

Unfallstruktur- und Wirkpotenzialanalysen zu den AKTIV-Applikationen auf der Basis von Lkw-Haftpflichtschäden

Forschungsprojekt AKTIV-AS

01.09.2006 – 31.08.2010

Teilprojekt

Fahrsicherheit und Aufmerksamkeit - FSA

Zuwendungsempfänger: AZT Automotive GmbH

Förderkennzeichen: 19 S 6011 E

Autoren:

Hochschule München
AZT Automotive GmbH
Hochschule München
Hochschule München

Tobias Pfaffenbauer
Johann Gwehenberger
Stephan Schwarz
Gisbert Wermuth

Ansprechpartner AP4200:

AZT Automotive GmbH
Hochschule München

Johann Gwehenberger
Stephan Schwarz

Ersterstellung: 20.12.2009
Letzte Änderung: 15.09.2010
Version: 1.0

Revisions- und Änderungsverlauf

Version	Datum	Bemerkungen
0.1	20.12.2009	Erstellung als Diplomarbeit, Allgemeiner Teil, HM
0.2	14.02.2010	Einarbeitung der Analyseergebnisse, Kapitel 6 und 7, Th. Pfaffenbauer, HM
0.3	18.03.2010	Einarbeitung der Analyseergebnisse, Kapitel 8 bis 12, Th. Pfaffenbauer, HM
0.4	06.05.2010	Überführung der Diplomarbeit in Forschungsberichtstemplate und Anpassung
0.5	28.05.2010	Mit Korrekturen/Änderungen von Prof. Wermuth und S. Schwarz, HM
0.6	22.06.2010	Mit Korrekturen/Änderungen von Dr. Gwehenberger, AZT
1.0	15.09.2010	Endkorrektur Dr. Gwehenberger, S. Schwarz, inkl. Korrekturen und Änderungen der Projektpartner

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	13
2	Einführung – Verkehrs- und Unfallentwicklung.....	15
3	Aufgabenstellung und Vorgehensweise	17
3.1	Aufgabenstellung	17
3.2	Vorgehensweise	17
4	Fahrerassistenzsysteme in der Literatur	19
4.1	Fahrerassistenzsysteme allgemein	19
4.2	Projekt AKTIV: Aktive Sicherheit	20
4.2.1	Aktive Gefahrenbremsung – AGB	20
4.2.2	Integrierte Querführung – IQF	21
4.2.3	Kreuzungsassistenz – KAS	22
4.2.4	Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer – SFR.....	24
4.3	Zusätzlich betrachtete FAS.....	25
4.3.1	Elektronisches Stabilitätsprogramm – ESP	25
4.3.2	Seitenerfassung – SE	25
4.3.3	Rangierhilfesysteme – RHS.....	25
4.3.4	Höhenerfassung	26
4.3.5	Night Vision	26
4.3.6	Reifendruckkontrolle	26
4.4	Akzeptanzprobleme bei der Einführung neuer FAS	27
5	Beschreibung der Datenbank	29
5.1	Informationsquellen	29
5.2	Selektionskriterien und Auswahl der Stichprobe	29
5.3	Definition der Parameter und deren Merkmale.....	30
5.4	Füllungsgrad ausgewählter Parameter.....	31
5.5	Unterschiede zur Bundesstatistik	33
5.5.1	Unfallart	33
5.5.2	Unfalltyp.....	35
5.5.3	Unfallort	37
6	Strukturanalyse: Lkw-Haftpflichtschäden	39
6.1	Polizeiliche Meldung des Schadens	39
6.2	Geschlecht und Alter des VN.....	39
6.3	Ortslage und Lichtverhältnisse	40
6.4	Unfallort	41
6.5	Unfallart	41
6.6	Unfalltyp.....	43
6.7	Unfallursache.....	44
6.8	Fahrzeug des Versicherungsnehmers.....	45
6.9	Unfallgegner	46
6.10	Collision Deformation Classification (CDC)-Richtung.....	47
6.11	Unfallfolgen.....	48

6.12	Unfallvermeidungspotential der betrachteten Fahrerassistenzsysteme	50
7	In-depth-Analyse relevanter Unfälle für AKTIV-Applikationen	53
7.1	Aktive Gefahrenbremsung - AGB	53
7.1.1	Ortslage und Lichtverhältnisse	53
7.1.2	Unfallstelle im Straßennetz.....	53
7.1.3	Unfallart und Unfalltyp	54
7.1.4	Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw.....	56
7.1.5	Unfallgegner	57
7.1.6	Fahrsituation des Geschädigten	57
7.1.7	Geschwindigkeit	58
7.1.8	Fahrerreaktion	59
7.1.9	Unfallfolgen.....	60
7.2	Integrierte Querführung – Spurwechselassistent (SWA)	63
7.2.1	Ortslage und Lichtverhältnisse	63
7.2.2	Unfallstelle im Straßennetz.....	63
7.2.3	Unfallart und Unfalltyp	63
7.2.4	Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw.....	65
7.2.5	Unfallgegner	66
7.2.6	Kollisionsstelle am verursachenden Lkw	66
7.2.7	Geschwindigkeit	68
7.2.8	Fahrerreaktion	68
7.2.9	Unfallfolgen.....	69
7.3	Integrierte Querführung – Spurhalteassistent (LDW)	71
7.3.1	Ortslage und Lichtverhältnisse	71
7.3.2	Unfallstelle im Straßennetz.....	71
7.3.3	Fahrbahnmarkierung	72
7.3.4	Unfallart	72
7.3.5	Unfalltyp.....	72
7.3.6	Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw.....	74
7.3.7	Unfallgegner	75
7.3.8	Kollisionsstelle am verursachenden Lkw	75
7.3.9	Geschwindigkeit	76
7.3.10	Fahrerreaktion	76
7.3.11	Unfallfolgen.....	78
7.4	Kreuzungsassistent – KAS	79
7.4.1	Ortslage und Lichtverhältnisse	79
7.4.2	Unfallstelle im Straßennetz.....	79
7.4.3	Unfallart und Unfalltyp	79
7.4.4	Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw.....	81
7.4.5	Unfallgegner	82
7.4.6	Geschwindigkeit	83
7.4.7	Fahrerreaktion	83
7.4.8	Unfallfolgen.....	84
7.5	Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer – SFR.....	87
8	In-depth-Analyse relevanter Unfälle für weitere FAS.....	89
8.1	Rangierhilfesysteme – RHS.....	89
8.1.1	Ortslage und Lichtverhältnisse	89
8.1.2	Unfallstelle im Straßennetz.....	89
8.1.3	Unfallart und Unfalltyp	90

8.1.4	Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw.....	91
8.1.5	Unfallgegner	92
8.1.6	Kollisionsstelle am verursachenden Lkw	93
8.1.7	Unfallfolgen.....	94
8.2	Seitenerfassung – SE	95
8.2.1	Ortslage und Lichtverhältnisse	95
8.2.2	Unfallstelle im Straßennetz.....	95
8.2.3	Unfallart und Unfalltyp	96
8.2.4	Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw.....	98
8.2.5	Unfallgegner	98
8.2.6	Kollisionsstelle am verursachenden Lkw	99
8.2.7	Unfallfolgen.....	99
9	Volkswirtschaftliches Wirkpotential von FAS für Lkw	101
9.1	Beschreibung der Methode.....	101
9.2	Monetarisierete Wirkfelder der Systeme des Projekts „AKTIV: Aktive Sicherheit“	103
9.2.1	Aktive Gefahrenbremsung – AGB	103
9.2.2	Spurwechselassistent – SWA.....	104
9.2.3	Spurverlassenswarner – LDW	104
9.2.4	Kreuzungsassistent – KAS	104
9.3	Fazit und Einschränkung	105
10	Betriebswirtschaftliche Bewertung von FAS	107
10.1	Einzelwirtschaftliche Analyse.....	107
10.1.1	Kostensätze der Break-even-Analyse	107
10.1.2	Berechnung der jährlichen Kosten	108
10.1.3	Berechnung des fairen Marktpreises	108
10.1.4	Berechnung der kritischen Fahrleistung	109
10.1.5	Berücksichtigung der Anreizmechanismen.....	109
10.1.6	Einzelwirtschaftliche Analyse der betrachteten FAS	109
10.1.7	Einschränkung und Fazit	110
10.2	Bewertung von FAS im Kontext gesteigerter Wirtschaftlichkeit durch Schadenverhütung.....	110
10.2.1	Direkte Unfallfolgekosten für das Unternehmen	111
10.2.2	Indirekte Unfallkosten für das Unternehmen	111
10.2.3	Fazit.....	112
11	Zusammenfassung der Analysen	113
12	Literatur	120
Anlagen.....		122
Anlage I: Unfallarten		122
Anlage II: Unfalltypenkatalog.....		124
Unfalltyp 1 „Fahrerunfall (F)“.....		124
Unfalltyp 2 „Abbiege-Unfall (AB)“		127
Unfalltyp 3 „Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)“		129
Unfalltyp 4 „Überschreiten-Unfall (ÜS)“		131
Unfalltyp 5 „Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)“		133
Unfalltyp 6 „Unfall im Längsverkehr (LV)“		135
Unfalltyp 7 „Sonstiger Unfall (SO)“		137
Anlage III: Unfallursachenverzeichnis		140

Anlage IV: Berechnung der volkswirtschaftlichen Kosten	144
Spurwechselassistent.....	144
Spurverlassenswarner.....	144
Kreuzungsassistent	145

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Maximales Wirkungsfeld der betrachteten Fahrerassistenzsysteme (Haftpflichtschaden, Personen- und Sachschaden) [Lkw-DB]	13
Abbildung 2: Maximales Wirkungsfeld der betrachteten Fahrerassistenzsysteme (Haftpflichtschaden, nur Personenschaden)	14
Abbildung 3: Lkw-Bestand und Transportleistung in Deutschland [DESTATIS, 2007]	15
Abbildung 4: Entwicklung der Lkw-Unfallzahlen [DESTATIS, 2007b]	16
Abbildung 5: Sicherheit im Straßenverkehr, nach [Robert Bosch GmbH, 2004]	19
Abbildung 6: Fahrstreifendetektion durch Spurverlassenswarner [MAN Nutzfahrzeuge]	22
Abbildung 7: Fahrzeug-Fahrzeug Kommunikation [www.dlr.de]	24
Abbildung 8: Erfassungsbereich von Rückfahrkamerasystemen der Firma Mekra Lang [www.kamerasysteme.org]	26
Abbildung 9: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]	34
Abbildung 10: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]	34
Abbildung 11: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personen- und Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]	34
Abbildung 12: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]	36
Abbildung 13: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]	36
Abbildung 14: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personen- und Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]	37
Abbildung 15: Anteil polizeilich gemeldeter Schäden [Lkw-DB]	39
Abbildung 16: Alter des Verursachers [Lkw-DB]	40
Abbildung 17: Anteil der Ortslagen [Lkw-DB]	40
Abbildung 18: Unfallort nach PLZ-Gebieten und Anzahl der Schäden je PLZ (n = 401) [Lkw-DB]	41
Abbildung 19: Verteilung der Unfälle nach Unfallart [Lkw-DB]	42
Abbildung 20: Verteilung der Unfälle nach Unfalltypen [Lkw-DB]	43
Abbildung 21: Anteil zulässiges Gesamtgewicht des unfallverursachenden Lkw [Lkw-DB]	45
Abbildung 22: Hersteller des unfallverursachenden Fahrzeugs [Lkw-DB]	46
Abbildung 23: Zulassungsanteile von Lkw mit zGG > 16t und Hubraum >7000ccm im Jahr 2008 [Lkw-DB]	46
Abbildung 24: Verteilung der Schadenfälle nach Unfallgegner [Lkw-DB]	47
Abbildung 25: Verteilung der CDC-Richtung nach VN- und GES-Fahrzeug [Lkw-DB]	48
Abbildung 26: Anteile der Unfallfolgen beim GES [Lkw-DB]	49
Abbildung 27: Anteil HWS-Syndrom aller Verunglückten nach VN und GES [Lkw-DB]	49
Abbildung 28: Potentiale der im Projekt AKTIV betrachteten FAS [Lkw-DB]	51
Abbildung 29: Potentiale von SWA und LDW [Lkw-DB]	51
Abbildung 30: Potentiale der zusätzlich betrachteten FAS [Lkw-DB]	52
Abbildung 31: AGB-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]	54
Abbildung 32: AGB-relevante Unfälle nach Anteil zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]	56
Abbildung 33: AGB-relevante Unfälle nach Hersteller des verursachenden Lkw [Lkw-DB]	57
Abbildung 34: AGB-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB]	58
Abbildung 35: AGB-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB]	59
Abbildung 36: AGB-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]	60
Abbildung 37: AGB-relevante Unfälle nach Unfallfolgen beim GES [Lkw-DB]	61
Abbildung 38: SWA-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]	64

Abbildung 39: SWA-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]	65
Abbildung 40: SWA-relevante Unfälle nach Hersteller des verursachenden Lkw [Lkw-DB]	66
Abbildung 41: SWA-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	67
Abbildung 42: SWA-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB]	68
Abbildung 43: SWA-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB].....	68
Abbildung 44: SWA-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]	69
Abbildung 45: SWA-relevante Unfälle nach Unfallfolgen GES [Lkw-DB]	69
Abbildung 46: LDW-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]	73
Abbildung 47: LDW-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	74
Abbildung 48: LDW-relevante Unfälle nach Herstelleranteil des verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	74
Abbildung 49: LDW-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	75
Abbildung 50: LDW-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB].....	76
Abbildung 51: LDW-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB].....	77
Abbildung 52: LDW-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]	77
Abbildung 53: KAS-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB].....	80
Abbildung 54: KAS-relevante Unfälle nach Anteil zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB] ...	82
Abbildung 55: KAS-relevante Unfälle nach Anteil Hersteller des verursachenden Lkw [Lkw-DB]	82
Abbildung 56: KAS-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB]	83
Abbildung 57: KAS-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB].....	83
Abbildung 58: KAS-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]	84
Abbildung 59: KAS-relevante Unfälle nach Unfallfolgen GES [Lkw-DB]	84
Abbildung 60: RHS-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]	90
Abbildung 61: RHS-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]	92
Abbildung 62: RHS-relevante Unfälle nach Herstelleranteil des verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	92
Abbildung 63: RHS-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	93
Abbildung 64: SE-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]	96
Abbildung 65: SE-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	98
Abbildung 66: SE-relevante Unfälle nach Herstelleranteil des verursachenden Lkw [Lkw-DB]	98
Abbildung 67: SE-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB]	99
Abbildung 68: Vergleich der Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschäden (Lkw mit zGG ≥ 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]	101
Abbildung 69: Marktzyklus nach [Pfeiffer/Bischof, 1976] und Marktdurchdringung [schematisch, eigene Darstellung]	106
Abbildung 70: Verteilung der Unfalltypen [Lkw-DB].....	114
Abbildung 71: Maximales Wirkungsfeld der im Projekt AKTIV betrachteten FAS [Lkw-DB]	114
Abbildung 72: Maximales Wirkungsfeld der zusätzlich betrachteten FAS [Lkw-DB].....	115
Abbildung 73: Monetarisiertes Wirkungsfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten der im Projekt AKTIV betrachteten FAS [Lkw-DB].....	117

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maximales monetäres Wirkfeld bezüglich der volkswirtschaftlichen Kosten für Lkw über 12 t zGG (eigene Hochrechnung mit [DESTATIS, 2007] und [Lkw-DB]).....	14
Tabelle 2: Ausgewertete Parameter und deren Ausprägungen [Lkw-DB].....	30
Tabelle 3: Füllungsgrade allgemeiner Unfalldaten (n = 500) [Lkw-DB].....	31
Tabelle 4: Füllungsgrade VN-Fahrer und -Fahrzeug (n = 500) [Lkw-DB].....	32
Tabelle 5: Füllungsgrade GES-Fahrer und -Fahrzeug (n = 418) [Lkw-DB].....	32
Tabelle 6: Übersicht aller Unfallarten [DESTATIS, 2009].....	33
Tabelle 7: Aufstellung der Unfalltypen [DESTATIS, 2009].....	35
Tabelle 8: Vergleich der Ortslage bei Unfällen mit Personenschaden von Lkw über 7,5 t zGG [Lkw-DB].....	37
Tabelle 9: Vergleich der Ortslage bei Unfällen mit Sachschaden von Lkw über 7,5 t zGG [Lkw-DB].....	37
Tabelle 10: Vergleich der Ortslage bei Unfällen mit Personen und Sachschaden von Lkw über 7,5 t zGG [Lkw-DB].....	38
Tabelle 11: Anteil von Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB].....	40
Tabelle 12: Anteil der Unfallart nach Ortslage [Lkw-DB].....	42
Tabelle 13: Anteil des Unfalltyps nach Ortslage [Lkw-DB].....	44
Tabelle 14: Die zehn häufigsten Unfallursachen (n=485) [Lkw-DB].....	44
Tabelle 15: Sattelaufleger und Anhänger/Aufbau des verursachenden Lkw [Lkw-DB].....	45
Tabelle 16: Anteil der Unfallgegner nach Ortslage [Lkw-DB].....	47
Tabelle 17: Anteil der Unfallfolgen nach Ortslagen [Lkw-DB].....	50
Tabelle 18: Anteil der Unfallfolgen nach Verkehrsbeteiligung des GES [Lkw-DB].....	50
Tabelle 19: AGB-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnisse [Lkw-DB].....	53
Tabelle 20: AGB-relevante Unfälle nach Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB].....	54
Tabelle 21: AGB-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB].....	55
Tabelle 22: AGB-relevante Unfälle nach Unfalluntertyp [Lkw-DB].....	55
Tabelle 23: AGB-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB].....	55
Tabelle 24: AGB-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB].....	57
Tabelle 25: AGB-relevante Unfälle nach Fahrsituation des GES und Ortslage [Lkw-DB].....	58
Tabelle 26: AGB-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeit und Ortslage [Lkw-DB].....	59
Tabelle 27: AGB-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB].....	61
Tabelle 28: AGB-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB].....	62
Tabelle 29: SWA-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnisse [Lkw-DB].....	63
Tabelle 30: SWA-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB].....	63
Tabelle 31: SWA-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB].....	64
Tabelle 32: SWA-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB].....	65
Tabelle 33: SWA-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB].....	66
Tabelle 34: SWA-relevante Unfälle nach Kollisionsstelle am VN-Fahrzeug und Ortslage [Lkw-DB].....	67
Tabelle 35: SWA-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB].....	70
Tabelle 36: SWA-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB].....	70
Tabelle 37: LDW-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB].....	71
Tabelle 38: LDW-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB].....	71
Tabelle 39: LDW-relevante Unfälle nach Fahrbahnmarkierung und Ortslage [Lkw-DB].....	72
Tabelle 40: LDW-relevante Unfälle nach Unfallart [Lkw-DB].....	72
Tabelle 41: LDW-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB].....	73
Tabelle 42: LDW-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB].....	74
Tabelle 43: LDW-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB].....	75

Tabelle 44: LDW-relevante Unfälle nach Kollisionsstelle am VN-Lkw und Ortslage [Lkw-DB]	76
Tabelle 45: LDW-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB].....	78
Tabelle 46: LDW-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB].....	78
Tabelle 47: KAS-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnisse [Lkw-DB].....	79
Tabelle 48: KAS-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB].....	79
Tabelle 49: KAS-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]	80
Tabelle 50: KAS-relevante Unfälle nach Unfalluntertyp [Lkw-DB].....	81
Tabelle 51: KAS-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB]	81
Tabelle 52: KAS-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB]	82
Tabelle 53: KAS-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB]	85
Tabelle 54: KAS-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Unfallstelle [Lkw-DB]	85
Tabelle 55: KAS-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB].....	86
Tabelle 56: RHS-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB]	89
Tabelle 57: RHS-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB]	90
Tabelle 58: RHS-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]	91
Tabelle 59: RHS-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB].....	91
Tabelle 60: RHS-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB].....	93
Tabelle 61: SE-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB]	95
Tabelle 62: SE-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB].....	95
Tabelle 63: SE-relevante Unfälle nach Unfallart [Lkw-DB]	96
Tabelle 64: SE-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB].....	97
Tabelle 65: SE-relevante Unfälle häufigster Unfalltyp [Lkw-DB]	97
Tabelle 66: SE-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB]	99
Tabelle 67: Vergleich der Ortslage, Unfälle mit Personenschaden (Lkw mit zGG \geq 7,5 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]	102
Tabelle 68: Korrekturfaktoren der Unfalltypen.....	102
Tabelle 69: Kostensätze für Unfälle mit Personenschaden [BASt, 2006].....	102
Tabelle 70: Korrigiertes AGB-Potential nach Unfalltyp (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB].....	103
Tabelle 71: Mittels AGB maximal vermeidbare Personenschäden nach Unfalltyp (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB].....	103
Tabelle 72: Monetarisiertes AGB-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB].....	104
Tabelle 73: Monetarisiertes SWA-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB].....	104
Tabelle 74: Monetarisiertes LDW-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB].....	104
Tabelle 75: Monetarisiertes KAS-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB].....	104
Tabelle 76: „Individuelle Kostensätze“ für Personenschäden nach Westerkamp [Westerkamp, 2008].....	107
Tabelle 77: Beispielrechnung Annuitätsrate	108
Tabelle 78: Potentiell vermeidbare Personenschäden nach FAS absolut und monetär. Fairer Marktpreis der Systeme bei 100% Ausstattungsquote von Lkw über 12t zGG.....	109
Tabelle 79: Durchschnittliche nicht von Versicherungen gedeckte Kosten je Schaden [GSV, 1995]	112

Tabelle 80: Potentiell vermeidbare Personenschäden nach FAS absolut und monetär.
Fairer Marktpreis der Systeme bei 100% Ausstattungsquote von Lkw
über 12t zGG118

Abkürzungsverzeichnis

A

ABS	Anti-Blockier-System
ACC	Adaptive Cruise Control
AGB	Aktive Gefahrenbremsung
AKTIV	Adaptive und Kooperative Technologien für den Intelligenten Verkehr
AR	Annuitätenrate
AS	Aktive Sicherheit
AZT	Allianz Zentrum für Technik

B

BAB	Bundesautobahn
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BRD	Bundesrepublik Deutschland

C

C2CC	Car to Car Communication
C2IC	Car to Infrastructure Communication
CDC	Collision Deformation Classification

D

DESTATIS	Deutsches Statistisches Bundesamt
DG Südost	Dienstleistungsgebiet Südost

E

ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm
EU	Europäische Union

F

FAS	Fahrerassistenzsystem
Fzg.	Fahrzeug

G

G	Getötete
GES	Geschädigter
GSV	Gesellschaft für Schadenverhütung im Verkehrsgewerbe

H

HM	Hochschule München
HV	Hauptverursacher
HWS	Halswirbelsäule

I

IAA	Internationale Automobilausstellung
IQF	Integrierte Querführung

K

KAS	Kreuzungsassistenz
-----	---------------------------

L

LDW	L ane D eparture W arning
Lkw	L ast k raft w agen
Lkw-DB	Datenbank der Lkw-Haftpflichtschäden
LV	L eicht v erletzte
LZA	L icht z eichen a n l age (Lichtsignalanlage)

M

Mio.	M illion
Mrd.	M illi a rde
MMS	M ensch- M aschine- S chnittstelle

N

n	Stichprobenumfang
n. e.	n icht e rsichtlich
Nfz.	N utz f ahr z eu g

P

PDC	P ark D istance C ontrol
Pkw	P ersonen k raft w agen
PLZ	P ost l eitz h ahl

R

RADAR	R adio D etection and R anging
RHS	R angier h ilf e system

S

SE	S eitenerfassung (der Lkw-Längsseiten)
SFR	S icherheit für F uß g änger und R adfahrer
SV	S chwerverletzte
SWA	S pur w echsel a ssistent

T

t	Tonne, Zeit
tkm	T onnen k ilometer

U

unbek.	u n b e k annt
--------	-------------------------------------

V

VN	V ersicherungs n ehmer (Unfallverursacher)
----	--

Z

zGG	zulässiges G esamt g ewicht
-----	---

1 Kurzfassung

Lkw übernehmen heute ca. 70% der Transportaufgaben in Deutschland. Fahrzeugbestand und Transportleistung steigen von Jahr zu Jahr. Um trotz dieser Entwicklung die Unfallzahlen reduzieren zu können, müssen neue aktive Sicherheitssysteme entwickelt und in einem Großteil der Fahrzeuge installiert werden.

In der vorliegenden Arbeit wird das potentielle Wirkfeld von Fahrerassistenzsystemen (FAS) für Lastkraftwagen (Lkw) ermittelt. Als Wirkfeld werden Unfallsituationen verstanden, die mit Hilfe von FAS im Sinne der Unfallvermeidung und/oder Unfallfolgenminderung positiv beeinflussbar sind. Eingehender werden vier neuartige Systeme betrachtet: Aktive Gefahrenbremsung (AGB), Integrierte Querführung (IQF), Kreuzungsassistent (KAS) sowie ein System zur Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer (SFR). Ferner werden die bereits etablierten Rangierhilfesysteme (RHS) sowie ein generisches, bislang nicht realisiertes System zur Überwachung der Längsseiten des Lkw (SE) in die Untersuchung mit einbezogen.

Als Grundlage für die Wirkfeldanalyse dient eine eigens für diese Arbeit erstellte Datenbank realer Haftpflichtschäden. Hierfür wurden 500 der Allianz Versicherungs-AG gemeldete Schäden aus dem Jahr 2008 aufbereitet. Zur Selektion der Grunddaten dienen die folgenden Auswahlkriterien: Der jeweilige Schaden wurde von einem Lkw mit einem zulässiges Gesamtgewicht von über 7,5t und einer Motorleistung größer 130kW verursacht (Hauptverursacher), der entstandene Schadenaufwand für die Allianz Versicherungs-AG ist größer 7.000€.

Die Spurhaltung und den Spurwechsel unterstützende Systeme der integrierten Querführung weisen mit Abstand das größte Potential (27,6%) zur Vermeidung von Haftpflichtschäden auf (Abbildung 1). Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass nahezu die Hälfte der IQF-relevanten Unfälle und ca. 13% aller erfassten Schadenfälle auf die Kollision mit anderen Verkehrsteilnehmern beim Spurwechsel nach rechts entfallen. Auch Rangierhilfesysteme besitzen ein großes Potential (16,0%) zur Vermeidung von Haftpflichtschäden. Vor allem die Vielzahl von Unfällen im Zusammenhang mit dem Rückwärtsrangieren (8% aller erfassten Schäden) ist hierfür verantwortlich.

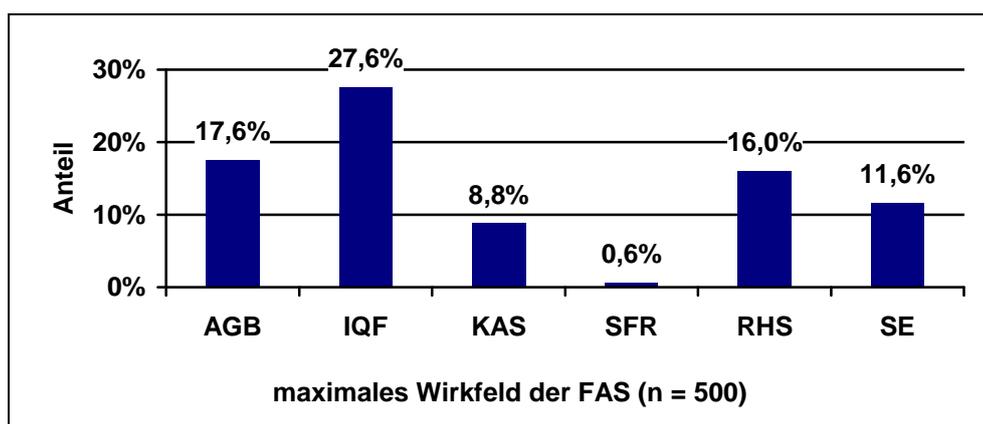


Abbildung 1: Maximales Wirkfeld der betrachteten Fahrerassistenzsysteme (Haftpflichtschaden, Personen- und Sachschaden) [Lkw-DB]

Verändert man die Zielsetzung dahingehend, dass möglichst viele Verkehrsunfälle mit Personenschaden verhindert werden sollen, ergeben sich die Potentiale der Systeme gemäß Abbildung 2. In diesem Rahmen stellt die Aktive Gefahrenbremsung, die vor allem Auffahrunfälle vermeiden bzw. abmildern soll, mit großem Abstand das wichtigste System dar. Auch das Po-

tential des Kreuzungsassistenten verdoppelt sich bei einer ausschließlichen Betrachtung der Unfälle mit Personenschaden. Gegenteilig verhält es sich mit den Rangierhilfesystemen und den Systemen zur Erfassung der Längsseiten des Lkw. Da es bei den für diese Systeme relevanten Unfällen nur selten zu Personenschäden kommt, sinkt ihr Potential auf nahezu Null.

