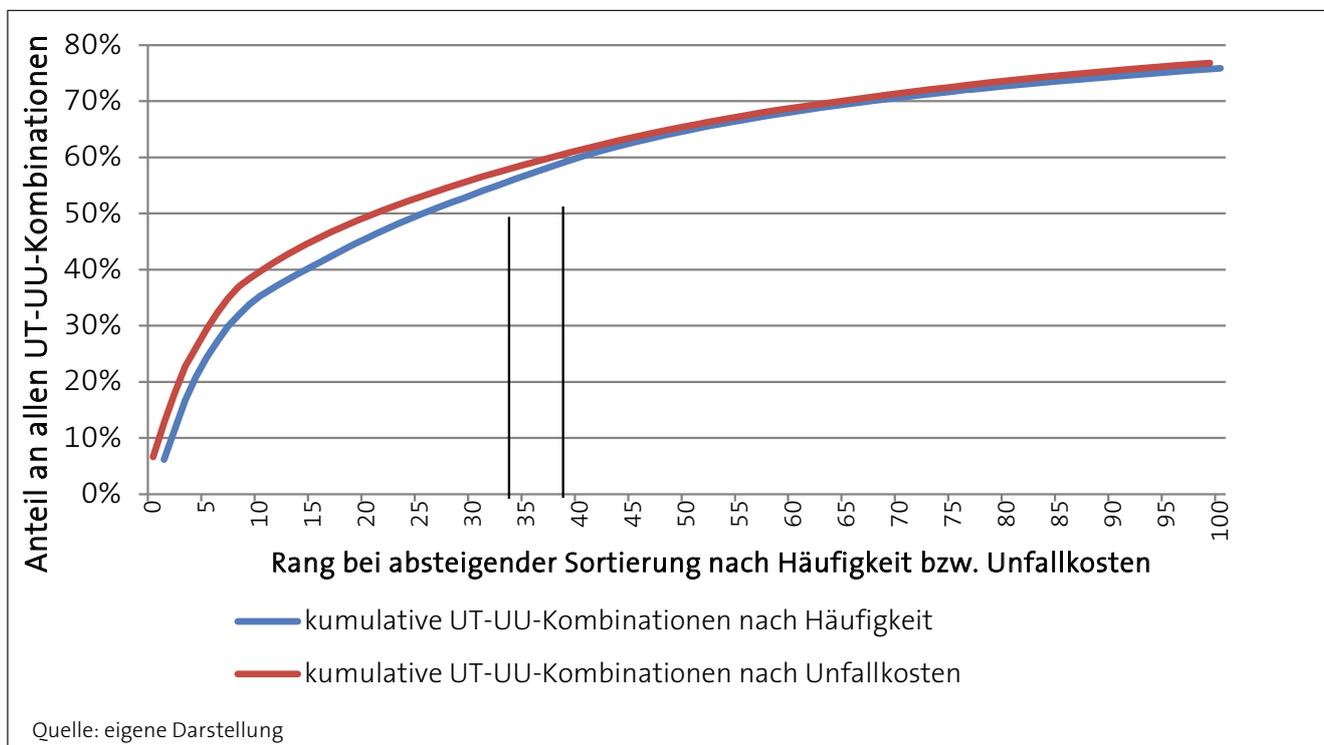


Abbildung 4-2:
Vergleich der kumulativen UT-UU-Kombinationen nach Häufigkeit und Unfallkosten

beiden folgen Fahrurfälle auf Geraden (UT: 141), ohne dass ein präziser Fehler beim Fahrzeuglenker (UU: 49) festgestellt werden konnte. Die Kombination an vierter Stelle (UT: 211 mit UU: 35) entspricht dem rangersten bei der Sortierung nach Häufigkeit. Tabelle 4-2 stellt die Reihenfolge der ersten zehn UT-UU-Kombinationen dar.

Bei der kumulativen Zählweise nach Unfallkosten werden bereits mit 22 UT-UU-Kombinationen 50 % aller Kombinationen abgedeckt. Der Verlauf im rechten Teil der Abbildung weist eine hohe Ähnlichkeit zur Sortierung nach Häufigkeit auf. Mit den ersten 100 UT-UU-Kombinationen sind dreiviertel aller UT-UU-Kombinationen verwendet worden.

Zusammenfassung der Auswertung nach UT-UU-Kombinationen

Es kann bei beiden Auswertungsarten festgestellt werden, dass bereits wenige der 5226 Kombinationsmöglichkeiten ausreichen, um einen erheblichen Teil des Unfall-

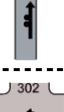
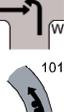
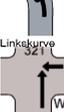
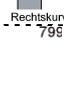
geschehens auf Straßen außerhalb von geschlossenen Ortschaften zu beschreiben. Die in den beiden Listen zuerst genannten UT-UU-Kombinationen sind oftmals charakteristische und zu erwartende Kombinationen wie Fahrurfälle in der Kurve (UT: 101 und 102) bei nicht angepasster Geschwindigkeit (UU: 13).

Auffällig sind dennoch bestimmte Kombinationen wie zum Beispiel:

- Fehler beim Abbiegen (UU: 35) bei Unfalltyp 202. 1131-mal wird diese UT-UU-Kombination genannt und wird daher an 16ter-Stelle bei der Sortierung nach Häufigkeit gelistet.
- Die Missachtung der Verkehrsregelung durch Lichtzeichen (UU: 31) beim Unfalltyp 321, welcher an 32ter-Stelle genannt wird. Dies ist dahingehend erstaunlich, da die Knotenpunkte bereits signalisiert sind und sich dennoch eine hohe Anzahl an Unfällen ereignet.

Vergleichsweise spät erscheinen erstmals Unfallursachen des Unfalls wie bspw. Regen oder Schnee und Eis.

Tabelle 4-2:
UT-UU-Kombinationen absteigend sortiert nach Unfallkosten

Rang	Unfalltyp (UT) Unfallursache (UU)	UK bei dieser UT-UU Kombination	Anzahl Unfälle dieses UT	UT-UU-Komb. an allen UT-UU-Komb.	kumulativer UT-UU-Komb. an allen UT-UU-Komb.	Bild des Unfalltyps (UT)	Beschreibung der Unfallursache (UU)
1	101 13	506.555.000 €	8158	6,6%	6,6%		Nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen
2	102 13	462.384.000 €	7796	6,1%	12,7%		Nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen
3	141 49	395.513.000 €	6512	5,2%	17,9%		Anderer Fehler beim Fahrzeugführer
4	211 35	365.721.000 €	8114	4,8%	22,7%		Fehler beim Abbiegen
5	141 13	258.179.000 €	6512	3,4%	26,1%		Nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen
6	302 28	247.662.000 €	5743	3,2%	29,3%		Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen
7	101 49	231.352.000 €	8158	3,0%	32,4%		Anderer Fehler beim Fahrzeugführer
8	321 28	192.359.000 €	5074	2,5%	34,9%		Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen
9	102 49	156.829.000 €	7796	2,1%	36,9%		Anderer Fehler beim Fahrzeugführer
10	799 49	107.565.000 €	1951	1,4%	38,4%		Anderer Fehler beim Fahrzeugführer

Quelle: eigene Darstellung mit Abbildungen aus GDV / INSTITUT FÜR STRAßENVERKEHR (1998)

Die erste Nennung ist bei der Kombination von Fahrurfall in Rechtskurve (UT: 101) mit Regen (UU: 73) an Stelle nach Häufigkeit bzw. an 26ter-Stelle nach Unfallkosten.

Die gewählte Methodik unter Nutzung von UT-UU-Kombination weist somit den Unfalltypen typische Ursachenkomplexe zu, auf welche im nachfolgenden Schritt (vgl. Abschnitt 4.2) generelle Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit entwickelt werden.

4.2 Entwicklung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Identifizierung der häufigsten Unfallkombinationen und deren Anforderungen an entsprechende Fahrerassistenzsysteme beschrieben. Das Ergebnis ist exemplarisch in Tabelle 4-3 darstellt.

4.2.1 Methodische Vorgehensweise bei der Entwicklung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme

Aus der Kombination von Unfalltyp und Unfallursache sollen pauschalisierte Rückschlüsse auf den Unfallhergang gezogen werden:

Ableitung der Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme

1. Hierfür wird zunächst eine detaillierte Gruppierung ähnlicher Unfalltypen (vgl. Anhang B) vorgenommen, die eine abstrahierte Beschreibung des Fahrvorganges ermöglicht, z.B. die Beachtung des von links kommenden Verkehrs und ggf. von Nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern (NMV) beim Einbiegen nach rechts in eine bevorrechtigte Straße (entspricht dem UT: 303). Vergleichbare Fahrvorgänge liegen bei den Unfalltypen 301, 302 und 321 vor, so dass auch diese der Gruppierung zugeordnet werden; der Unterschied besteht lediglich darin, dass hier Fahrzeuge aus beiden Fahrtrichtungen zu beachten sind. Weitere, entsprechende Unfallsituationen wie für die UT 304, 305, 313, 314 und 315 wurden bereits in Abschnitt 3.1.3 durch die Bedingung von $UT \geq 20$ SP ausgeschlossen.

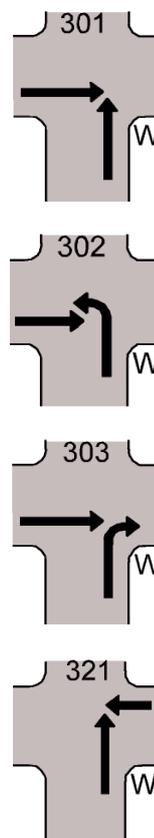


Abbildung 4-3:
Auszug aus den UT bei Unfällen beim Einbiegen/ Kreuzen

2. Aus der Kombination des Fahrvorganges mit der Unfallursache „Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen“ (UU: 28) kann ein typisches Fehlverhalten abgeleitet werden. Die unterschiedlichen Fehlverhalten können ggf. durch ein Fahrerassistenzsystem unterbunden oder zumindest die Schwere des Unfalls reduziert werden. Beim obigen Beispiel lässt sich beispielsweise aus dem Fehlverhalten eine Forderung nach einem Fahrerassistenzsystem zur Erkennung von anderen Fahrzeugen (Konfliktströmen) im Knotenpunkt bzw. eine Darstellung der geltenden Vorfahrtsregelung im Fahrzeug ableiten. Daher wird hier in den entsprechenden Spalten in Tabelle 4-3 ein vollfarbiger Punkt (●) als Anforderung an das Fahrerassistenzsystem gesetzt.

Bei Unfällen in Knotenpunkten wurde beachtet, ob es sich um Unfälle mit anderen Fahrzeugen handelt. Die

Unfallursache „Fehler beim Abbiegen“ ist sehr allgemein gehalten und lässt ohne Beachtung des Unfalltyps keine weiteren Rückschlüsse auf Anforderungen zu.

Dieser exemplarische Vorgang wurde für die häufig genannten UT-UU-Kombinationen, welche in Abschnitt 4.1 beschrieben wurden, durchgeführt.

Möglicher Realisierungsansatz

Des Weiteren wird ein erster Versuch der technischen Realisierbarkeit gewagt, welcher aus den vier bekannten Lösungsmöglichkeiten besteht:

- autark im Fahrzeug eingebaut ohne Notwendigkeit zur Kommunikation,
- ein baulicher oder rechtlicher Lösungsansatz, welcher durch Infrastruktur am Straßenrand oder in der Straße allen Verkehrsteilnehmer zur Verfügung steht,
- durch C2C / V2V Kommunikation direkt und ausschließlich zwischen Fahrzeugen,
- C2I / V2I zwischen Fahrzeugen und mit telematischer Infrastruktur im Straßenraum.

Realisierungsgrad bei C2I/V2I

Da der Fokus primär auf der Betrachtungsebene der infrastrukturgestützten Fahrerassistenzsysteme liegt, wird der aktuelle Stand der Umsetzung dargestellt.

Eine grundsätzliche Problematik bei der oben genannten Vorgehensweise ist, dass Unfälle oftmals durch mehrere Fehlverhalten bedingt werden und diese möglicherweise auch nicht umfassend bei der Unfallaufnahme ermittelt wurden. Weiter ist die verwendete Liste der Unfallursachen bereits vor Jahrzehnten entwickelt worden und wurde seitdem nicht fortgeschrieben, so dass moderne – indes möglicherweise häufige – Unfallursachen teilweise nicht erfasst werden bzw. nur unter sehr allgemein gefassten Kategorien wie „Andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (UU: 49) einfließen. Als Beispiele können hier die Verwendung von Mobiltelefonen oder die Ablenkung durch Radio und Navigationssysteme genannt werden.

4.2.2 Ergebnisse der Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme

*Eine umfassendere tabellarische Darstellung ist in **Anhang E** dargestellt.*

In der folgenden Tabelle 4-3 sind auf der Abszisse die abstrakten Anforderungen an die Fahrerassistenzsysteme dargestellt. Diese werden wie in Abschnitt 4.2.1 beschrieben entwickelt. Ferner wird in der Tabelle in der Zeile „Ist die Anforderung räumlich abgrenzbar?“ beschrieben, ob die Unfälle und damit die Anforderungen räumlich diffus oder punktuell gehäuft auftreten.

In Tabelle 4-3 sind als Beispiel nur die vier häufigsten Kombinationen aus Unfalltyp und Unfallursache aus Abschnitt 4.1.2 dargestellt. Ergänzend werden dabei die Unfallkosten entsprechend Abschnitt 4.1.3 ebenfalls aufgeführt. Der Pfeil deutet dabei an, wo die UT-UU-Kombination bei der absteigenden Sortierung nach Unfallkosten einzuordnen ist. Ein schräger Pfeil nach unten rechts () stellt dabei eine weniger hoch einzuordnende Kombination dar, während ein Pfeil nach oben rechts () die andere Ausprägung bezeichnet.

5 Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster und Quantifizierung aus Sicht der Verkehrssicherheit

5.1 Vorgehensweise bei der Identifizierung von Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clustern

Die in Kapitel 4 entwickelten Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme werden in diesem Kapitel empirisch untersucht.

Dazu wurden ähnliche Charakteristika hinsichtlich des Fehl-/Fahrverhaltens zu Clustern zusammengefasst, d.h. typische Kombinationen aus (UT) Umfalltyp und Unfallursache (UU), die durch ein Fahrerassistenzsystem unterstützt werden könnten. Durch unterschiedliche Betrachtungsweisen ist es explizit möglich, dass gewisse UT bzw. UU in mehreren Clustern vertreten sind. Bei der Anforderung an eine Geschwindigkeitsassistenz wurden z. B. die Unfallursachen „Unangepasste Geschwindigkeit mit Überschreiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit“ (UU 12) und „nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen“ (UU 13) kombiniert. Da auch die Lokalität (Kurve, Gerade und Kreuzung) die technische Ausprägung eines Fahrerassistenzsystems maßgeblich beeinflusst, wurden außerdem technisch ähnliche Anforderungen zusammengefasst.

Für den Begriff Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster wird die Abkürzung UFASC eingeführt und zur einfacheren Identifizierung die jeweilige räumliche Ausprägung – d. h. Knotenpunkt KP, freie Strecke FS, Umfeldbedingungen UB – und eine fortlaufende Nummer hinzugefügt.

5.2 Einschränkungen von Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster

Die nachfolgenden Beispiele basieren auf einer Auswertung der polizeilichen Verkehrsunfallstatistik der Jahre 2004 bis 2008 des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen. Insgesamt wurden 84405 Unfälle mit 149618 Beteiligten in die Untersuchung einbezogen. Dabei verloren 1910

Menschen ihr Leben, 22118 wurden schwer und 64237 leicht verletzt. Eine statistische Auswertung der Datenbank kann dem Anhang A entnommen werden.

Den Autoren ist bewusst, dass sich Verkehrsunfälle meist durch ein Zusammenspiel aus vielen unterschiedlichen Einflussfaktoren ereignen und ohne eine detaillierte Analyse des Unfallhergangs – auch in-Depth-Studie genannt – nicht unmittelbar gesagt werden kann, dass unter einer bestimmten Annahme ein Unfall hätte vermieden werden können.

Die angewendete Vorgehensweise beruht jedoch auf einem quantitativen Ansatz mit einer hohen Anzahl an Einzelereignissen. Es wird davon ausgegangen, dass eine ausreichend große Grundgesamtheit vorhanden ist, um daraus Charakteristika ableiten zu können. Ferner wurden die Ergebnisse anhand der Unfalldatenbank des GDV verifiziert.

5.3 Erläuterungen und Lesebeispiel für nachfolgende Tabellen

Es werden in Tabelle 5-1 die Auswertungsergebnisse eines Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters UFASC_{Beispiel} dargestellt und erläutert. Die Tabelle entspricht dem UFASC KP1 – Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern an Knotenpunkten. Die beschreibenden Elemente sind nachfolgend in **blau**, **fett** und *kursiv* eingetragen.

Ergänzende Hinweise zum Verständnis der Angaben im Lesebeispiel:

- Die relativen Angaben in Prozent beziehen sich auf alle Ereignisse der eigenen Kategorie. Im Lesebeispiel oben bedeutet dies, dass 50788 Beteiligte von insgesamt 149618 (vgl. Abschnitt 5.2) beim UFASC Beispiel involviert waren. Dies stellt ein Anteil von 33,9% dar. Aufgrund der gleichen Rechenweise für Getötete, Schwerverletzte, Leichtverletzte, usw. kann bei der Prozentangabe davon ausgegangen werden, dass der Wert vergleichsweise repräsentativ für das UFASC ist. Eine erhebliche Abweichung nach unten oder oben wie bei den dabei Beteiligten Fußgängern im UFASC Beispiel drückt daher aus, dass es bei diesem UFASC

Tabelle 5-1:
Lesebeispiel für ein UFASC-Tabelle

Betrachteter Unfalltypen (UT) für UFASC-Beispiel		Bedingungen		Schematische Skizze des UFASC	
UT	211, 281, 301, 302, 303, 321, 322	7 UT von 77 UT			
UU	27, 28, 31, 32, 35	5 UU von 69 UU		Die Summe der Anzahl der Unfälle der Unfallkategorien 1 bis 4 ergibt die Anzahl der Unfälle insgesamt. Dies gilt analog für die Unfallkosten.	
Betrachtungseinheit: beteiligte Personen. Prozentangaben beschreiben das Verhältnis UFASC-Beispiel zu UFASC-Alle (vgl. Abschnitt 5.4)		Betrachtungseinheit: Unfälle. Errechnete Unfallkosten beziehen sich auf UFASC-Beispiel		344 der 24613 Unfälle der UFASC-Beispiel fallen in die Unfallkategorie 1 (Unfall mit Getöteten) und verursachen Unfallkosten von 92,88 Mio. €.	
UFASC-Statistik					
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise		Unfallbezogene Betrachtungsweise		Unfallkosten	
Beteiligte	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Getötete	360	18,8%	Unfälle	24613	1.539.561.000 €
	5416	24,5%	Unfallkategorie 1	344	92.880.000 €
	18466	28,7%	Unfallkategorie 2	4202	1.134.540.000 €
			Unfallkategorie 3	10254	184.572.000 €
			Unfallkategorie 4	9813	127.569.000 €
Unfallbezogene Betrachtungsweise		Unfallkosten		Unfallkosten	
Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Bundesstraßen	6987	30,0%	Bundesstraßen	6987	437.284.000 €
Landesstraßen	11946	31,3%	Landesstraßen	11946	745.821.000 €
Kreisstraßen	3478	25,5%	Kreisstraßen	3478	231.783.000 €
sonstigen Straßen	2202	23,6%	sonstigen Straßen	2202	124.673.000 €
Verkehrsmittelbezogene Betrachtungsweise		Verkehrsmittel		Verkehrsmittel	
Verkehrsmittel	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Lkw	3189	32,5%	Lkw	3189	231.783.000 €
Motorrad	3518	34,9%	Motorrad	3518	231.783.000 €
Fußgänger	18	0,9%	Fußgänger	18	124.673.000 €
Fahrrad	1222	16,0%	Fahrrad	1222	124.673.000 €
sonstige	509	21,1%	sonstige	509	124.673.000 €
Verkehrsmittelbezogene Betrachtungsweise		Verkehrsmittel		Verkehrsmittel	
Verkehrsmittel	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Getötete	1	100,0%	Getötete	1	124.673.000 €
nach:	1		Unfälle	2	

Für UFASC-Beispiel wurden 360 Getötete ermittelt. Dies sind 18,8% der insgesamt 1910 Getöteten aus UFASC-Alle (vgl. Abschnitt 5.2 bzw. 5.4).

Die 360 Getöteten sind zudem den 344 Unfällen der Unfallkategorie 1 (rechts) zuzuordnen.

Reihenfolge entsprechend Aufstellung in Tabelle 5-3.

An UFASC-Beispiel waren 3189 Lkw beteiligt. Dies sind 32,5% der insgesamt 9817 beteiligten Lkw aus UFASC-Alle (vgl. Abschnitt 5.4). Die Summe der Anzahl Verkehrsmodi ergibt die Anzahl an Beteiligten.

Die Anzahl an Unfällen auf Landesstraßen gibt einen Hinweis auf welche Straßenklasse das UFASC häufig auftritt.

es höchst unwahrscheinlich ist, dass Fußgänger involviert sind. Bei Motorradfahrern kann im Lesebeispiel schlussgefolgert werden, dass sie entweder relativ gesehen unterrepräsentiert sind, bzw. sie bei anderen UFASC wesentlich häufiger beteiligt sind und daher hier merklich unter den genannten 33,9% der Beteiligten liegen.

- Da die Summe der Anzahl an Verkehrsmodi gleich der Anzahl Beteiligten ist, können indirekt Rückschlüsse gezogen werden, wie stark der Anteil der einzelnen Verkehrsmodi ist. Es wäre zu erwarten, dass sich darin der Modal Split widerspiegelt.
- Unter sonstigen Verkehrsmodi sind unter anderem landwirtschaftliche Zugmaschinen, Krankenwagen, Fahrzeuge der Feuerwehr, Straßenbahnen, Bagger und nicht zuordenbare Fahrzeuge wegen Unfallflucht zusammengefasst.
- Die beschriebene Vorgehensweise kann für die relativen Angaben durchgeführt werden. Als Vergleichswert wird dabei der Anteil der Beteiligten empfohlen, da bei diesem Wert die Sicherheitseinrichtungen des Verkehrsmittels unberücksichtigt bleiben. Im Falle von Unfällen mit dem NMV (z.B. UFASC KP3 und FS7) ist zu erwarten, dass die relative Angabe der beiden Verkehrsmittel gegenüber der der Beteiligten erhöht ist, da ausschließlich NMV Unfälle betrachtet werden. Mit der geschilderten Methodik kann relativ leicht ermittelt werden, ob bestimmte Verkehrsteilnehmer über- oder unterdurchschnittlich häufig an dem UFASC beteiligt sind.
- Die Unfallkategorie 1 entspricht der Anzahl an Unfällen mit Getöteten, Unfallkategorie 2 der Anzahl an Unfällen mit Schwerverletzten, Unfallkategorie 3 der Anzahl an Unfällen mit Leichtverletzten und die Unfallkategorie 4 zählt die Anzahl an Unfällen mit schweren Sachschäden. Per Definition muss somit die genannte Zahl in der Unfallkategorie 1 kleiner gleich der Anzahl an Getöteten sein. Die Summe der Anzahl Unfälle der Unfallkategorien 1 bis 4 ergibt die Anzahl Unfälle insgesamt.
- Aus der Verteilung der Unfälle nach Straßenklasse könnten bei Kenntnis der straßenklassenfeinen Verkehrsbelastung das Unfallrisiko nach Straßenklassen ermittelt werden. Bei Unfällen an Knotenpunkten wird die höhere Straßenklasse verwendet.

In der Fußzeile der Tabelle wird bei der ersten Tabelle des UFASC (= Referenztable) jeweils die Rangfolge innerhalb der zwanzig UFASC genannt. Eine kleine Zahl bedeutet somit, dass das UFASC sehr häufig vorkommt. Beim Vergleich der drei Werte kann abgeschätzt werden, welchen Einfluss die unterschiedlichen Zählweisen haben.

5.4 Statistischer Gesamtüberblick für die UFASC_{Alle}

Die nachfolgende Tabelle 5-2 gibt die aggregierten Kennwerte für sämtliche Unfälle auf Landstraßen wieder.

5.5 Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (UFASC)

In Tabelle 5-3 ist die Rangfolge der untersuchten UFASC nach verschiedenen Kriterien dargestellt. In fett sind jeweils die ersten drei hervorgehoben. Es ist dabei ersichtlich, dass die drei UFASC „Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern“, „Fahrerunfälle in Kurven“ und „UU 49“ nach Anzahl Unfälle und schweren Personenschäden (und damit folglich auch nach Unfallkosten) sehr häufig sind. Bei relativer Betrachtung (Anteil an schweren Personenschäden bezogen auf 1000 Unfälle) verschiebt sich diese Rangfolge in Richtung NMV und begegnende Fahrzeuge jeweils auf freier Strecke.

5.5.1 An Knotenpunkten (KP)

Unfälle an Knotenpunkten zeichnen sich durch einen vergleichsweise hohen Anteil am Unfallgeschehen aus, obgleich die Unfallschwere aufgrund der meist verringerten Geschwindigkeiten im Knotenpunktbereich weniger stark ausfällt. Im Folgenden werden Clusterbildungen für typische Fahr- bzw. Unfallsituationen vorgenommen:

- Unfälle mit Vorfahrtsfehler durch Unfallverursacher (unabhängig von mit/ohne LSA)
- Unfälle mit Lichtsignalanlagen
- Explizite Betrachtung der Unfälle mit nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern (Fußgänger und Radfahrer).