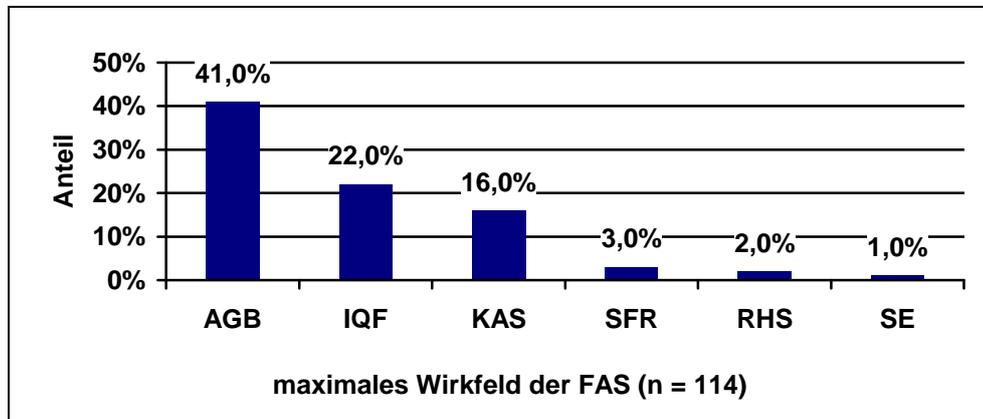


Abbildung 2: Maximales Wirkfeld der betrachteten Fahrerassistenzsysteme (Haftpflichtschaden, nur Personenschaden)

Da Verkehrsunfälle mit Personenschaden immer auch Kosten für die Volkswirtschaft eines Landes bedeuten, werden die ermittelten Potentiale monetär ausgedrückt. Basierend auf den Kostensätzen der Bundesanstalt für Straßenwesen [BASt, 2006] ergeben sich die potentiell vermeidbaren volkswirtschaftlichen Kosten für die drei Systeme mit den größten Potentialen gemäß Tabelle 1. Die Beträge gelten jeweils für eine 100%ige Ausstattungsquote von Lkw über 12 t zulässigem Gesamtgewicht und nur bei 100%iger Systemwirksamkeit (d.h. Zuverlässigkeit, Fehlertoleranz, geeignete Mensch-Maschine-Schnittstelle, keine Ablenkung, etc.). Real vermeidbare Kosten dürften erheblich niedriger anzusetzen sein.

Vermeidbare Kosten durch	Get		SV		LV		Summe
	Anzahl	Mio. €	Anzahl	Mio. €	Anzahl	Mio. €	Mio. €
AGB-System	29	34,5	204	20,6	1212	16,9	72,0
IQF-System (SWA+LDW) ¹	84	100,0	613	62,2	2870	40,0	202,2
KAS-System	28	33,3	189	19,1	693	9,7	62,1

Tabelle 1: Maximales monetäres Wirkfeld bezüglich der volkswirtschaftlichen Kosten für Lkw über 12 t zGG (Personen- und Sachschaden, eigene Hochrechnung mit [DESTATIS, 2007] und [Lkw-DB])

Eine Möglichkeit der Wirtschaftlichkeitsrechnung von Fahrerassistenzsystemen ist die Gegenüberstellung der Systemkosten und der durchschnittlichen Unfallkosten, die nicht vom Versicherer getragen werden. Diese belaufen sich nach einer Veröffentlichung der Gesellschaft für Schadensverhütung im Verkehrsgewerbe [GSV, 1995] bei Lkw auf mindestens 1.800 €. Vergleicht man diesen Wert nun mit dem aktuellen Preis für den bereits erhältlichen Spurverlassenswarner (ein IQF-System) von ca. 2.000 €, so ergibt sich schon bei einem verhinderten Unfall durchschnittlicher Schwere ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis für den Fahrzeugbetreiber.

¹ die Gesamtfunktion IQF (Integrierte Querführung) wurde durch die Teilsysteme SWA (Spurwechselassistent) und LDW (Lane Departure Warning) dargestellt und deren Wirkfelder getrennt ermittelt. Aus diesem Grund enthält die Summe aus beiden Teilfunktionen Mehrfachnennungen, so dass das resultierende Wirkfeld für IQF kleiner als die Summe ist (vgl. auch Kapitel 9.2).

2 Einführung – Verkehrs- und Unfallentwicklung

Lastkraftwagen (Lkw) in den verschiedensten Varianten und Größen nehmen heute die zentrale Position innerhalb der Versorgung von Unternehmen und Privathaushalten mit Konsum- und Investitionsgütern ein. Es werden mehr als 70% des gesamten Transportaufkommens der Bundesrepublik Deutschland über den Straßengüterverkehr abgewickelt [Hoepke, 2006]. Diese herausragende Stellung erlangte der Lkw vor allem durch das absolute Monopol im Güternahverkehr. Im Wettbewerb mit Schienen- und Luftfahrzeugen um Aufträge im Fernverkehr können Lkw ein hervorragend ausgebautes Straßenverkehrsnetz nutzen. Somit sind sie bestens gerüstet, die heutigen Anforderungen an den Güterverkehr, wie beispielsweise „just in time“-Lieferungen, zu meistern.

Die stetig steigende Anzahl zu transportierender Güter (5,8% Zunahme von 2005 auf 2006) und die damit einhergehende Steigerung der Transportleistung führen dazu, dass der Lkw-Bestand in Deutschland größer wird. Im Jahr 2006 waren ca. 3,4Mio. Fahrzeuge (Fzg.) zugelassen [DESTATIS, 2007]. Während sich der Gesamtbestand erhöht, lässt sich bei Lkw ab 7,5t zulässigem Gesamtgewicht (zGG) eine leicht rückläufige Tendenz beobachten (Abbildung 3). Dieser Effekt dürfte auf die gestiegene Popularität der Kastenwagen und Kleintransporter (z.B. Mercedes Sprinter) zurückzuführen sein, die besonders in Städten für einen Großteil der Transportaufgaben eingesetzt werden.

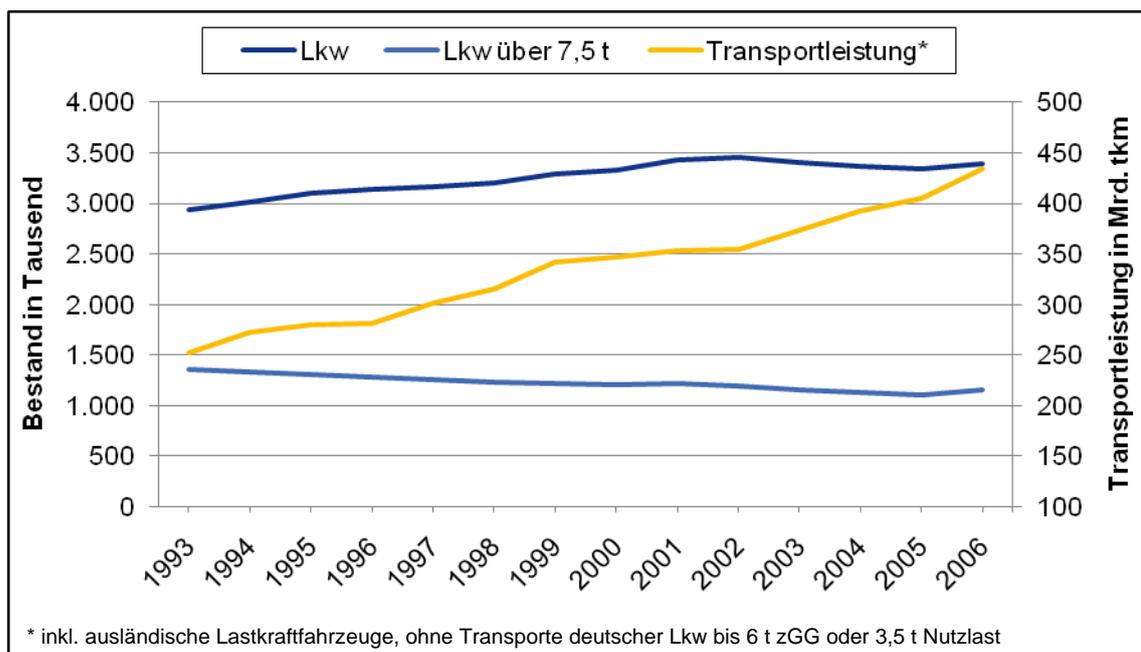


Abbildung 3: Lkw-Bestand und Transportleistung in Deutschland [DESTATIS, 2007]

Entgegen der Entwicklung von Gesamtfahrzeugbestand und Transportleistung, ist die Zahl der Unfälle mit Lkw-Beteiligung rückläufig (Abbildung 4). Während der Anteil der von Lkw verursachten Unfälle mit schweren Sachschäden über die letzten zehn Jahre hinweg stabil bei ca. 10.000 liegt, gingen Unfälle mit Personenschaden zurück: von ca. 29.000 im Jahr 1999 auf ca. 23.500 im Jahr 2006. Dieser Rückgang beruht auf der in den letzten Jahren stark verbesserten passiven Sicherheit der Fahrzeuge, in Form von optimierten Knautschzonen, Gurtsystemen, Airbags sowie dem Unterfahrschutz für Lkw. Fortschritte im Rettungswesen dürften sich ebenfalls positiv auf die Statistik ausgewirkt haben.

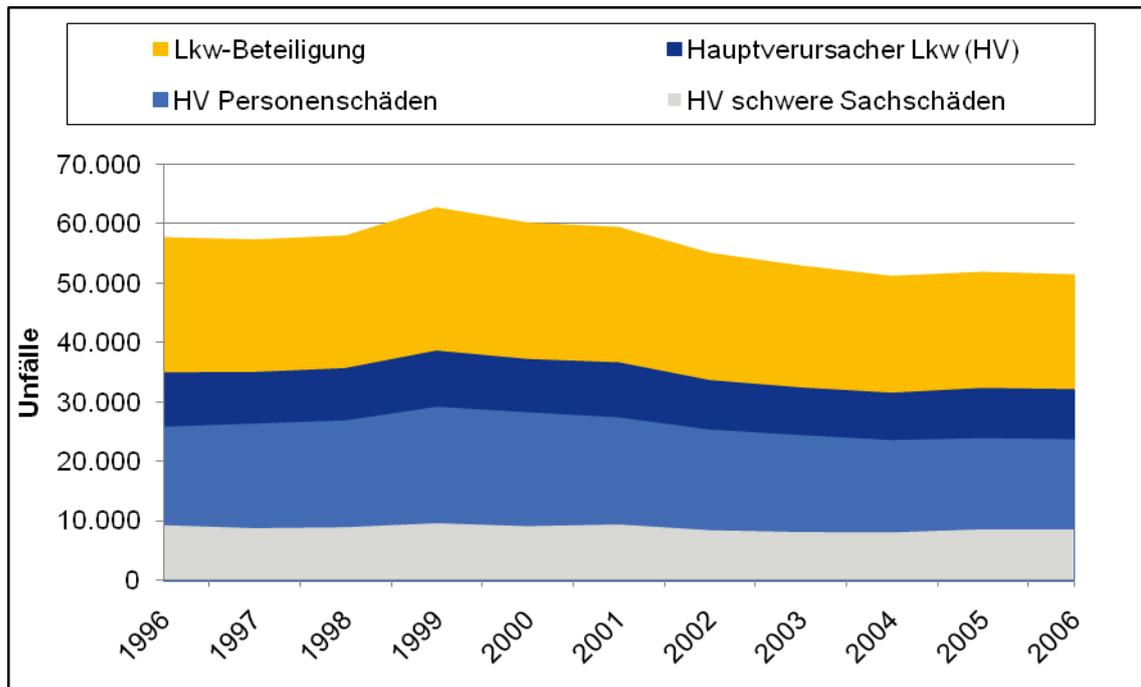


Abbildung 4: Entwicklung der Lkw-Unfallzahlen [DESTATIS, 2007b]

Nachdem die Weiterentwicklung der passiven Sicherheitssysteme bei Lkw nur noch marginale Verbesserungen bringen kann, richtet sich der Fokus immer stärker auf die Systeme der aktiven Sicherheit. Diese sollen Unfälle vermeiden oder die sich einstellenden Unfallfolgen spürbar verringern. Denn passiv wirkende Systeme alleine können die Unfallfolgen bei höheren Geschwindigkeiten, aufgrund der höheren kinetischen Energie eines Lkw, nicht ausreichend mildern.

Die beiden bekanntesten Vertreter der aktiven Sicherheitssysteme, das Anti-Blockier-System (ABS) und das Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP), haben bei Lkw inzwischen einen hohen technischen Reifegrad erreicht. Eine höhere ESP-Ausstattungsquote könnte zu einer Reduzierung der Unfallzahlen beitragen. Ein nicht deaktivierbares Anti-Blockier-System muss bereits heute per Gesetz in jedem Lkw installiert sein. Um zukünftig mehr Unfälle vermeiden zu können, müssen vor allem neue, speziell auf die Fahrsituation von Lkw ausgelegte Fahrerassistenzsysteme entwickelt und in einem Großteil der Fahrzeuge installiert werden. Hierbei haben die Beispiele aus der Vergangenheit (ABS) leider gezeigt, dass eine flächendeckende Einführung neuartiger Sicherheitssysteme bei Lkw mehr als schwierig ist. Lkw stellen für den Kunden ein Investitionsgut dar und sind somit eher mit einer Werkzeugmaschine, als mit einem Personenkraftwagen (Pkw) vergleichbar. Investitionsgüter müssen einen Gewinn generieren, um ihre Anschaffung aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu rechtfertigen. Entsprechend einfacher wird dies, je niedriger der Anschaffungspreis ist. Eine Verringerung der Anschaffungskosten kann bei Lkw am einfachsten durch Einsparung der optional angebotenen (Sicherheitssysteme) realisiert werden.

Um dennoch die Zahl der Verkehrsunfälle reduzieren zu können, wird die Europäischen Union ausgewählte aktive Sicherheitssysteme verpflichtend vorschreiben. Ab November 2011 müssen neue Lkw-Modelle und ab 2014 sämtliche neu zugelassenen Lkw mit ESP ausgestattet sein. Vorausschauende Notbremssysteme sollen Ende 2013 für neue Modelle sowie ab 2015 für alle neu zugelassenen Lkw gesetzlich vorgeschrieben werden [ATZ, 07-08/2009].

3 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

3.1 Aufgabenstellung

Innerhalb der Europäischen Union soll die Zahl der im Straßenverkehr Getöteten bis zum Jahr 2010 im Bezug auf 2001 (6977 Getötete) auf die Hälfte (3488 Unfalltote) reduziert werden. Dies ist nur durch Erschließung bisher ungenutzter Potentiale von passiven und aktiven Sicherheitsmaßnahmen möglich. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMW) geförderten Projektes „Adaptive und kooperative Technologien für den intelligenten Verkehr (AKTIV)“ werden neue, aktiv wirkende Systeme konzipiert und realisiert. Ziel sind prototypische Funktionsdemonstratoren, die mittelfristig zu marktfähigen Fahrerassistenzsystemen (FAS) führen. Für die vier FAS-Funktionen „Aktive Gefahrenbremsung“ (AGB), „Integrierte Querführung“ (IQF), „Kreuzungsassistent“ (KAS) und „Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer“ (SFR) ist das Wirk- und Nutzenpotential Lkw-spezifisch bereits während der Entwicklungsphase auf der Basis von dokumentierten Realunfällen abzuschätzen, zu spezifizieren und Modifikationsmöglichkeiten für Effektivitätssteigerungen sind zu identifizieren. Die zu bearbeitenden Inhalte sind:

- Internationale Literaturrecherche
- Sichtung, Datenaufbereitung und Auswertung ausgewählter Realunfälle von statistisch signifikanter Anzahl (ca. 500 Lkw-Unfälle)
- Unfallstrukturanalyse der erstellten Unfalldatenbank
- In-depth-Analyse systemrelevanter Unfälle für die Systeme des Projekts AKTIV (AGB, IQF, KAS, SFR) sowie ausgewählter weiterer Systeme
- Lkw-spezifische Wirkpotentialanalyse mit Bestimmung des zu erwartenden volkswirtschaftlichen Nutzens
- Betriebswirtschaftliche Bewertung von FAS aus Sicht des Fahrzeugbetreibers

3.2 Vorgehensweise

Die oben beschriebenen Aufgaben wurden wesentlich in [Pfaffenbauer, 2010] bearbeitet.

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit (Kapitel 4) werden der aktuelle Forschungsstand und die Entwicklungstrends auf dem Gebiet der Fahrerassistenzsysteme für Lkw sowie Erkenntnisse zur Akzeptanz von FAS basierend auf einer Literaturrecherche vorgestellt. In Kapitel 5 wird die erstellte Datenbank mit 500 Haftpflichtschadenfällen beschrieben und in Kapitel 6 einer Strukturanalyse unterzogen.

Die betrachteten Systeme werden im Rahmen von In-depth-Analysen eingehender untersucht: Kapitel 7 enthält die Analyse der AKTIV-Applikationen und Kapitel 8 die Analyse der zusätzlich betrachtete FAS.

In Kapitel 9 wird der zu erwartende volkswirtschaftliche Nutzen der einzelnen Systeme berechnet. Die Abschätzung der vermeidbaren Kosten erfolgt mit Hilfe einer Vergleichsrechnung zur Bundesstatistik. Ansätze zur betriebswirtschaftlichen Bewertung von FAS werden in Kapitel 10 aufgezeigt und soweit möglich auf die vorhandenen Fälle übertragen.

Abschließend werden die wichtigsten Ergebnisse der Kapitel 6, 7 und 8 in komprimierter Form wiedergegeben (Kapitel 11).

4 Fahrerassistenzsysteme in der Literatur

In diesem Kapitel werden die betrachteten Fahrerassistenzsysteme anhand von Literaturauszügen und am Markt erhältlichen Informationen zu Ausführungsvarianten vorgestellt und näher erläutert. Darüber hinaus wird auf das Akzeptanzproblem bei der Einführung neuartiger Fahrerassistenzsysteme eingegangen.

4.1 Fahrerassistenzsysteme allgemein

Zu Beginn soll die Einordnung der Fahrerassistenzsysteme innerhalb der Fahrsicherheit von Kraftfahrzeugen aufgezeigt werden.

[Robert Bosch GmbH, 2004]

Drei Faktoren tragen maßgeblich zur Sicherheit im Straßenverkehr bei (Abbildung 5). Die zentrale Position nimmt hierbei der Zustand des Kraftfahrzeugs bezüglich Ausrüstungsgrad, Reifenzustand, Verschleißerscheinung, etc. ein. Neben dem Fahrzeug selbst spielen Konstitution und Fähigkeiten des Fahrers sowie Wetter-, Straßen- und Verkehrsverhältnisse eine tragende Rolle. Die Fahrsicherheit des Fahrzeugs lässt in aktive und passive Sicherheitssysteme untergliedern.

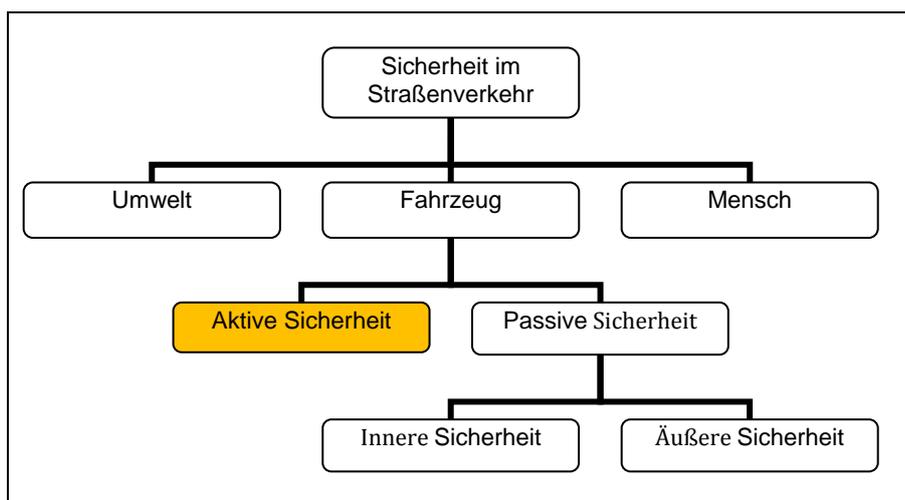


Abbildung 5: Sicherheit im Straßenverkehr, nach [Robert Bosch GmbH, 2004]

Gemäß Hoepke [Hoepke, 2006] wird bei der passiven Sicherheit zwischen Maßnahmen unterschieden, die der Sicherheit der Fahrzeuginsassen (innere Sicherheit) und der Sicherheit anderer Verkehrsteilnehmer (äußere Sicherheit) dienen. Die aktive Sicherheit hingegen trägt vorbeugend zur Sicherheit im Straßenverkehr bei. Sie umfasst die Fahrsicherheit, Wahrnehmungssicherheit, Bedienungssicherheit und Konditionssicherheit.

Stellt man diesen Überlegungen eine allgemeine Definition des Begriffs „Fahrerassistenzsysteme“ gegenüber, unter dem nach Heißing [Heißing/Ersoy, 2008] all jene Regelsysteme zusammengefasst werden, die den Fahrer bei seiner Aufgabe der Fahrzeugführung unterstützen, lassen sich die FAS der aktiven Sicherheit im Kraftfahrzeug zuordnen.

4.2 Projekt AKTIV: Aktive Sicherheit

Zunächst werden die vier im Rahmen des Projekts „AKTIV: Aktive Sicherheit“ betrachteten Assistenzsysteme näher erläutert. Den Literatúrauszügen ist hierbei jeweils die Projektdefinition des Systems vorangestellt. Diese Definition beschreibt das System mit dem größtmöglichen Funktionsumfang. Bei den Analysen in den Kapiteln 6 bis 10 wird jeweils davon ausgegangen, dass Lkw zukünftig mit diesen „Idealsystemen“ ausgestattet werden.

4.2.1 Aktive Gefahrenbremsung – AGB

[Projekt AKTIV, www.aktiv-online.org]

Automatische Bremssysteme zur Kollisionsvermeidung und Unfallfolgenminderung werden im Teilprojekt „Aktive Gefahrenbremsung“ entwickelt. Anders als bei den heute bereits verfügbaren Notbremssystemen wird die aktive Gefahrenbremsung an die Verkehrssituation angepasst sein und somit frühzeitiger eingreifen können. Dies erfordert eine hoch entwickelte Fahrumgebungserfassung und -interpretation sowie eine der Situation angepasste Systementscheidung. Einen Schwerpunkt stellt das abgestufte Warn- und Handlungskonzept (Warnung → Bremsung → Notbremsung) dar, welches die Fahreraufmerksamkeit berücksichtigt und den Fahrer in das Geschehen mit einbezieht.

[Winner/Hakuli/Wolf, 2009]

Bei AGB-Systemen handelt es sich um Assistenzsysteme, die den Fahrer bei akuter Gefahr eines Auffahrunfalls eindringlich warnen und ggf. eine automatische Vollbremsung einleiten, sollte ein Unfall unvermeidbar sein. Die Schwierigkeit bei der Auslegung eines AGB-Systems besteht darin, es für sämtliche Verkehrssituationen zu konfigurieren, um Fehlauflösungen zu vermeiden. Die heutigen AGB-Systeme basieren, ähnlich den Adaptive-Cruise-Control-(ACC-) Systemen, auf Hochfrequenz-Radarsensoren. Diese erfassen das potentielle Hindernis und erkennen, ob der Fahrer die Geschwindigkeit verringert. Zeigt der Fahrer keine Reaktion, so greift ein dreistufiges Warnsystem, bestehend aus Warnung (optisch wie akustisch), Teilbremsung und Notbremsung. Heutige Notbremssysteme für Nutzfahrzeuge sind in ihrem Funktionsumfang noch dahingehend begrenzt, dass sie lediglich fahrende Hindernisse erkennen können. Häufige Auffahrunfälle, wie beispielsweise das ungebremste Auffahren auf ein stehendes Fahrzeug am Stauende, können mit diesen Systemen nicht verhindert werden. Aufgrund des aktiven Eingriffs solcher Systeme in die Fahrzeugführung, müssen AGB-Systeme und auch der Entwicklungsprozess verschärften rechtlichen und sicherheitstechnischen Anforderungen genügen. Aus diesem Grund wird, analog zu den eingreifenden Systemen, auch die Entwicklung reiner Notbremswarner vorangetrieben.

[ATZ, 07-08/2009]

Eine Weiterentwicklung von ACC-Systemen (Adaptive Abstands- und Geschwindigkeitsregelung) und Kollisionswarnern sind sogenannte Kollisionsfolgeminderungssysteme. Im Falle einer möglichen Kollision warnt das System nicht nur den Fahrer, sondern initiiert ein selbständiges Abbremsen, auch wenn das ACC nicht vom Fahrer aktiviert wurde. Auf dem nordamerikanischen Markt wurde 2008 das System „OnGuard“ von WABCO mit dem beschriebenen Funktionsumfang eingeführt. Im Notfall reagiert dieses System mit einer Abbremsung, die der Hälfte einer Vollbremsung entspricht. Voraussichtlich im Jahr 2011 wird die Weiterentwicklung „OnGuardMax“ für Lkw- und Bushersteller verfügbar sein. Das neue System erkennt stehende Hindernisse und reagiert im Notfall mit maximaler Bremskraft.

Der größte Hersteller für Nutzfahrzeuge in Deutschland, Mercedes-Benz, bietet innerhalb der optionalen Safety-Technology-Komponenten als bisher einziger Hersteller ein AGB-System der ersten Generation für das Modell Actros an. Der Active Brake Assist ist ein dreistufiges

System, das den Fahrer rechtzeitig optisch und akustisch auf eine bevorstehende Kollision hinweist, um ihm die Möglichkeit zu geben, die Geschwindigkeit seines Lkw anzupassen. In der zweiten Stufe, bei verschärfter Gefahrenlage, leitet das System eine Teilbremsung ein. Ist ein Unfall nicht mehr zu verhindern, kommt es zur automatischen Notbremsung. Mit Hilfe dieses Systems lassen sich Unfälle zwar nicht gänzlich vermeiden, die Unfallfolgen werden jedoch erheblich reduziert.

4.2.2 Integrierte Querführung – IQF

[Projekt AKTIV, www.aktiv-online.org]

Im Teilprojekt "Integrierte Querführung" wird eine kontinuierliche, integrierte Längs- und Querführungsunterstützung für den Geschwindigkeitsbereich von 0 bis 180km/h für die Spurhaltung, den Fahrstreifenwechsel sowie innerhalb von Baustellen entwickelt. Ziel ist eine zuverlässige, teilautonome Spurhaltung auch in komplexen Fahrsituationen.

Gemäß Braess und Seiffert [Braess/Seiffert, 2007] ist die Querführung, neben Navigation und Längsführung, eine der drei Hauptaufgaben des Fahrzeugführers. Die Aufgaben innerhalb der Querführung lassen sich in Spurhaltung und Fahrstreifenwechsel unterteilen. Demnach wird auch bei FAS der integrierten Querführung zwischen zwei Teilsystemen unterschieden, dem Spurverlassenswarner (LDW, Lane Departure Warning) und dem Spurwechselassistenten (SWA).

Spurverlassenswarner

[Winner/Hakuli/Wolf, 2009]

Spurverlassenswarner bei Nutzfahrzeugen überwachen die Einhaltung des Fahrstreifens und warnen den Fahrer, wenn er unbeabsichtigt seinen markierten Fahrstreifen verlässt. Unbeabsichtigte Fahrstreifenwechsel können damit vermieden werden, so dass Alleinunfälle durch Abdriften von der Fahrbahn oder Kollisionen mit Fahrzeugen auf den Nachbarfahrstreifen bzw. einem Standstreifen verhindert werden. Seit dem Jahr 2001 werden in Deutschland Spurverlassenswarner für Nutzfahrzeuge angeboten. Diese Systeme sind für den Einsatz auf gut ausgebauten Bundesstraßen und Autobahnen ausgelegt. Um ihr Potential voll ausschöpfen zu können, benötigen heutige Systeme einen beidseitig markierten Fahrstreifen, sowie eine Mindestgeschwindigkeit von z.B. 60km/h. Die am Markt befindlichen Systeme greifen nicht aktiv ein, sie haben lediglich eine warnende Funktion.

[Dietsche/Jäger, 2003]

Spurverlassenswarner nutzen eine an der Frontscheibe angebrachte Kamera um die Fahrbahn vor dem Fahrzeug zu beobachten. Eine Bildverarbeitung analysiert kontinuierlich das Kamerabild und erkennt die Fahrbahnmarkierungen. Beginnt das Fahrzeug den eigenen Fahrstreifen zu verlassen, ohne dass der Fahrer den Blinker gesetzt hat, alarmiert ein Warnton den Fahrer. Dieser muss das Fahrzeug selbst zurück in die Mitte der Spur steuern. Eine mögliche Weiterentwicklung der LDW-Systeme stellen die Spurhalteassistenten dar. Diese greifen in die Fahrzeugbewegung ein und vermeiden somit potentiell gefährliche Situationen.

Spurwechselassistent

[Winner/Hakuli/Wolf, 2009]

Gegenwärtig in der Entwicklung befindliche Spurwechsel-Assistenten sollen dem Fahrer signalisieren, ob ein Überhol- oder Ausweichmanöver gefahrlos möglich ist. Sobald der Fahrer den Blinker betätigt wird er vom System gewarnt, wenn sich ein anderes Fahrzeug im toten Winkel

befindet oder von hinten naht. Es ist durchaus denkbar, dass diese Systeme mit den heutigen Spurverlassenswarnern kombiniert werden und somit ein System alle Aufgaben der integrierten Querverführung übernimmt. Des Weiteren soll das Fahrzeug in Zukunft selbst reagieren und eine automatische Korrektur der Querverführung vornehmen.

[ATZ, 07-08/2009]

Eine zukünftige Entwicklung auf dem Gebiet der FAS stellen Spurwechselassistenten dar. Diese messen den Abstand zu anderen Fahrzeugen die sich seitlich von hinten nähern und deren Geschwindigkeit. Anhand der Daten berechnet das System den Zeitpunkt, wann das nähernde Fahrzeug in den toten Winkel des eigenen LKW eintritt. Sobald der Fahrer in dieser Situation den Blinker setzt um die Spur zu wechseln, erhält er ein Signal (visuell oder haptisch).

Mit dem Lane Guard System (LGS) bietet die MAN Nutzfahrzeug Gruppe einen Spurverlassenswarner an, der sich ab einer Geschwindigkeit von 60km/h automatisch aktiviert. Das System arbeitet mit einer Videokamera, die hinter der Windschutzscheibe angebracht ist und kontinuierlich die Position des Fahrzeugs zu den Fahrspurmarkierungslinien erfasst (Abbildung 6). Wird die Fahrbahnbegrenzung überfahren, ohne dass ein Blinker gesetzt wurde, gibt das System ein Warnsignal aus dem Türlautsprecher der entsprechenden Seite. Bis 75km/h erfolgt die Warnung an den Innenkanten, ab 75 km/h an den Außenkanten der Fahrbahnbegrenzungslinien. Bei einem Fehlen der Fahrbahnmarkierungen ist keine Warnung möglich, Diese Funktionseinschränkung wird dem Fahrer mittels einer Kontrollleuchte signalisiert.

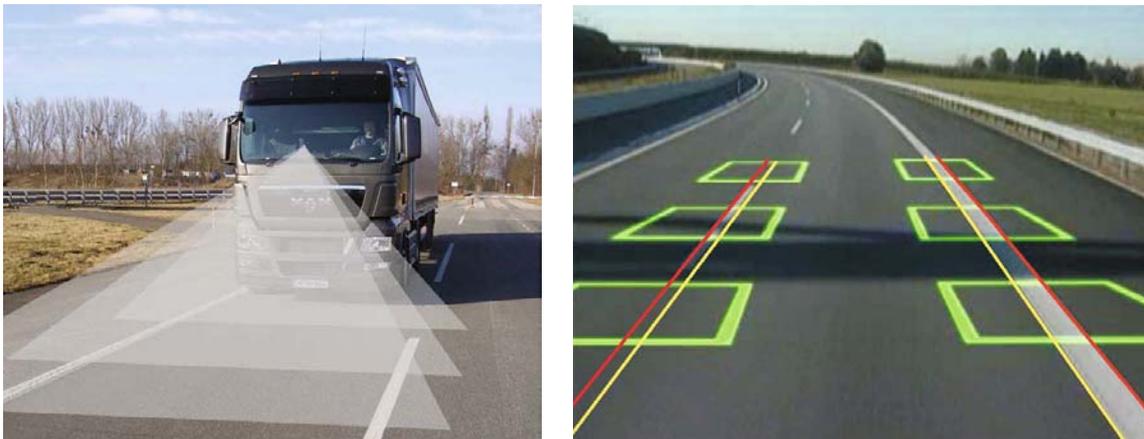


Abbildung 6: Fahrstreifendetektion durch Spurverlassenswarner [MAN Nutzfahrzeuge]

Ähnliche Systeme werden auch von anderen Herstellern angeboten. Mercedes-Benz nennt sein Spurerkennungssystem Telligent®-Spurassistent, Volvo Lane-Keeping-Support-System, DAF Lane Departure Warning System, Scania Spurhaltesystem und Iveco Fahrspurüberwachungsassistent.

4.2.3 Kreuzungsassistentz – KAS

[Projekt AKTIV, www.aktiv-online.org]

Kreuzungen sind die Knotenpunkte der Verkehrsströme. Sie erfordern eine deutlich höhere Aufmerksamkeit des Fahrers und sind nach wie vor Unfallschwerpunkte. Der Schwerpunkt des Teilprojektes "Kreuzungsassistentz" ist die Reduzierung der Unfälle an Kreuzungen durch die Unterstützung des Fahrers beim Überqueren einer Kreuzung und beim Ein- und Abbiegen. Bordsensorik, kooperative Kommunikation, die Integration von Positionierung und digitalen

Karten sowie eine umfassende Situationsanalyse bilden die Basis der Kreuzungsassistenten. Eine geeignete Auswahl von Informations- und Warnstrategien bis hin zum automatischen Eingriff stellt die optimale Unterstützung des Fahrers sicher.

[Weller, 2008]

Kreuzungsassistenten unterstützen den Fahrer beim Abbiegen/Einbiegen und Überfahren von Kreuzungen, indem sie die Verkehrssituation und damit die Geschwindigkeiten und Positionen sämtlicher im Kreuzungsbereich befindlicher Fahrzeuge beurteilen und im Falle einer drohenden Kollision den Fahrer mittels Warnmeldung auf die Gefahr hinweisen.

[Bewersdorf, 2005]

Mit Hilfe von Bildverarbeitungssystemen erkennen KAS Verkehrszeichen und Ampeln im Kreuzungsbereich. Das System registriert die Vorfahrtsregeln und informiert bzw. warnt den Fahrer bei Fehlern von anderen Verkehrsteilnehmern und Fußgängern bzw. daraus resultierenden Gefahrensituationen. Ignoriert der Fahrer die Warnung, so greift das System aktiv in Bremse, Antrieb und Lenkung ein, um einen Zusammenstoß zu verhindern. Dieser Eingriff erfolgt jedoch nur in Form einer Warnbremsung ohne volle Bremskraft.

Der Begriff der kooperativen Kommunikation wird in der Literatur generell als Car-2-X-Communication bezeichnet, oftmals wird hierbei zwischen Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation (Car to Car Communication, C2CC) bzw. Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation (Car to Infrastructure Communication, C2IC) unterschieden.

[Wallentowitz/Reif, 2006]

Diese Form der Kommunikation bietet attraktive Möglichkeiten zur Erhöhung der Verkehrssicherheit durch situationsgerechte Übermittlung aktueller Verkehrsdaten an andere Verkehrsteilnehmer. C2CC ermöglicht hierbei die Übermittlung akuter Warnungen an andere Fahrzeuge (Abbildung 7). C2IC soll die Kommunikation des Fahrzeugs mit Ampeln, Verkehrszeichen und Bahnschranken ermöglichen.

[Balasubramanian et. al., 2008]

Kommunikationssysteme werden von vielen Experten als der nächste große Schritt auf dem Gebiet der Insassensicherheit angesehen. Die Kommunikation stellt Informationen aus einem Gebiet bereit, das kein anderer Sensor erreicht und das auch der Fahrer in der Regel nicht in Gänze einsehen kann. Kommunikationsbasierte Systeme können durch diesen telematischen Horizont einerseits helfen Unfälle zu vermeiden, indem beispielsweise die situationsbezogene Aufmerksamkeit des Fahrers unterstützt bzw. verbessert wird. Andererseits kann durch verbesserte Verkehrsinformation, welche die lokale Verkehrslage mit einbezieht, auch ein Beitrag zur Wahrung der Mobilität geleistet werden.

Die Forschungen auf dem Gebiet der Kreuzungsassistenten befinden sich weitestgehend noch im Anfangsstadium. In gegenwärtige Forschungsprojekte wie INVENT und INTERSAFE oder dem 2008 abgeschlossenen PReVENT werden die notwendigen Standards festgelegt und Prototypen entwickelt. Aufgrund der enormen Komplexität der Aufgabenstellung und den zu erwartenden hohen Kosten für die notwendigen Infrastrukturmaßnahmen wird es noch geraume Zeit dauern, bis erste Systeme die Marktreife erlangen.

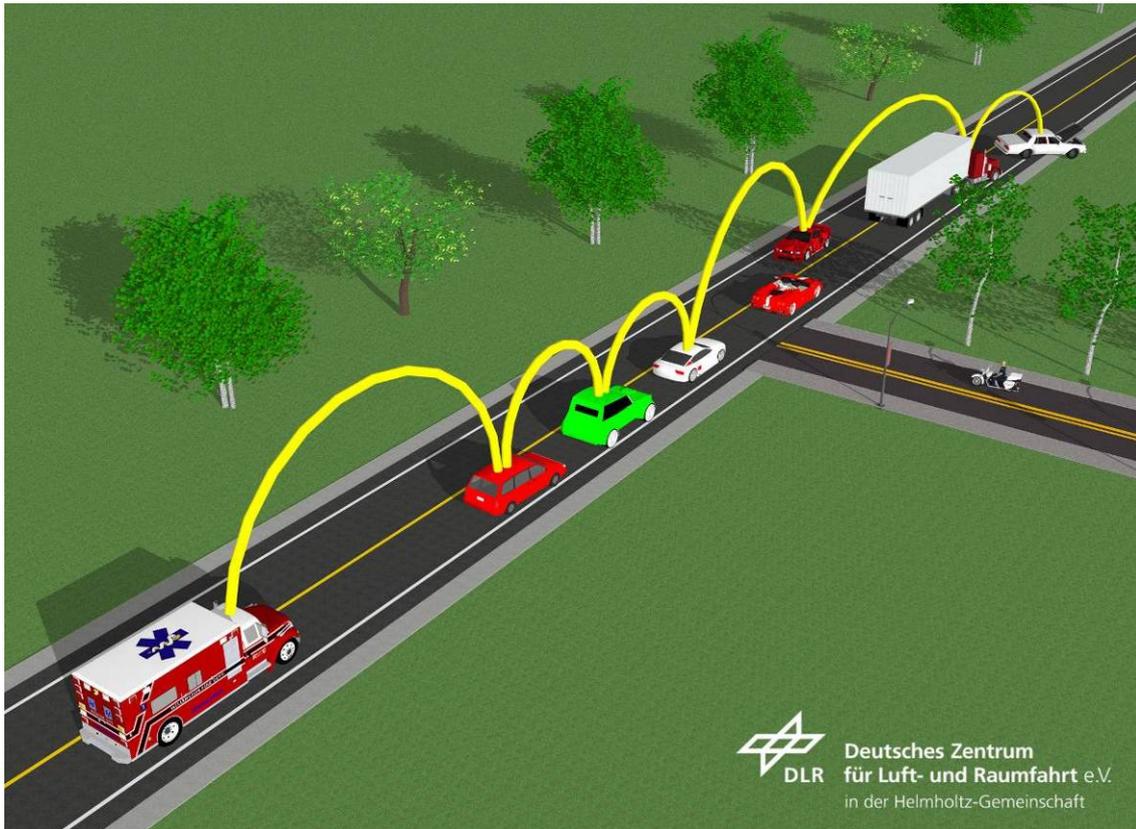


Abbildung 7: Fahrzeug-Fahrzeug Kommunikation [www.dlr.de]

4.2.4 Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer – SFR

[Projekt AKTIV, www.aktiv-online.org]

Im Teilprojekt "Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer" werden Systeme entwickelt und getestet, die mittels einer vorausschauenden Sensorik Gefahrensituationen mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern bereits im Vorfeld eines drohenden Unfalls erkennen und wirkungsvolle Schutzmaßnahmen einleiten, die einen Aufprall vermeiden oder zumindest die Unfallfolgen deutlich mildern. Die Bandbreite der Maßnahmen beinhaltet sowohl die Warnung des Fahrers und der ungeschützten Verkehrsteilnehmer, den aktiven Eingriff in das Bremssystem als auch die Verwendung (ir-)reversibler Schutzmechanismen. Die zuverlässige Aktivierung dieser Maßnahmen stellt eine große Herausforderung an die Sensorik dar, insbesondere hinsichtlich der Erscheinungsvielfalt von ungeschützten Verkehrsteilnehmern im komplexen Verkehrsumfeld, der kurzen Reaktionszeiten und einer angepassten Situationsanalyse.

[ATZ, 07-08/2009]

Totwinkelassistenten überwachen die Bereiche vor und neben dem Fahrzeug, die vom Fahrer, vor allem während Lenkmanövern, nur schlecht eingesehen werden können. Die Systeme könnten in einem Abstand von bis zu vier Metern Radfahrer, Fußgänger und andere schwächere Verkehrsteilnehmer erkennen und den Fahrer bei einer drohenden Kollision warnen.

4.3 Zusätzlich betrachtete FAS

Bei den zusätzlich betrachteten Fahrerassistenzsystemen handelt es sich sowohl um solche, die bereits auf dem Markt erhältlich sind, z.B. das Elektronische Stabilitätsprogramm, als auch um virtuelle Systeme, die zur Verhinderung eines bestimmten, häufig vorkommenden Unfall-szenarios notwendig wären.

4.3.1 Elektronisches Stabilitätsprogramm – ESP

[Heißing/Ersoy, 2008]

Elektronische Stabilitätsprogramme kombinieren die Funktionen der Radschlupfregelung (ABS, Bremskraftverstärkung und Antischlupfregelung) mit der Giermomentenregelung. Letztere sorgt für Quer- und Längsstabilität des Fahrzeugs durch Bremsen- und Motoreingriff unabhängig von einer Pedalbewegung. Mit Hilfe von Echtzeitsimulationsmodellen errechnet das ESP aus Raddrehzahlen, Lenkradwinkeln und Hauptzylinderdruck das gewünschte Fahrverhalten. Das System vergleicht kontinuierlich Fahrerwunsch (bzgl. Richtung und Geschwindigkeit) mit dem Fahrzeugverhalten und regelt dieses entsprechend. Die stabilisierende Wirkung von ESP-Systemen verbessert die Kontrollierbarkeit des Lkw in Gefahrensituationen und damit die Sicherheit erheblich.

Elektronische Stabilitätsprogramme werden inzwischen von allen auf dem deutschen Markt vertretenen Herstellern angeboten.

4.3.2 Seitenerfassung – SE

Das System der Seitenerfassung existiert lediglich als generisches, bislang nicht realisiertes System im Rahmen dieser Arbeit. Die Idee entstand, da die Auswertung der Unfallakten eine Reihe ähnlich verlaufender Zusammenstöße ergab, die von keinem der im Projekt „AKTIV“ definierten Systeme verhindert werden könnten. Generell handelte es sich hierbei um Kollisionen der Längsseiten des Lkw mit einem Hindernis, in der Regel mit einem parkenden Fahrzeug. Zwei Szenarien traten besonders häufig auf. Im ersten Fall handelt es sich um das Streifen von längs am Fahrbahnrand geparkten Fahrzeugen. Im zweiten Szenario um Kollisionen beim Abbiegen und Einbiegen mit Fahrzeugen, die im Kreuzungsbereich abgestellt waren. Ob diese beiden Aufgaben von ein und demselben System übernommen werden können, müsste im Rahmen weiterführender Betrachtungen geklärt werden. Für die theoretische Betrachtung innerhalb dieser Arbeit unterstützt das System der Seitenerfassung den Fahrer bei beiden Aufgaben.

4.3.3 Rangierhilfesysteme – RHS

Pkw-Hersteller bieten heute optionale Parkassistenzsysteme an. Diese reichen von der einfachen Entfernungsmessung zu von Hindernissen (Park Distance Control, PDC) bis zum autonomen Parkassistenten. Die in dieser Arbeit betrachteten Rangierhilfesysteme für Lkw entsprechen dem PDC-System des Pkw, können aber auch als Kamerasystem ausgeführt sein. Die werksseitige Ausrüstung der Fahrzeuge mit Rangierhilfesystemen gestaltet sich bei Lkw im Vergleich mit Pkw schwieriger, da Fahrzeug und Aufbau meist von unterschiedlichen Herstellern stammen. Während Rückfahrkameras von Aufbauherstellern angeboten werden (Abbildung 8), muss der Kunde ein PDC-System selbständig von einem Dritthersteller nachrüsten lassen.

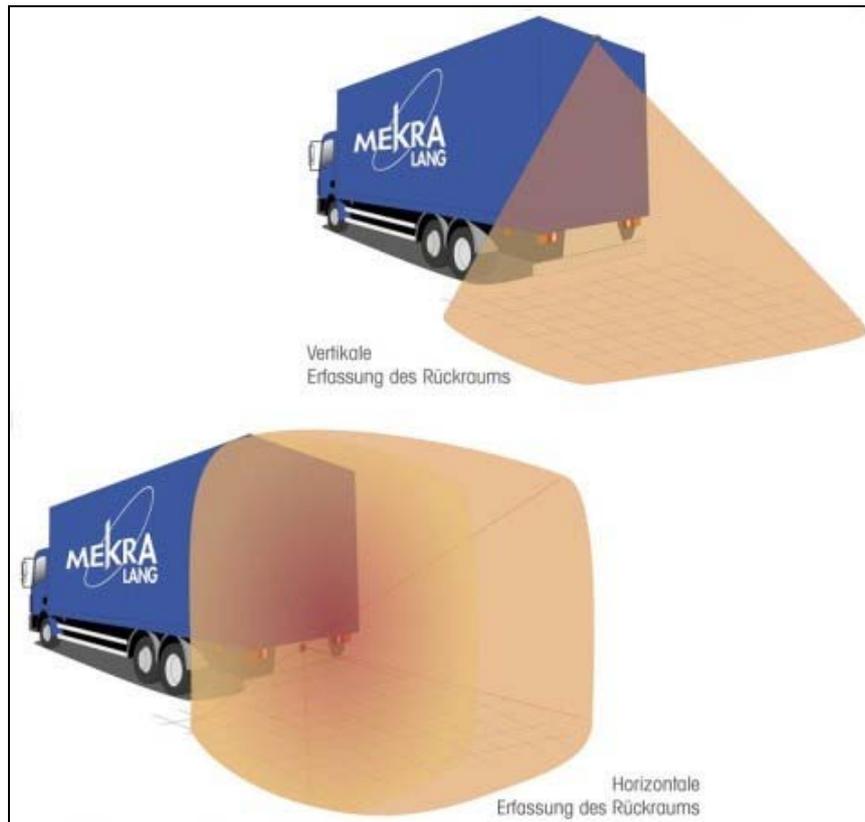


Abbildung 8: Erfassungsbereich von Rückfahrkamerasystemen der Firma Mekra Lang [www.kamerasysteme.org]

4.3.4 Höhenerfassung

Analog zur Seitenerfassung wird unter dem Begriff „Höhenerfassung“ ein theoretisches System angenommen, das den Fahrer bei zu geringer Durchfahrthöhe, z.B. an einer Brücke oder an einem Hallentor, warnt.

4.3.5 Night Vision

[Bosch, 2007]

Night Vision ist ein Nahinfrarot-Nachtsichtsystem, das dem Fahrer ein Live-Bild des über den Lichtkegel hinausgehenden Fahrraumes auf einem Display im Fahrzeug anzeigt. Somit sind nachts auch Objekte erkennbar, die sich außerhalb des mit dem konventionellen Fahrlicht ausgeleuchteten Lichtkegels befinden.

4.3.6 Reifendruckkontrolle

[Braess/Seiffert, 2007]

Reifendruckkontrollsysteme geben dem Fahrer eine Warnung bei Druckverlust. Mit Hilfe der Überwachung des Reifenluftdrucks im Fahrzeug kann die Anzahl der Pannenfälle durch Früherkennung entscheidend reduziert und damit die Sicherheit erhöht werden. In den USA sind Luftdruckkontrollsysteme für Neufahrzeuge bereits gesetzlich vorgeschrieben. Auf dem deutschen Markt bieten die Hersteller optionale Systeme an.

4.4 Akzeptanzprobleme bei der Einführung neuer FAS

Die Entwicklung der besten Fahrerassistenzsysteme hilft wenig, wenn diese nicht gekauft bzw. zwar gekauft aber nicht verwendet werden. Im Gegensatz zu Pkw sind bei Lkw Fahrer und Halter in der Regel nicht ein und dieselbe Person. Aus diesem Grund muss die Akzeptanz für FAS auf zwei grundlegend verschiedenen Ebenen geschaffen werden. Der potentielle Käufer muss vom finanziellen Nutzen des Systems, beispielsweise durch geringere Ausfallzeiten des Fahrzeugs, überzeugt werden. Der Fahrer hingegen muss mit der Funktionsweise des Systems zufrieden sein. Anhand der im Folgenden dargestellten Ergebnisse des Literaturstudiums sollen Möglichkeiten und Wege aufgezeigt werden, wie die FAS konzipiert sein müssen, um beim Fahrzeugführer nicht auf Ablehnung zu stoßen. Die Problematik der Schaffung eines betriebswirtschaftlichen Kaufanreizes für FAS wird in Kapitel 10 in Form einer betriebswirtschaftlichen Bewertung von FAS behandelt.

[Schindler/Sievers, 2008]

So mancher Kritiker von FAS behauptet, dass diese dem Fahrer Aufgaben, die er selbst erledigen könnte, abnehmen, um sie ihm in kritischen Situationen, in denen er eigentlich unterstützt werden müsste, zurückzugeben. Diese Kritiker haben dann Recht, wenn die beiden grundlegenden Aufgaben der Fahrerassistenz, die Kompetenzsteigerung des Fahrers und die Abnahme unangenehmer Aufgaben bei der Entwicklung missachtet werden. Das Ziel sollte immer sein, ein System zu schaffen, das den Fahrer in Notsituationen unterstützt bzw. ihm bei der Erledigung seiner Fahraufgabe Unterstützung bietet. FAS, die als Erziehungsinstanz versuchen, den Fahrer in seiner gewohnten Handlung zu dominieren oder zu bevormunden, verlieren schnell an Akzeptanz. Zukünftig werden vorgelagerte Akzeptanzuntersuchungen stärker in Entwicklungsentscheidungen einbezogen werden.

[Eckstein, 2008]

Die Wirksamkeit eines FAS ist für dessen Markterfolg notwendig, jedoch nicht ausreichend: Wird das Systemverhalten aufgrund seiner Gestaltung durch den Fahrer nicht akzeptiert, wird dieser es nicht nutzen. Die Akzeptanz hängt maßgeblich von den folgenden Gestaltungskriterien ab. Bezüglich der Anordnung von FAS-Anzeigen müssen Wahrnehmungs- und Bediensicherheit jederzeit gewährleistet sein. Die Informationen müssen transparent dargestellt werden, erkennbar und eindeutig sein. Der Fahrzeugführer muss die Möglichkeit haben, mit dem FAS zu interagieren, indem er es aktivieren und deaktivieren, unterbrechen oder übersteuern kann. Diese Eingriffe dürfen sich nicht negativ auf das Fahrer-Fahrzeug-Umwelt-System auswirken. Im Bezug auf das Systemverhalten muss der Fokus bei der Entwicklung vor allem auf Wirksamkeit, Nachvollziehbarkeit, Kontrollierbarkeit, Rückwirkungsarmut und Qualität liegen.

5 Beschreibung der Datenbank

Die Datenbank, auf deren Basis die Analysen in dieser Arbeit durchgeführt werden, beinhaltet 500 Haftpflichtschäden der Allianz Versicherungs-AG aus dem Jahr 2008. Im weiteren Verlauf wird die Datenbank auch als „Lkw-Datenbank“ (Lkw-DB) bezeichnet.

5.1 Informationsquellen

Jeder Schadenfall entstammt einer Schadenakte der Allianz. Diese Schadenakten beinhalten sämtliche Unterlagen, die zur Abwicklung des Schadens erstellt wurden: Schadenmeldebogen, Polizeiberichte, Gutachten, Arztbriefe, Gerichtsurteile, usw..

Der Informationsgehalt der einzelnen Akten variiert dabei stark. Zum Teil ist es möglich, aufgrund detaillierter Schadenmeldebögen und Polizeiberichte, sämtliche Unfallmerkmale zu ermitteln. Fehlen diese Berichte, lassen sich lediglich die grundlegenden Informationen zum Unfallhergang herausfinden. Neben Schadenmeldebogen und Polizeibericht stellen Gutachten von KFZ-Sachverständigen und Ärzten die wichtigsten Informationsquellen dar. Sachverständigenberichte sind in jeder Akte enthalten und vermitteln einen Eindruck zum Unfallhergang. Arztberichte enthalten, neben der Beschreibung der Verletzungen der Geschädigten, oft Hinweise zum Unfallhergang.

5.2 Selektionskriterien und Auswahl der Stichprobe

Der Allianz Versicherungs-AG wurden im Jahr 2008 insgesamt 51.241 Haftpflichtschäden von Lkw ab 3,5t zulässigem Gesamtgewicht gemeldet. Aufgrund der geografischen Lage beschränken sich die ausgewerteten Daten auf den Bereich Bayern (Betriebs-/Verwaltungsgemeinschaft 7). Laut Allianz Versicherung eignet sich dieser Bereich als Referenz für ganz Deutschland. Der Grundselekt, d.h. die erste Datenauswahl, umfasst nach dieser Einschränkung 11.549 Schadenfällen.

Im nächsten Schritt erfolgt eine Begrenzung auf die von Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zGG) von über 7,5t und einer Motorleistung größer 130kW verursachten Unfälle, wobei der Lkw als Hauptverursacher gilt. Dieses Kriterium wurde eingeführt, um Fahrzeugtypen auszuschließen, die nach Herstellerinformationen (MAN-Nutzfahrzeuge) häufig von Mietwagenfirmen eingesetzt werden. Abschließend erfolgt eine Beschränkung der Mindestschwere der betrachteten Haftpflichtschäden. Es werden nur Fälle mit einem Schadenaufwand von mehr als 7.000€ berücksichtigt.

605 Fälle erfüllten alle Voraussetzungen. 511 davon wurden ausgewertet. Um eine Vergleichbarkeit mit der Bundesstatistik zu gewährleisten, werden in dieser Arbeit nur diejenigen Fälle analysiert, die sich auf deutschem Staatsgebiet ereigneten, was eine Stichprobe von exakt 500 Unfallakten ergibt.

5.3 Definition der Parameter und deren Merkmale

Die erstellte Datenbank beruht auf der Aufbereitung von Parametern aus den gesichteten Schadenakten. Berücksichtigt wurden allgemeine Daten zum Unfallhergang und -ort, spezifische Daten zu den beteiligten Fahrzeugen, die Unfallfolgen für Versicherungsnehmer und Geschädigte sowie die Relevanz verschiedener Fahrerassistenzsysteme (Tabelle 2).