Tabelle 5-2:
Aggregierter statistischer Steckbrief für alle Unfälle UFASC_{Alle} auf Landstraßen

Bedingungen		Sämtliche Unfälle in Nordrhein-Westfalen zwischen 2004 und 2008 auf Landstraßen der Unfallkategorie 1 bis 4 mit mehr als 20 SV pro Unfalltyp			
UT	alle		77 UT von 77 UT		
UU	Keine gesonderte Berücksichtigung von Unfallursachen				
Weitere Bedingungen	keine				
UFASC Statistik					
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>		
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Unfallkosten
Beteiligte	149618	100,0%	Unfälle	84405	6.369.179.000 €
Getötete	1910	100,0%	Unfallkategorie 1	1759	474.930.000 €
Schwerverletzte	22118	100,0%	Unfallkategorie 2	17938	4.843.260.000 €
Leichtverletzte	64237	100,0%	Unfallkategorie 3	41957	755.226.000 €
			Unfallkategorie 4	22751	295.763.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Unfallkosten
Pkw	113596	100,0%	Bundesstraßen	23284	1.663.293.000 €
Bus	706	100,0%	Landesstraßen	38167	2.871.143.000 €
Lkw	9817	100,0%	Kreisstraßen	13638	1.152.653.000 €
Motorrad	13606	100,0%	sonstigen Straßen	9316	682.090.000 €
Fußgänger	2092	100,0%			
Fahrrad	7378	100,0%			
Sonstige	2423	100,0%			

5.5.1.1 Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern (UFASC KP1)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Das erste Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (UFASC) kombiniert Konfliktsituationen am Knotenpunkt mit und ohne Lichtsignalanlage (LSA) mit Fahrzeugen von links (UT 301, 302, 303), von rechts (UT 321, 322) sowie mit Gegenverkehr bei Linksabbiegern (UT 211: Unfall mit Gegenverkehr beim Linksabbiegen). Im Unterschied zu den verbleibenden Fahrvorgängen an Knotenpunkten lassen sich die gewählten Konfliktströme potentiell mit einem eigensignalisierten Abbiegerstrom sichern. Spezielle Fahrvorgänge, wie z.B. ein Übersehen eines überholenden Fahrzeuges von links oder rechts sind bei diesem Cluster ausgeschlossen (andere Cluster). 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) verwendet.

Die statistischen Angaben in Tabelle 5-4 beinhalten alle Ausprägungen des betrachteten UFASC, d. h. sowohl Unfälle mit (eingeschalteten) LSA als auch ohne (vorhandene oder eingeschaltete) LSA.

Dem folgt eine weitere Differenzierung nach mit / ohne LSA (mit ausgeschalteter LSA zu selten), bzw. nach Tageslicht und Dunkelheit. Unfälle mit eingeschalteter LSA werden in Tabelle 5-5 quantifiziert. Tabelle 5-6 bezieht sich ausschließlich auf den Teil des UFASC, bei dem keine LSA vorhanden war. Ein Vergleich zwischen Tabelle 5-4 und Tabelle 5-4 zeigt, dass sich bei eingeschalteter LSA rund ein Fünftel der Unfälle an LSA ereignen haben. Die relativen Unfallfolgen reduzieren sich bei eingeschalteter LSA jedoch merklich: der relative Anteil der Getöteten liegt in

Tabelle 5-3:
Unterschiedliche Reihenfolgen der UFASC

Kurzform	Beschreibung	Rangfolge					
		Nach Anzahl Unfälle	Nach Anzahl Getöteter	Nach schweren Personenschäden	Nach SP / 1000 Unfälle	Nach Unfallkosten	
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
Auf freier 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
bei 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

Tabelle 5-4 bei 2 % verglichen mit 7 % bei den Beteiligten; Im Falle ohne LSA (vgl. Tabelle 5-6) müssen 16,5 % (Getötete) mit rund 26 % (Beteiligte) verglichen werden.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

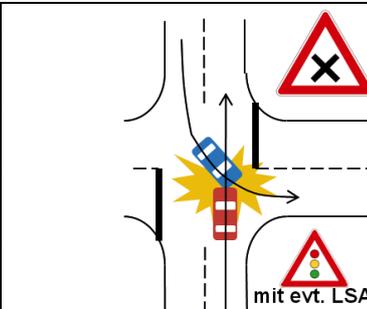
Prinzipiell ist es möglich, eine Vielzahl an Konfliktsituationen an Knotenpunkten bereits durch eine Lichtsignalan-

lage mit ggf. eigensignalisierten Fahrströmen zu sichern. Jedoch zeigt Tabelle 5-5, dass sich auch bei eingeschalteter LSA Verkehrsunfälle ereignen, obwohl diese in der Regel weniger folgenschwer sind als ohne LSA.

Nachfolgend wird ein Fahrerassistenzsystem zur Vermeidung von Unfällen an Knotenpunkten skizziert, wie es z. B. im EU-Forschungsprojekt SAFESPOT entwickelt, implementiert und getestet wurde. Sofern eine der beschriebenen

Tabelle 5-4:
Statistischer Steckbrief für UFASC KP1 mit und ohne LSA

		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								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>							
	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%	sonstige Straßen	2202	23,6%	124.673.000 €				
Fußgänger	18	0,9%								
Fahrrad	1222	16,6%								
Sonstige	509	21,0%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	1	Getötete	3	Schwere Personenschäden	2	SP / 1000 Unfälle	17	Unfallkosten	2



technischen Voraussetzung von besonderer Relevanz für ein nachfolgendes UFASC ist, wird dabei darauf verwiesen.

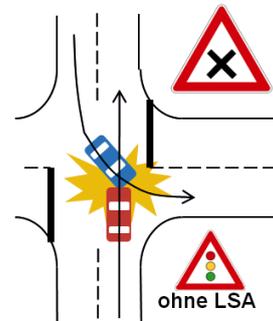
Die Funktionsweise eines infrastrukturbasierten Kreuzungsassistenten erfordert nachfolgende technische Komponenten und Schritte:

- Grundvoraussetzung für alle C2I-basierten Fahrerassistenzsysteme ist eine schnelle und zuverlässige Kommunikation mit ausreichender Reichweite zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur mittels Funk (z.B. WLAN 802.11p).
- Die Bewegungsdaten möglichst aller Verkehrsteilnehmer im unmittelbaren Bereich und im näheren Umfeld des Knotenpunktes müssen erfasst werden.

- Moderne Fahrzeuge sind dazu mit GPS-, EGNOS- und/oder GALILEO-Empfängern, einer hochgenauen digitalen Karte (u.a. mit Fahrbahnmarkierungen, Bordsteinkanten) und evtl. weiteren Sensoren (z.B. Video, Radar) ausgestattet. Damit erfassen die Fahrzeuge ihre möglichst genaue (spurfeine) Position, ihre Fahrtrichtung, ihre Geschwindigkeit, die Stellung des Fahrtrichtungsanzeigers und evtl. (positive oder negative) Beschleunigungen.
- Die Anwesenheit und Bewegungen nicht ausgestatteter Fahrzeuge, Radfahrer und Fußgänger werden durch infrastrukturseitige Sensoren (z.B. Radar, Lidar, Video) erfasst (siehe hierzu UFASC in Abschnitt 5.5.1.3).

Tabelle 5-6:
Statistischer Steckbrief für UFASC KP1 ohne LSA

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	mit_LZA=0 und LZA_an=0					
UFASC Statistik						
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	39215	26,2%	Unfälle	19004	22,5%	1.237.854.000 €
Getötete	316	16,5%	Unfallkategorie 1	303	17,2%	81.810.000 €
Schwerverletzte	4353	19,7%	Unfallkategorie 2	3398	18,9%	917.460.000 €
Leichtverletzte	14115	22,0%	Unfallkategorie 3	7929	18,9%	142.722.000 €
			Unfallkategorie 4	7374	32,4%	95.862.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	32118	28,3%	Bundesstraßen	4485	19,3%	297.340.000 €
Bus	145	20,5%	Landesstraßen	9352	24,5%	609.625.000 €
Lkw	2367	24,1%	Kreisstraßen	3148	23,1%	213.933.000 €
Motorrad	3048	22,4%	sonstige Straßen	2019	21,7%	116.956.000 €
Fußgänger	10	0,5%				
Fahrrad	1111	15,1%				
Sonstige	416	17,2%				



Einschränkend muss angeführt werden, dass die Umsetzung von infrastrukturautarken Systemen an Knotenpunkten kostenintensiv sein kann. Sie wird somit sich nur an einzelnen Orten realisiert.

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Fahrzeugautarke Assistenzsysteme besitzen den Vorteil, dass sie räumlich nicht begrenzt sind. D. h., sie können flächendeckend auf dem gesamten Straßennetz wirken. Allerdings gilt dies ausschließlich für ausgestattete Fahrzeuge. Somit kann sich erst durch eine erhebliche Modernisierung der Fahrzeugflotte eine Verbesserung der Unfallstatistik ergeben.

An Knotenpunkten können fahrzeugautarke Assistenzsysteme wichtige Teilbereiche wie z.B. die Überwachung des Toten Winkels beim Rechtsabbiegen oder die Erkennung der verkehrsregelnden Zeichen abdecken. Ein-

schränkend sind die hohe Komplexität der Fahrvorgänge und der Geometrie an Knotenpunkten und mögliche Verdeckungen von anderen Verkehrsteilnehmern zu nennen.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Systeme, welche auf V2V zurückgreifen, besitzen die gleichen Vor- und Nachteile wie fahrzeugautarke Systeme. Eine Verbesserung gegenüber von fahrzeugautarken Systemen ist die Möglichkeit, dass verdeckte Verkehrsteilnehmer durch andere Fahrzeuge erfasst und die erfassten Daten an alle (ausgestatteten) Fahrzeuge weitergegeben werden können. Der Einfluss des Ausstattungsgrads ist maßgebend für die Wirkung auf die Verkehrssicherheit. Eine koordinierte Aktion wird durch eine flache Hierarchie unter den kommunizierenden Fahrzeugen erschwert.

Tabelle 5-7:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC KP1

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Nachteil fahrzeugautarker Systeme ist, dass verdeckte Objekte nicht erfasst werden können, da die Sensoren nicht durch Hindernisse hindurch bzw. „um die Ecke“ schauen können. z. B. AKTIV-AS (Kreuzungsassistent) die Systeme unterstützen den Fahrer in kritischen und unfallträchtigen Kreuzungssituationen, z.B. Schutz vor Auffahrunfällen, Assistenz zum Überqueren einer Kreuzung/ Einmündung, Abbiegen über die Fahrbahn des Gegenverkehrs (auch kombiniert mit C2C)
nur Infrastruktur	Errichtung von Lichtsignalanlagen und Reduktion von bedingt verträglichen Strömen.
C2C / V2V	Nicht zielführend, da es schwierig ist, mit zufällig verteilten Fahrzeugen die gesamte Kreuzung räumlich und zeitlich zu erfassen. Im Rahmen von SAFESPOT (Road Intersection Safety) wurden jedoch z.B. Warnungen von herannahenden Rettungsfahrzeugen (Anzeige der Richtung) versendet. Die „Fahrzeug autark“ genannten Beispiele im Rahmen von AKTIV-AS sind größtenteils auch als C2C Anwendung ausgelegt (z.B. Auffahrunfälle, Überquerung, Abbiegen)
C2I / V2I	Kreuzungsassistenten aus SAFESPOT, Intersafe2 und AKTIV-AS

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Der entscheidende Vorteil gegenüber fahrzeugautarken oder V2V-gestützten Systemen ist die Unabhängigkeit von Ausstattungsgrad und Zeit. Mittels V2I kann sichergestellt werden, dass alle Verkehrsteilnehmer zu jedem Zeitpunkt erfasst werden. Weiter können lokale Einflussparameter (z. B. Fahrbahnbeschaffenheit, LSA Programme, usw.) berücksichtigt und anweisende Aktionen einzelnen Fahrzeugen zur Abmilderung eines Konflikts falls zugeordnet werden. Aufgrund der Skalierbarkeit des Systems kann auf die unterschiedliche Komplexität von Knotenpunkten eingegangen werden. Die installierte Infrastruktur kann außerdem für andere Zwecke, wie z.B. die Verkehrssteuerung, verwendet werden.

▪ Empfehlung

Da sich trotz infrastrukturentwickelnder Maßnahmen wie z. B. LSA zahlreiche Unfälle an Knotenpunkten ereig-

nen, ist eine vorrangige Umsetzung von Knotenpunktassistenten basierend auf V2I empfehlenswert. Diese weisen gesamtgesellschaftliche Vorteile auf, welche die beiden alternativen Lösungswege (fahrzeugautark und V2V) kurz- und mittelfristig nur sehr eingeschränkt abdecken können. Fahrzeugbasierte Systeme und deren Erweiterung durch V2V können Teilbereiche des Unfallgeschehens an Knotenpunkten abdecken, jedoch aufgrund des erforderlichen Ausstattungsgrades erst sukzessive durch eine Erneuerung der Fahrzeugflotte wirken. Die Kommunikationsschnittstellen können jedoch bereits zu einem früheren Zeitpunkt durch V2I und ein Knotenpunktassistentensystem verwendet werden. Hierdurch kann einerseits die Kaufbereitschaft für entsprechend ausgestattete Fahrzeuge erhöht werden und andererseits darf eine schnellere positive Entwicklung bei den Unfallzahlen an Knotenpunkten erwartet werden.

5.5.1.2 Unfälle bei eingeschalteter LSA (UFASC KP2)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Die Einrichtung von Lichtsignalanlagen auf Landstraßen dient neben der Erhöhung der Leistungsfähigkeit an stark befahrenen Knotenpunkten auch der Unfallprävention. Die Anzahl der Unfälle ist gegenüber dem UFA-

SC KP1 geringer, trotzdem ereignet sich an eingeschalteten Lichtsignalanlagen eine relevant hohe Anzahl an Unfällen.

Der Unfallcluster setzt sich vorrangig aus den bereits in Abschnitt 5.5.1.1 verwendeten Unfalltypen zusammen, jedoch unter Ausschluss der Fälle ohne LSA. Darüber hinaus sind in diesem UFASC weitere Unfalltypen des Längsverkehrs mit eingeschlossen, wie Auffahrunfälle im Zuge eines Knotenpunktes.

Tabelle 5-8:
Statistischer Steckbrief für UFASC KP2

		Bedingungen											
UT		201, 202, 211, 222, 231, 232, 281, 301, 302, 321, 322, 341, 371, 601, 602, 611, 621, 623		18 UT	von 77 UT								
UU		alle		69 UU	von 69 UU								
Weitere Bedingungen		mit_LZA=1 und LZA_an=1											
UFASC Statistik													
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>										
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten							
Beteiligte	17690	11,8%	Unfälle	8210	9,7%	397.942.000 €							
Getötete	47	2,5%	Unfallkategorie 1	44	2,5%	11.880.000 €							
Schwerverletzte	1282	5,8%	Unfallkategorie 2	997	5,6%	269.190.000 €							
Leichtverletzte	7930	12,3%	Unfallkategorie 3	4735	11,3%	85.230.000 €							
			Unfallkategorie 4	2434	10,7%	31.642.000 €							
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten							
Pkw	15291	13,5%	Bundesstraßen	3845	16,5%	191.189.000 €							
Bus	74	10,5%	Landesstraßen	3694	9,7%	176.059.000 €							
Lkw	1271	12,9%	Kreisstraßen	427	3,1%	21.410.000 €							
Motorrad	690	5,1%	sonstige Straßen	244	2,6%	9.284.000 €							
Fußgänger	30	1,4%											
Fahrrad	211	2,9%											
Sonstige	123	5,1%											
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	4	Getötete	13	Schwere Personenschäden	9	SP / 1000 Unfälle	19	Unfallkosten	9			

Tabelle 5-9:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC KP2

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	nicht bekannt
nur Infrastruktur	Lichtsignalanlage bereits vorhanden und eingeschaltet, aber offensichtlich nicht wirksam (genug). Bei ausreichender Leistungsfähigkeit kann eine Aufteilung bedingt verträglicher Ströme in separate Signalphasen helfen, Unfälle zu vermeiden.
C2C / V2V	Durch das Übertragen von Informationen über Geschwindigkeit, Brems- und Fahrtrichtungsanzeigerstatus erkennt das Assistenzsystem anhand der ermittelten Daten eine mögliche Gefährdungslage und alarmiert den Fahrer (z.B. AKTIV-AS)
C2I / V2I	Kreuzungsassistent aus SAFESPOT und Intersafe2

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Ein Kreuzungsassistent als mögliches Fahrerassistenzsystem an Knotenpunkten wurde bereits in Abschnitt 5.5.1.1 skizziert.

Ergänzend kann bei eingeschalteten Lichtsignalanlagen im möglichen Konfliktfall (z.B. bei Rotlichtverletzung) die Grünzeit verkürzt bzw. die Rotzeit verlängert werden. Mit diesem Schritt können auch nicht ausgestattete Verkehrsteilnehmer beeinflusst werden.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

Die Beschreibung einer Umsetzungsempfehlung ist bereits in Abschnitt 5.5.1.1 erfolgt. Ergänzend kann bei diesem UFASC aufgeführt werden, dass ein Teil der benötigten Infrastruktur (z.B. Stromanschluss) bereits vorhanden ist, sie müsste für einen Knotenpunktassistenten ggf. durch zusätzliche Sensoren und Kommunikationskomponenten ergänzt werden (vgl. ebenfalls Abschnitt 5.5.1.1). Dadurch sind reduzierte Installationskosten gegenüber einer Neuinstallation zu erwarten.

5.5.1.3 Unfälle an Knotenpunkten mit Fußgängern und Radfahrern (UFASC KP3)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Der Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster beinhaltet sämtliche Unfalltypen im Bereich von Knotenpunkten, an welchen explizit nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer (z. B. Fußgänger und Radfahrer) beteiligt sind. Zwei Anmerkungen sind bei diesem UFASC wichtig:

- Für Radfahrer wurde separat überprüft, ob bei o. g. UT Radfahrer beteiligt sind, da sie im Unterschied z.B. zu Überschreitenunfällen bei Fußgängern nicht über eigene dreistellige Unfalltypen verfügen. Es wurden nur UT mit mehr als 25 Unfällen jeweils bei Fußgängern und Radfahrern verwendet.
- Vereinfachend wird jeder Überschreitenunfall als Ereignis an einem Knotenpunkt angesehen, da davon ausgegangen wird, dass Fußgänger z.B. am Ende eines Fußweges eine Fahrbahn queren und dies somit ein Knotenpunkt aus Sicht des NMV ist.

In diesem Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster sind Unfälle im Bereich von Knotenpunkten mit LSA (vgl. Tabelle

Tabelle 5-10:
Statistischer Steckbrief für UFASC KP3

		Bedingungen				mit und ohne LSA				
UT		Fußgänger: 221, 222, 401, 411, 421, 431, 461, 499 Radfahrer: 122, 201, 202, 211, 232, 244, 299, 301, 302, 303, 321, 322, 323, 341, 342, 371, 372, 399		8 bis 18 UT von 77 UT						
UU		alle		69 UU von 69 UU						
Weitere Bedingungen		Jeder UT muss für Radfahrer und Fußgängern jeweils mehr als 25 Unfälle aufweisen.								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>				<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Beteiligte	8568	5,7%		Unfälle	4186	5,0%		446.641.000 €		
Getötete	210	11,0%		Unfallkategorie 1	208	11,8%		56.160.000 €		
Schwerverletzte	1337	6,0%		Unfallkategorie 2	1266	7,1%		341.820.000 €		
Leichtverletzte	3142	4,9%		Unfallkategorie 3	2681	6,4%		48.258.000 €		
				Unfallkategorie 4	31	0,1%		403.000 €		
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Pkw	3634	3,2%		Bundesstraßen	924	4,0%		99.767.000 €		
Bus	22	3,1%		Landesstraßen	1892	5,0%		201.042.000 €		
Lkw	223	2,3%		Kreisstraßen	760	5,6%		83.696.000 €		
Motorrad	195	1,4%		sonstige Straßen	610	6,5%		62.136.000 €		
Fußgänger	802	38,3%								
Fahrrad	3637	49,3%								
Sonstige	55	2,3%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	8	Getötete	5	Schwere Personenschäden	7	SP / 1000 Unfälle	5	Unfallkosten	7

5-10 mit Tabelle 5-11) und ohne LSA (vgl. Tabelle 5-12) separat aufgeführt. Unfälle im Längsverkehr mit nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern sind in Abschnitt 5.5.2.7 dargestellt.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Ein mögliches Fahrerassistenzsystem zur Vermeidung von Unfällen mit nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern an Knotenpunkten wurde in Abschnitt 5.5.1.1 beschrieben.

Dieses benötigt eine präzise Erfassung aller Verkehrsteilnehmer vor und im Bereich des Knotenpunktes. Ein infrastrukturbasiertes System bietet sich insbesondere an Knotenpunkten hierfür an, da bei der Installation der Sensoren darauf geachtet werden kann, dass möglichst alle relevanten Bereiche des Knotenpunkt erfasst werden können (z.B. Fußgänger- und Radfahrerfurten) und keine Verdeckungen (z.B. durch andere Fahrzeuge) auftreten.

Sowohl bei einem fahrzeugautarken System als auch bei einem V2V-FAS besteht immer die Möglichkeit, dass nicht

Tabelle 5-11:
Statistischer Steckbrief für UFASC KP3 mit LSA

		Bedingungen				
UT		Fußgänger: 221, 222, 401, 411, 421, 431, 461, 499 Radfahrer: 122, 201, 202, 211, 232, 244, 299, 301, 302, 303, 321, 322, 323, 341, 342, 371, 372, 399	8 bis 18 UT von 77 UT			
UU		alle	69 UU von 69 UU			
Weitere Bedingungen	Jeder UT muss für Radfahrer und Fußgängern jeweils mehr als 25 Unfälle aufweisen. mit LZA=1 und LZA_an=1					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	943	0,6%	Unfälle	455	0,5%	45.214.000 €
Getötete	10	0,5%	Unfallkategorie 1	10	0,6%	2.700.000 €
Schwerverletzte	140	0,6%	Unfallkategorie 2	137	0,8%	36.990.000 €
Leichtverletzte	352	0,5%	Unfallkategorie 3	304	0,7%	5.472.000 €
			Unfallkategorie 4	4	0,0%	52.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	421	0,4%	Bundesstraßen	165	0,7%	19.088.000 €
Bus	4	0,6%	Landesstraßen	218	0,6%	19.034.000 €
Lkw	25	0,3%	Kreisstraßen	47	0,3%	3.618.000 €
Motorrad	15	0,1%	sonstige Straßen	25	0,3%	3.474.000 €
Fußgänger	148	7,1%				
Fahrrad	324	4,4%				
Sonstige	6	0,2%				

ausgestattete Verkehrsteilnehmer aufgrund von Verdeckungen nicht erfasst und berücksichtigt werden. Bei V2I können Infrarotkameras oder Laserscannern an einem erhöhten Standort wie z.B. einem LSA- oder Beleuchtungsmast installiert werden. Wie bereits in Abschnitt 5.5.1.1 erwähnt, ist die Verwendung der Information von Fahrtrichtungsanzeigern äußerst hilfreich, um Abbiegewahrscheinlichkeiten besser voraussagen zu können.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

Aufgrund der Verwundbarkeit infolge nicht vorhandener passiver Sicherheitssysteme von Teilnehmern des NMV und der Möglichkeit, dass sie leichter übersehen werden können, empfiehlt sich insbesondere hier die bereits in

Abschnitt 5.5.1.1 geschilderte Einführung von V2I-gestützten Assistenzsystemen.

Totwinkelassistenten, Fußgängererkennung und weitere fahrzeugautarke Entwicklungen können weiter einen sehr wichtigen Beitrag leisten.

5.5.2 Auf freier Strecke (FS)

Analog zu Unfällen im Bereich von Knotenpunkten wurde bei Unfällen auf freier Strecke nach charakteristischen und zusammenführbaren Fahrvorgängen gesucht. Dabei wurde zwischen nicht angepasster Geschwindigkeit:

- in Kurven und
- auf Geraden

Tabelle 5-12:
Statistischer Steckbrief für UFASC KP3 ohne LSA

		Bedingungen				
UT		Fußgänger: 221, 222, 401, 411, 421, 431, 461, 499 Radfahrer: 122, 201, 202, 211, 232, 244, 299, 301, 302, 303, 321, 322, 323, 341, 342, 371, 372, 399		8 bis 18 UT von 77 UT		
UU		alle		69 UU von 69 UU		
Weitere Bedingungen	Jeder UT muss für Radfahrer und Fußgängern jeweils mehr als 25 U aufweisen. mit <code>_LZA=0</code> und <code>LZA_an=0</code>					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	7573	5,1%	Unfälle	3707	4,4%	397.971.000 €
Getötete	198	10,4%	Unfallkategorie 1	196	11,1%	52.920.000 €
Schwerverletzte	1187	5,4%	Unfallkategorie 2	1119	6,2%	302.130.000 €
Leichtverletzte	2774	4,3%	Unfallkategorie 3	2365	5,6%	42.570.000 €
			Unfallkategorie 4	27	0,1%	351.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	3190	2,8%	Bundesstraßen	747	3,2%	78.447.000 €
Bus	18	2,5%	Landesstraßen	1666	4,4%	181.360.000 €
Lkw	197	2,0%	Kreisstraßen	710	5,2%	79.520.000 €
Motorrad	180	1,3%	sonstige Straßen	584	6,3%	58.644.000 €
Fußgänger	649	31,0%				
Fahrrad	3290	44,6%				
Sonstige	49	2,0%				

differenziert. Es ist dabei nicht von Relevanz, ob die zulässige Höchstgeschwindigkeit übertreten wurde oder ob lediglich §3 der StVO missachtet wurde, welcher besagt, dass die Geschwindigkeit den Straßen-, Verkehrs-, Sicht- und Wetterverhältnissen sowie seinen persönlichen Fähigkeiten und den Eigenschaften von Fahrzeug und Ladung anzupassen ist.