Parameter	Mögliche Ausprägungen
Allgemeine Unfalldaten	
Schadennummer	Sechsstellig
Schadenaufwand	Betrag in €
Schadentag	tt.mm.jjjj
Polizeilich gemeldet	Ja, Nein, unbekannt
Unfallzeit	hh:mm
Lichtverhältnisse	Tag, Nacht, Dämmerung, unbekannt
Niederschlag	Kein, Regen, Hagel, Schnee, unbekannt
Straßenoberfläche	trocken, nass, winterglatt, unbekannt
Unfallort	Klarschriftangabe des Ortes
Unfallort PLZ	5 stellige Postleitzahl des Ortes
Ortslage	Innerorts, Außerorts, Bundesautobahn, unbekannt
Unfallstelle im Straßennetz	Gerade, Kurve, Einmündung, Kreuzung, Parkplatz, ...
Unfalltyp	1 - 7 dreistellig
Unfallart	1 - 10
Unfallursache	1 - 89 (Nach DESTATIS)
Beteiligte	Anzahl
Kurzbeschreibung	Beschreibung des Unfallhergangs in Klarschrift
Allgemeine Fahrerdaten	
Geschlecht	weiblich, männlich, unbekannt
Geburtsjahr	jjjj
Reaktion: Lenken	entfällt, Ausweichversuch o. n. A., kein Ausweichvers., ...
Reaktion: Bremsen	entfällt, gebremst, nicht gebremst, nur Motorbremse, ...
Allgemeine Fahrzeugdaten	
Erstzulassung	jjjj
Hersteller	in Klarschrift
Modell	in Klarschrift
Fahrzeuginsassen	Anzahl
Fahrzeug-Front beschädigt	Ohne nähere Angaben, leicht, mäßig, schwer, unbek., ...
Fahrzeug-Heck beschädigt	Ohne nähere Angaben, leicht, mäßig, schwer, unbek., ...
Fahrzeug links beschädigt	Ohne nähere Angaben, leicht, mäßig, schwer, unbek., ...
Fahrzeug rechts beschädigt	Ohne nähere Angaben, leicht, mäßig, schwer, unbek., ...
Besonderheiten	in Klarschrift
VN-Daten	
Fahrer	VN, Mitarbeiter, Tochter, Sohn, Ehepartner, Mutter, ...
Zulässiges Gesamtgewicht	7,5 - 11,99 t, 12,0 - 15,99 t, mehr als 16,0 t
Aufbauart	Zugmaschine, Koffer, Kipper, Tank/Silo, Sonstige, ...
Auflieger/Anhänger	Koffer, Kipper, Tank/Silo, Kein, Sonstige, Unbekannt
Ortsdaten	
Zul. Geschwindigkeit	in km/h
Straßenart	BAB, BAB Auffahrt, Bundesstraße, Landstraße, ...
Kollisionsdaten	
Unfalltyp	Auslöser, Kontrahent/Bevorrechtigter, weiterer Beteiligter
Anzahl der Kollisionen	n = 1, 2, usw.
Ausgangsgeschwindigkeit	in km/h: 0, 1 - 20, 101 - 120, > 120, rückwärts, unbekannt
CDC Richtung	Richtung der Krafteinwirkung entsprechend Ziffernblatt
VDI Richtung	Anstoßstelle am Fahrzeug entsprechend Ziffernblatt
Weitere	
Schwer/Leichtverletzte, Getötete	Anzahl für VN und GES
HWS-Syndrom	Anzahl für VN und GES
FAS-Relevanz	AGB, SWA, LDW, KAS, SFR, ESP, PDC, ...
Art der Reparaturwerkstatt	„Freie“- oder Markenwerkstatt

Tabelle 2: Ausgewertete Parameter und deren Ausprägungen [Lkw-DB]

5.4 Füllungsgrad ausgewählter Parameter

Die nachfolgenden Tabellen vermitteln einen Eindruck der Vollständigkeit der Schadenakten. Sie zeigen wie gut bzw. häufig die einzelnen Parameter aus den Unterlagen zu ermitteln waren.

Zunächst werden die Füllungsgrade der allgemeinen Unfalldaten betrachtet. Basis hierfür sind sämtliche 500 Schadenfälle, die sich in 483 Kollisionen und 17 sonstige Haftpflichtschäden unterteilen lassen. Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, eignen sich lediglich die Parameter „Niederschlag“ und „Fahrbahnoberfläche“ nicht für weitere Analysen. Der geringe Füllungsgrad für diese beiden Merkmale ist auf die geringe Zahl der in den Unfallakten vorgefundenen Polizeiberichten zurückzuführen.

Ausgewertete Akten	500	
Relevante Haftpflichtschäden (Kollisionen)	483	
Sonstige Haftpflichtschäden (z.B. Ölüberfüllung)	17	
Füllungsgrad bezogen auf alle Akten	Anzahl	Prozent
Polizeilich gemeldet	447	89
Unfalldatum	500	100
Unfallzeit	445	89
Lichtverhältnisse	448	90
Niederschlag	95	19
Fahrbahnoberfläche	109	22
Unfallort (Klarschrift)	499	100
Unfallort (PLZ)	401	80
Ortslage	477	95
Unfallstelle im Straßennetz	469	94
Unfallursache	485	97
Unfallart	500	100
Unfalltyp	500	100
Anzahl Unfallbeteiligte	500	100
Anzahl Personenschäden	500	100

Tabelle 3: Füllungsgrade allgemeiner Unfalldaten (n = 500) [Lkw-DB]

Neben den Füllungsgraden der allgemeinen Daten geben auch die Versicherungsnehmer-(VN) und Geschädigten-(GES-)Daten einen wichtigen Eindruck der verfügbaren Unfalldaten (Tabelle 4 und Tabelle 5).

Die niedrigen Füllungsgrade einiger Parameter auf Seiten des VN lassen sich auf die geringe Anzahl polizeilicher Unfallanzeigen zurückführen. Vor allem die exakte Bestimmung des Lkw nach Modell, Aufbau- und Anhängerart war in den meisten Fällen nicht möglich. Da diese Merkmale im Hinblick auf die Ausstattung der Fahrzeuge mit Fahrerassistenzsystemen eine wichtige Rolle spielen, sollte zukünftig größerer Wert auf einen diesbezüglich vollständig ausgefüllten Schadenmeldebogen gelegt werden.

Die in Tabelle 5 betrachteten Merkmale wurden nur für die Fälle erfasst, in denen der GES selbst oder sein Fahrzeug an der Kollision beteiligt war. Die im Vergleich zu Tabelle 4 ungleich besseren Füllungsgrade sind vor allem auf die Arzt- und Sachverständigenberichte zurückzuführen.

Ausgewertete Akten	500	
Relevante Haftpflichtschäden (Kollisionen)	483	
Sonstige Haftpflichtschäden (z.B. Ölüberfüllung)	17	
Füllungsgrad bezogen auf alle Akten	Anzahl	Prozent
Art der Unfallbeteiligung	500	100
VN (selbst gefahren, Angestellter, etc.)	474	95
Geschlecht	478	96
Alter	173	35
Reaktion: Lenken	457	91
Reaktion: Bremsen	452	90
Anzahl Insassen	486	97
Erstzulassung	378	76
Hersteller	474	95
Model	222	44
Zulässiges Gesamtgewicht	355	71
Aufbau VN-Fahrzeug	168	34
Anhänger/Auflieger VN-Fahrzeug	147	29
Beschädigungen	493	99
Ausgangsgeschwindigkeit	123	25
Grobe Ausgangsgeschwindigkeit	315	63
VDI1-Richtung	347	69
CDC-Richtung	305	61

Tabelle 4: Füllungsgrade VN-Fahrer und -Fahrzeug (n = 500) [Lkw-DB]

Ausgewertete Akten	500	
Relevante Haftpflichtschäden (Kollisionen)	418	
Alleinunfälle (Durchbrechen der Leitplanke, etc.)	65	
Sonstige Haftpflichtschäden (z.B. Ölüberfüllung)	17	
Füllungsgrad bezogen auf relevante Unfälle	Anzahl	Prozent
Art der Unfallbeteiligung	418	100
Geschlecht	394	94
Alter	131	31
Reaktion: Lenken	368	88
Reaktion: Bremsen	361	86
Anzahl Insassen	383	92
Fahrzeugart	400	96
Fahrzeugklasse	398	95
Erstzulassung	369	88
Hersteller	384	92
Model	379	91
Beschädigungen	395	94
Ausgangsgeschwindigkeit	194	46
Grobe Ausgangsgeschwindigkeit	267	64
VDI1-Richtung	384	92
CDC-Richtung	284	68

Tabelle 5: Füllungsgrade GES-Fahrer und -Fahrzeug (n = 418) [Lkw-DB]

5.5 Unterschiede zur Bundesstatistik

In diesem Unterkapitel werden die Daten der Lkw-Datenbank mit einer Veröffentlichung des statistischen Bundesamtes zum Thema „Unfälle von Güterkraftfahrzeugen“ aus dem Jahr 2006² verglichen [DESTATIS, 2007c]. Aus der Bundesstatistik wurden hierfür jeweils die Daten für Lkw als Hauptverursacher von Unfällen mit Personenschaden oder schwerwiegendem Sachschaden entnommen. Unfälle mit Personenschaden sind Unfälle, in denen unabhängig von der Höhe des Sachschadens Personen verletzt oder getötet wurden. Ein schwerwiegender Sachschaden liegt dann vor, wenn es sich um einen Straftatbestand oder eine Ordnungswidrigkeit (Bußgeld) handelt und mindestens ein beteiligtes Fahrzeug abgeschleppt werden muss.

5.5.1 Unfallart

Gemäß [DESTATIS, 2009] beschreibt die Unfallart vom gesamten Unfallablauf die Bewegungsrichtung der beteiligten Fahrzeuge zueinander beim ersten Zusammenstoß auf der Fahrbahn oder wenn es nicht zur Kollision gekommen ist, die erste mechanische Einwirkung auf einen Verkehrsteilnehmer. Es werden 10 Unfallarten unterschieden (Tabelle 6 und Anlage I).

1	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht
2	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet
3	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt
4	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegen kommt
5	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt
6	Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger
7	Aufprall auf ein Hindernis auf der Fahrbahn
8,9	Abkommen von der Fahrbahn (rechts, links)
10	Unfall anderer Art

Tabelle 6: Übersicht aller Unfallarten [DESTATIS, 2009]

Für die Verteilung der Unfallarten (Abbildungen 9, 10 und 11) werden sämtliche Fälle betrachtet, die von Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 12t und mehr verursacht wurden. Daten für Lkw von 7,5 bis 12t sind in der Bundesstatistik nicht gesondert ausgewiesen und können daher nicht berücksichtigt werden.

² Daten für 2008 wurden Ende Januar 2010 und damit zu spät für die vorliegenden Untersuchung veröffentlicht.

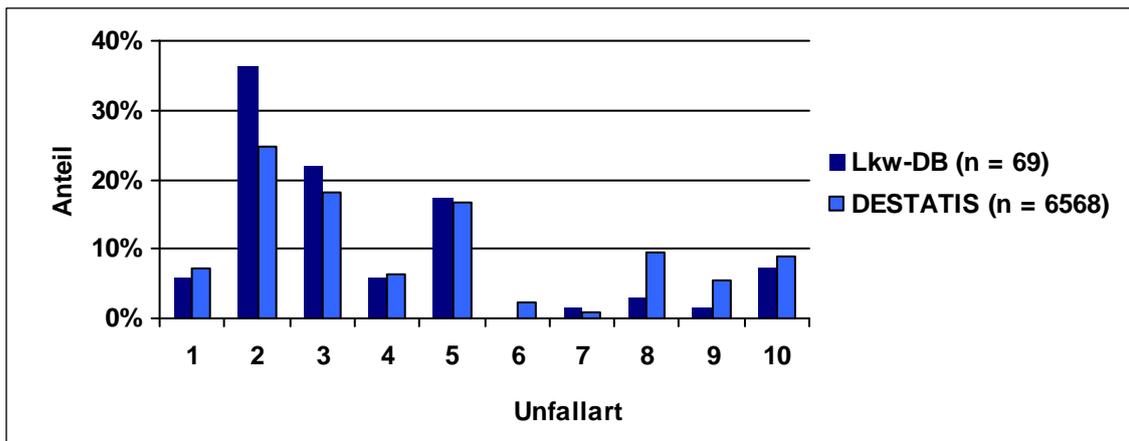


Abbildung 9: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]

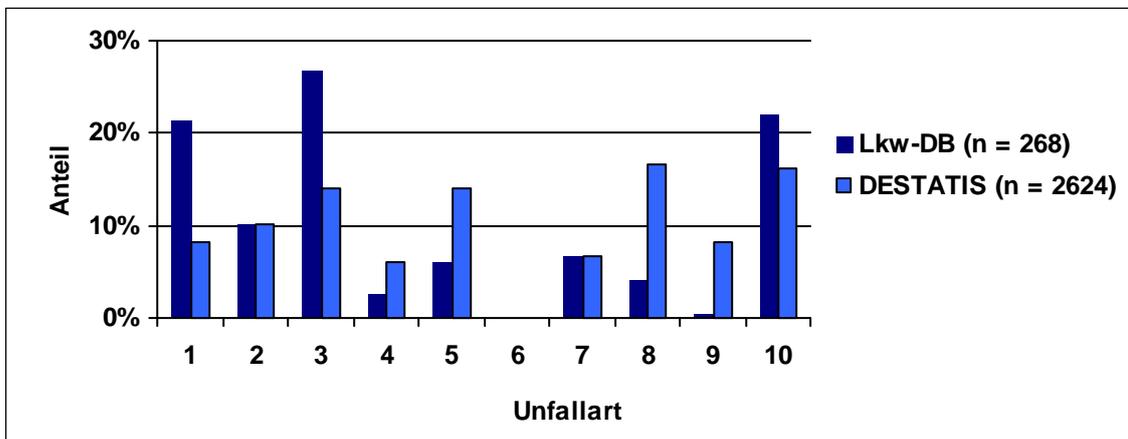


Abbildung 10: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]

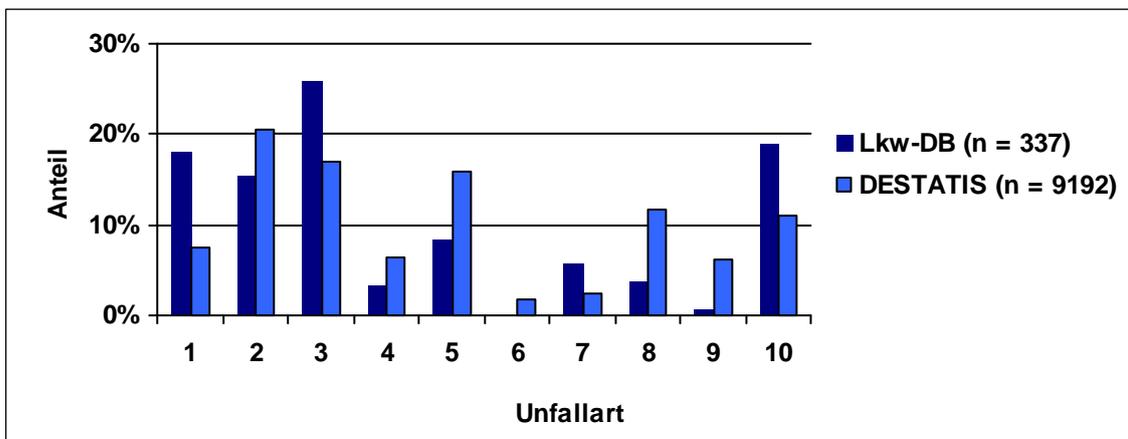


Abbildung 11: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personen- und Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]

Innerhalb der Unfälle mit Personenschaden (Abbildung 9) weichen besonders die Kollisionen mit vorausfahrenden oder wartenden Fahrzeugen (Unfallart 2) sowie der Anteil von der Fahrbahn abgekommener Fahrzeuge (Unfallarten 8 und 9) von der Bundesstatistik ab. Diese Unterschiede sind auf den festgelegten Mindestschadenaufwand von 7.000€ zurückzuführen. Kollisionen mit vorausfahrenden oder wartenden Fahrzeugen sind meist kostspielig für den Versicherer und haben somit an den Unfällen über 7.000€ einen größeren Anteil. Das Abkommen von der Fahrbahn ist häufig ein Alleinunfall mit geringem Fremdschaden, der aus diesem Grund nicht an die Haftpflichtversicherung weitergegeben wird oder unterhalb der 7.000€-Grenze liegt.

Bei der Gegenüberstellung der Unfälle mit Sachschäden (Abbildung 10), gibt es, analog zu den Unfällen mit Personenschaden, große Unterschiede bei den Unfällen durch Abkommen von der Fahrbahn (Unfallarten 8 und 9). Darüber hinaus sind Abweichungen bei den Zusammenstößen mit Fahrzeugen die anfahren, anhalten oder seitlich in gleicher Richtung fahren (Unfallart 1) erkennbar. Diese Unfallarten haben einen größeren Anteil in der Lkw-Datenbank, da sie häufig nicht der Polizei gemeldet werden. Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (Unfallart 5) hingegen werden häufig der Polizei gemeldet, da es sich bei diesen, aufgrund der meist verheerenden Front/Front- oder Front/Seite-Kollision, in der Regel um Unfälle mit Personenschaden handelt. Kommt es bei einem solchen Unfall lediglich zu Sachschäden, so kann man davon ausgehen, dass diese unterhalb der 7.000€-Grenze liegen und deshalb der Anteil dieser Unfälle in der Bundesstatistik größer ist als in der Lkw-Datenbank.

Aufgrund des größeren Anteils der Sachschadenumfälle (n=268 von 337, 79,5%) in der Lkw-Datenbank und der Personenschadenumfälle (n=6.568 von 9.192, 71,4 %) in der Bundesstatistik ergeben sich die Gesamtverteilungen entsprechend Abbildung 11.

5.5.2 Unfalltyp

In dieser Arbeit wird die Einteilung der Unfalltypen des Statistischen Bundesamtes [DESTATIS, 2009] verwendet. Der Unfalltyp beschreibt die Konfliktsituation, die zum Unfall führte, d.h. die Phase des Verkehrsgeschehens, in der ein Fehlverhalten oder eine sonstige Ursache den weiteren Ablauf nicht mehr kontrollierbar machte. Im Gegensatz zur Unfallart beschreibt der Unfalltyp nicht die Kollision selbst, sondern die Art der Konfliktauslösung. Tabelle 7 zeigt eine Auflistung der sieben Unfalltypen. Eine detaillierte Aufstellung sämtlicher Unfalltypen kann in Anlage II eingesehen werden.

1	Fahrerunfall
2	Abbiege-Unfall
3	Einbiegen/Kreuzen-Unfall
4	Überschreiten-Unfall
5	Unfall durch ruhenden Verkehr
6	Unfall im Längsverkehr
7	Sonstiger Unfall

Tabelle 7: Aufstellung der Unfalltypen [DESTATIS, 2009]

Für die Verteilung der Unfalltypen werden, wie zuvor bei den Unfallarten, nur Fälle betrachtet, die von Lkw mit einem zGG von 12t und mehr verursacht wurden (Abbildungen 12, 13 und 14).

Bezüglich der Unfälle mit Personenschaden (Abbildung 12) gibt es lediglich bei den Fahrurfällen (Unfalltyp 1) einen deutlichen Unterschied (7 zu 17%). Diese sind, analog zu den Abkommen-Unfälle innerhalb der Unfallarten, meist Alleinunfälle mit einem Fremdschaden kleiner 7.000€, die nicht in die Lkw-Datenbank aufgenommen wurden.

Die großen Unterschiede bei den Unfällen mit Sachschaden (Abbildung 13) ergeben sich, wie schon bei den Unfallarten, aufgrund der für die Lkw-Datenbank gewählten Schadenaufwanduntergrenze sowie der geringen Anzahl polizeilich gemeldeter und damit in der Bundesstatistik vertretener Unfälle durch ruhenden Verkehr. Die Berücksichtigung sämtlicher Haftpflichtschäden in der Lkw-Datenbank führt zudem zu einer Abweichung bei den sonstigen Unfällen.

Das Gesamtergebnis (Abbildung 14) ergibt sich wiederum durch das Überwiegen der Personenschäden in der Bundesstatistik und der Sachschäden in der Lkw-Datenbank.

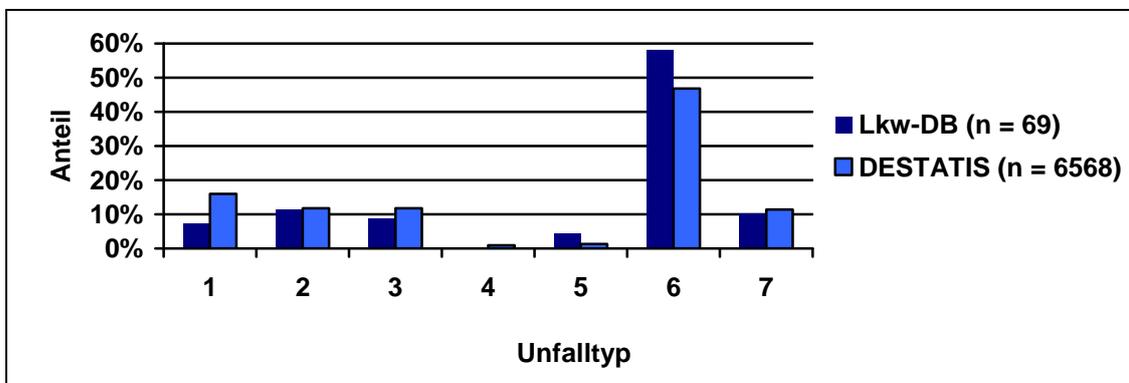


Abbildung 12: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personenschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]

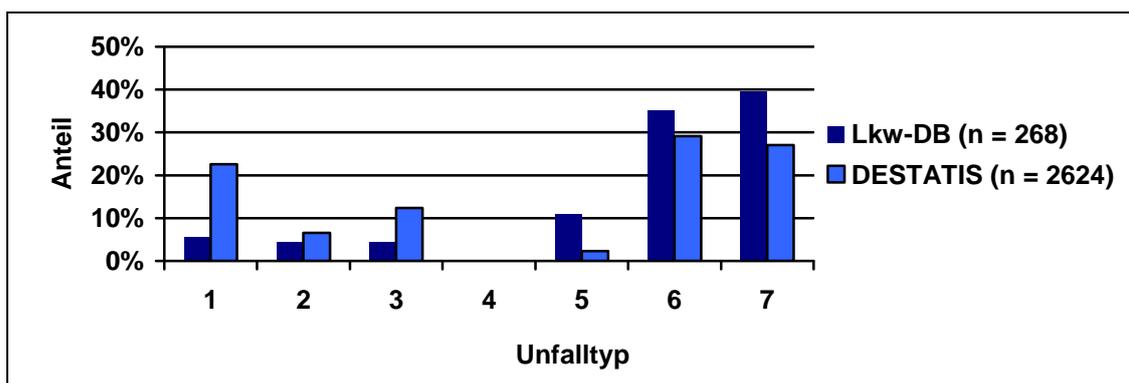


Abbildung 13: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]

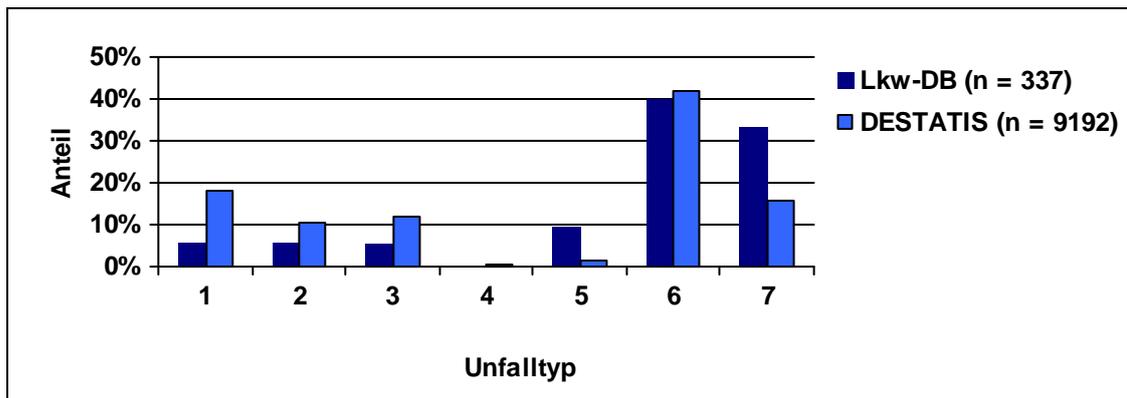


Abbildung 14: Vergleich der Unfallarten bei Unfällen mit Personen- und Sachschaden von Lkw über 12t zGG [Lkw-DB]

5.5.3 Unfallort

Für den Vergleich der Anteile des Unfallorts werden sämtliche Unfälle, die von Lkw über 7,5 t zGG verursacht wurden, berücksichtigt. Hierbei ergibt sich bei den Unfällen mit Personenschaden eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Lkw-Datenbank und Bundesstatistik (Tabelle 8).

Ortslage \ DB	Lkw-Datenbank		Bundesstatistik	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Innerorts	47	43,5	3.363	43,8
Außerorts	30	27,8	2.207	28,8
Bundesautobahn	31	28,7	2.099	27,4
Summe	108	100,0	7.669	100,0

Tabelle 8: Vergleich der Ortslage bei Unfällen mit Personenschaden von Lkw über 7,5 t zGG [Lkw-DB]

Ein Großteil der Kollisionen mit parkenden Fahrzeugen oder stationären Gegenständen, die nicht polizeilich gemeldet wurden, geschehen innerorts. Folglich ist der Innerortsanteil der Sachschadensunfälle (Tabelle 9) in der Lkw-Datenbank mit 67,5% wesentlich größer als in der Bundesstatistik (30,8%). Außerorts und auf Bundesautobahnen ereignen sich hingegen die meisten Fahrnunfälle, die aufgrund keiner oder zu geringer Fremdschäden (weniger 7.000€) keine Berücksichtigung in der Lkw-Datenbank fanden. Diese tauchen, wenn polizeilich erfasst und schwerwiegend (Bußgeld, Fahrzeug muss abgeschleppt werden), in der Bundesstatistik auf und erhöhen den Außerorts- bzw. Bundesautobahnanteil entsprechend.

Ortslage \ DB	Lkw-Datenbank		Bundesstatistik	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Innerorts	249	67,5	928	30,8
Außerorts	49	13,3	782	25,9
Bundesautobahn	71	19,2	1.304	43,3
Summe	369	100,0	3.014	100,0

Tabelle 9: Vergleich der Ortslage bei Unfällen mit Sachschaden von Lkw über 7,5 t zGG [Lkw-DB]

Wie schon bei Unfallart und Unfalltyp überwiegen die Personenschadenunfälle in der Bundesstatistik bzw. die Sachschadenunfälle in der Lkw-Datenbank. Dem entsprechend ergibt sich die Verteilung der Ortslagen aller Fälle gemäß Tabelle 10.

Ortslage \ DB	Lkw-Datenbank		Bundesstatistik	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Innerorts	296	62,0	4.291	40,2
Außerorts	79	16,6	2.989	28,0
Bundesautobahn	102	21,4	3.403	31,8
Summe	477	100,0	10.683	100,0

Tabelle 10: Vergleich der Ortslage bei Unfällen mit Personen und Sachschaden von Lkw über 7,5 t zGG [Lkw-DB]

6 Strukturanalyse: Lkw-Haftpflichtschäden

Dieser Analyse liegt eine Stichprobe von 500 Haftpflichtschäden zugrunde, die der Allianz Versicherungs-AG im Jahr 2008 gemeldet wurden. Die Zusammensetzung der Datenbank wird in Kapitel 5 behandelt. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird die Strukturanalyse auch unter dem Begriff „quantitative Analyse“ referenziert.

In diesem Teil werden die verschiedenen Merkmale auf ihre Häufigkeit hin untersucht. Durch den Vergleich mit dem jeweiligen Stichprobenumfang kann eine Aussage über die Bedeutung des Merkmals getroffen werden. Die Häufigkeiten werden in Tabellen und Diagrammen dargestellt. Während in Diagrammen aus Übersichtsgründen lediglich einzelne Größen betrachtet werden, können Tabellen auch als Kreuztabellen ausgeführt sein, in denen zwei Merkmale einander gegenübergestellt werden.

Der jeweilige Stichprobenumfang n der einzelnen Merkmale variiert aufgrund der unterschiedlichen Füllungsgrade der Parameter. Der maximale Stichprobenumfang $n=500$ ist in den seltensten Fällen auch der reale. Aus diesem Grund ist der für die jeweilige Tabelle bzw. Abbildung angegebene Stichprobenumfang zu beachten.

6.1 Polizeiliche Meldung des Schadens

Der Anteil polizeilich erfasster Schäden beträgt 72,0%, nur diese Fälle wurden in die Bundesstatistik aufgenommen (Abbildung 15). Die Erfassung kann in Form einer polizeilichen Unfallanzeige bzw. in einer bloßen Eintragung in das polizeiliche Tagebuch erfolgt sein. Aufgrund der sehr hohen Quote könnte man fälschlicherweise annehmen, dass sich gute Füllungsgrade bei den Personalien der Beteiligten ergeben. Die Information, ob der Unfall der Polizei gemeldet wurde, kann aber auch aus dem Schadenmeldebogen der Versicherung entnommen werden, so dass ein Polizeibericht selbst nicht vorhanden sein muss.

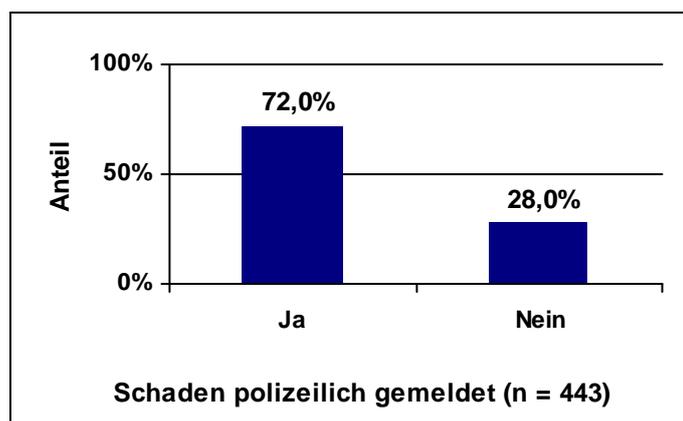


Abbildung 15: Anteil polizeilich gemeldeter Schäden [Lkw-DB]

6.2 Geschlecht und Alter des VN

Der Beruf des Kraftfahrers ist nach wie vor eine Männerdomäne. Dennoch überrascht es, dass bis auf sieben Ausnahmen (bei 22 nicht ersichtlichen Fällen) die Fahrer des schadenverursachenden Lkw Männer sind. Der geringe Füllungsgrad des Alters von lediglich 34,6% ist auf die geringe Anzahl vorhandener Polizeiberichte zurückzuführen (Abbildung 16).

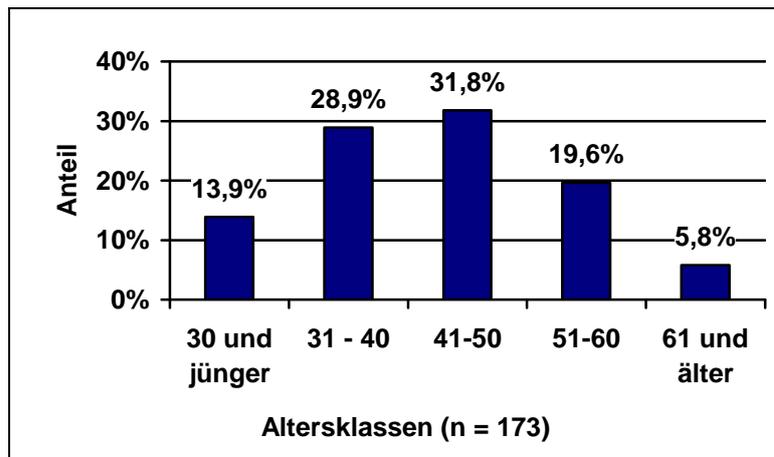


Abbildung 16: Alter des Verursachers [Lkw-DB]

6.3 Ortslage und Lichtverhältnisse

Der Anteil von Außerortsunfällen (auf Land- und Bundesstraßen sowie Bundesautobahnen) ist mit insgesamt 38,0 % relativ hoch (Abbildung 17).

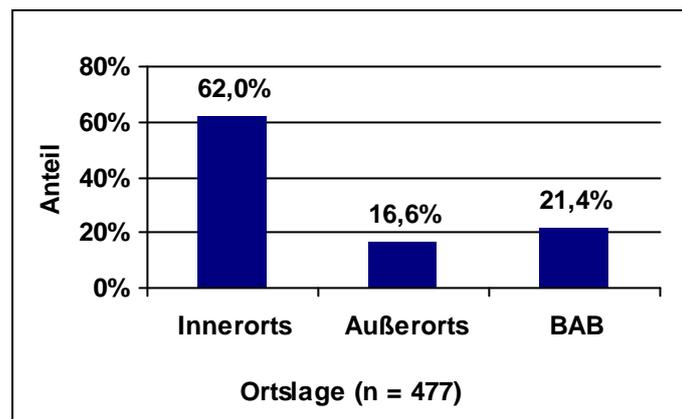


Abbildung 17: Anteil der Ortslagen [Lkw-DB]

Bei den Lichtverhältnissen ist die Verteilung wesentlich eindeutiger: Die meisten Schadenfälle ereigneten sich bei Tageslicht (Tabelle 11). Bei genauerer Betrachtung kann man feststellen, dass mit höherer Verbindungsfunktion der Straße der Anteil der Nachtunfälle signifikant zunimmt. Während sich innerhalb geschlossener Ortschaften nur 8,2 % aller Schadenfälle nachts ereigneten, waren es außerorts 18,0 % bzw. 33,0 % auf Bundesautobahnen.

Ortslage \ Licht	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Tag	216	84,7	55	76,4	55	55,0	326	76,3	19
Nacht	21	8,2	13	18,0	33	33,0	67	15,7	1
Dämmerung	18	7,1	4	5,6	12	12,0	34	8,0	1
Summe	255	100,0	72	100,0	100	100,0	427	100,0	
Unbekannt	41		7		2				2

Tabelle 11: Anteil von Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB]

6.4 Unfallort

Da bei der Auswahl der Unfallakten nur Fälle aus der Betriebs-/Verwaltungsgemeinschaft Bayern betrachtet werden, zeigt die nach Postleitzahlengebieten zugeordnete Schadenhäufigkeit (Abbildung 18) eine deutliche Dominanz für Fälle aus Südostdeutschland und vor allem aus dem Raum München.

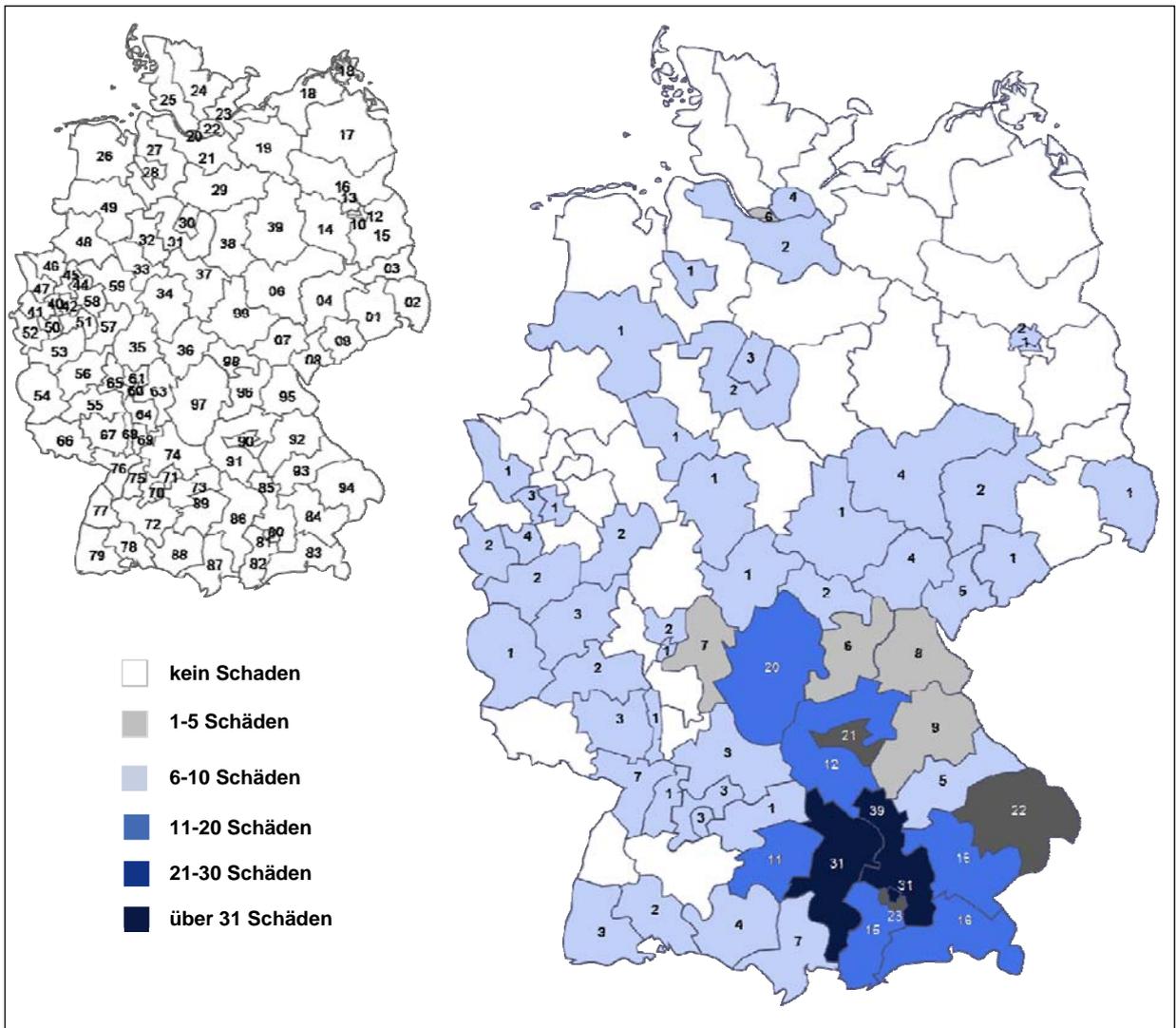


Abbildung 18: Unfallort nach PLZ-Gebieten und Anzahl der Schäden je PLZ (n = 401) [Lkw-DB]

6.5 Unfallart

Beim Betrachten der Verteilung der Unfallarten in Abbildung 19 fällt auf, dass es in nahezu einem Viertel aller Fälle (23,4%) zu einem seitlichen Streifstoß von in gleicher Richtung fahrender Fahrzeuge gekommen ist (Unfallart 3). Die zweit- und dritthäufigsten Unfälle stellen die beiden Varianten des Auffahrunfalls (Unfallart 1 und 2). Der Anteil von Unfällen mit Fußgärgbeteiligung (Unfallart 6) ist mit 0,4% äußerst gering. Unfälle anderer Art (Unfallart 10) weisen einen Anteil von 19,4% auf.

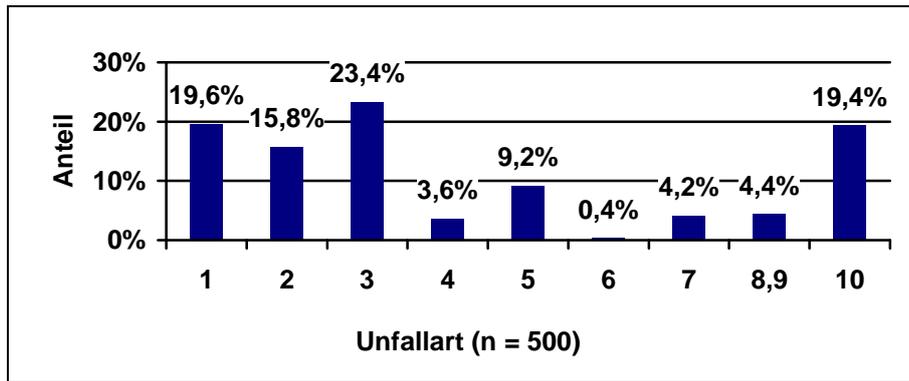


Abbildung 19: Verteilung der Unfälle nach Unfallart [Lkw-DB]

Betrachtet man nun den Anteil der Unfallarten nach der Ortslage (Tabelle 12), geschehen innerorts hauptsächlich Unfälle der Unfallarten 1 bis 3 sowie andere Unfälle (Unfallart 10). Außerorts nehmen die Zusammenstöße mit anderen Fahrzeugen die anfahren, anhalten oder im ruhenden Verkehr stehen (Unfallart 1) sowie Streifkollisionen von sich in gleicher Richtung bewegendem Fahrzeugen (Unfallart 3) ab. Zusammenstöße mit einbiegenden oder kreuzenden Fahrzeugen (Unfallart 5) und das Abkommen von der Fahrbahn (Unfallarten 8 und 9) spielen hier eine wesentlich größere Rolle. Auf den Bundesautobahnen ereigneten sich vor allem drei Arten von Unfällen. Mit 40,2% traten Streifstöße zwischen in gleicher Richtung fahrenden Fahrzeugen (Unfallart 3) am häufigsten auf. An zweiter Stelle, mit 26,5%, liegen Zusammenstöße mit vorausfahrenden oder wartenden Fahrzeugen (Unfallart 2). Unfälle bei denen auf ein auf der Fahrbahn liegendes Hindernis aufgefahren wurde (Unfallart 7), machen 18,6% der Unfälle auf BAB aus. In der Regel handelte es sich bei den Hindernissen um Reifenteile des unfallverursachenden Lkw.

Unfallart	Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
1	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht	77	26,0	9	11,3	6	5,9	92	19,3	6
2	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet	40	13,5	11	13,9	27	26,5	78	16,4	1
3	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt	60	20,3	13	16,5	41	40,2	114	23,9	3
4	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegen kommt	9	3,1	6	7,6	0	0,0	15	3,1	3
5	Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt	29	9,8	13	16,5	0	0,0	42	8,8	4
6	Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger	1	0,3	1	1,3	0	0,0	2	0,4	0
7	Aufprall auf ein Hindernis auf der Fahrbahn	0	0,0	2	2,5	19	18,6	21	4,4	0
8,9	Abkommen von der Fahrbahn (rechts, links)	3	1,0	13	16,5	5	4,9	21	4,4	1
10	Unfall anderer Art	77	26,0	11	13,9	4	3,9	92	19,3	5
Summe		296	100,0	79	100,0	102	100,0	477	100,0	

Tabelle 12: Anteil der Unfallart nach Ortslage [Lkw-DB]

6.6 Unfalltyp

Abbildung 20 zeigt die Auftretenshäufigkeiten der verschiedenen Unfalltypen.

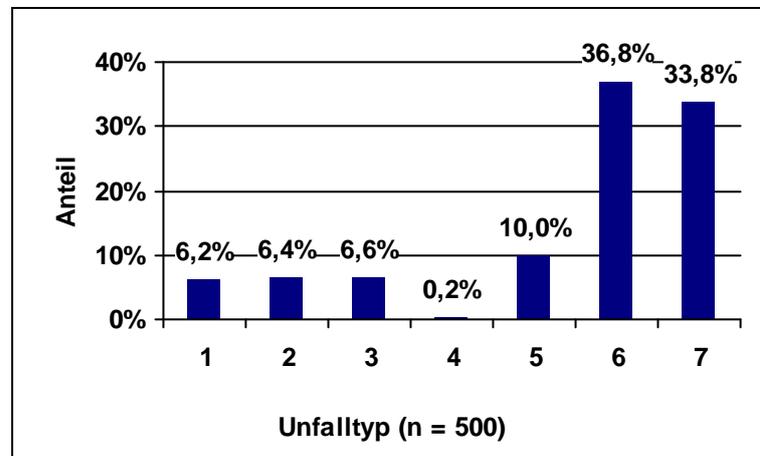


Abbildung 20: Verteilung der Unfälle nach Unfalltypen [Lkw-DB]

Unfälle im Längsverkehr nehmen hierbei mit 36,8% die Spitzenposition ein (Unfalltyp 6). Zu diesen Unfällen zählen Kollisionen zwischen sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegendem Unfallgegnern. An zweiter Stelle stehen die sonstigen Unfälle (33,8%, Unfalltyp 7). Bei diesen handelt es sich nicht ausschließlich, aber vor allem, um Unfälle beim Wenden und Rückwärtsfahren. Zu den sonstigen Unfällen zählen auch die ebenfalls erfassten sonstigen Haftpflichtschäden, wie beispielsweise Bodenverunreinigungen durch ausgetretenes Heizöl. Neben diesen beiden Unfalltypen, die zusammen mehr als 70% aller erfassten Fälle ausmachen, spielen die übrigen eine untergeordnete Rolle. Lediglich die Unfälle durch ruhenden Verkehr, Kollisionen mit parkenden und anhaltenden Fahrzeugen (Unfalltyp 5) sind mit 10,0% noch im zweistelligen Bereich vertreten.

Den geringsten Anteil hat der Überschreiten-Unfall (Unfalltyp 4), d.h. die Kollision zwischen einem Fahrzeug und einem Fußgänger auf der Fahrbahn. Der Anteil der Fußgängerunfälle bei der Unfallartenverteilung ist doppelt so hoch wie bei den Unfalltypenverteilung (0,4% gegenüber 0,2%). Bei gleichen Stichprobenumfängen ($n=500$) erscheint dies auf den ersten Blick ein Fehler zu sein, beruht aber lediglich darauf, dass die fehlenden 0,2% unter die sonstigen Unfälle (Unfalltyp 7) fallen, da sich die Kollisionen nicht auf der Fahrbahn ereigneten. Der am häufigsten auftretende Unfalltyp auf Bundesautobahnen (62,7%) ist mit großem Abstand der Unfall im Längsverkehr (Unfalltyp 6, vgl. auch Tabelle 12). Daraus kann der Schluß gezogen werden, dass die Fahrerassistenzsysteme LDW, SWA und AGB eine deutliche Verringerung der Unfallzahlen auf Autobahnen bewirken könnten.

Innerorts liegen die Anteile relativ ähnlich zur Gesamtverteilung, lediglich die Fahrnfälle sind hier vergleichsweise gering vertreten (Tabelle 13). Trotz der geringen Unterschiede ist zu beachten, dass sich sämtliche Überschreiten-Unfälle innerhalb von geschlossenen Ortschaften ereigneten. Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (Unfalltyp 3) sowie Unfälle im ruhenden Verkehr (Unfalltyp 5) haben innerorts ebenfalls ihre höchsten Anteile. Im Gegensatz dazu geschehen Fahrnfälle (Unfalltyp 1) sowie Abbiege-Unfälle (Unfalltyp 2) besonders häufig außerorts. Im Vergleich hierzu spielen die sonstigen Unfälle (Unfalltyp 7) außerhalb geschlossener Ortschaften eine geringere Rolle.

Unfalltyp		Ortslage		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
		Innerorts		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
1	Fahrerunfall	7	2,4	16	20,3	5	4,9	28	5,9	3
2	Abbiege-Unfall	18	6,1	12	15,2	0	0,0	30	6,3	2
3	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	24	8,1	6	7,6	0	0,0	30	6,3	3
4	Überschreiten-Unfall	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,2	
5	Unfall durch ruhenden Verkehr	36	12,2	5	6,3	6	5,9	47	9,9	3
6	Unfall im Längsverkehr	91	30,7	24	30,3	64	62,7	179	37,5	5
7	Sonstiger Unfall	119	40,2	16	20,3	27	26,5	162	33,9	7
Summe		296	100,0	79	100,0	102	100,0	477	100,0	
Unbekannt										

Tabelle 13: Anteil des Unfalltyps nach Ortslage [Lkw-DB]

Eine detaillierte Betrachtung der Unfalltypen folgt in den In-depth-Analysen in Kapiteln 7 und 8.

6.7 Unfallursache

Tabelle 14 enthält die zehn am häufigsten auftretenden Unfallursachen. Die Einteilung der Unfallursachen wurde gemäß dem Statistischen Bundesamt [DESTATIS, 2009] vorgenommen. Eine vollständige Aufstellung aller Unfallursachen ist in Anlage III enthalten.

Wie aus den vorhergehenden Ausführungen ersichtlich, treten Unfälle im Längsverkehr am häufigsten auf. Die Ursachen sind dabei fehlerhaftes Wechseln des Fahrstreifens mit 17,9% sowie Unaufmerksamkeit oder Ablenkung mit 14,4%. Ebenfalls analog zu den Verteilungen der Unfallarten und der Unfalltypen, bei denen die anderen bzw. sonstigen Unfälle große Anteile besitzen, finden sich die sonstigen Fehler beim Fahrzeugführer mit 16,9% sowie Fehler beim Rückwärtsfahren oder Wenden als wesentliche Ursachen wieder.

Rang	Unfallursache		Anzahl	%
1	26	Fehlerhaftes Wechseln des Fahrstreifens beim Nebeneinander-fahren oder Nichtbeachten des Reißverschlussverfahrens	87	17,9
2	49	Sonstiger Fehler beim Fahrzeugführer	82	16,9
3	5	Unaufmerksamkeit	70	14,4
4	36	Fehler beim Wenden oder Rückwärtsfahren	62	12,8
5	35	Fehler beim Abbiegen	31	6,4
6	14	Ungenügender Sicherheitsabstand	18	3,7
7	51	Technische Mängel an Bereifung	15	3,1
8	55	Andere technische Mängel	12	2,5
9	28	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	11	2,3
10	32	Nichtbeachten des Vorrangs entgegenkommender Fahrzeuge	10	2,1
Summe			398	82,1

Tabelle 14: Die zehn häufigsten Unfallursachen (n=485) [Lkw-DB]

Insgesamt gehen 82,1% aller ausgewerteten Unfälle auf die 10 häufigsten Ursachen zurück.

6.8 Fahrzeug des Versicherungsnehmers

Schwere Lkw mit mehr als 16t zulässigem Gesamtgewicht verursachten den Großteil aller Schäden (Abbildung 21). Meist handelte es sich um Zugmaschinen, die einen Kofferaufleger mitführten. Bei den Lkw ohne Anhänger gab es keine Ausführungsvariante, die besonders häufig als Unfallverursacher in Erscheinung trat (Tabelle 15).

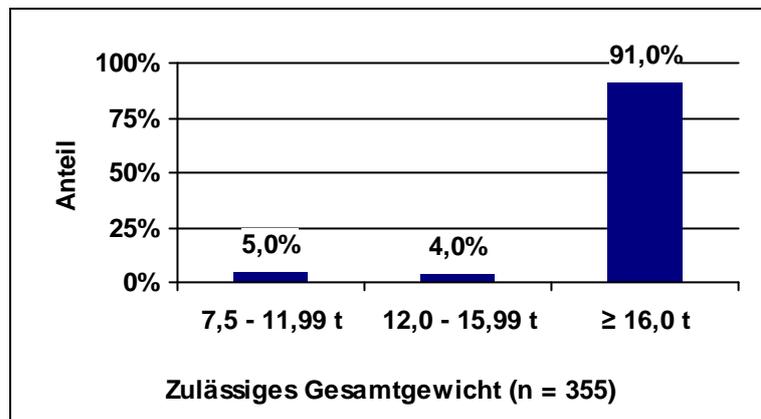


Abbildung 21: Anteil zulässiges Gesamtgewicht des unfallverursachenden Lkw [Lkw-DB]

Aufbau	Anhänger		Koffer		Kipper		Tank/Silo		Sonstige		Kein		Summe		Unbekannt
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
Sattelzugmaschine	56	97	3	60	8	89	4	57	2	4	73	54	27		
LKW mit Kofferaufbau	0	0	1	20	0	0	0	0	14	25	15	11	1		
LKW mit Kipperaufbau	2	3	0	0	0	0	2	29	16	29	20	15			
Tank/Silo-LKW	0	0	0	0	1	11	0	0	6	11	7	5	4		
LKW mit sonstigem Aufbau	0	0	1	20	0	0	1	14	17	31	19	15	2		
Summe	58	100	5	100	9	100	7	100	55	100	134	100			
Unbekannt			1				2		10						

Tabelle 15: Sattelaufleger und Anhänger/Aufbau des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Die Aufstellung, wie oft ein Lkw ein und derselben Marke für einen Unfall verantwortlich war (Abbildung 22), gibt keinen Aufschluss über die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fahrzeug eines Herstellers eher einen Unfall verursachen wird, als das eines anderen. Vielmehr spiegelt es den Lkw-Bestand innerhalb des betrachteten Gebiets „Südostdeutschland“ wieder. Die Spitzenposition von Mercedes Benz überrascht wenig, da dieser Hersteller Marktführer für Nutzfahrzeuge in Deutschland ist.

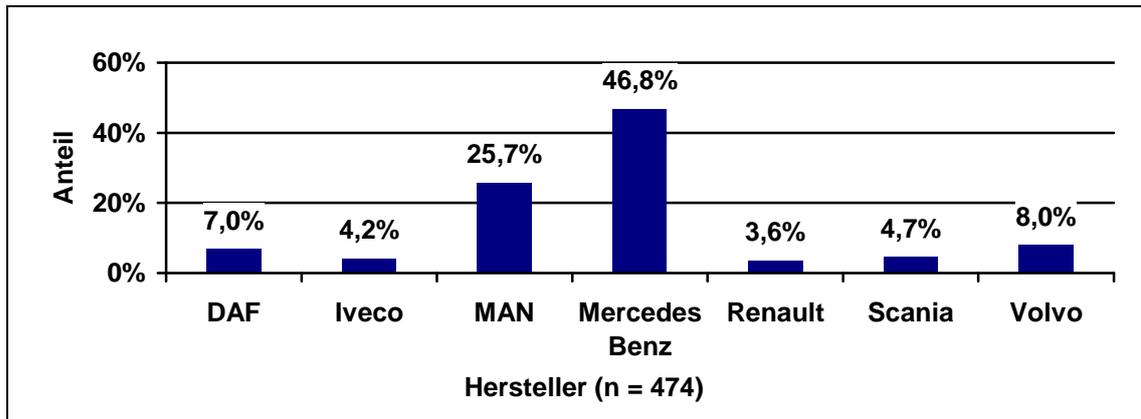


Abbildung 22: Hersteller des unfallverursachenden Fahrzeugs [Lkw-DB]

Vergleicht man die Herstelleranteile (Abbildung 22) mit den Zulassungsanteilen (Abbildung 23) für Lkw ab 16 t zGG im gleichen Jahr, so entsprechen sich die Verteilungen weitestgehend.

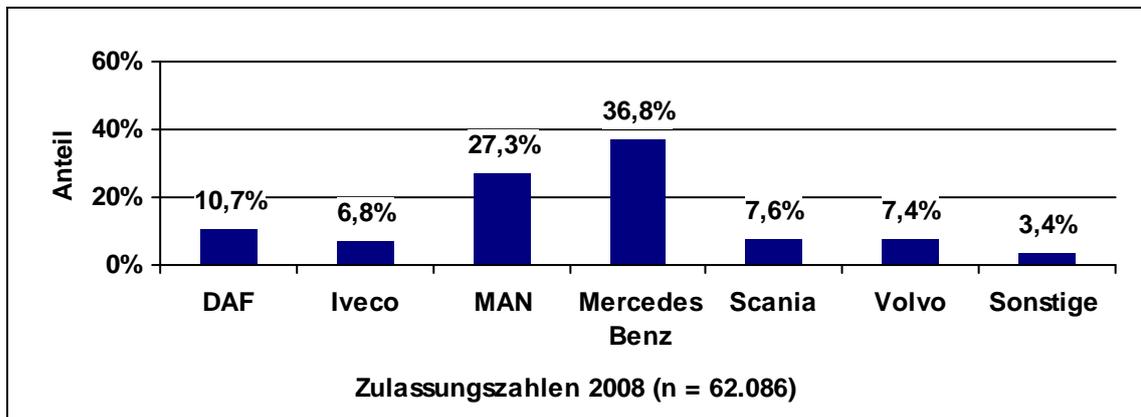


Abbildung 23: Zulassungsanteile von Lkw mit zGG > 16t und Hubraum >7000ccm im Jahr 2008 [Lkw-DB]

6.9 Unfallgegner

Bei den meisten Unfällen handelt es sich um Kollisionen zwischen dem verursachenden Lkw und einem Pkw (Abbildung 24). An zweiter Stelle liegen die Alleinunfälle. Andere Lkw waren zu 14,2% am Unfall beteiligt. Alle übrigen Unfallgegner, wie z.B. Fußgänger und Radfahrer, waren nur in wenigen Einzelfällen beteiligt.