Ein weiteres UFASC wurde für Unfälle bei Stau und am Stauende entworfen, da dies mit V2V vergleichsweise leicht zu realisieren wäre.

Die UFASC mit Unfällen bei:

- überholenden Fahrzeugen,
- begegnenden Fahrzeugen und

- wendenden Fahrzeugen
- zeichnen sich durch die schnelle Erkennung von anderen Fahrzeugen, z.T. auch in Gegenrichtung, aus.

Ergänzend zu Unfalltypen an Knotenpunkten mit Verkehrsteilnehmern des NMV wird dies auch auf freier Strecke untersucht.

Abschließend wird ermittelt, inwieweit sich Unfälle mit

- Tieren
 - oder
 - (beweglichen) Hindernissen wie verlorene Ladung und Steine
- ggf. vermeiden ließen.

Tabelle 5-13:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC KP3

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Am Markt werden z.B. von Audi, Daimler und Volvo Totwinkelassistenten angeboten, die mittels Sensoren den „Toten Winkel“ seitlich neben/hinter dem Fahrzeug überwachen und bei aktiviertem Fahrtrichtungsanzeiger eine visuelle und/oder akustische Warnung ausgeben, wenn sich ein Objekt im „Toten Winkel“ befindet. Mit diesen Assistenten können an Knotenpunkten vor allem Unfälle mit Radfahrern und Fußgängern beim Rechtsabbiegen vermieden werden, insbesondere wenn wie bei den meisten Lkw kein Schulterblick möglich ist. Eine weitere Möglichkeit stellen z.B. video-/radar-/lidarbasierte Erkennung von Fußgängern und Radfahrer im Frontbereich des Fahrzeugs dar.
nur Infrastruktur	Lichtsignalanlagen, sofern nicht bereits vorhanden.
C2C / V2V	Informationen aus fahrzeugautarker Erkennung könnten ggf. an andere Fahrzeuge versendet werden.
C2I / V2I	Kreuzungsassistenten aus Intersafe2 und SAFESPOT, bei letzterem werden Fußgänger- und Fahrradfahrbewegungen mittels straßenseitigen Radargeräten detektiert.

5.5.2.1 Fahrurfälle in Kurven mit nicht angepasster Geschwindigkeit (UFASC FS1)

Beschreibung des UFASC

Fahrurfälle in Kurven ereignen sich gemäß den Analysen aus Kapitel 3 und 4 besonders häufig. Sie sind insgesamt besonders folgenschwer. Wie aus Tabelle 5-14 ersichtlich ist, führten Fahrurfälle in Kurven mit nicht angepasster oder überhöhter Geschwindigkeit zu rund einem Fünftel aller schweren Personenschäden.

Tabelle 5-15 stellt den identischen Sachverhalt wie Tabelle 5-14 dar, allerdings mit einem breiteren Spektrum an Unfalltypen. Es werden dabei zusätzlich Fahrurfälle in Kurven mit einer verschwenkten Fahrbahn oder mit Längsneigungen berücksichtigt. Aufgrund besonders vieler Fahrurfälle mit Unfallursache „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (UU 49) wird dieser UFASC in Tabelle 5-16 nochmals separat beleuchtet.

Ein Fahrerassistenzsystem muss Fahrzeuge mit nicht angepasster Geschwindigkeit erkennen (z. B. vereinfacht über Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder komplexer unter Berücksichtigung weiterer Rahmenbedingungen wie Witterung, Reifenhaftung, Fahrbahngriffigkeit etc.) und warnen, um entsprechende Unfälle zu reduzieren. Unfälle mit entgegenkommenden Fahrzeugen sind in Tabelle 5-14 nicht enthalten, da zusätzlich andere Fahrzeuge erkannt und deren Bewegungen prognostiziert werden müssten.

Skizzierung einer technischen Umsetzung

Rein physikalisch betrachtet, sind für die Realisierung eines Kurvenassistenten folgende Eingangsgrößen notwendig:

- Position, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs,
- Fahrbahngeometrie (Kurvenradius, Quer- und Längsneigung),

Tabelle 5-14:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS1

		Bedingungen								
UT		101, 102		2 UT von 77 UT						
UU		12, 13		2 UU von 69 UU						
Weitere Bedingungen		keine								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>				<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Beteiligte	15389	10,3%		Unfälle	13094	15,5%		1.135.535.000 €		
Getötete	400	20,9%		Unfallkategorie 1	356	20,2%		96.120.000 €		
Schwerverletzte	4026	18,2%		Unfallkategorie 2	3293	18,4%		889.110.000 €		
Leichtverletzte	7770	12,1%		Unfallkategorie 3	5504	13,1%		99.072.000 €		
				Unfallkategorie 4	3941	17,3%		51.233.000 €		
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Pkw	12563	11,1%		Bundesstraßen	2527	10,9%		199.566.000 €		
Bus	39	5,5%		Landesstraßen	6226	16,3%		541.448.000 €		
Lkw	646	6,6%		Kreisstraßen	2873	21,1%		276.209.000 €		
Motorrad	1915	14,1%		sonstige Straßen	1468	15,8%		118.312.000 €		
Fußgänger	44	2,1%								
Fahrrad	74	1,0%								
Sonstige	108	4,5%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	3	Getötete	2	Schwere Personenschäden	3	SP / 1000 Unfälle	8	Unfallkosten	3

- Griffigkeit (Fahrbahnbelag und -zustand wie z. B. Verunreinigungen, Nässe, Glätte) bzw. Informationen des ESC, das die Griffigkeit zwischen Reifen und Fahrbahn bestimmt,
- ggf. fahrzeugspezifische Daten (Schwerpunkt, Bereifung).

Da diese Daten nicht flächendeckend vorliegen, teilweise zeitlich variieren und das Ziel des Kurvenassistenten nicht das Erreichen des fahrdynamischen Grenzbereichs ist, kann unter Verwendung von Sicherheitsbeiwerten z.B. auf fahrzeugspezifische Daten verzichtet werden. Denkbar wäre z.B. eine Unterscheidung nach Fahrzeugklassen (Pkw, Lfw, Lkw).

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Infrastrukturautarke Lösungsansätze

Es können verkehrsrechtliche Anordnungen vorgenommen werden (Vz 103, 105 und 274) und transversale Rüttelstreifen im Annäherungsbereich der Kurve eingebaut werden. Falls diese Maßnahmen nicht ausreichend wirksam oder umsetzbar sind, können wie z. B. vor Schulen Dialogdisplays mit einer entsprechenden Geschwindigkeitswarnung für Fahrzeuge im Annäherungsbereich der Kurve installiert werden. Bei Bedarf ließe sich dies durch Erfassung lokaler Einflussgrößen erweitern.

Tabelle 5-15:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS1 - erweiterte UT-Auswahl

		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				
UFASC Statistik				 Fahrnfälle in Kurve (inkl. Steigungen usw.) mit nicht angepasster Geschwindigkeit		
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%	sonstige Straßen	1803	19,4%	142.602.000 €
Fußgänger	61	2,9%				
Fahrrad	127	1,7%				
Sonstige	147	6,1%				

Von Vorteil ist die kollektive Wirksamkeit, da die Maßnahmen für alle Verkehrsteilnehmer sichtbar sind. Nachteilig ist, dass aus Kostengründen damit nur eine vergleichsweise geringe Anzahl an Kurven ausgerüstet werden kann.

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Der entscheidende Vorteil von fahrzeugautarken Assistenzsystemen ist ihre Wirksamkeit im gesamten Straßennetz. Eine karten- und/oder verkehrszeichenbasierte Kurvenwarnung könnte den Fahrzeuginnen unter Berücksichtigung der aktuellen Geschwindigkeit und des Kurvenradius auf eine nicht angepasste Geschwindigkeit hinweisen.

Ein entsprechendes System könnte ein Fahrzeug auch aktiv abbremsen.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Der einzige Vorteil gegenüber einem fahrzeugautarken System wäre eine Nutzung von Informationen über den aktuellen Fahrbahnzustand, welche durch andere Fahrzeuge ermittelt und (ggf. über mehrere Fahrzeuge) übertragen wurden.

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Ein V2I-gestütztes System nutzt die identische Infrastruktur wie ein infrastrukturautarkes System. Die Informationen können allerdings ausschließlich von ausgestatteten Fahrzeugen genutzt werden. Den nahezu identischen Investitionskosten auf der Infrastrukturseite steht somit eine niedrigere Nutzenkomponente gegen-

Tabelle 5-16:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS1 - nur UU49

		Bedingungen				
UT		101, 102		2 UT von 77 UT		
UU		49		1 UU von 69 UU		
Weitere Bedingungen		keine				
UFASC Statistik				 Nur Fahrurfälle in Kurve mit UU 49		
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	4412	2,9%	Unfälle	3913	4,6%	414.811.000 €
Getötete	159	8,3%	Unfallkategorie 1	150	8,5%	40.500.000 €
Schwerverletzte	1432	6,5%	Unfallkategorie 2	1231	6,9%	332.370.000 €
Leichtverletzte	2388	3,7%	Unfallkategorie 3	1805	4,3%	32.490.000 €
			Unfallkategorie 4	727	3,2%	9.451.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	3168	2,8%	Bundesstraßen	763	3,3%	77.089.000 €
Bus	8	1,1%	Landesstraßen	1799	4,7%	193.891.000 €
Lkw	200	2,0%	Kreisstraßen	903	6,6%	101.536.000 €
Motorrad	908	6,7%	sonstige Straßen	448	4,8%	42.295.000 €
Fußgänger	16	0,8%				
Fahrrad	78	1,1%				
Sonstige	34	1,4%				

über. Zu einem späteren Zeitpunkt könnten die Warnungen des infrastrukturentarke Systems zusätzlich visuell und akustisch im Fahrzeug ausgegeben werden.

• Empfehlung

In unfallträchtigen Kurven könnte das oben beschriebene infrastrukturentarke Dialogdisplay helfen, Fahrzeuglenker auf nicht angepasste Geschwindigkeiten hinzuweisen. Entscheidende Bedeutung kommt auch dem fahrzeugautarken Assistenzsystem zu, da es bei den ausgestatteten Fahrzeugen potentiell in allen Kurven wirkt. Aufgrund der relativ leicht zu erfassenden Parameter (aktuelle Geschwindigkeit und Kurvenradius der nächsten Kurve) wäre dies ebenfalls leicht in mobile Anwendungen wie Navigationssysteme zu implementieren.

5.5.2.2. Fahrurfälle auf Geraden mit nicht angepasster Geschwindigkeit (UFASC FS2)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Der UFASC basiert auf Fahrurfällen auf Geraden mit nicht angepasster Geschwindigkeit. Wie aus Tabelle 5-18 ersichtlich ist, sind diese besonders folgenschwer: obwohl dieser UFASC „nur“ 2,5 % aller Beteiligten enthält, verunglücken bei Unfällen dieses Clusters 5,4 % aller Getöteten und 4,8 % aller Schwerverletzten.

Analog zu Fahrurfällen in Kurven (UFASC FS1; Abschnitt 5.5.2.1) stellt Tabelle 5 19 eine Erweiterung mit Unfällen bei Längsneigungen, Inseln und Unebenheiten dar.

Tabelle 5-17:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS1

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Fahrdynamikregelungen sind Stand der Technik bei Neufahrzeugen. Navigationssysteme können Fahrzeuglenker warnen, sofern die o.g. Kurvenparameter bekannt sind und pauschale Werte für Griffigkeiten etc. verwendet werden. Ein Kurvenassistent wurde z.B. im Rahmen von AKTIV-AS (Integrierte Querführung) im Rahmen eines Spurführungsassistenten entwickelt.
nur Infrastruktur	Denkbar wären Dialogdisplays, welche vor Kurvenbeginn anzeigen, ob die Geschwindigkeit überhöht ist. LANK et al. (2010) beschreiben transversale Rüttelstreifen im Annäherungsbereich von Kurven.
C2C / V2V	z. B. über Meldung des Eingreifens des fahrzeugeigenen ESP-Systems und Übermittlung dieser Warnung an andere herannahende Fahrzeuge. In SAFESPOT (Curve Warning) wurden typische Durchfahrtsgeschwindigkeiten der Fahrzeuge zwischengespeichert und an das nachfolgende Fahrzeug als Anhaltswerte weiter gegeben.
C2I / V2I	Im Rahmen von SAFESPOT wurde ein Geschwindigkeitsassistent für Kurven entwickelt (Road Departure Warning). Dieser C2I Assistent ermittelt mit Hilfe der Prognose der Fahrtrajektorie, ob sich das Fahrzeug innerhalb des möglichen Korridors zum Passieren der Kurve befindet. Andernfalls wird eine dreistufige Warnung abgegeben.

Zusätzlich wurden dabei nebeneinander fahrende Fahrzeuge, entgegenkommende Fahrzeuge und körperliches Unvermögen wegen Einschlafens mit eingeschlossen. Das grundlegende Auswahlkriterium war jeweils der Fahrvorgang auf einer Gerade bei nicht angepasster Geschwindigkeit.

Ergänzend sind in Tabelle 5-20 ausschließlich die Zahlen für den Unfalltyp 141 (= Fahr Unfall auf Gerade ohne mitwirkende Besonderheiten von Querschnitt und Längsneigung) und die Unfallursache auf „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (UU 49) dargestellt. Es ergibt sich dabei eine leicht erhöhte Anzahl an Unfällen, jedoch mit deutlich schweren Unfallfolgen als bei der ursprünglichen Aufstellung in Tabelle 5-18. Über die tatsächlichen Unfallursachen lässt sich dabei nur mutmaßen; möglicherweise spielen Ablenkung und Müdigkeit eine große Rolle.

Nur sehr wenige Unfälle weisen eine Unfallursache mit überschrittener zulässiger Höchstgeschwindigkeit auf (insgesamt 231 Unfälle).

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Ein Fahrerassistenzsystem für Unfälle auf Geraden bei nicht angepasster Geschwindigkeit sollte den Fahrzeuglenker bei nicht angepasster Geschwindigkeit warnen und ggf. seine Aufmerksamkeit zurück auf die Straße lenken. Hierfür wird benötigt:

- die Position, die Fahrtrichtung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs,
- die Griffigkeit (Fahrbahnbelag und -zustand wie z. B. Nässe, Glätte, Verunreinigungen) und
- Fahrbahnmarkierungen.

Tabelle 5-18:
Statistischer Steckbrief für UFASC F52

		Bedingungen										
UT		141		1 UT von 77 UT								
UU		12, 13		2 UU von 69 UU								
Weitere Bedingungen		keine										
UFASC Statistik												
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>						<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
		Anzahl	Anteil				Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Beteiligte		3737	2,5%		Unfälle		3293	3,9%		300.320.000 €		
Getötete		103	5,4%		Unfallkategorie 1		90	5,1%		24.300.000 €		
Schwerverletzte		1057	4,8%		Unfallkategorie 2		883	4,9%		238.410.000 €		
Leichtverletzte		2033	3,2%		Unfallkategorie 3		1490	3,6%		26.820.000 €		
					Unfallkategorie 4		830	3,6%		10.790.000 €		
Verkehrsmodi		Anzahl	Anteil		Unfälle auf:		Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Pkw		3114	2,7%		Bundesstraßen		940	4,0%		80.648.000 €		
Bus		6	0,8%		Landesstraßen		1275	3,3%		121.589.000 €		
Lkw		216	2,2%		Kreisstraßen		627	4,6%		58.758.000 €		
Motorrad		302	2,2%		sonstige Straßen		451	4,8%		39.325.000 €		
Fußgänger		17	0,8%									
Fahrrad		52	0,7%									
Sonstige		30	1,2%									
Reihenfolge nach	Anzahl Unfälle	11	Getötete	10	Schwere Personenschäden	10	SP / 1000 Unfälle	6	Unfallkosten	10		

Aufgrund der hohen Anzahl an Unfällen bei der Unfallursache 49 (andere Ursachen beim Fahrzeugführer) besteht die Vermutung, dass ein erheblicher Unfallanteil auf mangelnde Aufmerksamkeit bei dem vermeintlich einfachen Fahrvorgang auf Geraden zurückzuführen ist. Aus dieser Feststellung leiten sich zwei Handlungsbereiche für künftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte ab:

- Welche genauen Ursachen liegen bei der UU 49 vor?
- Welche Ansätze könnten dabei in Fahrerassistenzsystemen verfolgt werden?

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist in beiden Fällen eine Reduktion des hohen Anteils an schweren Personenschäden bei diesem UFASC. Eine Voraussetzung ist die Detaillierung der Unfallursachenliste.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Infrastrukturautarke Lösungsansätze

Auf Geraden können die gleichen infrastrukturautarken Lösungsansätze verwendet werden wie bereits bei Fahrnfällen in Kurven: eine Geschwindigkeitsbeschrän-

Tabelle 5-19:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS2 – umfangreichere UT-Auswahl

		Bedingungen				
UT	141, 153, 163, 183, 761	5 UT von 77 UT				
UU	12, 13	2 UU von 69 UU				
Weitere Bedingungen	keine					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	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%	sonstige Straßen	522	5,6%	45.069.000 €
Fußgänger	19	0,9%				
Fahrrad	92	1,2%				
Sonstige	36	1,5%				

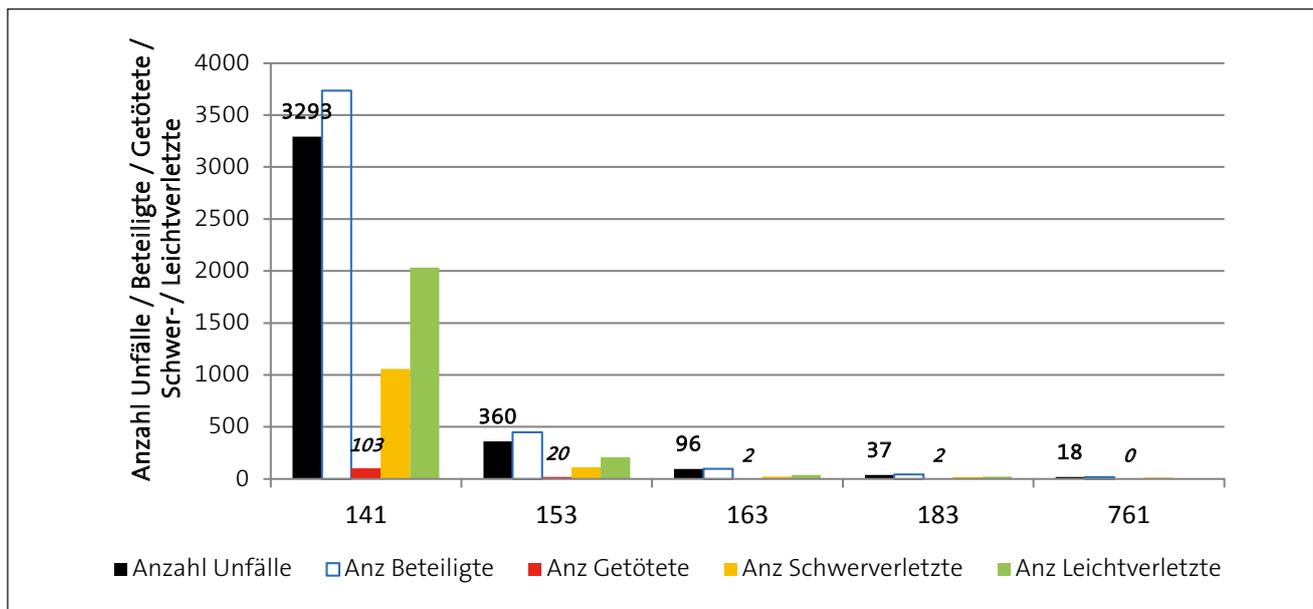
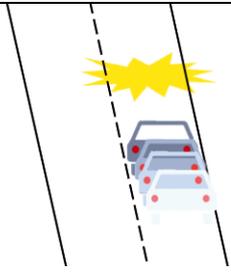


Abbildung 5-1:
Aufschlüsselung des UFASC FS2 nach Unfalltyp (gemäß UFASC aus Tabelle 5-19)

Tabelle 5-20:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS2 – nur UU49

		Bedingungen				
UT	141	1 UT von 77 UT				
UU	49	1 UU von 69 UU				
Weitere Bedingungen	keine					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	4368	2,9%	Unfälle	3947	4,7%	419.810.000 €
Getötete	152	8,0%	Unfallkategorie 1	140	8,0%	37.800.000 €
Schwerverletzte	1481	6,7%	Unfallkategorie 2	1257	7,0%	339.390.000 €
Leichtverletzte	2411	3,8%	Unfallkategorie 3	1894	4,5%	34.092.000 €
			Unfallkategorie 4	656	2,9%	8.528.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	3156	2,8%	Bundesstraßen	1073	4,6%	105.608.000 €
Bus	10	1,4%	Landesstraßen	1568	4,1%	167.171.000 €
Lkw	248	2,5%	Kreisstraßen	760	5,6%	90.060.000 €
Motorrad	568	4,2%	sonstige Straßen	546	5,9%	56.971.000 €
Fußgänger	29	1,4%				
Fahrrad	299	4,1%				
Sonstige	58	2,4%				

kung, (laterale) Rüttelstreifen und Dialogdisplays an Stellen mit häufigen Fahrnunfällen.

Einschränkungen betreffen die mögliche räumliche Ausprägung von derartigen Systemen. Kostenbedingt sind sie nur an Unfallschwerpunkten zu rechtfertigen.

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Fahrzeugautarke Assistenzsysteme sind teilweise bereits am Markt verfügbar. Hierzu zählt z.B. ein Spurführungsassistent. Fahreraufmerksamkeitssysteme könnten möglicherweise den hohen Anteil an Unfällen reduzieren, bei denen sonstige Fehler beim Fahrzeuglenker auftreten.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Es sind keine nennenswerten Vorteile von V2V-gestützten Fahrerassistenzsystemen gegenüber fahrzeugautarken

Lösungen zu erwarten. Dies kann mit der Tatsache begründet werden, dass Fahrnunfälle auf Geraden vorrangig Alleinunfälle sind (vgl. Tabelle 5-18).

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Eine technische Umsetzung ist nicht zielführend, da sich Fahrnunfälle auf Geraden i. d. R. räumlich verteilt ereignen und die entscheidenden Unfallursachen von außerhalb des Fahrzeuges nur schwer ermittelbar sind.

▪ Empfehlung

Sofern der bauliche Zustand einer Geraden nicht als gefährdend eingestuft wird, können nur fahrzeugautarke Systeme die Unfallhäufigkeit und -folgen mit vertretbarem Aufwand relevant reduzieren. Hierzu gehören in erster Linie ein Spurrassistent und ein Fahreraufmerksamkeitsassistent.

Tabelle 5-21:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS2

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Bei immer mehr Neufahrzeugen können Spurassistenten (i. d. R. als Sonderausstattung) erworben werden. Ein Spurführungsassistenten mit aktiver Spurhaltung wurde z. B. im Rahmen von AKTIV-AS (Integrierte Querführung) für Geschwindigkeiten bis 180 km/h entwickelt. Von Daimler wird ein Müdigkeitserkennungssystem angeboten. In der Entwicklung sind Fahreraufmerksamkeitsassistenten, welche die Augen- und Pupillenbewegungen beobachten (z. B. AKTIV-AS – Fahrsicherheit und Fahraufmerksamkeit). Jedoch sind die genannten Fahrerassistenzsysteme nur Hilfsmittel zur Reduktion von Fahrnfällen auf Geraden infolge von Übermüdung und Unaufmerksamkeit.
nur Infrastruktur	Ein Rüttelstreifen könnte sich bei Unfallhäufungen positiv auswirken (siehe LANK et al. (2010)).
C2C / V2V	z. B. in SAFESPOT (Road Condition Status) werden widrige, witterungsbedingte Straßenbedingungen (z.B. rutschige Fahrbahn) an nachfolgende bzw. entgegenkommende Fahrzeuge versendet.
C2I / V2I	z. B. SAFESPOT Geschwindigkeitswarnung (Speed Alert) bei legaler und dynamischer Geschwindigkeitsübertretung. Die legale Warnung geschieht bei Überschreitung der zul. Höchstgeschwindigkeit. Die dynamische Warnung berücksichtigt aktuelle Umfeldparameter wie die Witterung (Nebel, Regen etc.) die die Anpassung der Geschwindigkeit ratsam machen.

5.5.2.3 Unfälle bei Stau UFASC FS3

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Der UFASC beinhaltet Unfälle mit einem Auffahren auf Stau (UT 611) bei zu niedrigem Sicherheitsabstand (UU 4). Die Unfallfolgen sind im Bereich von Landstraßen im Vergleich zu anderen UFASC weniger schwerwiegend.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Der zu niedrige Sicherheitsabstand wird als Ursache für die Unfälle im Stau aufgeführt. Ein Fahrerassistenzsystem

sollte daher in erster Linie sicherstellen, dass der erforderliche Sicherheitsabstand zum Vordermann eingehalten wird. Notwendig sind hierfür:

- Position, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit der Fahrzeuge.

V2V-Technologien scheinen für die Realisierung eines entsprechenden Fahrerassistenzsystems besonders geeignet zu sein, da:

- fahrzeugautarke Systeme nicht „um die Ecke“ schauen können (z. B. bei Stau hinter einer Kurve oder Kuppe),
- ein Stau i. d. R. aus vielen (ausgestatteten) Fahrzeugen besteht und

Tabelle 5-22:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS3

		Bedingungen								
UT		611		1 UT von 77 UT						
UU		14		1 UU von 69 UU						
Weitere Bedingungen		keine								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>				<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Beteiligte	3036	2,0%		Unfälle	1114	1,3%		44.947.000 €		
Getötete	2	0,1%		Unfallkategorie 1	2	0,1%		540.000 €		
Schwerverletzte	123	0,6%		Unfallkategorie 2	98	0,5%		26.460.000 €		
Leichtverletzte	1586	2,5%		Unfallkategorie 3	953	2,3%		17.154.000 €		
				Unfallkategorie 4	61	0,3%		793.000 €		
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil		Unfallkosten		
Pkw	2718	2,4%		Bundesstraßen	634	2,7%		28.126.000 €		
Bus	13	1,8%		Landesstraßen	392	1,0%		14.521.000 €		
Lkw	204	2,1%		Kreisstraßen	54	0,4%		1.451.000 €		
Motorrad	86	0,6%		sonstige Straßen	34	0,4%		849.000 €		
Fußgänger	3	0,1%								
Fahrrad	3	0,0%								
Sonstige	9	0,4%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	15	Getötete	20	Schwere Personenschäden	18	SP / 1000 Unfälle	20	Unfallkosten	18

- nicht die gesamte Strecke mit Infrastruktur ausgestattet werden müsste.

Erforderlich wäre hierfür eine ausreichend große Funkreichweite auch ohne direkten Sichtkontakt, so dass nicht auf eine Weitergabe der Informationen über mehrere Fahrzeuge zurückgegriffen werden muss.

Ein entsprechendes V2V-basiertes FAS könnte bei entsprechenden Ausstattungsraten im Gegensatz zu räumlich begrenzten infrastrukturbasieren Systemen das gesamte Verkehrsnetz abdecken.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Infrastrukturautarke Lösungsansätze

Auf Straßenabschnitten mit regelmäßigem Stau kann das Verkehrszeichen 124 aufgestellt werden. Eine dynamische Umsetzung analog zu Streckenbeeinflussungsanlagen auf Autobahnen wäre ebenfalls möglich.

Die Vorteile sind die kollektive Wirksamkeit und eine kontinuierliche Erfassung bei Bedarf auch von Umfeldaten. Aus Kostengründen wird jedoch die dynamische Umsetzung nur auf sehr wenigen Abschnitten realisierbar sein.

Tabelle 5-23:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS3

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Abstands- und Bremsassistenten werden von Automobilherstellern am Markt angeboten.
nur Infrastruktur	Prinzipiell bei Häufungen mit einer Streckenbeeinflussungsanlage adressierbar.
C2C / V2V	Assistenzsysteme wurden beispielsweise im Rahmen von AKTIV-AS (Aktive Gefahrenbremsung) zur Vermeidung von Auffahrunfällen auf vorausfahrende, bremsende Fahrzeuge, Hindernisse und Stauende entwickelt.
C2I / V2I	Entwicklung teilweise innerhalb von simTD oder in SAFESPOT (Hazard and Incident Warning), hier wird vor Hindernissen und Stauenden gewarnt, die mittels infrastrukturseitiger Detektion erkannt werden

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Eine weitere Verbreitung von Adaptive Cruise Control (ACC) zur Reduktion von Auffahrunfällen ist notwendig und leicht umsetzbar. Dies gilt analog für einen Bremsassistenten. Von Nachteil ist bei fahrzeugautarken Systemen, dass sie auf eine Sichtachse angewiesen sind und Fahrzeuge z.B. hinter einer Kuppe nicht erfassen können.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Informationen zu Fahrzeugen hinter einer Kuppe könnten jedoch durch V2V Kommunikation weitergegeben werden, da stehende / langsam fahrende Fahrzeuge eine Staumeldung generieren. Die Meldung kann über Zwischenstationen (Multihopping) an nachfolgende Fahrzeuge übermittelt werden. Bedingung ist hierfür ein ausreichend hoher Ausstattungsgrad.

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Eine Streckenbeeinflussungsanlage gekoppelt mit V2I könnte eingerichtet werden, ist jedoch aufgrund von Kostenaspekten nicht empfehlenswert.

▪ Empfehlung

An Stauschwerpunkten sollten kollektive Systeme für alle Verkehrsteilnehmer errichtet werden und für im Raum

dispers verteilte stehende Fahrzeuge sind Lösungen welche auf V2V zurückgreifen am erfolgversprechendsten.

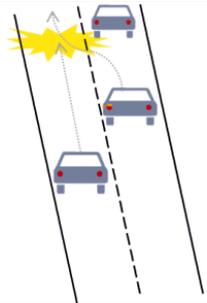
5.5.2.4 Unfälle bei überholenden Fahrzeugen (UFASC FS4)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Der Fahrvorgang dieses UFASC wird durch Fahrzeuge vor, beim und nach dem Überholen bzw. beim Nebeneinanderfahren charakterisiert. Die damit verbundenen Unfallursachen sind Überholen trotz Gegenverkehrs (UU 17), unklarer Verkehrslage (UU 18), unzureichender Sichtverhältnisse (UU 19), ohne Beachtung des nachfolgenden Verkehrs (UU 20), Fehler beim Wiedereinordnen (UU 21) sowie sonstige Fehler beim Überholen (UU 22) und beim überholt werden (UU 23).

Der grundsätzliche Fahrvorgang kann somit mit nebeneinander fahrenden Fahrzeugen bzw. beim Ausscheren oder Wiedereinordnen charakterisiert werden. Frontalkollisionen (UT 661) werden in Tabelle 5-25 separat beschrieben. Die Erkennung von entgegenkommenden Fahrzeugen stellt wesentlich höhere Anforderungen an ein Fahrerassistenzsystem, welches somit deutlich schwieriger zu realisieren ist.

Tabelle 5-24:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS4

		Bedingungen								
UT		631, 645, 646, 651, 652		5 UT von 77 UT						
UU		17, 18, 19, 20, 21, 22, 23		7 UU von 69 UU						
Weitere Bedingungen		keine								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>				<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Beteiligte	2170	1,5%		Unfälle	1056	1,3%	73.749.000 €			
Getötete	20	1,0%		Unfallkategorie 1	17	1,0%	4.590.000 €			
Schwerverletzte	244	1,1%		Unfallkategorie 2	206	1,1%	55.620.000 €			
Leichtverletzte	734	1,1%		Unfallkategorie 3	542	1,3%	9.756.000 €			
				Unfallkategorie 4	291	1,3%	3.783.000 €			
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Pkw	1341	1,2%		Bundesstraßen	364	1,6%	25.366.000 €			
Bus	19	2,7%		Landesstraßen	435	1,1%	28.887.000 €			
Lkw	227	2,3%		Kreisstraßen	174	1,3%	14.524.000 €			
Motorrad	345	2,5%		sonstige Straßen	83	0,9%	4.972.000 €			
Fußgänger	1	0,0%								
Fahrrad	175	2,4%								
Sonstige	62	2,6%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	17	Getötete	14	Schwere Personenschäden	15	SP / 1000 Unfälle	15	Unfallkosten	15

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Bei einer technischen Realisierung durch ein Fahrerassistenzsystem müssten nachfolgende Begebenheiten erfasst werden:

- Erkennung der möglichst genauen (mindestens spurgenaue) Fahrzeugposition, Fahrtrichtung, Geschwindigkeit und Stellung des Fahrtrichtungsanzeigers möglichst aller Fahrzeuge.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Totwinkelassistenten weisen den Fahrzeuglenker vor entsprechenden Fahrmanövern auf die Präsenz eines anderen Fahrzeuges hin.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Der ausgestattete Gegenverkehr übermittelt dem ebenfalls ausgestatteten, überholwilligen Fahrzeug seine Posi-

Tabelle 5-25:
Statistischer Steckbrief für UT 661

		Bedingungen				
UT	661	1 UT von 77 UT				
UU	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	7 UU von 69 UU				
Weitere Bedingungen	keine					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	2327	1,6%	Unfälle	997	1,2%	109.347.000 €
Getötete	58	3,0%	Unfallkategorie 1	50	2,8%	13.500.000 €
Schwerverletzte	506	2,3%	Unfallkategorie 2	318	1,8%	85.860.000 €
Leichtverletzte	772	1,2%	Unfallkategorie 3	362	0,9%	6.516.000 €
			Unfallkategorie 4	267	1,2%	3.471.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	1815	1,6%	Bundesstraßen	319	1,4%	38.037.000 €
Bus	26	3,7%	Landesstraßen	496	1,3%	51.123.000 €
Lkw	215	2,2%	Kreisstraßen	152	1,1%	18.432.000 €
Motorrad	172	1,3%	sonstige Straßen	30	0,3%	1.755.000 €
Fußgänger	2	0,1%				
Fahrrad	52	0,7%				
Sonstige	45	1,9%				

tion und Geschwindigkeit, so dass dieses den Fahrzeugführer warnen kann, wenn ein Überholen nicht möglich ist. Da nicht alle Fahrzeuge ausgestattet sind, ist es wichtig, dass den Fahrzeugführern bewusst ist, dass keine Warnung nicht bedeutet, dass keine Gefahr besteht. Eine Warnung bedeutet hingegen, dass ein Überholen aufgrund von Gegenverkehr nicht möglich ist.

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Ein kollektives infrastrukturbasiertes System müsste aufgrund der Spezifikation des UFASC (z. B. Spurwechsel nach links und rechts) Fahrmanöver räumlich sehr detailliert erfassen können und zeitlich sehr schnell reagieren.

▪ Empfehlung

Vielsprechende ist ein V2V-Ansatz, welcher jedoch die Problematik des Ausstattungsgrades birgt. Dies ist in

Kombination mit fahrzeugautarken Assistenzsystemen ein zielführender Entwicklungspfad.

5.5.2.5 Unfälle durch begegnende Fahrzeuge (UFASC FS5)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

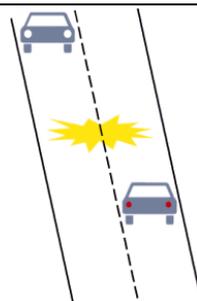
Das in Tabelle 5-27 skizzierte UFASC setzt sich aus Unfällen bei Gegenverkehr zusammen. Dies sind sowohl Überholen als auch Begegnende auf Geraden und in Kurven. Eine Einschränkung auf Unfallursachen beim Überholen und bei Unfalltyp 661 wurde bereits in Tabelle 5-25 dargestellt. Da die drei verwendeten Unfalltypen sehr präzise abgegrenzt sind, wurde auf eine besondere Selektion bestimmter Unfallursachen verzichtet.

Tabelle 5-26:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS4

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Totwinkelassistent am Markt verfügbar (z. B. Audi, Daimler, Volvo), Überholassistent in Entwicklung (Continental).
nur Infrastruktur	nicht möglich.
C2C / V2V	Sicheres Überholen wurde z.B. im Rahmen von SAFESPOT (Safe Overtaking) entwickelt und getestet.
C2I / V2I	ggf. nur punktuell sinnvoll, da eine großräumige Erfassung mittels V2I Systeme sehr aufwendig.

Tabelle 5-27:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS 5

		Bedingungen								
UT		661, 681, 682		3 UT von 77 UT						
UU		alle		69 UU von 69 UU						
Weitere Bedingungen		keine								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>							
	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%	sonstige Straßen	873	9,4%	53.202.000 €				
Fußgänger	20	1,0%								
Fahrrad	738	10,0%								
Sonstige	330	13,6%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	7	Getötete	4	Schwere Personenschäden	4	SP / 1000 Unfälle	2	Unfallkosten	6



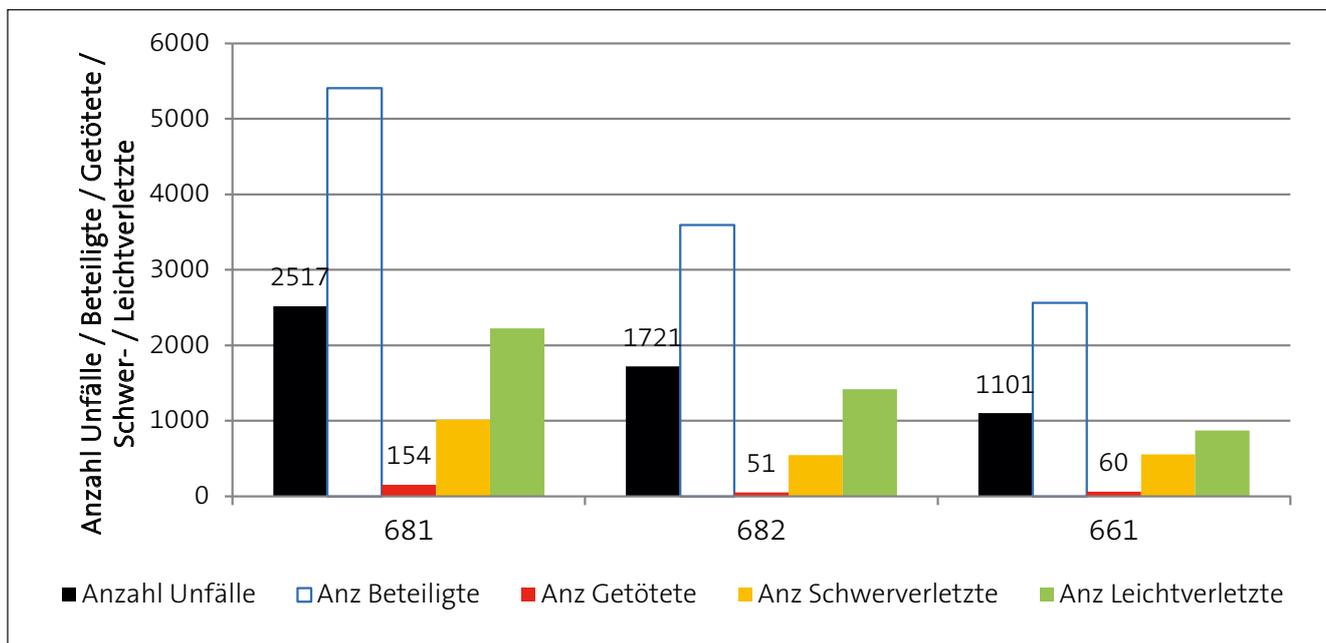


Abbildung 5-2:
Aufschlüsselung des UFASC FS 5 nach Unfalltyp

Abbildung 5-2 stellt die Unfallfolgen des UFASC aufgeschlüsselt nach Unfalltyp dar. Bei einer Betrachtung nach den Verkehrsmodi der Beteiligten (vgl. Tabelle 5-27) fällt auf, dass ein hoher Anteil an Unfällen mit großen Fahrzeugen wie Lastkraftwagen und Bussen geschieht.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Als erster Schritt sollte ein Fahrerassistenzsystem den Fahrzeuglenker bei unbeabsichtigtem Verlassen des Fahrstreifens warnen. Technisch wird dies bereits heute mit fahrzeugautarken Spurassistenten realisiert, welche anhand von Kameras Fahrbahnmarkierungen erkennen und bei nicht aktiviertem Fahrtrichtungsanzeiger haptisch und/oder akustisch auf ein Verlassen des vorgegebenen Fahrstreifens (Überfahren der Fahrbahnmarkierung) aufmerksam machen.

Ergänzend könnten ein System anhand von Radar und den prognostizierten Trajektorie des Fahrzeugs ein Fahrerassistenzsystem ermöglichen, welches im Kombinationsfall von Verlassen des Fahrstreifens und zeitgleichen entgegenkommender Verkehr warnt. Aufgrund der nied-

rigeren Sichtweite in Kurven besteht die Möglichkeit, dass dort entsprechende Infrastruktur diese Information verbreitet. Benötigt wird dabei:

- die Erkennung von Fahrbahnmarkierungen
- die Position, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit relevanter Fahrzeuge.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Spurassistenten können Unfälle durch begegnende Fahrzeuge reduzieren.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Entscheidender Vorteil von V2V-Kommunikation gegenüber einem fahrzeugautarken System ist, dass z. B. im Kurvenbereich ohne Sichtachse ein entgegenkommendes Fahrzeug sich meldet und das in die Kurve einfahrende Fahrzeug keine Kurvenschneiden zulassen könnte.

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Eine Realisierung greift funktional auf eine Falschfahrerdetektion wie auf Autobahnen zurück. Sie ist daher sehr

Tabelle 5-28:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS5

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Spurassistenten sind am Markt erhältlich.
nur Infrastruktur	baulich getrennte Fahrbahnen z. B. mit Leitschwellen und Baken
C2C / V2V	z. B. im Rahmen von SAFESPOT (Head on Collision Warning) getestet für entgegenkommende und überholende Fahrzeuge des Gegenverkehrs
C2I / V2I	ggf. nur punktuell sinnvoll, da großräumige Erfassung mittels V2I Systemen sehr aufwendig, wurde z. B. in SAFESPOT (Hazard and Incident Warning) im Rahmen einer Geisterfahrerwarnung getestet

aufwendig und eher ungeeignet, um Unfälle mit begegnenden Fahrzeugen erfolgreich zu reduzieren.

▪ Empfehlung

Fahrzeugautarke FAS und deren Erweiterung um V2V-Informationen ist am erfolgversprechendsten, da der UFASC räumlich dispers verteilt ist und sich verstärkt im nachgeordneten Verkehrsnetz ereignet.

5.5.2.6 Unfälle bei wendenden Fahrzeugen (UFASC FS6)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

In diesem Abschnitt wird ein FAS beschrieben, welches vor wendenden Fahrzeugen warnt und entsprechende Unfälle vermeidet. Hierzu werden die UT mit Wenden (UT 721 und 722) in Kombination mit der Unfallursache „Fehler beim Wenden“ (UU 36) betrachtet.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Ein Fahrerassistenzsystem, um Unfälle mit wendenden Fahrzeugen zu vermindern, benötigt:

- Position, Fahrtrichtung, Geschwindigkeit, ggf. Fahrtrichtungsanzeiger relevanter Fahrzeuge im näheren

Umkreis insbesondere bei nicht richtungsgetrennter Fahrbahn,

- zuverlässige und schnelle Kommunikation mit Fahrzeugen im näheren Umkreis.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

Da Fahrzeuge überall auf nicht richtungsgetrennten Fahrbahnen wenden können sind V2V Systeme am besten geeignet. Bei V2V besteht die Möglichkeit, Wendemanöver frühzeitig zu erkennen und nachfolgende Fahrzeuge zu warnen. Eine Berücksichtigung des Hinweises „bitte Wenden“ im Navigationssystem ist möglicherweise dabei zielführend.

Angesichts der vergleichsweise hohen Unfallanzahl für ein im Regelfall absehbares Fahrmanöver ist eine Entwicklung von technischen Lösungen sinnvoll.

5.5.2.7 Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern im Längsverkehr (UFASC FS7)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

In Abschnitt 5.5.1.3 wurde bereits ein UFASC im Bereich von Knotenpunkten definiert, welches sich mit nicht-motorisierten Verkehrsteilnehmern befasst. In diesem

Tabelle 5-29:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS6

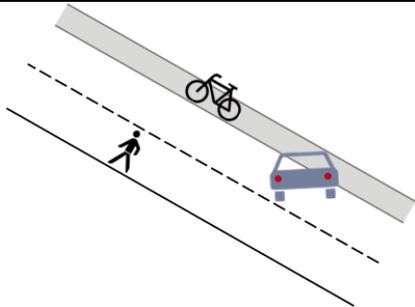
	Bedingungen									
UT	721, 722		2 UT von 77 UT							
UU	36		1 UU von 69 UU							
Weitere Bedingungen	keine									
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>							
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Beteiligte	2324	1,6%	Unfälle	1134	1,3%	68.098.000 €				
Getötete	11	0,6%	Unfallkategorie 1	11	0,6%	2.970.000 €				
Schwerverletzte	231	1,0%	Unfallkategorie 2	187	1,0%	50.490.000 €				
Leichtverletzte	837	1,3%	Unfallkategorie 3	494	1,2%	8.892.000 €				
			Unfallkategorie 4	442	1,9%	5.746.000 €				
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Pkw	1799	1,6%	Bundesstraßen	402	1,7%	24.126.000 €				
Bus	9	1,3%	Landesstraßen	552	1,4%	35.558.000 €				
Lkw	181	1,8%	Kreisstraßen	108	0,8%	5.519.000 €				
Motorrad	287	2,1%	sonstige Straßen	72	0,8%	2.895.000 €				
Fußgänger	2	0,1%								
Fahrrad	26	0,4%								
Sonstige	20	0,8%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	14	Getötete	16	Schwere Personenschäden	16	SP / 1000 Unfälle	18	Unfallkosten	16



Tabelle 5-30:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS6

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Abstands-/Bremsassistent
nur Infrastruktur	nicht sinnvoll, da der UFASC relativ selten ist und räumlich verteilt auftritt.
C2C / V2V	Assistenzsysteme zur Vermeidung von Auffahrunfällen auf vorausfahrende, bremsende Fahrzeuge, Hindernisse und Stauende verfolgen eine ähnliches Anwendungsspektrum und wurden z. B. im Rahmen von AKTIV-AS (Aktive Gefahrenbremsung) entwickelt.
C2I / V2I	Analog könnten z. B. Systeme aus SAFESPOT (Hazard and Incident Warning) zur Hindernis und Stauwarnung adaptiert werden, jedoch aufgrund der Seltenheit und räumlichen Verteilung nicht sinnvoll

Tabelle 5-31:
Statistischer Steckbrief für UFASC F57

		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 Fußgängern jeweils mehr als 25 U aufweisen.								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>							
	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%	sonstige Straßen	1031	11,1%	103.220.000 €				
Fußgänger	1604	76,7%								
Fahrrad	2659	36,0%								
Sonstige	91	3,8%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	13	Getötete	9	Schwere Personenschäden	13	SP / 1000 Unfälle	1	Unfallkosten	13

UFASC werden Teilnehmer des NMV verwendet, welche auf Landstraßen im Längsverkehr verunfallten. Es werden dabei bei den Fußgängern z. T. explizite Unfalltypen verwendet (vgl. Abbildung 5-3), jedoch wurde die Mehrzahl an Unfällen über eine Bedingung der Verkehrsbeteiligung berücksichtigt: darin wurde festgelegt, dass Fußgänger oder Radfahrer involviert sein müssen. Daher werden auch Unfalltypen wie Fahrnfälle auf Geraden (UT: 141) verwendet.



Abbildung 5-3:
Unfalltyp 671 mit Fußgänger in gleicher Bewegungsrichtung

Tabelle 5-32:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS7 – bei Tageslicht

		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 Fußgängern jeweils mehr als 25 U aufweisen. j_Tageslicht=1 und j_Dämmerung=0 und j_Dunkelheit=0					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	4083	2,7%	Unfälle	2178	2,6%	243.032.000 €
Getötete	70	3,7%	Unfallkategorie 1	64	3,6%	17.280.000 €
Schwerverletzte	797	3,6%	Unfallkategorie 2	745	4,2%	201.150.000 €
Leichtverletzte	1753	2,7%	Unfallkategorie 3	1361	3,2%	24.498.000 €
			Unfallkategorie 4	8	0,0%	104.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	894	0,8%	Bundesstraßen	292	1,3%	33.979.000 €
Bus	22	3,1%	Landesstraßen	707	1,9%	83.785.000 €
Lkw	102	1,0%	Kreisstraßen	375	2,7%	45.790.000 €
Motorrad	177	1,3%	sonstige Straßen	804	8,6%	79.478.000 €
Fußgänger	775	37,0%				
Fahrrad	2052	27,8%				
Sonstige	61	2,5%				

In Tabelle 5-32 und Tabelle 5-33 wird der UFASC aus Tabelle 5-31 bei Tageslicht und bei Nacht differenziert. Da nur 152 Unfälle bei Dämmerung verzeichnet sind, wurde auf die entsprechende Darstellung verzichtet. Absolut betrachtet, ereignet sich die Mehrzahl der Unfälle bei Tageslicht, jedoch verunglücken bei Dunkelheit relativ betrachtet mehr Beteiligte schwer bzw. werden getötet. Dies gilt insbesondere für Fußgänger, welche sowohl bei Tageslicht und bei Dunkelheit einen sehr ähnlichen Anteil an allen verunglückten Fußgängern auf Landstraßen haben. Im Eigeninteresse der Ver-

kehrsteilnehmer des NMV wird eine adäquate Beleuchtung nachts und reflektierende Bekleidung empfohlen. Dennoch sollte daraus ebenfalls eine Forderung an die Hersteller von Fahrerassistenzsystemen abgeleitet werden.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Obwohl bereits fahrzeugautarke Fahrerassistenzsysteme am Markt sind, welche Verkehrsteilnehmer des

Tabelle 5-33:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS7 – bei Nacht

		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 Fußgängern jeweils mehr als 25 U aufweisen. j_Tageslicht=0 und j_Dämmerung=0 und j_Dunkelheit=1					
UFASC Statistik						
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	2068	1,4%	Unfälle	1055	1,2%	147.410.000 €
Getötete	111	5,8%	Unfallkategorie 1	111	6,3%	29.970.000 €
Schwerverletzte	432	2,0%	Unfallkategorie 2	399	2,2%	107.730.000 €
Leichtverletzte	750	1,2%	Unfallkategorie 3	525	1,3%	9.450.000 €
			Unfallkategorie 4	20	0,1%	260.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	658	0,6%	Bundesstraßen	262	1,1%	38.721.000 €
Bus	13	1,8%	Landesstraßen	446	1,2%	64.658.000 €
Lkw	39	0,4%	Kreisstraßen	156	1,1%	23.457.000 €
Motorrad	81	0,6%	sonstige Straßen	191	2,1%	20.574.000 €
Fußgänger	739	35,3%				
Fahrrad	514	7,0%				
Sonstige	24	1,0%				

NMV nachts erkennen können, kann aus Tabelle 5-32 abgeleitet werden, dass ein unterstützendes System auch tagsüber sinnvoll wäre. Das Assistenzsystem sollte somit:

- die Position von Fußgängern und Radfahrern sowohl bei Tageslicht als auch bei Nacht erkennen und diese entsprechend kennzeichnen.
- Aufgrund der hohen Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem motorisierten Fahrzeug und Fußgängern auf Landstraßen ist eine Ermittlung der Fahrtrichtung erst bei einem aktiven Eingriff erforderlich.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Infrastrukturautarke Lösungsansätze

Infrastrukturautarke Systeme, welche Fußgänger und Radfahrer detektieren und mit Wechselverkehrszeichen signalisieren, könnten auf bestimmten Landstraßenabschnitten installiert werden.