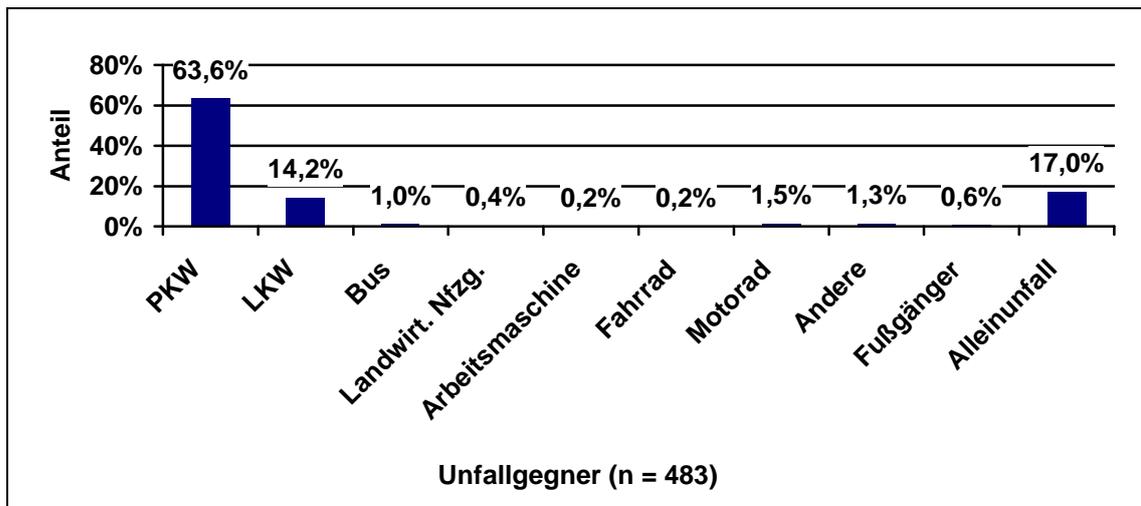


Abbildung 24: Verteilung der Schadenfälle nach Unfallgegner [Lkw-DB]

Personenkraftwagen stellen über alle Ortslagen verteilt die Hauptunfallgegner dar. Die insgesamt an zweiter Stelle liegenden Alleinunfälle nehmen mit zunehmender Verbindungsbedeutung der Straße immer weiter ab (Tabelle 16). Für andere Lkw als Unfallgegner gilt das Gegenteil, ihr Anteil steigt von 10,5% innerorts auf 13,3% außerorts, bzw. verdreifacht sich auf Bundesautobahnen (28,7%).

Unfallart	Ortslage		Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
PKW	193	65,2	45	60,0	52	59,9	290	63,4	16		
LKW	31	10,5	10	13,3	25	28,7	66	14,4	2		
Bus	3	1,0	2	2,7	0	0,0	5	1,1			
Landwirt. Nutzfzg.	0	0,0	2	2,7	0	0,0	2	0,4			
Selbstf. Arbeitsmaschine	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,2			
Fahrrad	1	0,3	0	0,0	0	0,0	1	0,2			
Motorrad	5	1,7	2	2,7	0	0,0	7	1,5			
Andere	2	0,7	1	1,3	3	3,4	6	1,3			
Fußgänger	2	0,7	1	1,3	0	0,0	3	0,7			
Alleinunfall	58	19,6	12	16,0	7	8,0	77	16,8	5		
Summe	296	100,0	75	100,0	87	100,0	458	100,0			
Unbekannt			2		15						

Tabelle 16: Anteil der Unfallgegner nach Ortslage [Lkw-DB]

6.10 Collision Deformation Classification (CDC)-Richtung

Als CDC-Richtung wird die Wirkrichtung der den Schaden verursachenden Kraft bezeichnet. Die Richtung wird dabei analog zu einem normalen Ziffernblatt angegeben, wobei der Mittelpunkt über dem Stoßpunkt angeordnet wird und die Uhr so gedreht ist, dass ein von vorn, parallel zur Fahrzeuglängsachse wirkender Stoß aus Richtung 12 Uhr kommt. Bei einem Frontalzusammenstoß zweier Fahrzeuge mit parallel zur Längsachse der beiden Fahrzeuge wirkenden Kraft, ergäbe sich für beide eine CDC-Richtung von 12 Uhr. Diese Auswertung beschränkt sich auf die Hauptrichtung der Kraft.

In Abbildung 25 sind die CDC-Richtungen von VN (dunkelblau) und GES (hellblau) nach ihren prozentualen Anteilen aufgetragen. Aus dem Vergleich der beiden Graphen wird ersichtlich, dass vor allem zwei Kollisionsszenarien häufig auftreten. Die Kollision der Front des VN mit dem Heck des Geschädigten sowie die Kollision zwischen der rechten vorderen Seite des Lkw mit der linken hinteren Seite des Geschädigten.

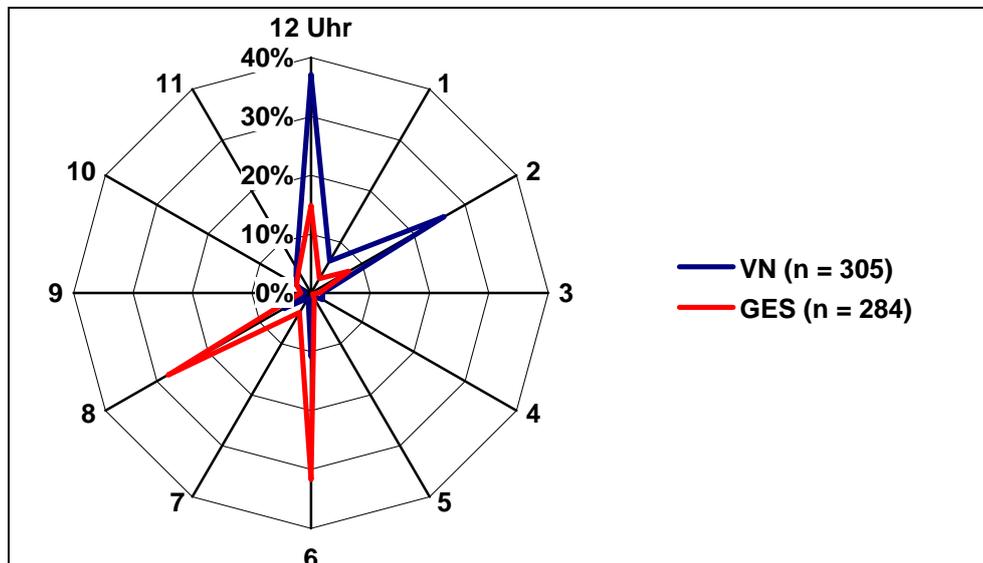


Abbildung 25: Verteilung der CDC-Richtung nach VN- und GES-Fahrzeug [Lkw-DB]

6.11 Unfallfolgen

Insgesamt kam es bei 114 der analysierten 500 Fälle zu Personenschäden, das entspricht einem Anteil von 22,8%. Verletzt oder getötet wurden bei diesen Unfällen 145 Personen. Davon wurden vier Personen getötet, 25 schwer und 116 leicht verletzt.

Es ergeben sich bei weitem mehr Personenschäden auf Seiten des Geschädigten. Zwei Gründe sind hierfür ausschlaggebend: Zum einen handelt es sich in den meisten Fällen um Kollisionen zwischen einem verursachenden Lkw und einem leichteren Fahrzeug, zum anderen werden in den Akten der Allianz Versicherung lediglich die Verletzungen auf Seiten des Unfallgegners exakt erfasst. Die Verletzungen auf Verursacherseite (VN) sind für die Abwicklung des Falles nicht relevant. Es dürfte somit eine nicht zu unterschätzende Dunkelziffer von Verletzungen bei VN geben. Aus diesem Grund sind in Abbildung 26 nur die Anteile der Unfallfolgen für den GES abgebildet, die erfassten Verletzungen auf Seiten des VN können Tabelle 17 entnommen werden.

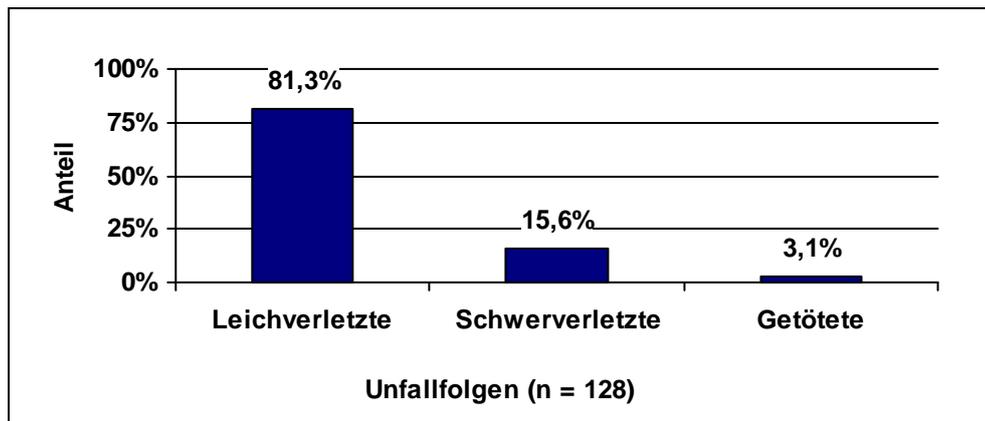


Abbildung 26: Anteile der Unfallfolgen beim GES [Lkw-DB]

Besondere Aufmerksamkeit bei der Analyse von Verkehrsunfällen gilt den Verletzungen der Halswirbelsäule, da diese zusammen mit den Kopfverletzungen die schwerwiegendsten und folgenreichsten sind. In den vorliegenden Fällen kam es auf beiden Seiten zu einer nicht unerheblichen Anzahl von Unfällen, nach denen bei einem oder mehreren Beteiligten ein HWS-Syndrom diagnostiziert wurde (Abbildung 27).

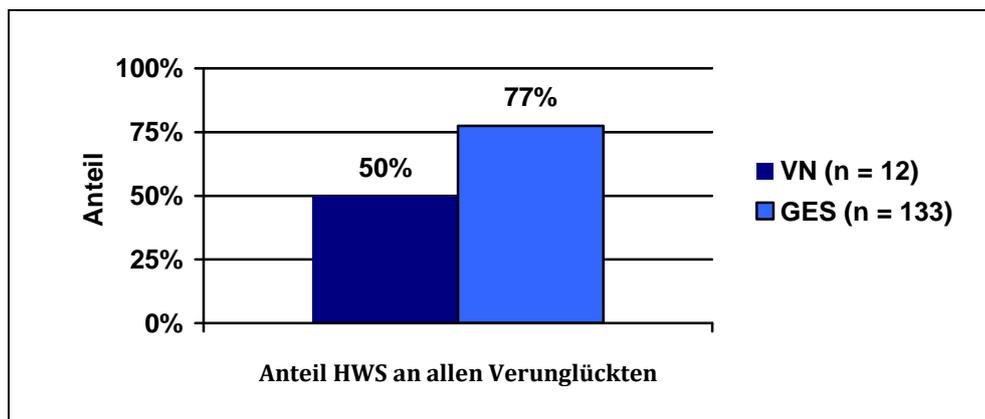


Abbildung 27: Anteil HWS-Syndrom aller Verunglückten nach VN und GES [Lkw-DB]

Betrachtet man die Zusammenhänge zwischen der Ortslage und den Unfallfolgen (Tabelle 17), so wird deutlich, dass Unfälle mit Schwerverletzten tendenziell außerhalb geschlossener Ortschaften und auf Bundesautobahnen geschehen. Innerorts gab es in den analysierten Fällen keinerlei Verletzungen beim Fahrer des verursachenden Lkw. Dies kann jedoch auch auf die beschriebene Problematik nicht gemeldeter Verletzungen auf VN-Seite zurückzuführen sein.

Verletzungsgrad \ Ortslage		Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Getötete	VN	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
	GES	2	3,7	2	4,9	0	0,0	4	2,9	
	Gesamt	2	3,7	2	4,9	0	0,0	4	2,9	
Schwerverletzte	VN	0	0,0	0	0,0	3	6,8	3	2,2	1
	GES	6	11,1	10	24,4	4	9,1	20	14,3	1
	Gesamt	6	11,1	10	24,4	7	15,9	23	16,5	2
Leichtverletzte	VN	0	0,0	7	17,0	1	2,3	8	5,8	
	GES	46	85,2	22	53,7	36	81,8	104	74,8	4
	Gesamt	46	85,2	29	70,7	37	84,1	112	80,6	4
Summe		54	100,0	41	100,0	44	100,0	139	100,0	
HWS-Syndrom	VN	0	0,0	3	10,3	3	8,3	6	5,7	3
	GES	40	100,0	26	89,7	33	91,7	99	94,3	4
	Gesamt	40	100,0	29	100,0	36	100,0	105	100,0	7

Tabelle 17: Anteil der Unfallfolgen nach Ortslagen [Lkw-DB]

Der Großteil der Personenschäden ereignete sich bei Kollisionen zwischen Lkw und Pkw (73%). Bei alleiniger Betrachtung der Schwerverletzten und Getöteten ergibt sich eine Verschiebung hin zu Zweirädern und Fußgängern (Tabelle 18).

Verletzungsgrad \ Verkehrsbet. GES		Getötete/Schwerverl.		Leichtverletzte		Summe	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
PKW		16	55	87	78	103	73
LKW		2	7	13	12	15	11
Bus		0	0	0	0	0	0
Landwirt. Nutzfzg.		1	3	0	0	1	1
Selbstf. Arbeitsmaschine		0	0	0	0	0	0
Fahrrad		1	3	0	0	1	1
Motorrad		3	11	4	4	7	5
Andere		2	7	3	3	5	4
Fußgänger		3	11	0	0	3	2
Alleinunfall		1	3	3	3	4	3
Summe		29	100	110	100	139	100
Unbekannt				6			

Tabelle 18: Anteil der Unfallfolgen nach Verkehrsbeteiligung des GES [Lkw-DB]

6.12 Unfallvermeidungspotential der betrachteten Fahrerassistenzsysteme

In 449 Fällen hätte das Vorhandensein eines Fahrerassistenzsystems die Unfallfolgen abmildern oder den Unfall ganz vermeiden können.

Die Anteile der jeweiligen FAS in den Abbildungen 28 und 29 beziehen sich auf alle untersuchten Fälle. Die Summe der Anteile entspricht nicht 100%, da es durchaus möglich ist, dass ver-

schiedene FAS in ein und demselben Fall hilfreich gewesen wären. Andere Fälle wiederum hätten generell nicht verhindert werden können.

Aus den bisherigen Analysen geht hervor, dass es sich bei den innerhalb der Stichprobe am häufigsten vorkommenden Verkehrsunfällen, um Unfälle im Längsverkehr handelt. Dem entsprechend haben auch diejenigen Systeme die größte Relevanz, die diese Unfälle verhindern sollen.

Das größte Potential ergibt sich demnach für Systeme der integrierten Querführung (27,6%) sowie für AGB-Systeme mit 17,6% (Abbildung 28).

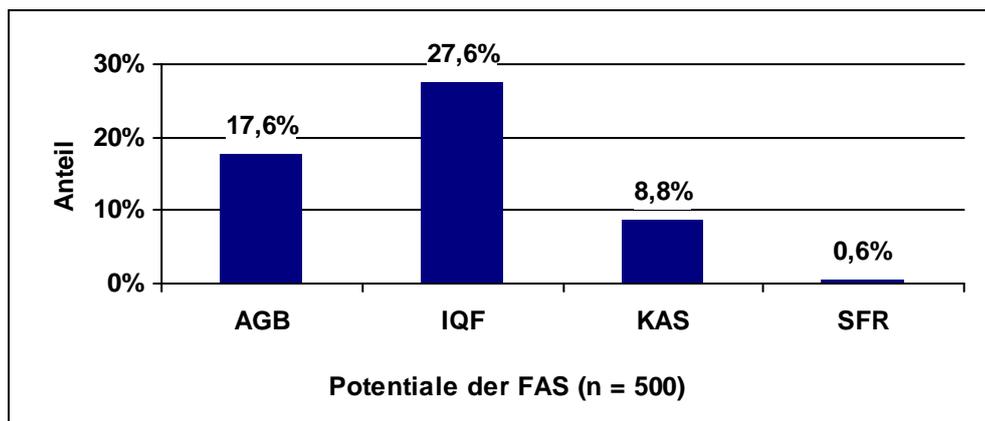


Abbildung 28: Potentiale der im Projekt AKTIV betrachteten FAS [Lkw-DB]

Werden die IQF-Systeme aufgeteilt in ihre Teilsysteme betrachtet, ergibt sich der größere Anteil für den Spurwechselassistenten mit 23,0% (Abbildung 29). Die Summe der Anteile für den SWA und den LDW ergibt einen größeren Anteilswert als für das IQF-System, da ein geringer Teil der betrachteten Unfälle durch beide Systeme SWA und LDW beeinflussbar ist. Die Summe beider Anteile (SWA und LDW) enthält also Mehrfachnennungen.

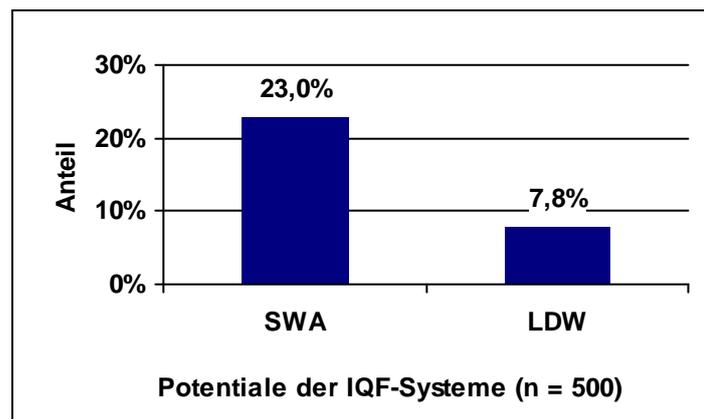


Abbildung 29: Potentiale von SWA und LDW [Lkw-DB]

Bei den weiteren, nicht in AKTIV definierten Assistenzsystemen (Abbildung 30) haben vor allem diejenigen Systeme, die den Zusammenstoß des Lkw mit geparkten Fahrzeugen oder stationären Objekten verhindern sollen, großes Potential. Die Spitzenposition mit 16,0% nimmt hierbei die Park-Distance-Control ein. Dass es sich bei diesen Parkschäden vorwiegend um Schäden im Zusammenhang mit dem Rückwärtsfahren handelt, wird durch das große Potenti-

al der Rückfahrkamera (13,7%) deutlich. Systeme zur Seitenerfassung, die hauptsächlich Kollisionen des Lkw mit am Fahrbahnrand parkenden Fahrzeugen bei Abbiege- oder Wendemänavern verhindern sollen, haben einen Anteil von 11,6%. Jedes der betrachteten Systeme hätte in mindestens 15 Fällen eingreifen und Schlimmeres verhindern können.

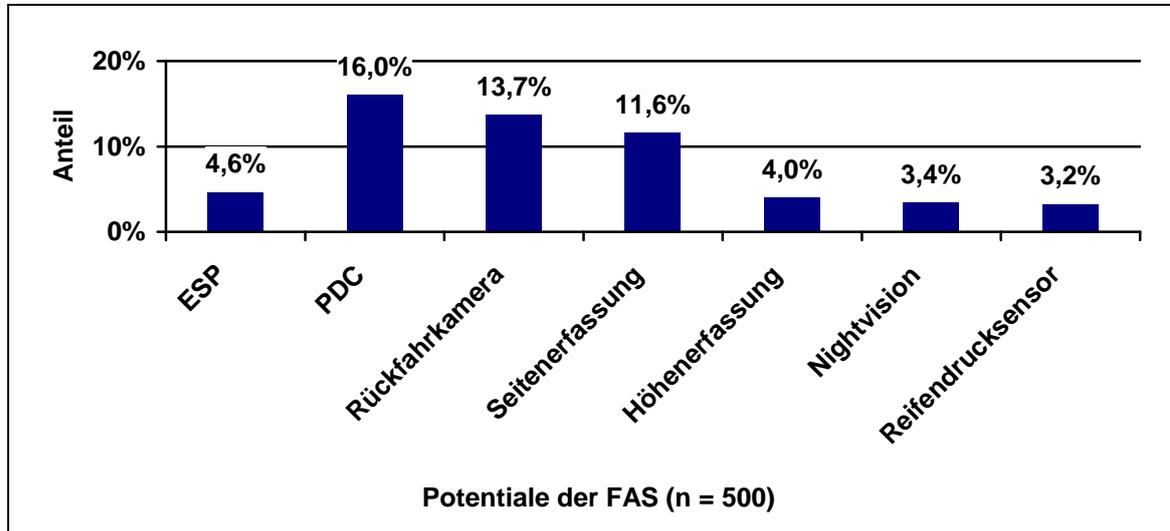


Abbildung 30: Potentiale der zusätzlich betrachteten FAS [Lkw-DB]

Eine detaillierte Analyse der betrachteten Systeme erfolgt in den Kapiteln 7 und 8.

7 In-depth-Analyse relevanter Unfälle für AKTIV-Applikationen

Während in den vorangegangenen Kapiteln sämtliche verfügbaren Datensätze den Stichprobenumfang der jeweiligen Auswertung bildeten, werden für die In-depth-Analysen lediglich diejenigen Fälle herangezogen, die für das betrachtete FAS relevant sind.

Generell dienen die In-depth-Analysen der Identifikation wiederkehrender Merkmale, bei den für das jeweilige FAS relevanten Unfällen. Diese Informationen helfen bei der Spezifikation der Systeme, diese möglichst „alltagstauglich“, d.h. so zu gestalten, dass reale Unfallsituationen verhindert oder deren Folgen abgemildert werden können.

7.1 Aktive Gefahrenbremsung - AGB

In 88 Fällen hätten die Unfallfolgen abgemildert oder der Unfall ganz verhindert werden können, wenn ein automatischer Gefahrenbremsassistent im Fahrzeug installiert gewesen wäre. Dies entspricht 17,6% aller untersuchten Fälle.

7.1.1 Ortslage und Lichtverhältnisse

Die Hälfte (n=44) aller AGB-relevanten Unfälle ereignete sich innerhalb geschlossener Ortschaften (Tabelle 19). Im Vergleich zur Strukturanalyse fällt der Innerortsanteil damit um ca. 12% niedriger aus. Der Außerortsanteil liegt mit 14% im Bereich der Strukturanalyse (16,6%). Der Anteil der Bundesautobahn ist deutlich größer als in der Strukturanalyse (21,4%), er liegt bei 36%. Während die Lichtverhältnisse innerorts relativ gleich bleiben, gibt es außerorts eine deutliche Verschiebung in Richtung Tag.

Ortslage \ Licht	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Tag	33	81	11	92	18	58	62	74	1
Nacht	5	12	0	0	8	26	13	15	
Dämmerung	3	7	1	8	5	16	9	11	
Summe	41	100	12	100	31	100	84	100	
Unbekannt	3								

Tabelle 19: AGB-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnisse [Lkw-DB]

Bereits nach dieser ersten Auswertung kann festgehalten werden, dass ein AGB-System sehr flexibel bei der Situationserkennung sein muss und es nicht ausreicht, ein System lediglich für den Außerortseinsatz (hohe Geschwindigkeit, größere Abstände) oder den Innerortseinsatz (niedrigere Geschwindigkeiten, kleinere Abstände, mehr Streckendetails) zu konzipieren.

7.1.2 Unfallstelle im Straßennetz

Der Großteil (93%) aller AGB-relevanten Unfälle ereignet sich auf gerader Fahrbahn, nur außerorts ist der Anteil geringer (76%). Dies dürfte jedoch vor allem darauf zurückzuführen sein, dass es nur wenige Außerortsunfälle gab und die Anteilswerte somit mit einer großen Unsicherheit behaftet sind (Tabelle 20).

Ortslage Unfallstelle		Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbe- kannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
1	Gerade	38	94	9	76	30	97	77	93	1
2	Kurve	0	0	1	8	1	3	2	2	
3	Einmündung/T-Kreuzung	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Kreuzung	1	2	0	0	0	0	1	1	
5	Kreisel	1	2	0	0	0	0	1	1	
6	Parkplatz	1	2	1	8	0	0	2	2	
7	Grundstückszufahrt	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Andere	0	0	1	8	0	0	1	1	
Summe		41	100	12	100	31	100	84	100	
Unbekannt		3								

Tabelle 20: AGB-relevante Unfälle nach Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB]

7.1.3 Unfallart und Unfalltyp

Sämtliche AGB-relevanten Unfälle lassen sich zwei der zehn Unfallarten zuordnen. In 79 Fällen (90%) ist dies die Unfallart 2 (Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet) und in 9 Fällen die Unfallart 1 (Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht).

Werden die Unfälle nach Unfalltypen eingeteilt, ist das Ergebnis ebenfalls eindeutig. Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6) nehmen hier mit 79% die Spitzenposition ein. Mit einem Anteil von 10% liegen die Abbiege-Unfälle (Unfalltyp 2) an zweiter Position, gefolgt von Unfällen durch ruhenden Verkehr (Unfalltyp 5) mit 9% (Abbildung 31).

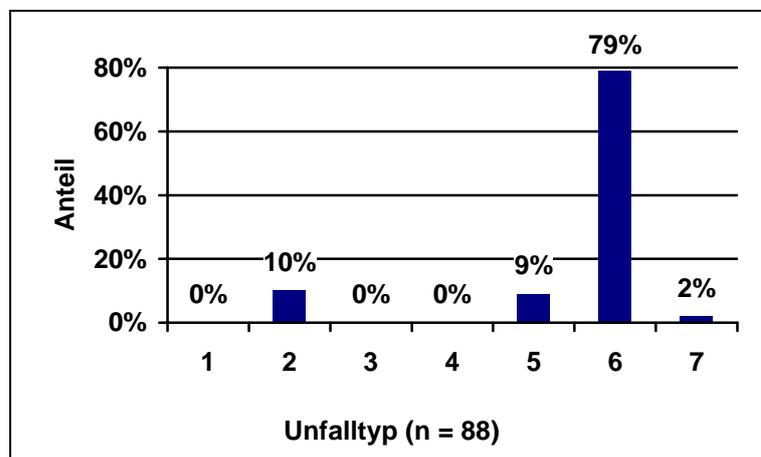


Abbildung 31: AGB-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]

Betrachtet man die Unfalltypen der AGB-relevanten Fälle nach Ortslage (Tabelle 21), fällt im Vergleich mit der Gesamtverteilung auf, dass außerorts der Anteil der Abbiege-Unfälle wesentlich größer ist (25% zu 11%). Auf Bundesautobahnen kommt es hingegen erwartungsgemäß nicht zu Unfällen dieses Unfalltyps.

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
2	Abbiege-Unfall	5	11	3	25	0	0	8	9	1
5	Unfall durch ruhenden Verkehr	3	7	1	8	4	13	8	9	
6	Unfall im Längsverkehr	35	80	8	67	26	84	69	80	
7	Sonstiger Unfall	1	2	0	0	1	3	2	2	
Summe		44	100	12	100	31	100	87	100	
Unbekannt										

Tabelle 21: AGB-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]

Die hier vorgenommene Unterteilung in sieben Unfalltypen ermöglicht zunächst nur eine grobe Betrachtung der AGB-relevanten Fälle. Wesentlich detailliertere Informationen zum Unfallhergang erhält man durch die Untergliederung der Unfalltypen (Tabelle 22 und 23). Die erste Ziffer der dreistelligen Unfalltypenkennzahl entspricht hierbei der Einteilung aus der vorangegangenen Tabelle. Aus Platzgründen taucht der einzige Fall mit unbekannter Ortslage nicht in der folgenden Darstellung auf. Dieser ist dem Unfalltyp 211 zuzuordnen.