An einem Geh- oder Radwegende in unübersichtlicher Lage wäre es auch möglich, einen durch die Präsenz von NMV aktivierten Blinker zu installieren, obschon die Verlängerung des Geh- oder Radweges im Regelfall sicherer sein dürfte.

Tabelle 5-34:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS7

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Nachtsicht-Assistent von Daimler mit gesonderter Markierung von Fußgängern bereits am Markt
nur Infrastruktur	Warnung durch Blinklicht am Ende von Radwegen, wenn Radfahrer anwesend ist.
C2C / V2V	Bei AKTIV-AS (Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer) – wird das Kollisionsrisiko anhand von Umfeldsensordaten berechnet und der Fahrer gewarnt. In SAFESPOT wird vor Fußgängern bzw. Radfahrern mittels der Applikation Vulnerable Road User Detection and Accident Avoidance gewarnt.
C2I / V2I	Radfahrer / Fußgängerschutz in Entwicklung in simTD, aber infrastrukturgestützte Systeme sind nur punktuell sinnvoll.

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Bestehende fahrzeugautarke Assistenzsysteme sollten auch tagsüber Fußgänger erkennen und es wäre wünschenswert, wenn die Systeme bei mehr (Neu)-Fahrzeugen angeboten und eingebaut werden.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Durch die Kommunikation durch V2V sind keine relevanten Veränderungen gegenüber fahrzeugautarken Systemen zu erwarten. Eine Erkennung durch mitgeführte Signalgeber des NMV z.B. im Mobiltelefon ist technisch realisierbar, fällt bei enger Auslegung jedoch nicht unter V2V.

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Eine V2I gestützte Warnung von Fahrzeuglenkern kann als nicht erfolgsversprechend angesehen werden, da die Unfälle sich räumlich dispers ereignen und die dem gegenüberstehenden Installationskosten tendenziell zu hoch sein dürften.

▪ Empfehlung

Aufgrund der dispersen Unfallverteilung im Raum sind fahrzeugautarke Systeme zu forcieren, da sie flächenhaft wirken. Eine schnelle und umfassende Markteinführung ist geboten, da die Unfallschwere sehr hoch ist.

5.5.2.8 Unfälle mit Tieren (UFASC FS8)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Zur Quantifizierung von vermeidbaren Unfällen mit Tieren werden sowohl Unfälle mit beaufsichtigten und unbeaufsichtigten Haustieren als auch mit Wild berücksichtigt. Dazu werden die Unfalltypen 751 bis 759 mit den Unfallursachen 86 und 87 kombiniert (vgl. Tabelle 5-35).

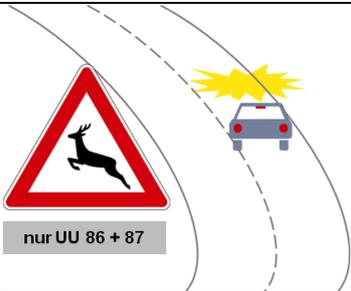
Da Unfälle mit Tieren bereits über die Unfalltypen 751 bis 759 eindeutig abgegrenzt sind, wird in Tabelle 5-36 auf die Verwendung der Unfallursachen verzichtet.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Es ist davon auszugehen, dass ein Fahrerassistenzsystem, welches Personen auf freier Strecke erkennt (vgl. Abschnitt 5.5.2.7) zumindest im unmittelbaren Nahbereich zur Fahrbahn auch größere Tiere erkennen kann.

Für eine dynamische Wildwarnanlage auf einem Streckenabschnitt sind folgende technischen Einrichtungen notwendig:

Tabelle 5-35:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS8

		Bedingungen								
UT		751, 752, 753, 759		4 UT von 77 UT						
UU		86, 87		2 UU von 69 UU						
Weitere Bedingungen		keine								
UFASC Statistik										
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise							
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Beteiligte	1401	0,9%	Unfälle	1107	1,3%	87.818.000 €				
Getötete	8	0,4%	Unfallkategorie 1	7	0,4%	1.890.000 €				
Schwerverletzte	289	1,3%	Unfallkategorie 2	264	1,5%	71.280.000 €				
Leichtverletzte	890	1,4%	Unfallkategorie 3	756	1,8%	13.608.000 €				
			Unfallkategorie 4	80	0,4%	1.040.000 €				
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Pkw	693	0,6%	Bundesstraßen	180	0,8%	13.981.000 €				
Bus	2	0,3%	Landesstraßen	445	1,2%	34.013.000 €				
Lkw	25	0,3%	Kreisstraßen	251	1,8%	23.111.000 €				
Motorrad	353	2,6%	sonstige Straßen	231	2,5%	16.713.000 €				
Fußgänger	200	9,6%								
Fahrrad	112	1,5%								
Sonstige	16	0,7%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	16	Getötete	17	Schwere Personenschäden	14	SP / 1000 Unfälle	12	Unfallkosten	14

- Detektion von Wild und
- Sendeanlagen für Wildwarnung

Weiter können für eine ortsgenaue Warnung, Position und Fahrtrichtung der Fahrzeuge relevant sein.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Infrastrukturautarke Lösungsansätze

Infrastrukturautarke Systeme, welche Wild detektieren und mit Wechselverkehrszeichen signalisieren, sind auf bestimmten Landstraßenabschnitten installiert.

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Ein fahrzeugautarkes Assistenzsystem gegen Wildunfälle könnte auf die Detektion von NMV aufbauen. Als besonders wichtig dürfte die Sichtweite der Sensorik sein, da bei höheren Geschwindigkeiten nur ein starkes Bremsmanöver die Folgeschwere mit einem Wild reduzieren kann.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Ein Fahrerassistenzsystem, welches Informationen über Wild in Straßennähe von entgegenkommenden Fahrzeugen verwendet, könnte aufgrund der größeren Reich-

Tabelle 5-36:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS8

	Bedingungen					
UT	751, 752, 753, 759	4 UT von 77 UT				
UU	keine gesonderte Berücksichtigung von Unfallursachen					
Weitere Bedingungen	keine					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	1941	1,3%	Unfälle	1522	1,8%	118.549.000 €
Getötete	10	0,5%	Unfallkategorie 1	9	0,5%	2.430.000 €
Schwerverletzte	386	1,7%	Unfallkategorie 2	355	2,0%	95.850.000 €
Leichtverletzte	1228	1,9%	Unfallkategorie 3	1043	2,5%	18.774.000 €
			Unfallkategorie 4	115	0,5%	1.495.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	1008	0,9%	Bundesstraßen	242	1,0%	18.086.000 €
Bus	2	0,3%	Landesstraßen	611	1,6%	45.751.000 €
Lkw	34	0,3%	Kreisstraßen	356	2,6%	31.755.000 €
Motorrad	442	3,2%	sonstige Straßen	313	3,4%	22.957.000 €
Fußgänger	275	13,1%				
Fahrrad	157	2,1%				
Sonstige	23	0,9%				

Tabelle 5-37:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC FS8

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Der von Daimler angebotene Nachtsicht-Assistent kann nachts auch Tiere erkennen.
nur Infrastruktur	Dynamische Wildwechsel Warnungen sind auf Landstraßen z. T. installiert.
C2C / V2V	Die im Rahmen von AKTIV-AS (Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer) entwickelten Systeme könnten auch zur Wilderkennung adaptiert werden – über Umfeldsensordaten wird Kollisionsrisiko berechnet und Fahrer gewarnt.
C2I / V2I	Radfahrer / Fußgängerschutz in Entwicklung in simTD, die ggf. auch zur Wilderkennung geeignet sind, aber infrastrukturgestützte Systeme aus Kostengründen nur punktuell auf begrenzten Streckenbereichen sinnvoll.

weite eine höhere Erkennungsrate erreichen als ein ausschließlich fahrzeugautarkes System.

▪ **V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme**

Eine infrastrukturautarke Wildwarnung, welche zusätzlich auch im Fahrzeug angezeigt wird, ist umsetzbar, jedoch wenig zielführend, da sich Wildunfälle oftmals in der Dämmerung ereignen und zu dem Zeitpunkt aktiv leuchtende Wechselverkehrszeichen besonders gut erkennbar sind.

▪ **Empfehlung**

An typischen Wildwechselstandorten mit häufigen Wildunfällen bieten sich dynamische Warnungen durch Wechselverkehrszeichen an, da sie alle Verkehrsteilnehmer vor möglichen Unfällen mit Wild warnen.

Da Wildunfälle tendenziell räumlich dispers verteilt sind, bieten fahrzeugautarke und V2V-gestützte Systeme Entwicklungspotential. Jedoch kann keine der genannten Möglichkeiten Wildunfälle zur Gänze reduzieren, da sich Wildunfälle oft bei Dämmerung und am Waldrand oder im Wald ereignen, wo Tiere anhand von Verdeckungen nicht rechtzeitig detektiert werden können.

5.5.2.9 Unfälle mit temporären Hindernissen (UFASC FS9)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Unfälle mit Hindernissen, festgelegt durch die Kombination von UT 732 und UU 88, sind relativ selten. Der Unfalltyp 731 wird nicht berücksichtigt, da dieser durch die Anwendung des Filters von ≥ 20 SP ausgeschlossen wurde.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Um ein Fahrerassistenzsystem gegen Unfälle mit temporären Hindernissen zu entwickeln, müssen: Hindernisse wie verlorene Ladung, überfahrene Tiere, Steinschlag o.ä. zuverlässig erkannt werden.

Entsprechende infrastrukturbasierte Technologien sind in Tunneln und im hochrangigen Straßennetz in Form von videobasierter Ereignisdetektion bereits erfolgreich in Betrieb. Über eine Kommunikationsschnittstelle könnten entsprechende Warnungen in Fahrzeuge übertragen werden.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

Auf auffälligen Streckenabschnitten könnten infrastrukturautarke Systeme ebenso wie V2I-gestützte Systeme Hindernisse durch Videodetektion erfassen und Fahrzeuglenker durch Wechselverkehrszeichen aufmerksam machen. Kritisch sind die hohen Investitionskosten, so dass solche Systeme nur auf kurzen, besonders gefährdeten Abschnitten realisierbar sind. Bei fahrzeugautarken Systemen sind Abstandsregeltemponaten hilfreich, da diese Objekte erkennen können. Problematisch ist jedoch auch bei diesen die Sichtweite z.B. auf kurvenreichen Strecken. Über V2V wäre eine Lösung über eine Vielzahl an Bremsmanövern denkbar, jedoch bedingt dies eine vergleichsweise hohe Verkehrsdichte und eine hohe Anzahl an ausgestatteten Fahrzeugen.

Eine Umsetzung dürfte sich in Gebieten mit häufigem Steinschlag am ehesten lohnen. Insgesamt ist allerdings festzuhalten, dass zumindest in Nordrhein-Westfalen Unfälle mit temporären Hindernissen selten sind und zudem im Regelfall wenig folgenschwer. Es ergibt sich somit kein vordringlicher Entwicklungsbedarf.

5.5.3 Bei speziellen Umfeld- und Wetterbedingungen (UB)

In der Liste der Unfallursachen wird nach unterschiedlichen meteorologischen Umständen differenziert. Da diese teilweise außerhalb des Erwartungshorizontes von Fahrzeuglenkern liegen können (z.B. überfrierende Nässe in einer Kurve) könnte hierin ein möglicher Anwendungsfall für V2I bestehen. Zuerst wird auf die Unfallursache bei:

Tabelle 5-38:
Statistischer Steckbrief für UFASC FS9 – nur UU 88

		Bedingungen								
UT	732	1 UT von 77 UT								
UU	88	1 UU von 69 UU								
Weitere Bedingungen	keine									
UFASC Statistik										
Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise			Unfallbezogene Betrachtungsweise							
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Beteiligte	133	0,1%	Unfälle	83	0,1%	4.353.000 €				
Getötete	1	0,1%	Unfallkategorie 1	1	0,1%	270.000 €				
Schwerverletzte	12	0,1%	Unfallkategorie 2	11	0,1%	2.970.000 €				
Leichtverletzte	43	0,1%	Unfallkategorie 3	38	0,1%	684.000 €				
			Unfallkategorie 4	33	0,1%	429.000 €				
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Pkw	67	0,1%	Bundesstraßen	30	0,1%	1.967.000 €				
Bus	2	0,3%	Landesstraßen	22	0,1%	850.000 €				
Lkw	10	0,1%	Kreisstraßen	14	0,1%	736.000 €				
Motorrad	21	0,2%	sonstige Straßen	17	0,2%	800.000 €				
Fußgänger	11	0,5%								
Fahrrad	9	0,1%								
Sonstige	13	0,5%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	10	Getötete	6	Schwere Personenschäden	8	SP / 1000 Unfälle	3	Unfallkosten	8

- Nässe und bei
- Schnee und Eis

eingegangen, bevor diese beiden mit weiteren Unfallursachen zusammengefasst werden, welche zu einer reduzierten Griffbarkeit der Fahrbahnoberfläche führen können.

Aus Gründen der Vollständigkeit werden drei weitere Witterungseinflüsse untersucht. Diese sind:

- Unfälle bei Nebel
- Unfälle bei Seitenwind und
- Unfälle bei blendender Sonne.

5.5.3.1 Unfälle bei Nässe (UFASC UB1)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Analog zur Erfassung von glatten Fahrbahnbedingungen in Abschnitt 5.5.3.2 wird bei diesem UFASC auf Unfallursachen mit Nässe eingegangen (UU 73).

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Infrastrukturseitig ist für eine Detektion und Warnung vor Nässe notwendig:

Tabelle 5-39:
Statistischer Steckbrief für UFASC F59 – alle UU

	Bedingungen					
UT	732	1 UT von 77 UT				
UU	keine gesonderte Berücksichtigung von Unfallursachen					
Weitere Bedingungen	keine					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	423	0,3%	Unfälle	258	0,3%	14.853.000 €
Getötete	3	0,2%	Unfallkategorie 1	3	0,2%	810.000 €
Schwerverletzte	40	0,2%	Unfallkategorie 2	39	0,2%	10.530.000 €
Leichtverletzte	157	0,2%	Unfallkategorie 3	141	0,3%	2.538.000 €
			Unfallkategorie 4	75	0,3%	975.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	190	0,2%	Bundesstraßen	71	0,3%	4.384.000 €
Bus	4	0,6%	Landesstraßen	104	0,3%	5.255.000 €
Lkw	42	0,4%	Kreisstraßen	44	0,3%	2.259.000 €
Motorrad	70	0,5%	sonstige Straßen	39	0,4%	2.955.000 €
Fußgänger	30	1,4%				
Fahrrad	40	0,5%				
Sonstige	47	1,9%				

Tabelle 5-40:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC F59

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Hinderniserkennung im Rahmen einer autonomen Hinderniserkennung über Radar, Lidar, Video
nur Infrastruktur	Erkennung von Hindernissen (z. B. verlorener Ladung) durch Videodetektion
C2C / V2V	z. B. über Verfeinerung der Applikation Aktive Gefahrenbremsung aus AKTIV-AS, die bisher zur Detektion von größeren, unbeweglichen Hindernissen eingesetzt wird.
C2I / V2I	z. B. über Verfeinerung der Applikation Hazard and Incident Warning aus SAFESPOT, die bisher zur infrastrukturseitigen Detektion von größeren, unbeweglichen Hindernissen eingesetzt wird.

Tabelle 5-41:
Statistischer Steckbrief für UFASC UB1

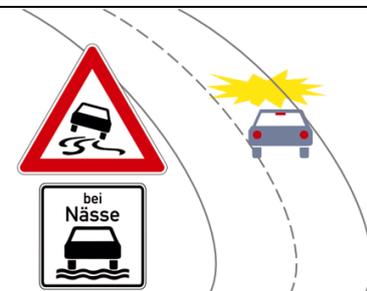
	Bedingungen										
UT	alle	77 UT von 77 UT									
UU	73	1 UU von 69 UU									
Weitere Bedingungen	keine										
UFASC Statistik											
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>					<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten					
Beteiligte	4619	3,1%	Unfälle	3130	3,7%	201.599.000 €					
Getötete	59	3,1%	Unfallkategorie 1	55	3,1%	14.850.000 €					
Schwerverletzte	679	3,1%	Unfallkategorie 2	542	3,0%	146.340.000 €					
Leichtverletzte	2294	3,6%	Unfallkategorie 3	1496	3,6%	26.928.000 €					
			Unfallkategorie 4	1037	4,6%	13.481.000 €					
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten					
Pkw	3979	3,5%	Bundesstraßen	944	4,1%	56.268.000 €					
Bus	23	3,3%	Landesstraßen	1505	3,9%	94.771.000 €					
Lkw	252	2,6%	Kreisstraßen	398	2,9%	31.814.000 €					
Motorrad	272	2,0%	sonstige Straßen	283	3,0%	18.746.000 €					
Fußgänger	21	1,0%									
Fahrrad	45	0,6%									
Sonstige	27	1,1%									
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	12	Getötete	12	Schwere Personenschäden	12	SP / 1000 Unfälle	16	Unfallkosten	12	

Tabelle 5-42:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB1

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Regensensor, ASR/ABS/ESC (reaktiv) vorhanden
nur Infrastruktur	Streckenbeeinflussungsanlage (Nässewarnung nach MARZ)
C2C / V2V	Übermittlung fahrzeugautark erfasster Daten an nachfolgende Fahrzeuge
C2I / V2I	Übermittlung infrastrukturautark erfasster Daten an Fahrzeuge

- Sensoren zur Messung der Wasserfilmdicke und
- Niederschlagsmenge (für Prognose).

Zusätzlich könnten fahrzeugbasierte Informationen (Re-gensensor, ABS, ESC) verwendet werden.

Bei hoher Wasserfilmdicke oder großen Niederschlags-mengen kann – insbesondere bei zu hoher Geschwin-digkeit – eine Warnung vor Aquaplaning erfolgen. Diese kann über infrastrukturseitige, kollektive Wechselver-kehrszeichen (z. B. Streckenbeeinflussungsanlagen) oder individuell im Fahrzeug angezeigt werden.

5.5.3.2 Unfälle bei Schnee und Eis (UFASC UB2)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clu-sters

Bei glatten Fahrbahnbedingungen aufgrund von Schnee und Eis soll der Fahrzeuglenker gewarnt werden. Dieses UFASC schließt sämtliche Unfalltypen mit ein und ver-wendet ausschließlich die Unfallursache 72.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umset-zung

Ein entsprechendes System, welches auf unterschied-lichen Detektoren basiert, wurde bereits in Abschnitt 5.5.3.1 beschrieben. Maßgebend ist auch hier die Griff-igkeit der Fahrbahnoberfläche. Weitere Informationen zur Oberflächentemperatur und Restsalzgehalt könnten für ein straßenbetreiberseitiges Glättemodell, wie in Berich-ten der Bundesanstalt für Straßenwesen vorgeschlagen (vgl. Badelt, et al., 2003), ergänzend verwendet werden.

5.5.3.3 Unfälle bei reduzierter Griffigkeit der Fahr-bahnoberfläche (UFASC UB3)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clu-sters

In diesem UFASC werden diverse Unfallursachen mit Bezug zu Umfeld und Wetter – d.h. Öl (UU 70), andere Verunreinigungen (UU 71), Schnee und Eis (UU 72), Regen

(UU 73) und anderen Einflüssen wie Lehm usw. (UU 74) zusammengefasst. Es kann somit als Aggregat aus den beiden bereits beschriebenen UFASC UB 1 und UB2 (vgl. Abschnitte 5.5.3.1 und 5.5.3.2) zuzüglich weiterer Unfall-ursachen betrachtet werden.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umset-zung

Ein entsprechendes System, welches auf unterschied-lichen Detektoren basiert, wurde bereits in Abschnitt 5.5.3.1 beschrieben.

5.5.3.4 Unfälle bei Nebel (UFASC UB4)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clu-sters

Das UFASC Nebel setzt sich aus allen Unfällen auf Land-straßen mit der Unfallursache Nebel (UU 80) zusammen. Es werden dabei alle Unfalltypen verwendet.

Als ergänzende Unfallursache wird oftmals nicht ange-passte Geschwindigkeit (UU 13) genannt. Zu niedriger Sicherheitsabstand wird hingegen deutlich seltener als Unfallursache erwähnt.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umset-zung

Im Falle einer ausschließlichen Umsetzung für Nebel wä-ren folgende Informationen von hoher Wichtigkeit:

- Position von Fahrzeugen und Hindernissen
- aktuelle Geschwindigkeit
- Fahrbahnverlauf
- Sichtweite.

5.5.3.5 Unfälle bei Seitenwind (UFASC UB5)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clu-sters

Die Unfallursache Seitenwind (UU 83) wird beim UFASC Seitenwind mit allen Unfalltypen kombiniert.