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2	Abbiege-Unfall								
201	Linksabbieger, Nachfolger fährt auf	2	5	0	0	0	0	2	2
211	Linksabbieger wartet, Nachfolger fährt auf	0	0	2	17	0	0	2	2
231	Rechtsabbieger, Nachfolger fährt auf	3	7	1	8	0	0	4	5
5	Unfall durch ruhenden Verkehr								
501	Auffahren auf Parker am rechten Fahrbahnrand	3	7	1	8	4	14	8	9
6	Unfall im Längsverkehr, Auffahren auf ...								
601	Vorausfahrenden, rechte Spur	9	20	4	34	15	48	28	34
609	Vorausfahrenden, Spur unklar	0	0	0	0	2	6	2	2
611	Stauende, rechte Spur	1	2	1	8	7	23	9	10
621	Wartepflichtigen, Verkehrszeichen	2	5	0	0	1	3	3	3
623	Wartepflichtigen, LZA	16	36	0	0	0	0	16	19
629	Wartepflichtigen, Wartepflicht unklar	6	14	3	25	1	3	10	11
699	Sonstige Unfälle im Längsverkehr	1	2	0	0	0	0	1	1
7	Sonstiger Unfall, Auffahren auf...								
741	liegendegebliebenes Fahrzeug	1	2	0	0	1	3	2	2
Summe		44	100	12	100	31	100	87	100

Tabelle 22: AGB-relevante Unfälle nach Unfalluntertyp [Lkw-DB]

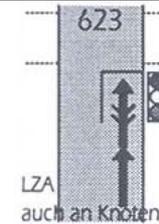
601	623	629	611
		Art der Wartepflicht unklar	
34 %	LZA auch an Knoten 19 %	11 %	10 %

Tabelle 23: AGB-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB]

Bei den Abbiege-Unfällen fällt auf, dass es kaum einen Unterschied zwischen der Anzahl geschädigter Links- und Rechtsabbieger gibt; beide treten somit gleich häufig auf. Sämtliche Unfälle durch ruhenden Verkehr sind Auffahrunfälle mit am rechten Fahrbahnrand haltenden oder parkenden Fahrzeugen. Bei den Unfällen im Längsverkehr handelt es sich besonders häufig um Auffahrunfälle mit vorausfahrenden sowie am Stauende bzw. an Lichtzeichenanlagen (LZA) wartenden Fahrzeugen. Die sonstigen Unfälle waren ausnahmslos Kollisionen mit liegengebliebenen Fahrzeugen.

Auf Bundesautobahnen beschränkt sich der Großteil der Unfälle (71%) auf zwei Unfalltypen, Auffahren auf den Vorausfahrenden (48%, Unfalltyp 601) bzw. ein Stauende (23%, Unfalltyp 611) jeweils auf dem rechten Fahrstreifen. Die Kollision mit Fahrzeugen auf dem Pannestreifen von BAB (14%, Unfalltyp 501) ist die häufigste Ausprägung der Unfälle mit Fahrzeugen am Fahrbahnrand. Innerorts bilden Unfälle mit Wartepflichtigen (Unfalltypen 621, 623, 629) mit insgesamt 55% die größte Gruppe.

7.1.4 Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw

Die Verteilung des zulässigen Gesamtgewichts der AGB-relevanten Unfälle (Abbildung 32) variiert nur geringfügig gegenüber der Gesamtverteilung. Erwähnenswert ist dennoch, dass der Anteil der Fahrzeuge von 7,5 bis 11,99t mit 8% bei den AGB-relevanten Unfällen fast doppelt so hoch ist wie bei allen betrachteten Unfällen mit 5%.

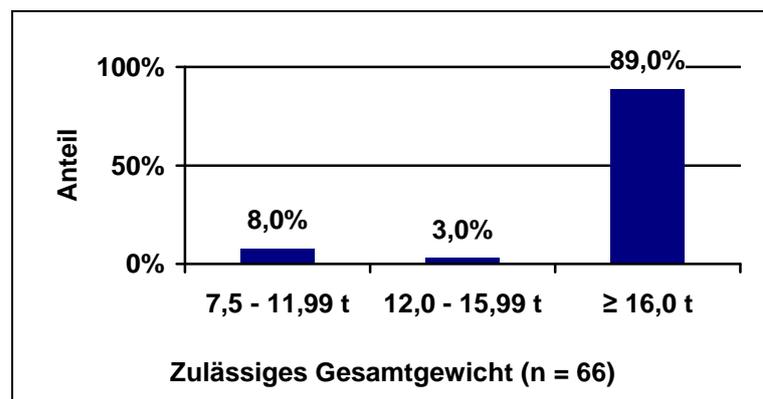


Abbildung 32: AGB-relevante Unfälle nach Anteil zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Da lediglich für 20 der 88 AGB-relevanten Unfälle Informationen zu Aufbau und Auflieger bzw. Anhänger vorliegen, wäre eine Auswertung an dieser Stelle wenig repräsentativ.

Die Unterschiede bezüglich der Herstelleranteile im Vergleich zur Strukturanalyse sind gering, lediglich bei Mercedes-Benz ist eine deutliche Veränderung von plus 8%-Punkten erkennbar (Abbildung 33).

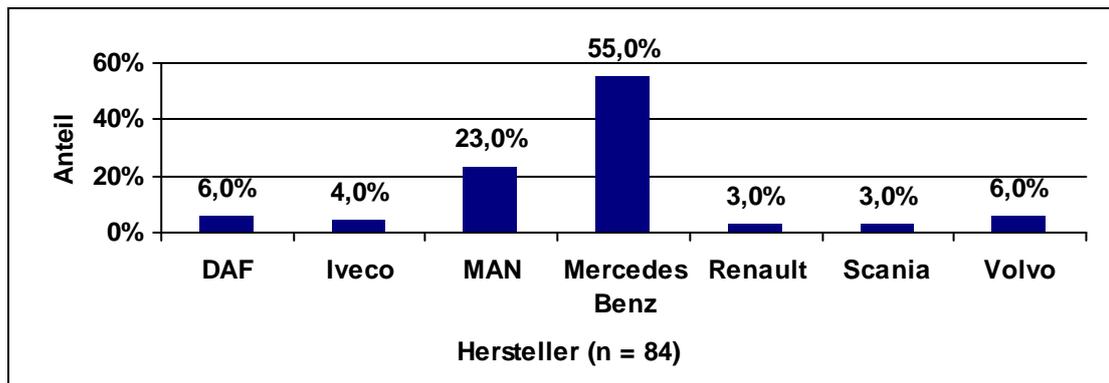


Abbildung 33: AGB-relevante Unfälle nach Hersteller des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

7.1.5 Unfallgegner

Innerhalb der AGB-relevanten Unfälle lässt sich mit steigender Straßenkategorie eine deutliche Verschiebung der Unfallgegner erkennen (Tabelle 24). Innerorts liegt der Pkw-Anteil bei 90% (Lkw: 10%), auf Bundesautobahnen nur noch bei 30% (Lkw: 57%).

Ortslage \ Unfallgegner	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
PKW	39	90	8	67	9	30	56	66	1
LKW	5	10	3	25	17	57	25	29	
Landwirt. Nutzfzg.	0	0	1	8	0	0	1	1	
Andere	0	0	0	0	3	10	3	3	
Alleinunfall	0	0	0	0	1	3	1	1	
Summe	44	100	12	100	30	100	86	100	
Unbekannt					1				

Tabelle 24: AGB-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB]

7.1.6 Fahrsituation des Geschädigten

Für die Entwickler von AGB-Systemen spielt es eine große Rolle, ob sich das zu erfassende Objekt bzw. Fahrzeug im Zustand gleichmäßiger Bewegung befindet, es abbremst oder steht.

Die Fahrsituationen der Geschädigten kurz vor dem Unfall ist in Tabelle 25 dargestellt. In den meisten Fällen (Fahrsituation 4 bis 7 inkl. unbekannt: 53%) bremsen die GES bis zum Stillstand ab und standen bevor der Lkw auffuhr. In 33% aller Fälle (Fahrsituation 5 bis 7 inkl. unbek.) war eine Abschätzung der Standzeit nicht möglich, in 20% betrug sie weniger als fünf Sekunden. 20% der Geschädigten verlangsamten die Fahrt, 18% bewegten sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Parkende Fahrzeuge waren in 9% der Unfälle beteiligt.

Ortslage / Fahrsituation des GES		Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
1	Vorwärts fahrend	2	5	1	8	12	38	15	18	
2	Rückwärts fahrend	1	2	0	0	0	0	1	1	
3	Anhalten	9	21	4	34	4	13	17	20	
4	Anhalten, Standzeit < 5 s	10	24	4	34	3	10	17	20	
5	Anhalten, Standzeit unb.	6	14	1	8	2	6	9	11	1
6	LZA, Anhalten, Standzeit unb.	8	19	0	0	0	0	8	9	
7	Stau, Anhalten, Standzeit unb.	2	5	1	8	7	23	10	12	
8	Parkend	4	10	1	8	3	10	8	9	
Summe		42	100	12	100	31	100	85	100	
Unbekannt		2								

Tabelle 25: AGB-relevante Unfälle nach Fahrsituation des GES und Ortslage [Lkw-DB]

7.1.7 Geschwindigkeit

Aufgrund der unzureichenden Datenlage bezüglich der Geschwindigkeiten der Fahrzeuge vor der Kollision können diese nur in ein sehr grobes Raster eingeteilt werden. Demnach standen 75% der Geschädigten, wohingegen sich 75% der Verursacher mit bis zu 50km/h bewegten (Abbildung 34, Tabelle 26).

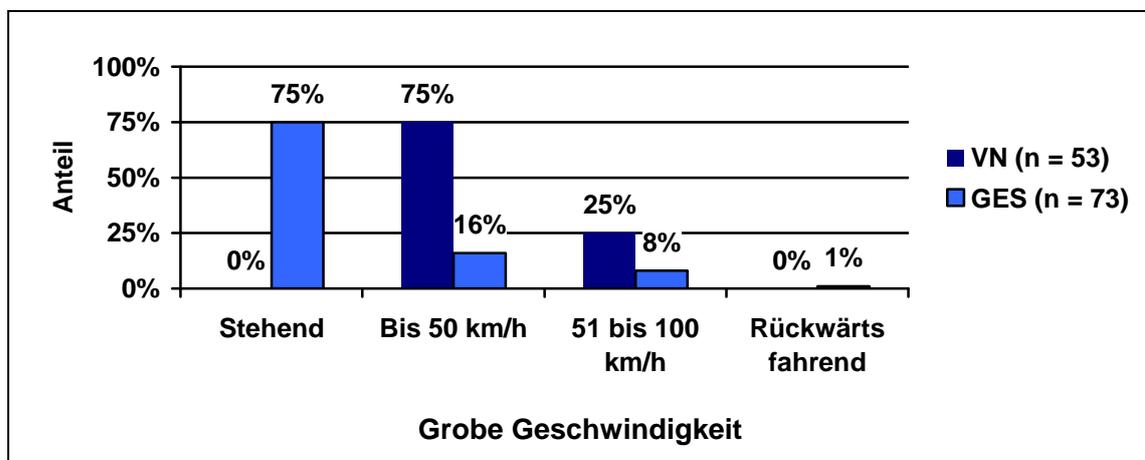


Abbildung 34: AGB-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB]

Geschwindigkeit \ Ortslage		Innerorts		Außerorts		BAB		Summe	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
VN	Stehend	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bis 50 km/h	29	100	2	33	9	50	40	75
	51 bis 100 km/h	0	0	4	67	9	50	13	25
	Rückwärts fahrend	0	0	0	0	0	0	0	0
	Summe	29	100	6	100	18	100	53	100
	Unbekannt	15		6		3			
GES	Stehend	34	81	8	80	13	62	55	75
	Bis 50 km/h	7	17	2	20	3	14	12	16
	51 bis 100 km/h	0	0	0	0	5	24	5	8
	Rückwärts fahrend	1	2	0	0	0	0	1	1
	Summe	42	100	10	100	21	100	73	100
	Unbekannt	2		2		10			

Tabelle 26: AGB-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeit und Ortslage [Lkw-DB]

7.1.8 Fahrerreaktion

Um eine drohende Kollision zu verhindern haben die Fahrer der beteiligten Fahrzeuge die Möglichkeit einer Lenk- bzw. Bremsreaktion. Lenk- oder Bremsmanöver, die vom Fahrer vor dem Erkennen der Konfliktsituation eingeleitet wurden, werden nicht als Fahrerreaktion berücksichtigt. Ausschließlich zur Abwendung des Zusammenstoßes ausgeführte Fahrmanöver fließen in die Auswertungen dieses Kapitels ein.

Auf Seiten der GES entfällt eine Bremsreaktion in den meisten Fällen (63%), da das Fahrzeug vor dem Auftreten der Konfliktsituation bereits zum Stillstand gekommen war (Abbildung 35). In den anderen Fällen kam es ebenfalls zu keiner Bremsreaktion, da AGB-relevante Unfälle Auffahrunfälle und somit für den GES nicht vorhersehbar sind. In zwei Drittel der Fälle konnte der VN sein Fahrzeug noch abbremsen, im restlichen Drittel fuhr er ungebremst auf den Geschädigten auf.

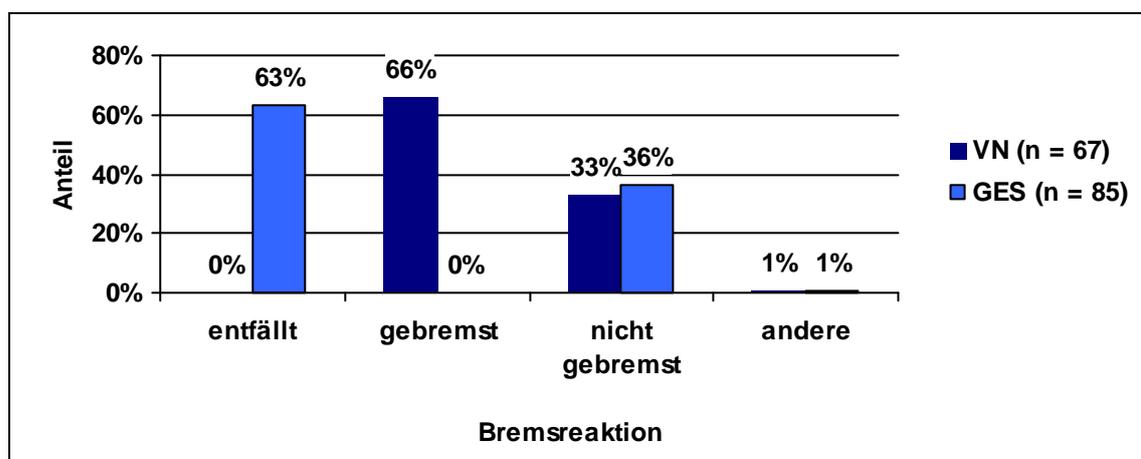


Abbildung 35: AGB-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB]

Die Verteilung der Lenkreaktionen der AGB-relevanten Unfälle fällt noch deutlicher aus (Abbildung 36). Auf Seiten der GES gab es keinerlei Ausweichversuche und nur 12% der VN versuchten den Unfall durch Ausweichen zu verhindern.

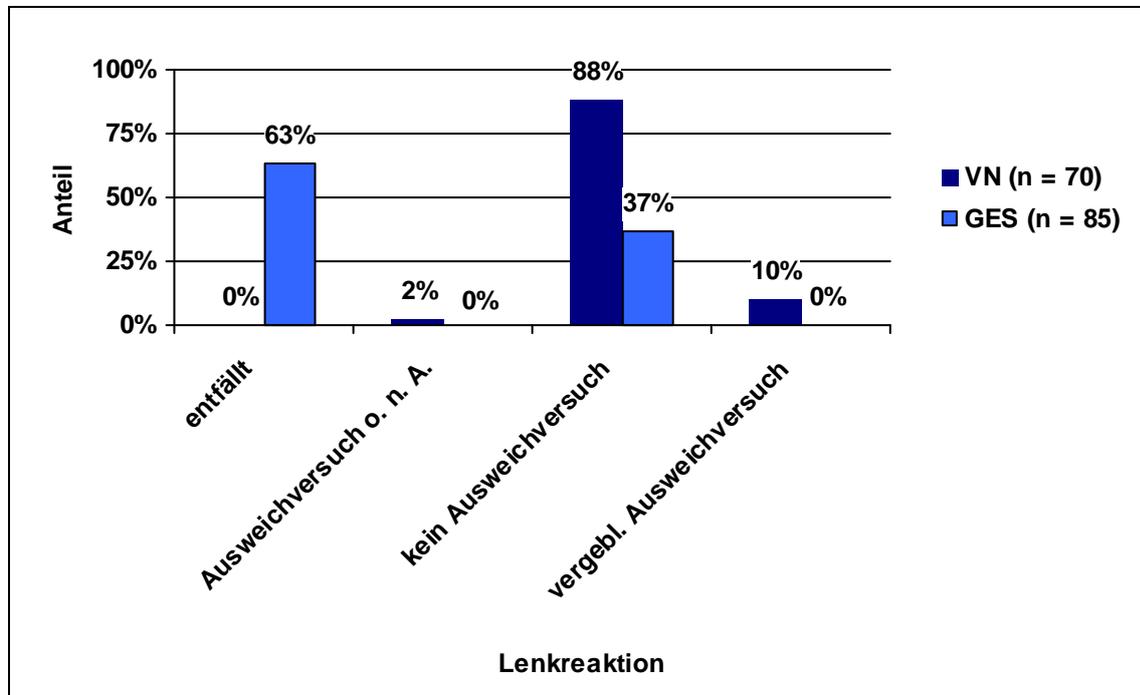


Abbildung 36: AGB-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]

7.1.9 Unfallfolgen

41% der 114 Unfälle mit Personenschaden sind AGB-relevant, 45% aller Personenschäden wurden durch AGB-relevante Unfälle verursacht. Diese beiden Werte sprechen deutlich für eine zeitnahe, flächendeckende Markteinführung dieser Systeme.

Werden die Verletzungen auf Seiten des GES mit der Strukturanalyse aller Unfälle (Abbildung 26 und Abbildung 37) verglichen, ergibt sich ein leichter Rückgang bei den Getöteten und Schwerverletzten sowie ein dem entsprechender Anstieg des Anteils der Leichtverletzten. An dieser Stelle sei noch einmal auf die Tatsache hingewiesen, dass die Zahl der Verletzten auf der Verursacherseite in der Realität sicherlich höher ist, diese Verletzungen für den Haftpflichtversicherer jedoch keine Rolle spielen und somit nicht in den Akten vermerkt sind.

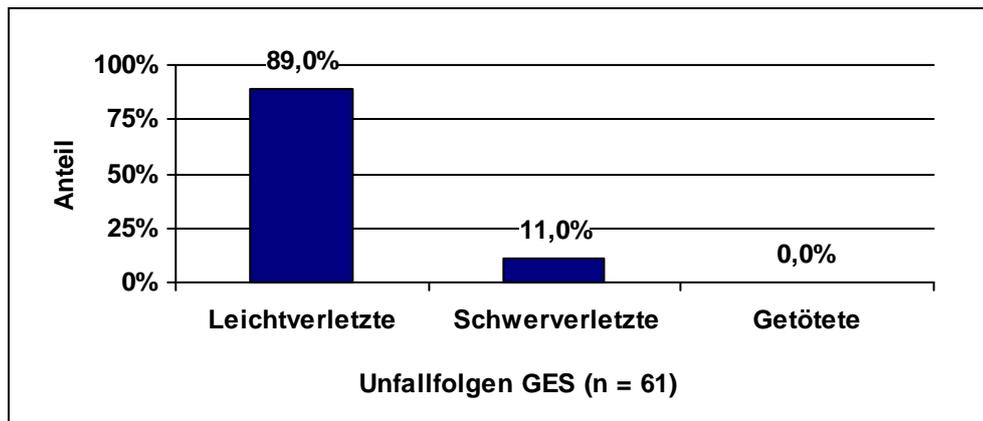


Abbildung 37: AGB-relevante Unfälle nach Unfallfolgen beim GES [Lkw-DB]

AGB-relevante Unfälle mit Personenschaden ereignen sich fast ausschließlich auf Bundesautobahnen oder innerorts (Tabelle 27). Während es innerhalb geschlossener Ortschaften in 97% der Fälle nur zu leichten Verletzungen mit HWS-Syndrom kam, liegt der Anteil der Schwerverletzten auf Bundesautobahnen bei 22%. Insgesamt erlitten 55 der 65 verunglückten Personen ein HWS-Syndrom (85%). AGB-Systeme könnten demnach einen wertvollen Beitrag zur Reduzierung dieser, meist langwierig verlaufenden Unfallfolgeerscheinung, leisten.

Verletzungsgrad		Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe	
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Schwerverletzte	VN		0	0	0	0	2	7	2	3
	GES		1	3	2	22	4	15	7	11
	Gesamt		1	3	2	22	6	22	9	14
Leichtverletzte	VN		0	0	1	11	1	4	2	3
	GES		28	97	6	67	20	74	54	83
	Gesamt		28	97	7	78	21	78	56	86
Summe			29	100	9	100	27	100	65	100
HWS-Syndrom	VN		0	0	0	0	3	13	3	5
	GES		24	100	8	100	20	87	52	95
	Gesamt		24	100	8	100	23	100	55	100

Tabelle 27: AGB-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB]

Abschließend werden in Tabelle 28 die Verunglückten den entsprechenden Unfalltypen zugeordnet. Auf eine Aufschlüsselung der Personenschäden nach Verursacher und GES wird hier aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet.

Unfälle mit Vorfahrenden auf dem rechten Fahrstreifen, die 34% aller AGB-relevanten Unfälle ausmachen (Unfalltyp 601), verursachen etwa ein Drittel der Personenschäden. Generell entspricht die Unfalltyp-Verteilung der Verunglückten sehr gut der Verteilung der AGB-relevanten Unfälle nach Unfalltyp (Tabelle 22). Betrachtet man lediglich die Schwerverletzten, so fällt auf, dass Kollisionen mit ruhenden Fahrzeugen am Fahrzeugrand häufig zu schweren Personenschäden führten.

Unfalltyp	Verletzungsgrad	SV		LV		Summe		HWS	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2	Abbiege-Unfall								
201	Linksabbieger, Nachfolger fährt auf	1	11	1	2	2	3	1	2
211	Linksabbieger wartet, Nachfolger fährt auf	0	0	1	2	1	2	2	4
231	Rechtsabbieger, Nachfolger fährt auf	0	0	3	5	3	5	3	5
5	Unfall durch ruhenden Verkehr								
501	Auffahren auf Parker am rechten Fahrbahnrand	3	33	2	4	5	7	5	9
6	Unfall im Längsverkehr, Auffahren auf ...								
601	Vorausfahrenden, rechte Spur	3	33	18	33	21	33	18	32
609	Vorausfahrenden, Spur unklar	0	0	1	2	1	2	1	2
611	Stauende, rechte Spur	1	11	7	13	8	12	6	10
621	Wartepflichtigen, Verkehrszeichen	0	0	1	2	1	2	1	2
623	Wartepflichtigen, LZA	1	11	8	14	9	14	8	15
629	Wartepflichtigen, Wartepflicht unklar	0	0	8	14	8	12	8	15
699	Sonstige Unfälle im Längsverkehr	0	0	2	4	2	3	2	4
7	Sonstiger Unfall, Auffahren auf...								
741	liegendegebliebenes Fahrzeug	0	0	3	5	3	5	0	0
Summe		9	100	55	100	64	100	55	100

Tabelle 28: AGB-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB]

7.2 Integrierte Querführung – Spurwechselassistent (SWA)

Mit 115 relevanten Fällen (23,0% aller Unfälle) besitzt der Spurwechselassistent das größte Unfallvermeidungspotential aller betrachteten FAS.

7.2.1 Ortslage und Lichtverhältnisse

Erwartungsgemäß verschieben sich die Anteile der Ortslagen im Vergleich zur Strukturanalyse innerhalb der SWA-relevanten Unfälle hin zur Bundesautobahn (Tabelle 29). Der Anteil steigt von 21,4% auf 33%. Diese Verschiebung ist zu erwarten, da Spurwechselmanöver häufig auf Bundesautobahnen stattfinden. Während die Verteilung der Lichtverhältnisse innerhalb geschlossener Ortschaften nahezu gleich bleibt, gibt es auf Außerortsstraßen und auf Bundesautobahnen eine deutliche Verschiebung hin zu Nacht- und Dämmerungsunfällen.

Licht \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Tag	49	90	6	60	23	62	78	76	3
Nacht	3	5	3	30	8	22	14	14	
Dämmerung	3	5	1	10	6	16	10	10	
Summe	55	100	10	100	37	100	102	100	
Unbekannt	5		3		2				

Tabelle 29: SWA-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnisse [Lkw-DB]

7.2.2 Unfallstelle im Straßennetz

Der Großteil aller SWA-relevanten Unfälle (ca. 82%) ereignet sich auf gerader Fahrbahn (Tabelle 30).

Unfallstelle \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
1 Gerade	41	74	10	77	37	95	88	82	2
2 Kurve	0	0	0	0	2	5	2	2	1
3 Einmündung/T-Kreuzung	6	11	1	8	0	0	7	7	
4 Kreuzung	8	15	2	15	0	0	10	9	
Summe	55	100	13	100	39	100	107	100	
Unbekannt	5								

Tabelle 30: SWA-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB]

7.2.3 Unfallart und Unfalltyp

Die SWA-relevanten Unfälle lassen sich in 112 der 115 Fälle der Unfallart 3 (Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt) zuordnen. Zudem sind die Unfallarten 1 (Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht), 5 (Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt) und 10 (Unfall anderer Art) jeweils einmal vertreten.

Werden die Unfälle nach Unfalltypen unterteilt, so ergibt sich ebenfalls ein relativ deutliches Bild (Abbildung 38). Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6) nehmen hier mit 88% die Spitzenposition ein. Mit 7% Anteil liegen Abbiege-Unfälle (Unfalltyp 2) an zweiter Position. Weitere Unfalltypen spielen kaum eine Rolle.

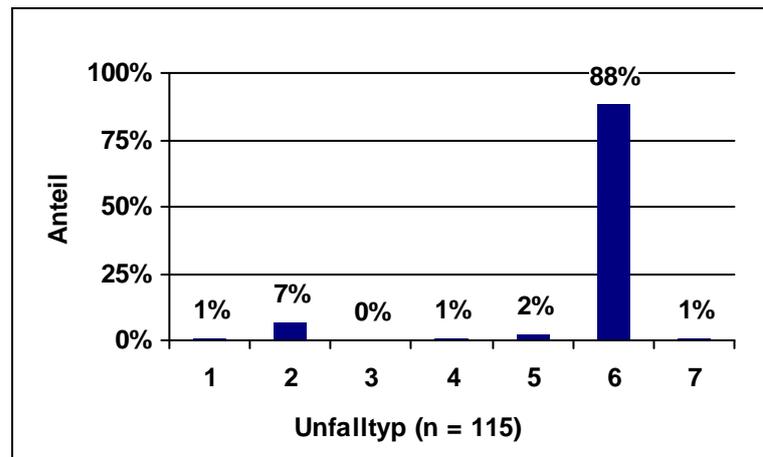


Abbildung 38: SWA-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]

Die hier vorgenommene Unterteilung in sieben Unfalltypen ermöglicht zunächst nur eine oberflächliche Betrachtung der SWA-relevanten Unfälle. Wesentlich detailliertere Informationen zum Unfallhergang erhält man durch die Untergliederung der Unfalltypen (Tabelle 31 und 32). Aus Platzgründen werden die drei bezüglich ihrer Ortslage unbekannteren Unfälle nicht in der folgenden Tabelle abgebildet (2x Unfalltyp 649, 1x Unfalltyp 651).

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1	Fahrunfall								
141	Gerade	0	0	0	0	1	3	1	1
2	Abbiege-Unfall, Kollision								
202	Linksabbieger mit linkem Durchgangsverkehr	0	0	1	8	0	0	1	1
251	Zwei Parallel-Linksabbieger	2	3	0	0	0	0	2	2
252	Zwei Parallel-Rechtsabbieger	4	6	1	8	0	0	5	5
4	Überschreiten Unfall, Konflikt mit, Kollision mit								
402	Fußgänger von links, Fahrzeug rechts	1	2	0	0	0	0	1	1
5	Unfall durch ruhenden Verkehr								
511	Parker links überholen, links Fahrzeug	1	2	0	0	0	0	1	1
551	Anfahren, links Durchgangsverkehr	1	2	0	0	0	0	1	1
6	Unfall im Längsverkehr								
631	Spurwechsel nach links, wg. Vordermann	1	2	3	22	7	17	11	9
635	Spurwechsel nach links, rechts überholt	0	0	1	8	0	0	1	1
639	Spurwechsel nach links, unklare Gründe	5	7	0	0	6	15	11	9
641	Spurwechsel nach rechts, wg. Vordermann	0	0	0	0	1	3	1	1
643	Spurwechsel nach rechts, Spurende	1	2	1	8	0	0	2	2
646	Spurwechsel nach rechts, nach Überholen	0	0	0	0	2	5	2	2
649	Spurwechsel nach rechts, unklare Gründe	39	65	3	22	19	50	61	54
651	Nebeneinanderfahren	4	7	1	8	3	7	8	7
652	Überholen auf Gegenspur	0	0	2	16	0	0	2	2
7	Sonstiger Unfall								
729	Wenden aus unklaren Gründen	1	2	0	0	0	0	1	1
Summe		60	100	13	100	38	100	111	100

Tabelle 31: SWA-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]

 64	649 Spurwechsel aus unklaren Gründen	 63	631 	639 Spurwechsel aus unklaren Gründen
Spurwechsler nach rechts	54 %	Spurwechsler nach links	9 %	9 %

Tabelle 32: SWA-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB]

Der Spurwechsel nach rechts aus unklaren Gründen macht mehr als die Hälfte aller SWA-relevanten Unfälle aus. Dieser Unfalltyp kommt derart häufig vor, dass er bezogen auf alle 500 analysierten Fälle einen Anteil von 12,6% besitzt. Der unklare Grund dürfte in der Regel der einfache Wunsch des Fahrstreifenwechsels sein. Generell kam es beim Spurwechseln nach rechts (Unfalltypen 641, 643, 646, 649) dreimal häufiger als beim Wechsel in die linke Spur (Unfalltypen 631, 635, 639) zur Kollision. Die Hauptursache dürfte darin zu sehen sein, dass der Lkw-Fahrer schwächere Verkehrsteilnehmer auf der Beifahrerseite, unter anderem aufgrund der unterschiedlichen Sitzhöhe, wesentlich schwerer wahrnehmen kann.