Tabelle 5-43:
Statistischer Steckbrief für UFASC UB2

	Bedingungen											
UT	alle										77 UT von 77 UT	
UU	72										1 UU von 69 UU	
Weitere Bedingungen	keine											
UFASC Statistik												
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>									
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten						
Beteiligte	4940	3,3%	Unfälle	3616	4,3%	252.084.000 €						
Getötete	72	3,8%	Unfallkategorie 1	62	3,5%	16.740.000 €						
Schwerverletzte	884	4,0%	Unfallkategorie 2	701	3,9%	189.270.000 €						
Leichtverletzte	2561	4,0%	Unfallkategorie 3	1797	4,3%	32.346.000 €						
			Unfallkategorie 4	1056	4,6%	13.728.000 €						
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten						
Pkw	4304	3,8%	Bundesstraßen	935	4,0%	66.573.000 €						
Bus	28	4,0%	Landesstraßen	1478	3,9%	101.067.000 €						
Lkw	411	4,2%	Kreisstraßen	825	6,0%	58.973.000 €						
Motorrad	99	0,7%	sonstige Straßen	378	4,1%	25.471.000 €						
Fußgänger	21	1,0%										
Fahrrad	31	0,4%										
Sonstige	46	1,9%										
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	9	Getötete	11	Schwere Personenschäden	11	SP / 1000 Unfälle	13	Unfallkosten	11		

Tabelle 5-44:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB2

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Temperaturwarnung, ASR/ABS/ESC (reaktiv)
nur Infrastruktur	Streckenbeeinflussungsanlage (Glättewarnung nach MARZ)
C2C / V2V	Übermittlung fahrzeugautark erfasster Daten an nachfolgende Fahrzeuge
C2I / V2I	Übermittlung infrastrukturautark erfasster Daten an Fahrzeuge

Tabelle 5-45:
Statistischer Steckbrief für UFASC UB3

	Bedingungen											
UT	alle									77 UT von 77 UT		
UU	70, 71, 72, 73, 74									5 UU von 69 UU		
Weitere Bedingungen	keine											
UFASC Statistik												
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>					<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>							
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil		Unfallkosten				
Beteiligte	10604	7,1%		Unfälle	7452	8,8%		508.763.000 €				
Getötete	144	7,5%		Unfallkategorie 1	130	7,4%		35.100.000 €				
Schwerverletzte	1757	7,9%		Unfallkategorie 2	1401	7,8%		378.270.000 €				
Leichtverletzte	5360	8,3%		Unfallkategorie 3	3684	8,8%		66.312.000 €				
				Unfallkategorie 4	2237	9,8%		29.081.000 €				
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil		Unfallkosten				
Pkw	8847	7,8%		Bundesstraßen	1982	8,5%		128.864.000 €				
Bus	61	8,6%		Landesstraßen	3278	8,6%		218.438.000 €				
Lkw	726	7,4%		Kreisstraßen	1358	10,0%		101.907.000 €				
Motorrad	626	4,6%		sonstige Straßen	834	9,0%		59.554.000 €				
Fußgänger	68	3,3%										
Fahrrad	134	1,8%										
Sonstige	142	5,9%										
Reihfolge nach:	Anzahl Unfälle	5	Getötete	8	Schwere Personenschäden	6	SP / 1000 Unfälle	14	Unfallkosten	4		

Tabelle 5-46:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB3

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	ASR/ABS/ESC (reaktiv)
nur Infrastruktur	Streckenbeeinflussungsanlage (Nässe- und Glättewarnung)
C2C / V2V	Übermittlung fahrzeugautark erfasster Daten an nachfolgende Fahrzeuge
C2I / V2I	Übermittlung infrastrukturautark erfasster Daten an Fahrzeuge

Tabelle 5-47:
Statistischer Steckbrief für UFASC UB4

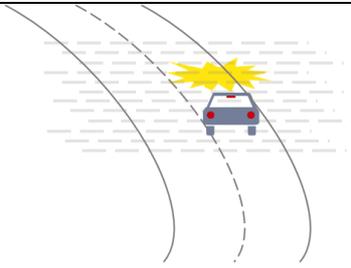
		Bedingungen								
UT	alle	77 UT von 77 UT								
UU	80	1 UU von 69 UU								
Weitere Bedingungen	keine									
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>				<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Beteiligte	333	0,2%		Unfälle	208	0,2%	17.304.000 €			
Getötete	5	0,3%		Unfallkategorie 1	5	0,3%	1.350.000 €			
Schwerverletzte	58	0,3%		Unfallkategorie 2	50	0,3%	13.500.000 €			
Leichtverletzte	150	0,2%		Unfallkategorie 3	93	0,2%	1.674.000 €			
				Unfallkategorie 4	60	0,3%	780.000 €			
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Pkw	279	0,2%		Bundesstraßen	60	0,3%	5.521.000 €			
Bus	2	0,3%		Landesstraßen	86	0,2%	6.448.000 €			
Lkw	30	0,3%		Kreisstraßen	42	0,3%	3.231.000 €			
Motorrad	13	0,1%		sonstige Straßen	20	0,2%	2.104.000 €			
Fußgänger	1	0,0%								
Fahrrad	2	0,0%								
Sonstige	6	0,2%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	19	Getötete	18	Schwere Personenschäden	19	SP / 1000 Unfälle	11	Unfallkosten	19

Tabelle 5-48:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB4

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	Abstandsassistent, Spurassistent, Geschwindigkeitsassistent
nur Infrastruktur	Streckenbeeinflussungsanlage (Sicht).
C2C / V2V	Übermittlung fahrzeugautark erfasster Daten an nachfolgende Fahrzeuge
C2I / V2I	Übermittlung infrastrukturautark erfasster Daten an Fahrzeuge

Tabelle 5-49:
Statistischer Steckbrief für UFASC UB5

		Bedingungen								
UT		alle		77 UT von 77 UT						
UU		83		1 UU von 69 UU						
Weitere Bedingungen		keine								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>							
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Beteiligte	132	0,1%	Unfälle	102	0,1%	11.861.000 €				
Getötete	4	0,2%	Unfallkategorie 1	4	0,2%	1.080.000 €				
Schwerverletzte	39	0,2%	Unfallkategorie 2	36	0,2%	9.720.000 €				
Leichtverletzte	67	0,1%	Unfallkategorie 3	51	0,1%	918.000 €				
			Unfallkategorie 4	11	0,0%	143.000 €				
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Pkw	71	0,1%	Bundesstraßen	32	0,1%	4.094.000 €				
Bus	1	0,1%	Landesstraßen	36	0,1%	4.660.000 €				
Lkw	22	0,2%	Kreisstraßen	29	0,2%	3.022.000 €				
Motorrad	23	0,2%	sonstige Straßen	5	0,1%	85.000 €				
Fußgänger	0	0,0%								
Fahrrad	11	0,1%								
Sonstige	4	0,2%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	20	Getötete	19	Schwere Personenschäden	20	SP / 1000 Unfälle	4	Unfallkosten	20

Tabelle 5-50:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB5

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	nicht bekannt
nur Infrastruktur	Windfahne/-sack, ggf. Windmesser mit Wechselverkehrszeichen
C2C / V2V	
C2I / V2I	Übermittlung infrastrukturautark erfasster Daten an Fahrzeuge

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Für die technische Umsetzung eines FAS wären folgende Informationen notwendig:

- infrastrukturseitige Erfassung der Windrichtung und -stärke und
- Fahrzeugtyp bzw.-aufbau (z. B. Lkw, Wohnwagen)

5.5.3.6 Unfälle bei blendender Sonne (UFASC UB6)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Unfälle, welche sich aufgrund von blendender Sonne ereignen (UU 82), werden in diesem UFASC zusammengefasst. Dies schließt analog zu den anderen Unfällen aufgrund von widrigen Umfeld- und Wetterbedingungen alle Unfalltypen ein.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Eine ausschließlich technische Umsetzung ist vermutlich nicht zielführend, da eine tiefstehende Sonne insbesondere morgens und abends die Fahrzeuglenker oft behindert. Daher ergibt sich im genannten Fall kein empfohlener Umsetzungsweg.

5.5.3.7 Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen für Unfälle bei widrigen Umfeld- und Wetterbedingungen

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

▪ Infrastrukturautarke Lösungsansätze

Infrastrukturautarke Lösungen bieten sich an gefährdeten Abschnitten an, z.B. Glätte auf Brücken, Nässe und Nebel in Senken. Dies kann sowohl statisch in Form eines Verkehrszeichens (Vz 113, 114, 274 in Kombination mit Vz 1007-30 oder 1053-37) als auch durch eine dynamische Erfassung der bei den einzelnen UFASC benannten Daten erfolgen.

Der grundlegende Vorteil von dynamischen infrastrukturautarken Systemen ist die direkte Erfassung von Witterungsinformationen gebündelt mit einer kollektiven Anzeige. Einschränkend sind die Investitionskosten, welche sich nur bei vielbefahrenen oder stark gefährdeten Abschnitten lohnen.

▪ Fahrzeugautarke Assistenzsysteme

Zur Vermeidung von witterungsbedingten Unfällen konnte in den zurückliegenden Jahren im Bereich von fahrzeugautarken Assistenzsystemen eine starke Marktdurchdringung z.B. von Fahrdynamikkontrollen und Temperaturanzeigen erreicht werden. Der Vorteil liegt primär in der flächendeckenden Verfügbarkeit der Systeme, allerdings wirken manche Systeme reaktiv und können somit einen Unfall unter bestimmten Umständen nicht verhindern.

▪ Fahrerassistenzsysteme basierend auf V2V-Kommunikation

Durch eine Aggregation der Daten aus fahrzeugautarken Systemen können V2V-basierte Systeme auch pro aktiv wirken, allerdings muss hierfür zunächst die Meldung durch ein (nicht gewartetes) Fahrzeug generiert werden und es müssen ausreichend viele ausgestattete Fahrzeuge vorhanden sein.

▪ V2I-basierende Fahrerassistenzsysteme

Punktuell könnte ein V2I-basiertes System ergänzend zur bisherigen Beschilderung vor erhöhter Glättegefahr z.B. auf Brücken warnen.

▪ Empfehlung

An Schwerpunkten des Unfallgeschehens mit hohen Verkehrsmengen sind Systeme mit Wechselverkehrszeichen notwendig. Für eine flächendeckende Wirkung sind jedoch fahrzeugautarke Assistenzsysteme unabdingbar.

5.5.4 Weitere UFASC

Aus den UT-UU-Kombinationen (vgl. Kapitel 4) ergeben sich noch zwei weitere UFASC, welche nachfolgend dargestellt werden:

Tabelle 5-51:
Statistischer Steckbrief für UFASC UB6

		Bedingungen									
UT		alle		77 UT von 77 UT							
UU		82		1 UU von 69 UU							
Weitere Bedingungen		keine									
UFASC Statistik											
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>						<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>					
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil		Unfallkosten			
Beteiligte	1376	0,9%		Unfälle	672	0,8%		54.433.000 €			
Getötete	19	1,0%		Unfallkategorie 1	18	1,0%		4.860.000 €			
Schwerverletzte	191	0,9%		Unfallkategorie 2	153	0,9%		41.310.000 €			
Leichtverletzte	580	0,9%		Unfallkategorie 3	350	0,8%		6.300.000 €			
				Unfallkategorie 4	151	0,7%		1.963.000 €			
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil		Unfallkosten			
Pkw	1013	0,9%		Bundesstraßen	201	0,9%		13.186.000 €			
Bus	7	1,0%		Landesstraßen	299	0,8%		26.235.000 €			
Lkw	101	1,0%		Kreisstraßen	123	0,9%		10.914.000 €			
Motorrad	125	0,9%		sonstige Straßen	49	0,5%		4.098.000 €			
Fußgänger	14	0,7%									
Fahrrad	94	1,3%									
Sonstige	22	0,9%									
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	18	Getötete	15	Schwere Personenschäden	17	SP / 1000 Unfälle	10	Unfallkosten	17	

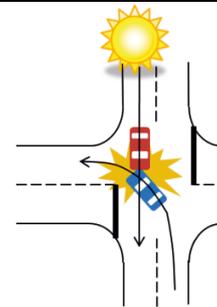


Tabelle 5-52:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC UB6

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	nicht bekannt
nur Infrastruktur	nicht bekannt
C2C / V2V	nicht bekannt
C2I / V2I	nicht bekannt

- Unfälle mit alkoholisierten Beteiligten und
- Unfälle mit der Unfallursache „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (UU: 49).

5.5.4.1 Unfälle mit alkoholisierten Beteiligten (UU1)

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Da Alkohol bei Verkehrsunfällen oftmals als Ursache genannt wird, wurde ein UFASC gebildet, welches die Unfallursache Alkoholeinfluss (UU 1) beinhaltet.

Anforderungen und Skizzierung der technischen Umsetzung

Bei einem Fahrerassistenzsystem zur Verhinderung von Unfällen unter Alkoholeinfluss sollte ein Unterbinden des Fahrens angestrebt werden. Dies bedeutet, dass bereits vor Fahrtbeginn der Zustand des Fahrers kontrolliert werden muss.

Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen

Eine fahrzeugautarke Lösung kann als alternativlos angesehen werden. Es bleibt jedoch fraglich, ob eine Kaufbereitschaft existiert und ob eine technische Lösung zielführend ist.

5.5.4.2 Unfälle mit UU49

Beschreibung des Unfall-Fahrerassistenzsystem-Clusters

Aufgrund der großen Häufigkeit der Unfallursache „Andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (UU 49) wurde ein eigenes Cluster gebildet. Ergänzend und vertiefend wird hierzu auf die Abbildung 5 4 verwiesen, welche das Cluster entsprechend den Unfalltypen gruppiert. Die Darstellung ist absteigend nach der Anzahl Unfälle für die zehn

häufigsten Unfalltypen sortiert. Auffallend ist dabei die große Anzahl an Fahrnfälle auf Geraden (UT 141).

Eine Skizzierung einer technischen Umsetzung ist nicht möglich, da es sich um eine Quantifizierung ausschließlich einer unspezifischen Unfallursache handelt. Aus der UFASC Statistik in Tabelle 5-55 lässt sich jedoch ableiten, dass viele Unfälle ohne näher genannte Unfallursache geschehen. Die Folgeschwere ist bei Unfällen mit der Unfallursache 49 besonders hoch. Eine mögliche Begründung hierfür könnte in der polizeilichen Unfallaufnahme liegen, da bei verbleibenden Unsicherheiten – insbesondere bei folgeschweren Unfällen – weitere Fehler beim Fahrzeuglenker aufgeführt werden.

Während Tabelle 5-55 Unfälle darstellt bei denen die Unfallursache 49 mit aufgeführt ist, führt Tabelle 5-56 ausschließlich jene Unfälle an, bei welchen die Unfallursache „Andere Fehler beim Fahrzeugführer“ isoliert und ohne weitere Angaben zu den Unfallursachen genannt wird.

Es muss zusätzlich zur extrahierten Statistik ergänzt werden, dass auch in der Unfalldatenbank des Landes Nordrhein-Westfalen mit knapp 57 % eine hohe Anzahl an Unfällen ohne jegliche Unfallursache eingetragen wurden. Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Unfällen ohne Angabe einer einzigen Unfallursache auf Bundesstraßen. Dieser Sachverhalt ist in Tabelle 5-57 aufgeführt.

Bei bestimmten UFASC, z. B. bei Unfällen mit Tieren (vgl. Abschnitt 5.5.2.8), wurde auf einzelne der nachfolgenden Unfälle zurückgegriffen, da keine Unfallursache verwendet wurde.

Für eine zielführende Forschung im Bereich der Verkehrssicherheit ist dies nicht zufriedenstellend. Unter Aspekten der Unfallforschung wäre es daher erstrebenswert, deutlich mehr bzw. differenziertere Unfallursachen zu erfassen, diese grundlegend zu überarbeiten und auf unspezifische Unfallursachen nach Möglichkeit zu verzichten.

Tabelle 5-53:
Statistischer Steckbrief für UFASC UU1

		Bedingungen								
UT		alle		77 UT	von 77 UT					
UU		1		1 UU	von 69 UU					
Weitere Bedingungen		keine								
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>				<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil			Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Beteiligte	7936	5,3%		Unfälle	5915	7,0%	494.995.000 €			
Getötete	163	8,5%		Unfallkategorie 1	149	8,5%	40.230.000 €			
Schwerverletzte	1780	8,0%		Unfallkategorie 2	1436	8,0%	387.720.000 €			
Leichtverletzte	3105	4,8%		Unfallkategorie 3	2151	5,1%	38.718.000 €			
				Unfallkategorie 4	2179	9,6%	28.327.000 €			
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil		Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Pkw	6262	5,5%		Bundesstraßen	1493	6,4%	119.986.000 €			
Bus	21	3,0%		Landesstraßen	2496	6,5%	193.444.000 €			
Lkw	256	2,6%		Kreisstraßen	1059	7,8%	101.073.000 €			
Motorrad	505	3,7%		sonstige Straßen	867	9,3%	80.492.000 €			
Fußgänger	241	11,5%								
Fahrrad	593	8,0%								
Sonstige	58	2,4%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	6	Getötete	7	Schwere Personenschäden	5	SP / 1000 Unfälle	9	Unfallkosten	5

Tabelle 5-54:
Stand einer technischen Realisierung für UFASC mit UU1

Mögliche Realisierungsansätze für FAS	Stand der technischen Realisierung
Fahrzeug autark	eine Alkoholkontrolle (Alcoguard) wird in Kürze von Volvo am Markt eingeführt werden.
nur Infrastruktur	nicht möglich
C2C / V2V	nicht bekannt
C2I / V2I	nicht bekannt

Tabelle 5-55:
Statistischer Steckbrief für UFASC UU49

		Bedingungen								
UT	alle	77 UT von 77 UT		?						
UU	49	1 UU von 69 UU								
Weitere Bedingungen	keine									
UFASC Statistik										
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>							
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Beteiligte	29997	20,0%	Unfälle	19507	23,1%	1.791.727.000 €				
Getötete	625	32,7%	Unfallkategorie 1	577	32,8%	155.790.000 €				
Schwerverletzte	6195	28,0%	Unfallkategorie 2	5201	29,0%	1.404.270.000 €				
Leichtverletzte	14866	23,1%	Unfallkategorie 3	10638	25,4%	191.484.000 €				
			Unfallkategorie 4	3091	13,6%	40.183.000 €				
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten				
Pkw	20777	18,3%	Bundesstraßen	5350	23,0%	454.522.000 €				
Bus	137	19,4%	Landesstraßen	8364	21,9%	753.698.000 €				
Lkw	1999	20,4%	Kreisstraßen	3275	24,0%	343.007.000 €				
Motorrad	3568	26,2%	sonstige Straßen	2518	27,0%	240.500.000 €				
Fußgänger	503	24,0%								
Fahrrad	2374	32,2%								
Sonstige	639	26,4%								
Reihenfolge nach:	Anzahl Unfälle	2	Getötete	1	Schwere Personenschäden	1	SP / 1000 Unfälle	7	Unfallkosten	1

Tabelle 5-56:
Statistischer Steckbrief für UFASC UU49isoliert (ohne weitere Unfallursachen)

		Bedingungen				
UT	alle	77 UT von 77 UT		?		
UU	49	1 UU von 69 UU				
Weitere Bedingungen	Es werden keine weiteren Unfallursachen erwähnt.					
UFASC Statistik						
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>			
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Beteiligte	15646	10,5%	Unfälle	9932	11,8%	915.227.000 €
Getötete	295	15,4%	Unfallkategorie 1	277	15,7%	74.790.000 €
Schwerverletzte	3112	14,1%	Unfallkategorie 2	2666	14,9%	719.820.000 €
Leichtverletzte	8006	12,5%	Unfallkategorie 3	5952	14,2%	107.136.000 €
			Unfallkategorie 4	3091	13,6%	40.183.000 €
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten
Pkw	10171	9,0%	Bundesstraßen	2601	11,2%	218.941.000 €
Bus	90	12,7%	Landesstraßen	4286	11,2%	385.310.000 €
Lkw	1044	10,6%	Kreisstraßen	1716	12,6%	184.065.000 €
Motorrad	2157	15,9%	sonstige Straßen	1329	14,3%	126.911.000 €
Fußgänger	314	15,0%				
Fahrrad	1482	20,1%				
Sonstige	388	16,0%				

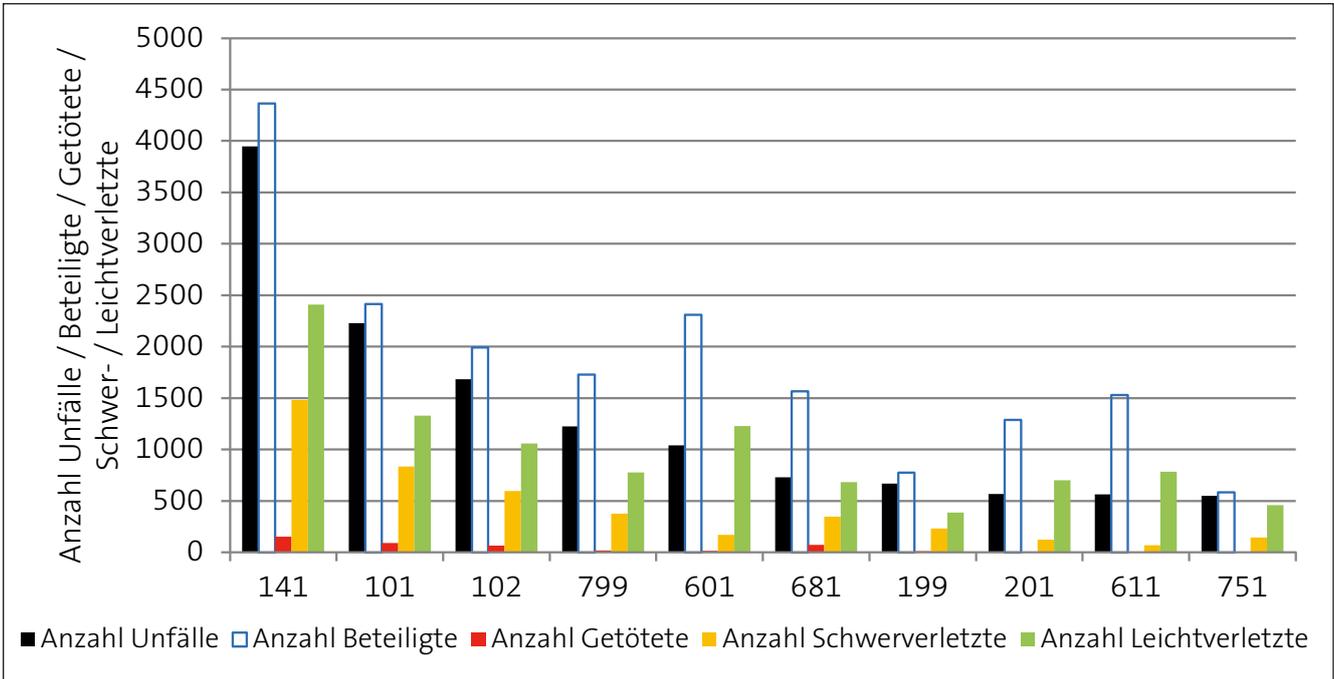


Abbildung 5-4: Aufteilung der UT des UFASC UU49 absteigend nach Anzahl Unfälle sortiert

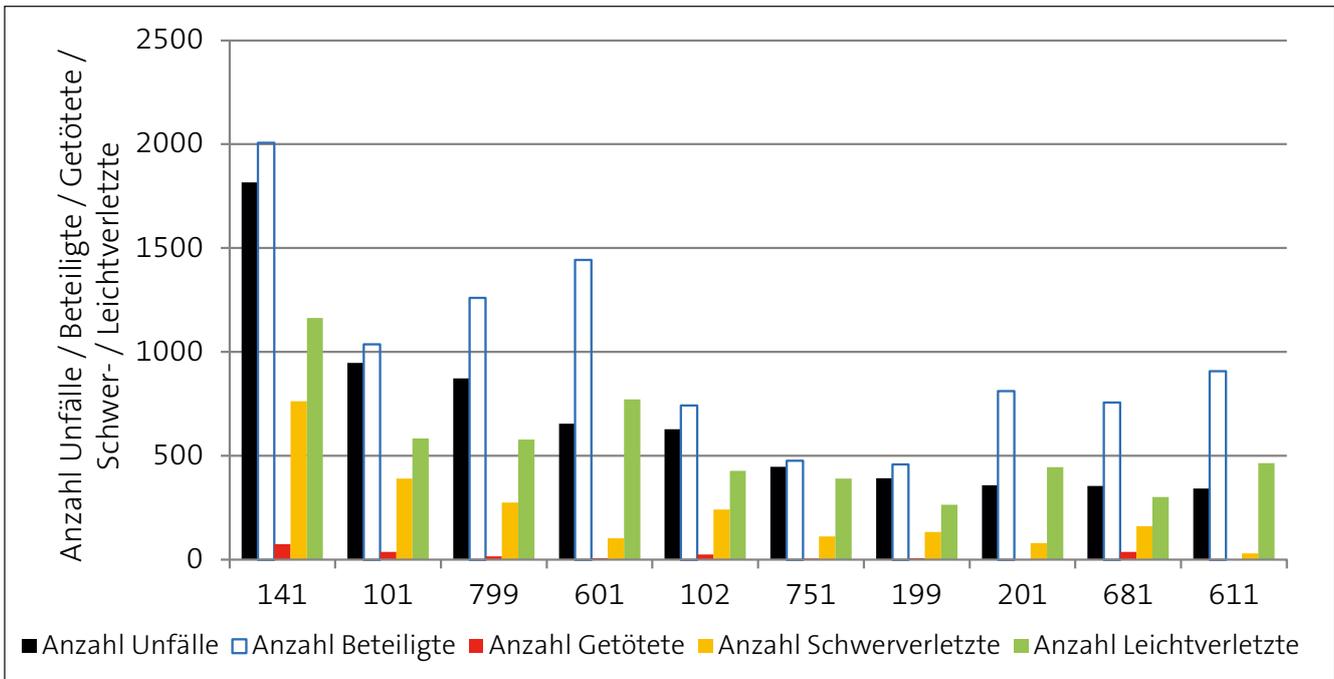


Abbildung 5-5: Aufteilung der UT des UFASC UU49 isoliert (ohne weitere Unfallursachen) absteigend nach Anzahl Unfälle sortiert

Tabelle 5-57:
Statistischer Steckbrief für Unfälle ohne eine einzige Unfallursache

Bedingungen				nur Unfälle ohne UU					
UT	alle	77 UT	von 77 UT						
UU	keine	0 UU	von 69 UU						
Weitere Bedingungen	keine								
Statistik aus der Unfalldatenbank NRW									
<i>Beteiligtenbezogene Betrachtungsweise</i>			<i>Unfallbezogene Betrachtungsweise</i>						
	Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Beteiligte	102486	68,5%	Unfälle	47858	56,7%	3.213.135.000 €			
Getötete	984	51,5%	Unfallkategorie 1	902	51,3%	243.540.000 €			
Schwerverletzte	11366	51,4%	Unfallkategorie 2	8691	48,5%	2.346.570.000 €			
Leichtverletzte	41518	64,6%	Unfallkategorie 3	25116	59,9%	452.088.000 €			
			Unfallkategorie 4	13149	57,8%	170.937.000 €			
Verkehrsmodi	Anzahl	Anteil	Unfälle auf:	Anzahl	Anteil	Unfallkosten			
Pkw	79242	69,8%	Bundesstraßen	14693	63,1%	975.901.000 €			
Bus	521	73,8%	Landesstraßen	22031	57,7%	1.482.221.000 €			
Lkw	7257	73,9%	Kreisstraßen	6540	48,0%	477.850.000 €			
Motorrad	7481	55,0%	sonstige Straßen	4594	49,3%	277.163.000 €			
Fußgänger	1372	65,6%							
Fahrrad	4974	67,4%							
Sonstige	1639	67,6%							

5.6 Zielführende Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit

Nachfolgende Tabelle 5-58 stellt eine vereinfachte Zusammenfassung der Beschreibung der Umsetzungswege und Empfehlungen aus den Abschnitten 5.5.1 bis 5.5.4.2 dar. Es wird dabei nach Möglichkeit die zielführendste kurz- und mittelfristige Realisierungsoption beschrieben. Als zielführend wird dabei verstanden, dass in einem kurzen Zeitraum viele Unfälle durch ein Fahrerassistenzsystem abgemildert oder gar vermieden werden können.

Aufgrund der Vielfältigkeit der verschiedenen Unfallhergänge haben sämtliche Systeme ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Diese wurden in den Abschnitten 5.5.1 bis 5.5.4.2 umfassender diskutiert und werden nachfolgend in Tabelle 5-59 stark vereinfacht wiedergegeben.

Somit ist festzuhalten, dass die Mehrzahl der räumlich diffus verteilten Unfälle idealerweise mit fahrzeugseitigen System adressiert wird, da vorher unklar ist, wo sich ein Unfall ereignen wird.

Unfälle an Knotenpunkten sind jedoch räumlich eindeutig abgrenzbar und sie ereignen sich sehr häufig, obschon ihre Folgeschwere niedriger ist als bei anderen Unfallclustern. Ferner besteht an Knotenpunkten immer die Gefahr, dass Verkehrsteilnehmer durch fahrzeugseitige Sensorik wegen Verdeckungen wie z. B. wartende Fahrzeuge oder Gebäude nicht erfasst werden können. Berechnungen an Knotenpunkten bedingen eine sehr hohe (räumliche) Auflösungsgenauigkeit, welche V2I-Systeme aufgrund ihrer Erfassung und Kalibrierung erfüllen können. Daher sind infrastrukturgestützte Assistenzsysteme an Knotenpunkten der effizienteste Weg um einen positiven Einfluss auf die Anzahl an Verunfallten und Unfälle zu nehmen.

Tabelle 5-58:
Überblick an zielführenden Lösungswegen für Assistenzsysteme zur Erhöhung der Verkehrssicherheit

Typ	UFASC		beschrieben in Abschnitt:	Assistenzsysteme			
				Infrastrukturausk	Fahrzeugausk	V2V	V2I
Knoten- punkt	KP1	Unfälle infolge von Vorfahrtsfehlern	5.5.1.1	✘	●	●	✓
	KP2	Unfälle bei eingeschalteter LSA	5.5.1.2	✘	●	●	✓
	KP3	Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	5.5.1.3	●	●	●	✓
freie Strecke	FS1	Fahrerunfälle in Kurven	5.5.2.1	✓	✓	✘	●
	FS2	Fahrerunfälle auf Geraden	5.5.2.2	✘	✓	✘	✘
	FS3	Unfälle bei Stau	5.5.2.3	✘	●	✓	✘
	FS4	Unfälle bei überholenden Fahrzeugen	5.5.2.4	✘	●	✓	✘
	FS5	Unfälle durch begegnende Fahrzeuge	5.5.2.5	✘	●	✓	✘
	FS6	Unfälle bei wendenden Fahrzeugen	5.5.2.6	✘	●	✓	✘
	FS7	Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern	5.5.2.7	✘	✓		✘
	FS8	Unfälle mit Tieren	5.5.2.8	✓	✓		●
	FS9	Unfälle mit temporären Hindernissen	5.5.2.9	✘	✓	✘	✘
UB	Unfälle aufgrund von Regen, Eis, Nässe, usw.	5.5.3	●	✓	●	✘	
UU1	Unfälle mit alkoholisierten Beteiligten	5.5.4.1	✘	✓	✘	✘	
Legende:							
✓ empfohlener Lösungsweg ● wichtiger Lösungsweg ✘ wenig zielführend							

Tabelle 5-59:
Vor- und Nachteile der vier verschiedenen Assistenzsystemkategorien

	Vorteile	Nachteile
Infrastruktur- autarke Systeme	wirken immer kollektiv, punktuell und präzise . Nach einer baulichen Umsetzung ist der Nutzen zeitnah ermittelbar.	sind kostenintensiv aufgrund von Wechselverkehrszeichen und nur für vergleichsweise kleine Umgriffe geeignet.
Fahrzeug- autarke Assistenz- systeme	wirken grundsätzlich individuell und flächendeckend . Die Investitionskosten werden vom Fahrzeugkäufer getragen.	benötigen mindestens eine Fahrzeuggeneration um sich durchzusetzen, agieren reaktiv und können keine baulichen Besonderheiten berücksichtigen.
V2V- basierende Systeme	wirken stets individuell, flächendeckend und können eine Vielzahl an Messgrößen auch von anderen Fahrzeugen berücksichtigen. Sie können somit auch mit Einschränkungen „ um die Ecke “ schauen . Es findet ebenfalls eine Privatisierung der Investitionskosten statt.	werden aller Erwartung nach zuerst in hochpreisigen Fahrzeugen verfügbar sein und können nicht funktionieren ohne kommunizierende Fahrzeuge, d.h. es gibt eine starke Abhängigkeit von Verkehrsmenge und Ausstattungsgrad. Entscheidungen über die zutreffende Reaktion werden dezentral in jedem Fahrzeug getroffen.
V2I- basierende Systeme	können fahrzeugbasierte Informationen um eine raum- und zeitunabhängige Komponente unter Berücksichtigung präziser lokaler Messungen und Prognoserechnungen erweitern. Aufgrund der maßgeschneiderten punktuellen Einrichtung können „Sonderfälle“ berücksichtigt werden.	werden aller Voraussicht nach eher punktförmig eingesetzt werden und sind ähnlich kostenintensiv wie infrastrukturautarke Systeme. Ungewiss ist die Finanzierung und Kostenaufteilung für Wartung und Kalibrierung.

6 Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung des Berichts

Kooperative infrastrukturbasierte Fahrerassistenzsysteme sind derzeit noch nicht am Markt erhältlich. Allerdings befinden sich diverse Anwendungen im Rahmen von nationalen und internationalen Forschungsprojekten in einem fortgeschrittenen Entwicklungs- und Erprobungsstadium. Dazu gehören u. a. Knotenpunktassistenten.

Dem vorliegenden Bericht liegt eine empirische Untersuchung zugrunde. Es wurden Unfalldaten auf Landstraßen aus den Jahren 2004 bis 2008 aus Nordrhein-Westfalen ausgewertet. Nachfolgende Tabelle stellt ein Auszug der in Kapitel 5 entwickelten Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (UFASC) dar und wird nachfolgend zusammenfassend erläutert.

Unfälle im Bereich von **Knotenpunkten** ereignen sich sehr häufig, sie sind jedoch relativ wenig folgeschwer. Aufgrund der großen Anzahl an Unfällen (vgl. Tabelle 6-1 bzw. Abschnitt 5.5.1) ist die Entwicklung und Verbreitung von Knotenpunktassistenten wünschenswert.

Der Einsatz von V2I-basierten Systemen bietet sich an Knotenpunkten besonders an, da sie punktuell ausgeprägt sind und somit durch eine geschickte Wahl an Standorten für die Installation von relativ wenigen, infrastrukturseitigen Sensoren alle Arten von Verkehrsteilnehmern (d. h. motorisierte und nicht motorisierte, mit FAS ausgestattete und nicht ausgestattete) kontinuierlich und weitestgehend verdeckungsfrei erfasst werden können. Mit den in der Karte verorteten Verkehrsteilnehmern kann eine wahrheitsbasierte Bewegungsprognose errechnet werden und einzelne Fahrzeuge können durch die Infrastruktur Aufforderungen beispielsweise zum Bremsen erhalten.

Unfälle mit **nicht angepasster Geschwindigkeit in Kurven und auf Geraden** sind besonders folgeschwer: 19 % aller Unfälle sind für 26 % aller Getöteten und 23 % aller Schwerverletzten verantwortlich (vgl. Tabelle 6-1). Es besteht dringender Handlungsbedarf, die in der Entwicklung

befindlichen Systeme schnellstmöglich aus der Forschung in die Praxis zu überführen. Als Lösungsansätze bieten sich sowohl fahrzeugautarke, V2V- als auch V2I-basierte Systeme an. Fahrzeugautarke und V2V-basierte Systeme sind vorzugsweise für streckenförmige bzw. flächendeckende Bereiche zu verwenden. V2I-gestützte Systeme sind aufgrund der Infrastrukturkosten eher für Unfallschwerpunkte einzusetzen. Eine bessere Implementierung in fahrzeugautarke Systeme ist aufgrund der räumlichen Ausprägung, Unfallschwere und -häufigkeit geboten.

Unfälle mit **entgegenkommenden Fahrzeugen**, z. B. beim Überholen und Schneiden von Kurven, resultieren ebenfalls in einer überdurchschnittlich hohen Folgeschwere. Dies gilt insbesondere in Bezug auf Getötete, jedoch auch für Schwerverletzte. Erste Lösungsansätze sind z. B. in Form von Überholassistenten in Entwicklung. Zur Vermeidung von Unfällen beim Spurwechsel nach links bzw. zurück eignen sich fahrzeugautarke „Tote Winkel“-Assistenten. Für die Erfassung des entgegenkommenden Verkehrs ist eine räumlich weiterreichende Detektion erforderlich. Aufgrund der notwendigen Sichtachse bei fahrzeugautarken Systemen, der eingeschränkten Reichweite der Kommunikation von V2V und der hohen Investitionskosten bei einer V2I-Lösung ist eine technische Realisierung zwar möglich, allerdings sehr aufwändig. Weiter ist fraglich, ob Verkehrsenker eine Nicht-Warnung richtig interpretieren, nämlich dass das FAS keine Gefahr ermittelt hat, es aber dennoch Gegenverkehr geben könnte.

Aquaplaning, welches u.a. mit der **Unfallursache „Regen“** (UU 73) zusammengefasst wird, ist durchschnittlich häufig als explizite Unfallursache angeführt. Die Unfallfolgen sind im Vergleich zu den beiden zuvor beschriebenen Fällen relativ gering. Bei einer Ermittlung des Fahrbahnzustandes bieten sich aus Gründen der Messgenauigkeit und proaktiven Warnung räumlich begrenzte Systeme mit Wechselverkehrszeichen und/oder V2I Kommunikation an. Der Fahrbahnzustand kann jedoch auch durch fahrzeugseitige Sensorik erfasst und Warnungen ggf. von Fahrzeug zu Fahrzeug übertragen werden (V2V). Aufgrund der flächenhaften Ausprägung von Unfällen bei Nässe erscheinen fahrzeugautarke und V2V-Systeme langfristig zielführender.

Nicht zufriedenstellend im Hinblick auf die Auswertung der Unfallursachen **ist die häufige Nennung von „andere Fehler beim Fahrzeugführer“** (= UU 49). Es kann vermutet werden, dass diese Unfallursache aufgrund einer umfassenderen Unfallrekonstruktion insbesondere bei folgenschweren Unfällen häufiger angegeben wird, da Unklarheiten über Details zum Unfallhergang verbleiben. Es besteht hier Verbesserungsbedarf in Form einer Überarbeitung durch eine Ergänzung und weitere Detaillierung der Unfallursachenliste. Ein zurückhaltender Einsatz der Ursache „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ durch Polizeibeamte wäre wünschenswert, da die Angabe für die Unfallforschung nicht aussagekräftig und weiterverwendbar ist.

6.2 Endergebnis und Ausblick

Übersicht des Berichts

Durch die Aufteilung auf verschiedene Fahrvorgänge in Kombination mit Unfallursachen auf Landstraßen konnten Unfall-Fahrerassistenzsystem-Cluster (UFASC) gebildet werden. In Kapitel 5 wurden dabei Anforderungen an eine technische Realisierung dargestellt. In einem weiteren Schritt wurde der aktuelle Stand der Entwicklung gezeigt. Dem folgte eine kritische Betrachtungsweise, ob die gewählte Technologie im Sinne der Verkehrssicherheit tatsächlich zielführend ist. Dabei erwies sich z.B. eine Hinderniswarnung als nicht besonders relevant, da Unfälle mit Hindernissen sich eher selten ereignen. Andere Unfallcluster sind wesentlich häufiger und folgenschwerer und bedürften somit einer schnelleren und umfassenden Verbesserung. Im genannten Schritt wurde insbesondere Wert auf die Anwendbarkeit infrastrukturgestützter Fahrerassistenzsysteme gelegt. Als maßgebendes Kriterium wurde dabei die Lösungsansatzkonkurrenz durch fahrzeugautarke und V2V-basierende Systeme verwendet. Im Regelfall kann dabei festgestellt werden, dass viele sicherheitsrelevante Aspekte ebenfalls mit allen drei Technologien gelöst werden können, jedoch ist V2I meist wegen der zu installierenden Infrastruktur räumlich beschränkt und wird dabei keinen besonders relevanten Mehrwert zur Verkehrssicherheit leisten können.

Dieser Zusammenhang gilt jedoch nicht für Knotenpunkte, da dort fahrzeugautarke und V2V-Systeme keine umfassende Erfassung sämtlicher Verkehrsteilnehmer leisten können. Jedoch ist eine Prognoseberechnung aller Fahrzeuge und aller anderen Teilnehmer zur Verhinderung von Unfällen an Knotenpunkten unumgänglich.

Für einen abgestimmten Prozess mit Interessensvertretern aus Fahrzeugindustrie und Verwaltung ist somit festzustellen, dass Unfälle an Knotenpunkten am besten mit infrastrukturgestützten Systemen zu mindern sind. Dies gilt wie gezeigt für Landstraßen und dürfte aller Erwartung nach ähnlich innerhalb geschlossener Ortschaften gelten.

Ausblick

Der wichtigste Schritt in der nahen Zukunft wird sein, die verschiedensten in Entwicklung befindlichen Systeme in die Praxis zu überführen. Hierfür sind eine Abstimmung und Definition von Standards erforderlich. Dies gilt insbesondere für Schnittstellen und Kommunikation sowie die Klärung der Finanzierung speziell der auf Infrastrukturseite erforderlichen Komponenten und rechtliche Belange.

Eine möglicherweise unterschätzte Entwicklungsvariante könnte sich über mobile Endgeräte ergeben, wie die schnelle Entwicklung und Verbreitung von Navigationssystemen in den zurückliegenden Jahren gezeigt hat. Mobile Endgeräte böten auch die Chance die zum Teil beschränkenden Aspekte von V2V-Technologien zu kompensieren, da Mindestausstattungsdaten von Fahrzeugen übergangen werden können. Assistenzsysteme in der Infrastruktur an Knotenpunkten könnten an mobile Endgeräte individualisierte Informationen aussenden. Die mobilen Endgeräte würden diese in eine akustische und visuelle Warnung in den entscheidenden Fahrzeugen umwandeln. Diese Realisierungsmöglichkeit ohne fahrzeugautarke Detektion an Knotenpunkten kann nur von infrastrukturbasierten Systemen geboten werden.

Tabelle 6-1:
Übersicht von häufigen UFASC

	An Knoten- punkten	Nicht angepasste Geschwindigke it in Geraden und Kurven	Entgegen- kommende Fahrzeuge	Mit Unfall- ursache „bei Nässe“	Unfallursache 49
dabei zusammen- gefasste UFASC	KP1, KP2, KP3	FS1, FS2	FS5	UB1	UFASC UU 49
siehe Abschnitte	5.5.1	5.5.2.1 und 5.5.2.2	5.5.2.5	5.5.3.1	5.5.2.4
Unfälle	24613	16387	5339	3130	19348
Anteil Unfälle	29,2%	19,4%	6,3%	3,7%	22,9%
Getötete	360	503	265	59	621
Anteil Getötete	18,8%	26,3%	13,9%	3,1%	32,5%
Schwer- verletzte	5416	5183	2121	679	6151
Anteil Schwer- verletzte	24,5%	23,4%	9,6%	3,1%	27,8%
Mögliche FAS Technologie	V2I	alle	Alle, jedoch mit unterschied- lichen Schwer- punkten	Alle, jedoch mit unterschied- lichen Schwer- punkten	—
Entwicklungs- stand V2I	fort- geschrittene Forschung	fort- geschrittene Forschung	Forschung	fort- geschrittene Forschung	nicht möglich

7 Literaturverzeichnis

AASHTO. 2005. AASHTO Safety Strategic Highway Safety Plan. <http://safety.transportation.org>. [Online] 2005. [Zitat vom: 15. Oktober 2009.] <http://safety.transportation.org/doc/Safety-StrategicHighwaySafetyPlan.pdf>.

Assenmacher, S. und Busch, F. 2007. DIWA - Direkte Information und Warnung für Autofahrer. München: s. n., 2007.

Assing, K. 2002. Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern. Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2002.

Badelt, H. und Breitenstein, J. 2003. Modell zur Glättewarnung im Straßenwinterdienst. Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2003.

Bakaba, J. E. und Ortlepp, J. 2009. Bekämpfung von Baumunfällen für mehr Sicherheit auf Landstraßen. Zeitschrift für Verkehrssicherheit. 2009, 2.

Baum, H. und Höhnscheid, K.-J. 2000. Volkswirtschaftliche Kosten der Personenschäden im Straßenverkehr. Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2000.

Böhm, L. und Spahn, V. 2008. Die Definition von „Unfallhäufungen“ als Basis für sicherheitsverbessernde Maßnahmen im Straßennetz. Straßenverkehrstechnik. 2008, Bd. 11.

Carsten, O.M.J. und Tate, F.N. 2005. Intelligent speed adaptation: accident savings and cost–benefit analysis. Accident Analysis & Prevention. 3, 2005, Bd. 37.

de.wikipedia.org. 2009. de.wikipedia.org. de.wikipedia.org. [Online] 6. Dezember 2009. [Zitat vom: 6. Dezember 2009.] <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Fahrerassistenzsystem&oldid=67678617>.

Destatis. 2005. Verkehr - Verkehrsunfälle 2004 - Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden : s. n., 2005.

— . 2006. Verkehr - Verkehrsunfälle 2005 - Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden : s. n., 2006.

— . 2007. Verkehr - Verkehrsunfälle 2006 - Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden : s. n., 2007.

— . 2008. Verkehr - Verkehrsunfälle 2007 - Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden : s. n., 2008.

— . 2009a. Verkehr - Verkehrsunfälle 2008 - Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden : s. n., 2009a.

— . 2009b. Zeitreihen der wichtigsten Merkmale der Straßenverkehrsunfallstatistik. Destatis.de. [Online] 01. 10 2009b. [Zitat vom: 01. 10 2009.] <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1024217>.

Dinkel, A., Leonhardt, A. und Busch, F. 2008. Erweiterte Untersuchung der Sichtweite und Nässe, München. internes Dokument. 2008.

Ewert, U. und Eberling, P. 2009. Sicherheit auf Ausserortsstrassen. Bern : Beratungsstelle für Unfallverhütung - bfu-Report 61, 2009.

Färber, B. und Färber, B. 2004. Mehr Verkehrssicherheit durch intelligente Steuerung von Telematik-Systemen? [Buchverf.] B. Schlag. Verkehrspsychologie - Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz. Lengerich: Pabst, 2004.

FGSV. 2003. Merkplatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen - Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten. Köln: FGSV Verlag, 2003.

Gail, J., et al. 2008. Einfluss verbesserter Fahrzeugsicherheit bei Pkw auf die Entwicklung von Landstraßenunfällen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2008.

GDV / Institut für Straßenverkehr. 1998. Unfalltypen-Katalog - Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps. Köln: Veröffentlichungen Institut für Straßenverkehr des GDV, 1998. 0724-3693.

Gerlach, J., Kesting, T. und Thiemeyer, E.-M. 2009. Möglichkeiten der schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2009.

Hegewald, A. und Weber, R. 2008. Unfälle auf schmalen Landstraßenquerschnitten. Straßenverkehrstechnik. 2008, 11. Höhnscheid, K.-J., et al. 2008. Assessment of Road Safety Measures. Bremerhaven : Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2008.

Kates, R. 2004. Statistische Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit an Unfallhäufungen auf Bundes- und Staatsstraßen in Bayern. München: s.n., 2004.

Kraftfahrtbundesamt. KBA 2009 - Fahrzeugzulassungen - Bestand - Fahrzeugalter - Stand 1. Januar 2009. [Online] [Zitat vom: 27. Oktober 2009.] http://www.kbashop.de/wcsstore/KBA/Attachment/Kostenlose_Produkte/b_alter_fahrzeuge_2009.pdf.

Lank, C., B. Steinauer. 2010. Einsatz von Rüttelstreifen im Annäherungsbereich von unfallträchtigen Landstraßenkurven. Straßenverkehrstechnik. 2010, 09.

Lippold, C., Weise, G. und Jährig, T. 2009. Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen.pdf. Dresden: s.n., 2009.

LStaD. 2009. Unfalldaten auf Landstraßen in Bayern. München: s. n., 2009.

Maier, Reinhold. 2007. Verkehrstelematik - Unterstützung des Fahrers oder Ablenkung. Straßenverkehrstechnik. 04 2007, S. 175-182.

Matena, S. und Weber, R. 2009. Selbsterklärende Straßen - Vergleich der Ansätze in Europa. Zeitschrift für Verkehrssicherheit. 2009, 3.

OECD. 2003. Road Safety - Impact of New Technologies. Paris : OECD Publishing, 2003.

—. 1999. Safety Strategies for Rural Roads. Paris : OECD Publishing, 1999.

—. 2006. Speed Management. Paris : OECD Publishing, 2006.

—. 2008. Towards Zero - Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach. Paris : OECD Publishing, 2008.

- Otte, Dietmar. 2000. Charakteristika von Unfällen auf Landstraßen. Bremerhaven : Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2000.
- Petermann, I., Weller, G. und Schlag, B. 2007. Beitrag des visuellen Eindrucks zur Erklärung des Unfallgeschehens in Landstraßenkurven. Straßenverkehrstechnik. 2007, Bd. 8.
- RAA. 2008. RAA - Richtlinien für die Anlage von Autobahnen. Köln: FGSV Verlag, 2008.
- Rapp, M., et al. 2008. Einfluss von Fahrerassistenzsystemen auf die Leistungsfähigkeit von Strassennetzen. Bern : s. n., 2008.
- StVO. 2009. Straßenverkehrsordnung. [Online] 1. September 2009. [Zitat vom: 1. September 2009.] <http://bundesrecht.juris.de/stvo/index.html>.
- Topp, H. 2008. Wie schnell ist sicher? Geschwindigkeit und Verkehrssicherheit. Straßenverkehrstechnik. 2008, Bd. 7.
- Unfalldatenbank NRW. 2009. Unfalldatenbank aus Nordrhein-Westfalen basierend auf Polizeiberichten. [DVD] Düsseldorf : s. n., 2009.
- Volkenhoff, Tobias, Lank, Christian und Becher, Thorsten. 2009. Fahrerverhalten auf Landstraßen - Wird die Gefahr im Annäherungsbereich von Kurven unterschätzt? Straße und Autobahn. 2009, 9.
- Vollrath, M. 2010. Welche Fehler führen zu Unfällen? Zeitschrift für Verkehrssicherheit. 2010, Bd. 56, 1.
- Vollrath, M., et al. 2006. Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 2006.
- Zackor, H., et al. 1998. Entwurf und Bewertung von Verkehrsinformations- und leitsystemen unter Nutzung neuer Technologien. Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 1998.

Anhang

Anhang A: Statistische Angaben der polizeilichen Unfallstatistik Nordrhein-Westfalens von 2004 bis 2008

	gesamte Datenbank	innerhalb geschlossener Ortschaften	auf Bundesautobahnen	Außerhalb geschlossener Ortschaften	Außerhalb geschlossener Ortschaften, Unfallkategorie 1 bis 4	UT mit ≥ 20 SP außerhalb geschlossener Ortschaften
Anzahl Unfälle	942970	773297	58158	111515	89391	84405
dabei						
mit Getöteten (Kat. 1)	3652	1337	461	1854	1854	1759
mit Schwerverletzten (Kat. 2)	65682	42226	4702	18754	18754	17938
mit Leichtverletzten (Kat. 3)	263712	204311	14699	44702	44702	41957
mit schweren Sachschäden (Kat. 4)	111125	68583	18461	24081	24081	22751
sonstige Unfälle (Kat. 5 und 6)	498799	456840	19835	22124	-	-
Anzahl Beteiligte (insgesamt)	1813671	1503663	111759	198249	159811	149618
dabei						
Getötete	3900	1372	521	2007	2007	1910
Schwerverletzte	74065	44893	6110	23062	23062	22118
Leichtverletzte	341812	250134	23755	67923	67923	64237
Anzahl Unfallursachen	1276987	995334	114133	167520	137056	122343
dabei						
Allgemeine Unfallursachen	143164	91704	26484	24976	21606	13455
Unfallursachen der Fahrzeuglenker	1133823	903630	87649	142544	115450	108888
Anzahl Unfälle auf						
Bundesautobahnen	58158	-	58158	-	-	-
Bundesstraßen	103879	73659	-	30220	24894	23284
Landesstraßen	168728	121150	-	47578	40067	38167
Kreisstraßen	66154	48879	-	17275	14293	13638
sonstigen Straßen	546051	529609	-	16442	10137	9316
Anzahl Unfälle mit/an Lichtsignalanlagen	105589	91677	559	13353	11619	10673
davon						
LSA eingeschaltet	98692	85887	381	12424	10779	9867
LSA ausgeschaltet	6897	5790	178	929	840	806
Anzahl trockener Fahrbahn	663337	560383	34975	67979	53723	50405
Legende: - nicht zutreffend; in fett sind Summen der darunter stehenden Kategorien dargestellt.						

Anhang B: Liste der 3-stelligen Unfalltypen

Fahrerfälle

Ohne mitwirkende Besonderheiten von Querschnitt und Längsneigung	10  Kurve	101 	102 					109 Kurvenverlauf nicht bekannt	
	11  abknickende Vorfahrt	111 	112 					119 Kurvenverlauf nicht bekannt	
	12  beim Abbiegen Einbiegen	121 	122 	123 					129 Fahrtrichtung nicht bekannt
	13  Verschwente Fahrbahn	131 	132 						139 Verschw.-richtung nicht bekannt
14  Gerade	141 							149	
Mitwirkend:	15  Gefälle Stelung	151 	152 	153 				159 Straßenverlauf nicht bekannt	
	16  Insel	161 	162 	163 				169 Straßenverlauf nicht bekannt	
	17  Engpaß	171 	172 	173 				179 Straßenverlauf nicht bekannt	
	18  Unebenheit	181 	182 	183 				189 Straßenverlauf nicht bekannt	
sonstige Fahrerfälle								199	

Abbildung aus GDV / Institut für Straßenverkehr (1998)

Abbiegeunfälle

Linksabbieger	20	201	202	203	204		209
	Nachfolgender			Radfahrer vom Radweg	Spurwechsel zum Abbiegen		unklar ob 201-204
	21	211	212	213	214	215	219
Gegenverkehr Fahrbahn							unklar ob 211-215
22	221	222	223	224	225		229
							unklar ob 221-225
Rechtsabbieger	23	231	232	233			239
	Nachfolgender			Spurwechsel zum Abbiegen			unklar ob 231-233
24	241	242	243	244	245		249
							unklar ob 241-245
25	251	252					259
zwei Abbieger							unklar ob 251-252
26	261	262					269
Abbieger-Wartepflichtiger							unklar ob 261-262
27	271	272	273	274	275		279
Abbieger aus abkn. Vorfahrt							unklar ob 271-275
28	281	282	283	284	285	286	289
Abbieger mit Pfeil-Lichtzeichen							Art Verkehrsteilnehmer unklar
sonstige Abbiege-Unfälle							299

Abbildung aus GDV / Institut für Straßenverkehr (1998)

Einbiegen-/Kreuzenunfälle

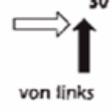
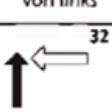
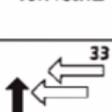
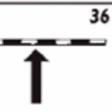
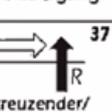
Bevorrechtigtes Fahrzeug	 <p>30 von links</p>	301	302	303	304	305	306	309	Fahrt- richtung unklar
	 <p>31 Überholer von links</p>	311	312	313	314	315		319	Fahrt- richtung unklar
	 <p>32 von rechts</p>	321	322	323	324	325	326	329	Fahrt- richtung unklar
	 <p>33 Überholer von rechts</p>	331	332	333	334	335		339	Fahrt- richtung unklar
	 <p>34 vom Radweg</p>	341	342	343	344			349	Straßenseite/ Fahrt- richtung von R unklar
 <p>35 abkn. Vorfahrt</p>	351	352	353	354	355		359	unklar ob 351-355	
 <p>36 Bahnübergang</p>	361	362	363	364			369	Art der Sicherung/ Unfallstelle unklar	
 <p>37 kreuzender/ einfahrender Radfahrer</p>	371	372	373	374			379	unklar ob 371-374	
sonstige Einbiegen/Kreuzen-Unfälle								399	
W = Wartepflicht									

Abbildung aus GDV / Institut für Straßenverkehr (1998)

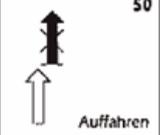
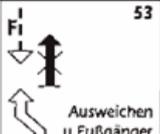
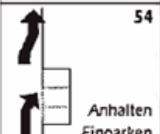
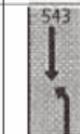
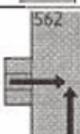
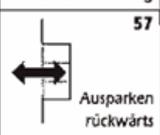
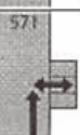
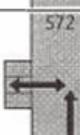
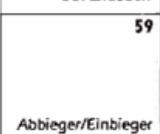
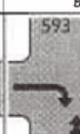
Überschreitungenunfälle

auf Strecke 40						409
von links ohne Sichtbehinderung						unklar ob 401-405
41						419
von links mit Sichtbehinderung				Baum, Zaun, b.ä.		unklar ob 411-414
42						429
von rechts			Sichtbehinderung			unklar ob 421-424
vor Knoten 43						439
von links ohne Sichtbehinderung						unklar ob 431-436
44						449
von links mit Sichtbehinderung				Baum, Zaun, b.ä.		unklar ob 441-444
45						459
von rechts			Sichtbehinderung			unklar ob 451-455
nach Knoten 46						469
von links				Sichtbehinderung		unklar ob 461-465
47						479
von rechts			Sichtbehinderung			unklar ob 471-473
48					bei Regelung durch Lichtzeichen siehe Unfalltyp 2 Abbiege-Unfall	489
 abkn. Vorfahrt						unklar ob 481-484
auf Knoten 49						499
Diagonales Überschreiten Strab Ein-/ Aussteigen			Strab	Strab		sonstige ÜS-Unfälle

↔↔↔ Parker auf Fahrbahn oder Gehweg, Aufstellung längs oder quer

Abbildung aus GDV / Institut für Straßenverkehr (1998)

Unfälle mit ruhendem Verkehr

 <p>50 Auffahren</p>	 <p>501</p>	 <p>502</p>					509 Straßenseite unklar
 <p>51 Ausweichen u. Nachfolgender</p>	 <p>511</p>	 <p>512</p>					519 Straßenseite unklar
 <p>52 Ausweichen u. Gegenverkehr</p>							
 <p>53 Ausweichen u. Fußgänger</p>	 <p>531</p>	 <p>532</p>	 <p>533</p>	 <p>534</p>			539 Straßenseite/ Gehrichtung unklar
 <p>54 Anhalten Einparken</p>	 <p>541</p>	 <p>542</p>	 <p>543</p>				549 Straßenseite/ Richtung unklar
 <p>55 Anfahren Ausparken Längraufstellung</p>	 <p>551</p>	 <p>552</p>	 <p>553</p>	 <p>554</p>			559 Straßenseite/ Richtung unklar
 <p>56 Ausparken vorwärts Queraufstellung</p>	 <p>561</p>	 <p>562</p>					569 Straßenseite unklar
 <p>57 Ausparken rückwärts Queraufstellung</p>	 <p>571</p>	 <p>572</p>					579 Straßenseite unklar
 <p>58 Tür/ Ein-/Aussteigen Be-/Entladen</p>	 <p>581</p>	 <p>582</p>	 <p>583</p>	 <p>584</p>			589 Straßenseite unklar
 <p>59 Abbieger/Einbieger sonstige</p>	 <p>591</p>	 <p>592</p>	 <p>593</p>	 <p>594</p>			599 sonstige Unfälle durch ruhenden Verk.

↔ Parker Aufstellung längs oder quer zur Fahrbahn

Abbildung aus GDV / Institut für Straßenverkehr (1998)

Unfälle im Längsverkehr

Auffahren auf...	<p>60 Vorausfahrender</p>	601	602	603	604		609
	<p>61 Stau</p>	611	612	613	614		619
	<p>62 Wartepflichtiger</p>	621	622	623	624		629
	<p>63 Spurwechsel nach links</p>	631	632	633	634	635	639
	<p>64 Spurwechsel nach rechts</p>	641	642	643	644	645	649
	<p>65 Nebeneinanderfahren</p>	651	652				
	<p>66 Überholer-Gegenverkehr</p>	661	662	663	664		669
	<p>67 Fußgänger-Fahrzeug</p>	671	672	673	674		679
<p>68 Begegnende</p>	681	682	683	sofern kein Fahrurteil		689	
sonstige Unfälle im Längsverkehr							699
W = Wartepflicht							

Abbildung aus GDV / Institut für Straßenverkehr (1998)

Sonstige Unfälle

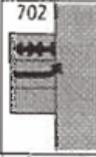
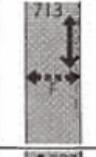
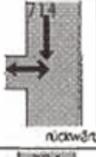
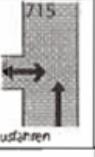
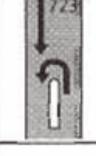
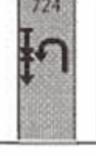
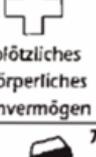
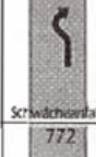
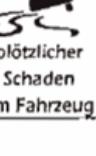
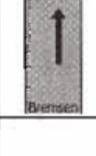
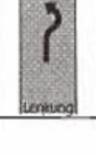
 <p>70 Parker-Parker</p>	 <p>701</p>	 <p>702</p>	 <p>703 auf Parkplatz</p>				<p>709 unklar ob 701-703</p>
 <p>71 Rückwärts- fahren</p>	 <p>711</p>	 <p>712</p>	 <p>713</p>	 <p>714</p>	 <p>715</p>		<p>719 unklar ob 711-715</p>
 <p>72 Wenden</p>	 <p>721</p>	 <p>722</p>	 <p>723</p>	 <p>724</p>			<p>729 unklar ob 721-724</p>
 <p>73 bewegliches Hindernis</p>	 <p>731 Ladung</p>	 <p>732 Sonstiges</p>					
 <p>74 liegengebliebenes Fahrzeug</p>	 <p>741 Unfall</p>	 <p>742 Fehlle</p>					<p>749 unklar ob 741 oder 742</p>
 <p>75 Tier</p>	 <p>751 Wild</p>	 <p>752 Haustier unbeaufsichtigt</p>	 <p>753 Haustier beaufsichtigt</p>				<p>759 unklar ob 751-753</p>
 <p>76 plötzliches körperliches Unvermögen</p>	 <p>761 Einschlafen</p>	 <p>762 Schwächeanfall</p>	 <p>763 Sonstiges (nicht Alkohol)</p>				
 <p>77 plötzlicher Schaden am Fahrzeug</p>	 <p>771 Reiberei</p>	 <p>772 Wendeschub- scheibe</p>	 <p>773 Bremsen</p>	 <p>774 Lenkung</p>	 <p>775 sonstiger Schaden</p>		
<p>übrige Unfälle</p>							<p>799</p>

Abbildung aus GDV / Institut für Straßenverkehr (1998)

Anhang C: Liste der Unfallursachen

	Kategorie	Ursachennummer	Beschreibung
Unfallursache von Beteiligten	Verkehrstüchtigkeit	1	Alkoholeinfluss
		2	Einfluss anderer berauschender Mittel (z.B. Drogen, Rauschgift)
		3	Übermüdung
		4	Sonstige Körperliche oder geistige Mängel
	Straßenbenutzung, Geschwindigkeit, Abstand	10	Verbotswidrige Benutz. einer (Richtungs-)Fahrbahn / anderen Straßenteilen
		11	Verstoß gegen das Rechtsfahrgebot
		12	Unangepasste Geschwindigkeit mit Überschreiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit
		13	Nicht angepasste Geschwindigkeit in anderen Fällen
		14	Ungenügender Sicherheitsabstand
		15	Starkes Bremsen des Vorausfahrenden ohne zwingenden Grund
	Überholen	16	Unzulässiges Rechtsüberholen
		17	Überholen trotz Gegenverkehrs
		18	Überholen trotz unklarer Verkehrslage
		19	Überholen trotz unzureichender Sichtverhältnisse
		20	Überholen ohne Beachtung des nachfolgenden Verkehrs, plötzliches Ausscheren
		21	Fehler beim Wiedereinordnen nach rechts (nach Überholen)
		22	Sonstige Fehler beim Überholen
	Vorbeifahren, Nebeneinanderfahren	23	Fehler beim überholt werden
		24	Nichtbeachten der entgegenkommenden Fahrzeuge beim Vorbeifahren an Hindernis usw.
		25	Nichtbeachten des nachfolgenden Verkehrs beim Vorbeifahren an Hindernis usw.
	Vorfahrt, Vorrang, Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Ein- und Ausfahren	26	Fehlerhafter Fahrstreifenwechsel o. Reißverschlussystem-Missachtung
		27	Nichtbeachten der Regel "rechts vor links"
		28	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen
		29	Missachten des Vorranges des durchgehenden Verkehrs auf BAB oder Kraftfahrstr.
		30	Vorfahrtmissachtung durch Fahrzeuge aus Feld- und Waldwegen
		31	Missachten der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen
32		Nichtbeachten des Vorranges entgegenkommender Fahrzeuge	
33		Nichtbeachten des Vorranges von Schienenfahrzeugen an Bahnübergängen	
35		Fehler beim Abbiegen	
36		Fehler beim Wenden oder Rückwärtsfahren	
Falsches Verhalten gegenüber Fußgänger	37	Fehler beim Einfahren in den fließenden Verkehr (Grundstück, beim Anfahren)	
	38	Falsches Verhalten gegenüber Fußgänger an Fußgängerüberwegen	
Ruhender Verkehr, Verkehrsicherung, Beleuchtungsvorschriften	39	Falsches Verhalten gegenüber Fußgänger an Fußgängerfurten	
	40	Falsches Verhalten gegenüber Fußgänger beim Abbiegen	
	41	Falsches Verhalten gegenüber Fußgänger an Haltestellen, Schulbussen	
	42	Falsches Verhalten gegenüber Fußgängern an anderen Stellen	
Ladung, Besetzung, Technische Mängel, Wartungsmängel	43	Unzulässiges Halten oder Parken	
	44	Mangelnde Sicherung haltender oder defekter Fahrzeuge, Unfallstellen, Schulbus	
	45	Verkehrswidriges Verhalten beim Ein/ Aussteigen oder Be- oder Entladen	
	46	Nichtbeachten der Beleuchtungsvorschriften (ausgenommen Pos. 50)	
Andere Fehler beim Fahrzeugführer	47	Überladung, Überbesetzung	
	48	Unzureichend gesicherte Ladung oder Fahrzeugzubehöerteile	
	50	Technische Mängel, Wartungsmängel: Beleuchtung	
	51	Technische Mängel, Wartungsmängel: Bereifung	
	52	Technische Mängel, Wartungsmängel: Bremsen	
	53	Technische Mängel, Wartungsmängel: Lenkung	
	54	Technische Mängel, Wartungsmängel: Zugvorrichtung	
	55	Technische Mängel, Wartungsmängel: Andere Mängel	
	49	Andere Fehler beim Fahrzeugführer	
Unfallursachen des Unfalls	Glätte oder Schlüpfrigkeit der Fahrbahn	71	Verunreinigung durch ausgeflossenes Öl
		72	Andere Verunreinigungen durch Straßenbenutzer
		73	Schnee, Eis
		74	Regen
	Zustand der Straße, Verkehrszeichen, Beleuchtung, Bahnübergänge	75	Andere Einflüsse (u.a. Laub, angeschwemmter Lehm)
		76	Spurrillen, im Zusammenhang mit Regen, Schnee oder Eis
		77	Anderer Zustand der Straße
		78	Nicht ordnungsgemäßer Zustand der Verkehrszeichen oder -einrichtungen
		79	Mangelhafte Beleuchtung der Straße
	Witterungseinflüsse	80	Mangelhafte Sicherung von Bahnübergängen
		81	Sichtbehinderung durch Nebel
		82	Sichtbehinderung durch starken Regen, Hagel, Schneegestöber usw.
		83	Sichtbehinderung durch blendende Sonne
	Hindernisse	84	Seitenwind
85		Unwetter oder sonstige Witterungseinflüsse	
86		Nicht oder unzureichend gesicherte Arbeitsstelle auf der Fahrbahn	
87		Wild auf der Fahrbahn	
Sonstige Ursachen	88	Andere Tiere auf der Fahrbahn	
	89	Sonstiges Hindernis auf der Fahrbahn (ausgenommen Pos. 43, 44)	
			Sonstige Ursachen (mit kurzer Beschreibung im Unfallhergang)

Anhang D: Statistische Angaben differenziert nach Bundesland

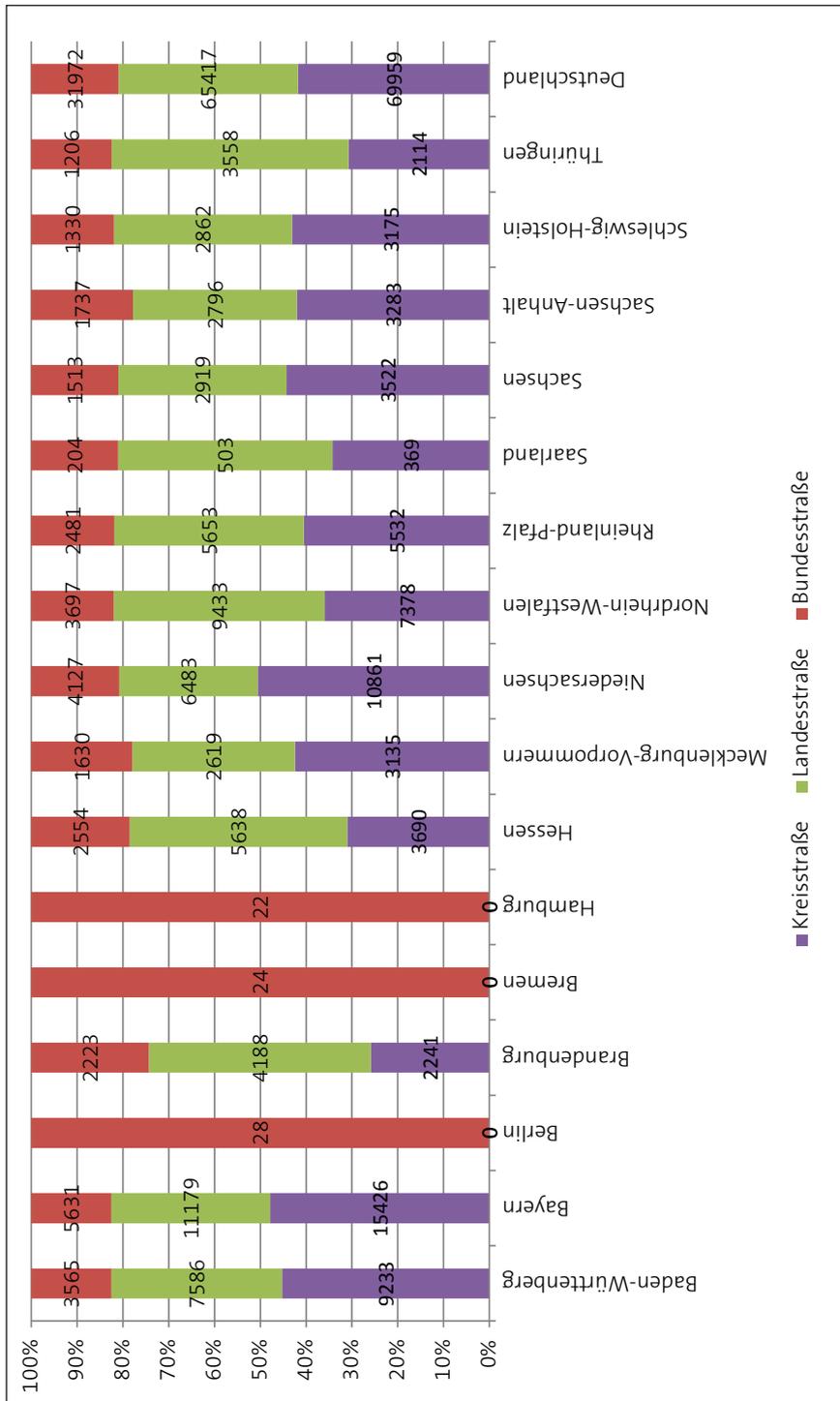


Abbildung A-0-1:
 Länge der Landstraßen pro Bundesland gemäß DESTATIS (2009a)
 Quelle: eigene Darstellung basierend auf DESTATIS (2009A S. 291F)

Glossar A: Teil Fahrerassistenzsysteme

INTELLIGENT SPEED ADAPTION

Die Intelligent Speed Adaption unterstützt den Fahrzeuglenker bei der Wahl der richtigen Geschwindigkeit anhand GPS und digitalen Karten. Es kann in drei Stufen angewandt werden:

- Statische Verkehrszeichen werden angezeigt bzw. sind in einer Datenbank hinterlegt. Der Fahrer wird bei der Überschreitung dieser informiert bzw. der Gegendruck beim Gaspedal beim Beschleunigungsvorgang nimmt zu.
- Zusätzliche zu den statistisch hinterlegten Informationen werden dynamische Geschwindigkeitsanpassungen z.B. bei einer SBA mitverwendet.
- Die umfassendste Stufe verwendet ebenfalls Algorithmen zur angepassten Geschwindigkeit beispielsweise aufgrund widriger Wetterumstände.

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit besteht anhand der gesetzlichen Bestimmungen zur Haftung und Verpflichtung von einem derartigen System.

Glossar B: Teil Unfallforschung

Wert	Unfallart	DESTATIS Beschreibung
1	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht	Anfahren oder Anhalten ist hier im Zusammenhang mit einer gewollten Fahrtunterbrechung zu sehen, die nicht durch die Verkehrslage veranlasst ist. Ruhender Verkehr im Sinne dieser Unfallart ist das Halten oder Parken am Fahrbahnrand, auf Seitenstreifen, auf den markierten Parkstellen unmittelbar am Fahrbahnrand, auf Gehwegen oder auf Parkplätzen. <i>Der Verkehr von und zu Parkplätzen mit eigenen Zufahrten gehört zur Unfallart 5.</i>
2	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet	Unfälle durch Auffahren auf ein Fahrzeug, das selbst noch fuhr oder verkehrsbedingt hielt . Auffahren auf <i>anfahrende bzw. anhaltende Fahrzeuge</i> gehören zur Unfallart 1.
3	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt	Unfälle beim Nebeneinanderfahren (Streifen) oder beim Fahrstreifenwechsel (Schneiden).
4	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegenkommt	Zusammenstöße im Begegnungsverkehr, ohne dass ein Kollisionspartner die Absicht hatte, über die Gegenspur abzubiegen.
5	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt	Zu dieser Unfallart gehören Zusammenstöße mit dem Querverkehr und Kollisionen mit Fahrzeugen die aus anderen Straßen, Wegen oder Grundstücken einbiegen oder dorthin abbiegen wollen. <i>Das Auffahren auf wartende Abbieger gehört zur Unfallart 2.</i>
6	Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger	<i>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. Zusammenstöße mit ihnen gehören zur Unfallart 10.</i>
7	Aufprall auf ein Hindernis auf der Fahrbahn	Zu den Hindernissen zählen z.B. umgestürzte Bäume, Steine, verlorene Fracht sowie freilaufende Tiere oder Wild . Zusammenstöße mit geführten Tieren oder Reitern gehören zur Unfallart 10.
8	Abkommen von der Fahrbahn nach rechts	Bei diesen Unfallarten ist es nicht zu einem Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern gekommen . Es kann jedoch weitere Unfallbeteiligte geben, z.B. wenn das verunglückte Fahrzeug von der Straße abgekommen ist, weil es einem anderen Verkehrsteilnehmer ausgewichen ist, ohne ihn zu berühren.
9	Abkommen von der Fahrbahn nach links	
10	Unfall anderer Art	Hier werden alle Unfälle erfasst, die sich nicht einer der Unfallarten von 1 bis 9 zuordnen lassen.

Quelle: DESTATIS (2009a S. 12)

Tabelle A-0-1: Beschreibungen der neun Unfallarten nach DESTATIS

Wert	Unfalltyp	DESTATIS Beschreibung
1	Fahrunfall	Der Unfall wurde ausgelöst durch den Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug (wegen Nichtangepasster Geschwindigkeit oder falscher Einschätzung des Straßenverlaufs, des Straßenzustandes o.ä.), ohne dass andere Verkehrsteilnehmer dazu beigetragen haben. Infolge unkontrollierter Fahrzeugbewegungen kann es dann aber zum Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern gekommen sein. <i>Zu den Fahrunfällen gehören aber nicht solche Unfälle, bei denen der Fahrer die Gewalt über das Fahrzeug infolge eines Konfliktes mit einem anderen Verkehrsteilnehmer, einem Tier oder einem Hindernis auf der Fahrbahn oder infolge plötzlichen körperlichen Unvermögens oder plötzlichen Schadens am Fahrzeug verloren hat. Im Verlauf des Fahrunfalles kann es zu einem Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern kommen, so dass man nicht von einem Alleinunfall sprechen kann.</i>
2	Abbiege-Unfall	Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Abbieger und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer (auch Fußgänger) an Kreuzungen, Einmündungen, Grundstücks- oder Parkplatzzufahrten. Wer einer Straße mit abknickender Vorfahrt folgt, ist kein Abbieger.
3	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen und einem vorfahrtberechtigten Fahrzeug an Kreuzungen, Einmündungen oder Zufahrten von Grundstücken und Parkplätzen.
4	Überschreiten-Unfall	Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug und einem Fußgänger auf der Fahrbahn , sofern dieser nicht in Längsrichtung ging und sofern das Fahrzeug nicht abgebogen ist. Dies gilt auch, wenn der Fußgänger nicht angefahren wurde. <i>Ein Zusammenstoß mit einem Fußgänger, der sich in Längsrichtung auf der Fahrbahn bewegt, gehört zum Unfalltyp 6.</i>
5	Unfall durch ruhenden Verkehr	Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug des fließenden Verkehrs und einem Fahrzeug, das parkt/hält bzw. Fahrmanöver im Zusammenhang mit dem Parken/Halten durchführte. Unfälle mit Fahrzeugen, die nur verkehrsbedingt warten, zählen nicht dazu.
6	Unfall im Längsverkehr	Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten , sofern dieser Konflikt nicht einem anderen Unfalltyp entspricht.
7	Sonstiger Unfall	Hierzu zählen alle Unfälle, die keinem anderen Unfalltyp zuzuordnen sind. Beispiele: Wenden, Rückwärtsfahren, Parker untereinander, Hindernis oder Tier auf der Fahrbahn, plötzlicher Fahrzeugschaden (Bremsversagen, Reifenschäden o. ä.).

Quelle: DESTATIS (2009a S. 11)

Tabelle A-0-2:
Beschreibungen der sieben Unfalltypen nach DESTATIS



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 1002 Berlin

Tel. 030 / 20 20 -50 00, Fax 030 / 20 20 - 60 00
E-Mail: unfallforschung@gdv.de
www.gdv.de, www.udv.de