Innerorts ist das Verhältnis zwischen rechtem und linkem Spurwechsel, mit Anteilen von 67% und 9%, noch deutlicher zu „Spurwechsel nach rechts“ verschoben. Erwartungsgemäß ereignen sich Kollisionen zwischen parallel abbiegenden Fahrzeugen (Unfalltypen 251, 252) fast ausschließlich innerhalb geschlossener Ortschaften. Außerorts geschehen Unfälle beim „Spurwechsel nach links“ und „Spurwechsel nach rechts“ mit gleicher Häufigkeit. Dies dürfte auf die hier häufiger auftretenden Unfälle bei Überholvorgängen zurückzuführen sein. Auf Bundesautobahnen kommt es erwartungsgemäß nur zu Unfällen im Längsverkehr bzw. zu Fahrunfällen.

7.2.4 Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw

Schwere und damit für den Fahrer unübersichtlichere Lkw mit mehr als 16t zulässigem Gesamtgewicht (zGG) waren fast ausschließlich für die SWA-relevanten Unfälle verantwortlich (Abbildung 39).

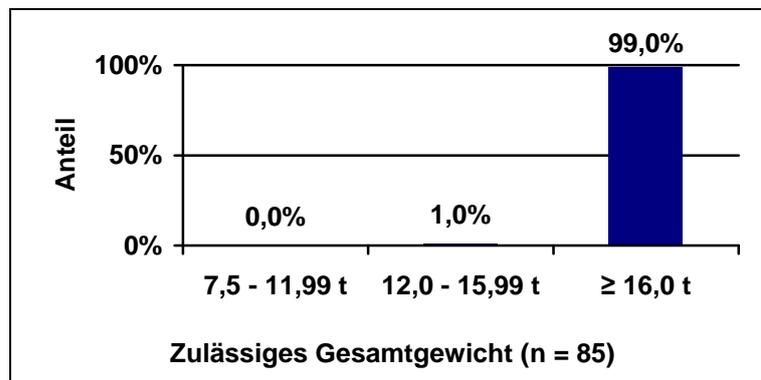


Abbildung 39: SWA-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Da lediglich für 27 der 115 SWA-relevanten Unfälle Informationen zu Aufbau und Auflieger bzw. Anhänger vorliegen, wäre eine Auswertung an dieser Stelle wenig repräsentativ.

Die Unterschiede bezüglich der Herstelleranteile im Vergleich zur Strukturanalyse sind zu gering um eine gesteigerte Relevanz von SWA-Systemen für einen bestimmten Hersteller identifizieren zu können (Abbildung 40).

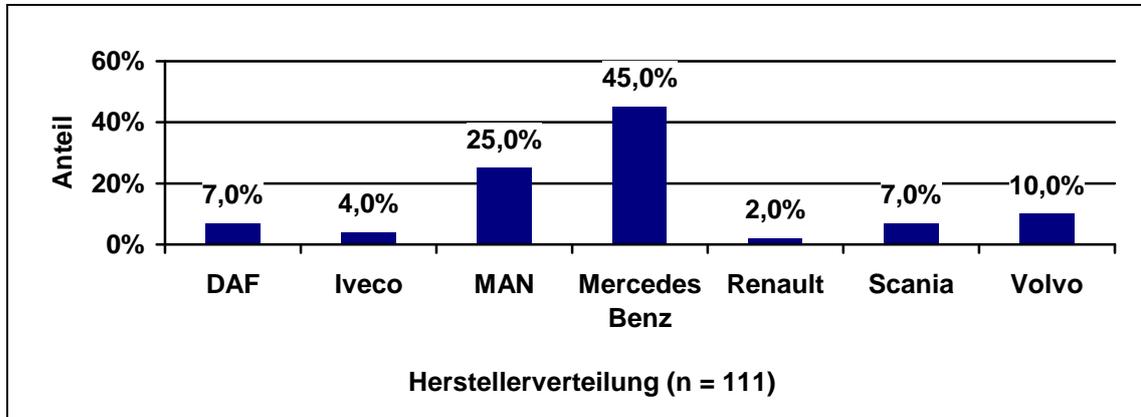


Abbildung 40: SWA-relevante Unfälle nach Hersteller des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

7.2.5 Unfallgegner

Die Gruppe der Pkw stellt, unabhängig von der Ortslage, in neun von zehn SWA-relevanten Unfällen den GES. Einzig auf Bundesautobahnen gibt es mit den Lkw (13%) eine zweite signifikante Gruppe von Unfallgegnern (Tabelle 33).

Unfallart \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
PKW	56	93	12	92	34	87	102	91	3
LKW	2	3	0	0	5	13	7	6	
Bus	1	2	0	0	0	0	1	1	
Motorisiertes Zweirad	1	2	1	8	0	0	2	2	
Summe	60	100	13	100	39	100	112	100	
Unbekannt									

Tabelle 33: SWA-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB]

7.2.6 Kollisionsstelle am verursachenden Lkw

Für die Spezifikation von SWA-Systemen ist es notwendig, die zu überwachenden Bereiche am Lkw zu identifizieren. In Abbildung 41 ist die Verteilung der Kollisionsstellen am verursachenden Lkw schematisch dargestellt.

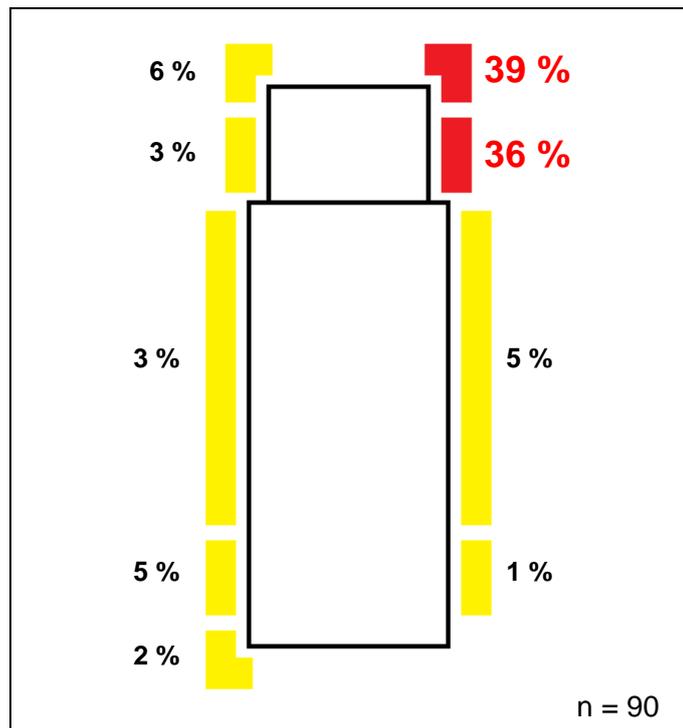


Abbildung 41: SWA-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Der von der Position des Fahrers kaum einsehbare Bereich in Höhe der Beifahrertür ist zu 75% die Stelle am Verursacherfahrzeug, die bei SWA-relevanten Unfällen zuerst mit dem GES in Berührung kommt. Innerhalb geschlossener Ortschaften liegen die Anteile der vorderen rechten Fahrzeugecke sowie des Bereichs unterhalb der Beifahrertür gar bei 86% (Tabelle 34). Außerorts sind es wegen der häufiger vorkommenden Kollisionen beim Spurwechsel nach links (Tabelle 31) nur 50%.

Kollisionsstelle	Ortslage		Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%			
Ecke vorne/rechts	18	39	2	20	13	43	33	39	2		
Höhe Beifahrertür	21	47	3	30	8	27	32	36	1		
Rechte Längsseite	2	4	0	0	2	6	4	5			
Rechte Hinterachse	1	2	0	0	0	0	1	1			
Ecke hinten/links	0	0	1	10	1	3	2	2			
Linke Hinterachse	1	2	1	10	2	6	4	5			
Linke Längsseite	0	0	1	10	2	6	3	3			
Höhe Fahrertür	1	2	0	0	2	6	3	3			
Ecke vorne/links	2	4	2	20	1	3	5	6			
Summe	46	100	10	100	31	100	87	100			
Unbekannt	14		3		8						

Tabelle 34: SWA-relevante Unfälle nach Kollisionsstelle am VN-Fahrzeug und Ortslage [Lkw-DB]

7.2.7 Geschwindigkeit

Aufgrund der unzureichenden Datenlage bezüglich der exakten Geschwindigkeiten der Fahrzeuge vor der Kollision, können diese nur in ein sehr grobes Raster eingeteilt werden (Abbildung 42). Im Fall der SWA-relevanten Unfälle sind auch die Füllungsgrade der groben Geschwindigkeiten mit jeweils ca. 35% zu gering für eine repräsentative Auswertung, die Darstellung in Abbildung 42 ist somit lediglich der Vollständigkeit halber eingefügt.

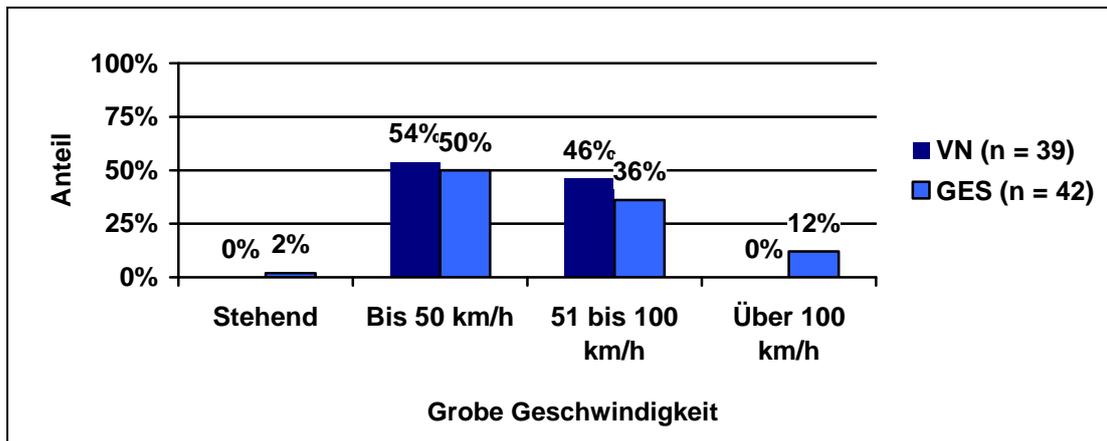


Abbildung 42: SWA-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB]

7.2.8 Fahrerreaktion

Um eine drohende Kollision zu verhindern, haben die Fahrer der beteiligten Fahrzeuge die Möglichkeit einer Lenk- bzw. Bremsreaktion. Lenk- oder Bremsmanöver, die vom Fahrer vor dem Erkennen der Konfliktsituation eingeleitet wurden, werden nicht als Fahrerreaktion berücksichtigt. Ausschließlich zur Abwendung des Zusammenstoßes ausgeführte Fahrmanöver fließen in die Auswertungen dieses Kapitels ein.

In keinem der SWA-relevanten Fälle ging aus den Akten hervor, dass der Verursacher versucht hätte, die Kollision durch Abbremsen zu verhindern (Abbildung 43). Dies ist ein Hinweis darauf, dass SWA-relevante Unfälle häufig aufgrund der Unübersichtlichkeit des Lkw oder Unaufmerksamkeit des Fahrers entstehen. Da eine bevorstehende seitliche Kollision für den Unfallgegner in den seltensten Fällen vorhersehbar ist, kam es in nur 9% der Fälle zu Bremsreaktionen auf Seiten des GES.

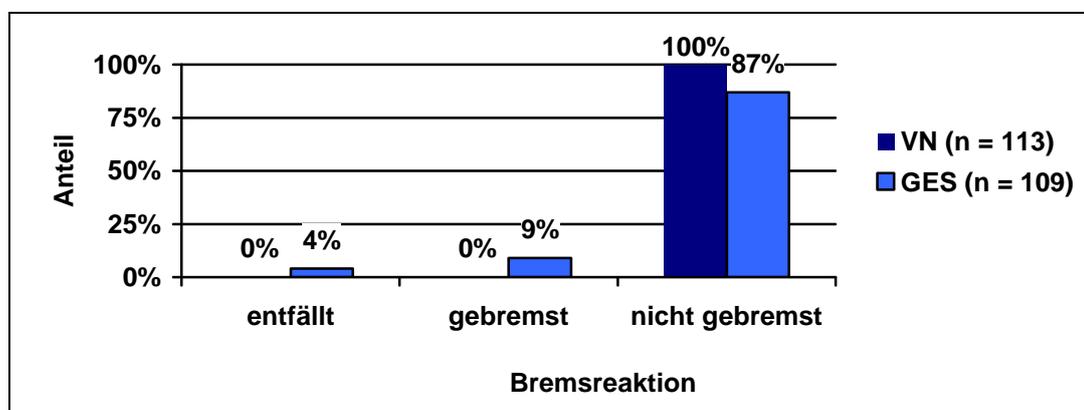


Abbildung 43: SWA-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB]

Lediglich ein VN versuchte die Kollision mit Hilfe einer Lenkreaktion zu verhindern. Analog zur Verteilung der Bremsreaktionen zeigten 87% der GES keine Lenkreaktion. In 5% der Fälle gelang es dem GES den Zusammenstoß durch Ausweichen zu verhindern (Abbildung 44). In diesen Fällen kollidierte der GES anschließend mit der Fahrbahnbegrenzung oder einem anderen Fahrzeug.

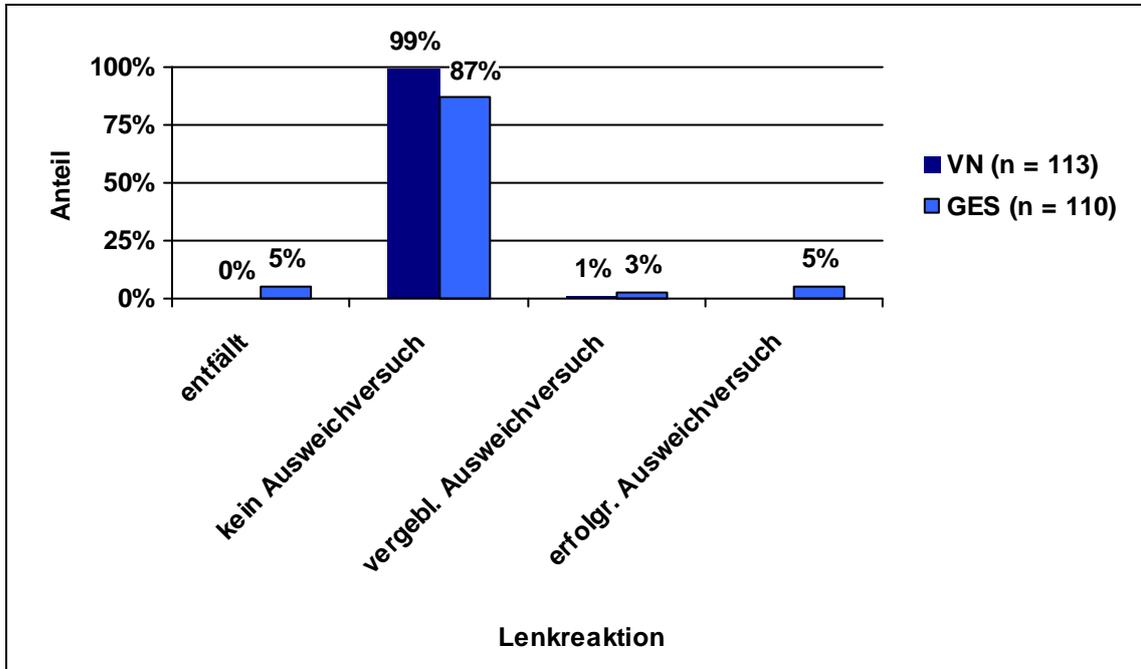


Abbildung 44: SWA-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]

7.2.9 Unfallfolgen

SWA-Systeme haben mit einem Anteil von 23% das größte Potential der betrachteten Fahrerassistenzsysteme. Beschränkt man sich auf die 114 Unfälle mit Personenschäden als Grundgesamtheit, sinkt das Potential der SWA-Systeme auf 19%. Wählt man die 145 verunglückten Personen als Referenzgröße, so verringert sich der Anteil SWA-relevanter Unfälle um weitere 2%-Punkte auf 17%. Im Vergleich zu allen Verletzten auf Seiten der GES (Abbildung 26) sind die Anteile von Getöteten und Schwerverletzten bei SWA-relevanten Unfällen wesentlich geringer (Abbildung 45). An dieser Stelle sei wiederum auf die Tatsache hingewiesen, dass die Zahl der Verletzten auf der Verursacherseite in der Realität sicherlich etwas höher ist, diese Verletzungen für den Haftpflichtversicherer jedoch keine Rolle spielen.

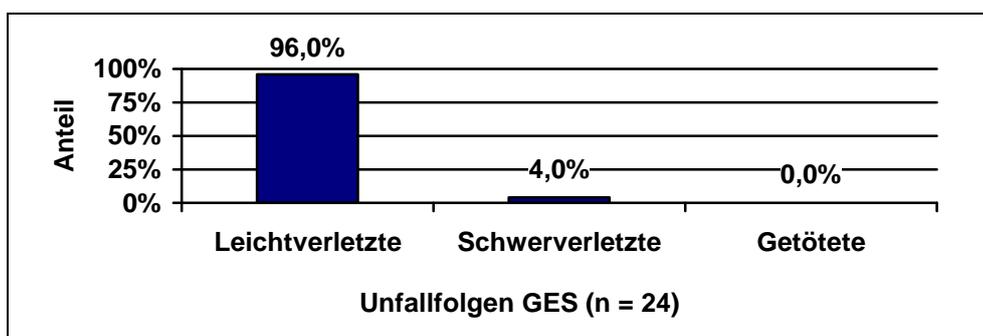


Abbildung 45: SWA-relevante Unfälle nach Unfallfolgen GES [Lkw-DB]

SWA-relevante Unfälle mit Personenschaden ereigneten sich in zwei Drittel der Fälle außerhalb geschlossener Ortschaften oder auf Bundesautobahnen. Innerorts gab es ausschließlich Leichtverletzte. Der HWS-Anteil beträgt bei den SWA-relevanten Unfällen immerhin 88% (Tabelle 35).

Verletzungsgrad		Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe	
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Schwerverletzte	VN		0	0	0	0	1	8	1	4
	GES		0	0	1	25	0	0	1	4
	Gesamt		0	0	1	25	1	8	2	8
Leichtverletzte	VN		0	0	0	0	0	0	0	0
	GES		8	100	3	75	12	92	23	92
	Gesamt		8	100	3	75	12	92	23	92
Summe			8	100	4	100	13	100	25	100
HWS-Syndrom	VN		0	0	0	0	1	0	1	5
	GES		7	100	3	100	11	100	21	95
	Gesamt		7	100	3	100	12	100	22	100

Tabelle 35: SWA-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB]

In Tabelle 36 werden die Verunglückten den entsprechenden Unfalltypen zugeordnet. Eine Aufschlüsselung der Personenschäden nach Verursacher und Geschädigtem erfolgt aus Übersichtlichkeitsgründen nicht.

Bei dem am häufigsten vorkommenden Unfalltyp 649 wurden die meisten Personen verletzt. In 75% der SWA-relevanten Fälle mit verunglückten Personen handelte es sich um eine Kollision bei Spurwechsel nach rechts aus unklaren Gründen (Unfalltyp 649). Dieser Anteil liegt noch einmal deutlich über dem Gesamtanteil dieses Unfalltyps von 54%. Diese Überproportionalität erklärt sich dadurch, dass der Lkw bei einem Spurwechsel nach rechts mit der Fahrerseite des Unfallgegners kollidiert, die im Gegensatz zur Beifahrerseite stets mit mindestens einer Person besetzt ist.

Unfalltyp		Verletzungsgrad	Schwerverletzte		Leichtverletzt		Summe		HWS	
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2	Abbiege-Unfall, Kollision									
202	Linksabbieger mit linkem Durchgangsverkehr		1	50	0	0	1	4	0	0
6	Unfall im Längsverkehr									
631	Spurwechsel nach links, wg. Vordermann		0	0	3	13	3	12	2	10
639	Spurwechsel nach links, unklare Gründe		1	50	2	9	3	12	2	10
649	Spurwechsel nach rechts, unklare Gründe		0	0	17	74	17	68	15	75
652	Überholen auf Gegenseite		0	0	1	4	1	4	1	5
Summe			2	100	23	100	25	100	20	100

Tabelle 36: SWA-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB]

7.3 Integrierte Querführung – Spurhalteassistent (LDW)

In 7,8% aller 500 Fälle ergab sich eine Relevanz für Spurverlassungswarnsysteme.

7.3.1 Ortslage und Lichtverhältnisse

Im Vergleich zur Gesamtdatenbank ist der Außerortsanteil innerhalb der LDW-relevanten Unfälle mit 47% um ein Vielfaches höher (Tabelle 37). Diese Abweichung lässt sich damit begründen, dass die Fahraufgabe außerhalb geschlossener Ortschaften deutlich monotoner ist und somit die Aufmerksamkeit des Fahrers stark abnimmt. Eine deutliche Verschiebung der Anteile bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen kann nicht ausgemacht werden.

Ortslage \ Licht	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Tag	9	90	10	67	5	56	24	71	2
Nacht	1	10	3	20	4	44	8	24	
Dämmerung	0	0	2	13	0	0	2	5	
Summe	10	100	15	100	9	100	34	100	
Unbekannt			2						1

Tabelle 37: LDW-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB]

7.3.2 Unfallstelle im Straßennetz

LDW-relevante Unfälle ereigneten sich mit ähnlicher Häufigkeit auf gerader Fahrbahn und in Kurven. Innerorts liegen die Anteile von sämtlichen erfassten Unfallstellen auf gleichem Niveau, außerhalb geschlossener Ortschaften ereignen sich 75% der Unfälle in Kurven. Bundesautobahnen können wegen ihrer gestreckten Linienführung und ohne Berücksichtigung von Auf- und Abfahrten als Gerade angesehen werden (Tabelle 38).

Ortslage \ Unfallstelle	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
1 Gerade	3	30	3	19	9	100	15	43	1
2 Kurve	2	20	12	75	0	0	14	40	1
3 Einmündung/T-Kreuzung	2	20	0	0	0	0	2	6	
4 Kreuzung	3	30	1	6	0	0	4	11	
Summe	10	100	16	100	9	100	35	100	
Unbekannt			1						1

Tabelle 38: LDW-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB]

7.3.3 Fahrbahnmarkierung

Die gegenwärtig auf dem Markt erhältlichen LDW-Systeme überwachen die Position des Fahrzeugs relativ zu den Fahrstreifenbegrenzungslinien. Aus Tabelle 39 geht hervor, dass mit diesen Systemen ca. 19% der aufgetretenen Unfälle aufgrund fehlender Fahrbahnmarkierungen nicht hätten verhindert werden können.

Ortslage \ Fahrbahnmarkierung	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Nicht vorhanden	3	38	2	14	1	11	6	19	1
Beide vorhanden	4	50	12	86	7	78	23	75	
Gelbe Baustellenmarkierung	1	12	0	0	1	11	2	6	
Summe	8	100	14	100	9	100	31	100	
Unbekannt	2		3						2

Tabelle 39: LDW-relevante Unfälle nach Fahrbahnmarkierung und Ortslage [Lkw-DB]

7.3.4 Unfallart

Da LDW-relevante Unfälle auf unterschiedlichste Weise ablaufen können, ergibt sich eine breite Streuung der Unfallarten (Tabelle 40). In den vorliegenden Fällen kam es am häufigsten zu einer Kollision zwischen nebeneinander fahrenden Fahrzeugen (37%, Unfallart 3). Das Abkommen von der Fahrbahn nach rechts ohne Beteiligung eines Unfallgegners (Unfallart 8) war in 31%, das Abkommen nach links (Unfallart 7) und eine daraus resultierende Kollision mit dem Gegenverkehr in 18% der Fälle die direkte Folge des Spurverlassens.

Unfallart	Anzahl	%
1 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt	15	37
3 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt	15	37
4 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegen kommt	7	18
5 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt	1	3
8 Abkommen von der Fahrbahn rechts	12	31
9 Abkommen von der Fahrbahn links	3	8
Summe	53	100

Tabelle 40: LDW-relevante Unfälle nach Unfallart [Lkw-DB]

7.3.5 Unfalltyp

Fahrerunfälle (Unfalltyp 1), die durch den Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug hervorgerufen werden, sowie Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6) stellen mit 43% und 41% die beiden großen Gruppen innerhalb der Unfalltypenverteilung LDW-relevanter Unfälle dar (Abbildung 46).

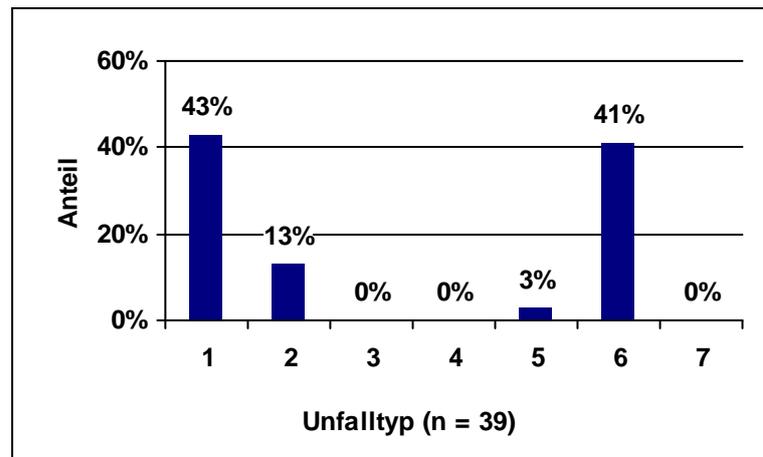


Abbildung 46: LDW-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]

Die hier vorgenommene Unterteilung in sieben Unfalltypen ermöglicht zunächst nur eine oberflächliche Betrachtung. Wesentlich detailliertere Informationen zum Unfallhergang erhält man durch die Untergliederung der Unfalltypen (Tabelle 41 und 42). Aus Platzgründen werden die drei bezüglich ihrer Ortslage unbekannteren Unfälle nicht in der folgenden Tabelle abgebildet (je ein Fall für die Typen 141, 651, 682).

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1 Fahrrunfall									
101	Linkskurve	0	0	3	18	0	0	3	8
102	Rechtskurve	0	0	6	35	0	0	6	17
141	Gerade	0	0	3	18	4	45	7	19
2 Abbiege-Unfall									
251	Zwei Parallel-Linksabbieger	2	20	0	0	0	0	2	6
252	Zwei Parallel-Rechtsabbieger	2	20	1	5	0	0	3	8
5 Unfall durch ruhenden Verkehr									
501	Auffahren auf Parker am rechten Fahrbahnrand	0	0	0	0	1	11	1	3
6 Unfall im Längsverkehr									
639	Spurwechsel nach links, unklare Gründe	0	0	0	0	2	22	2	6
651	Nebeneinanderfahren	4	40	1	6	2	22	7	19
682	Kollision mit Gegenverkehr in Kurve	2	20	3	18	0	0	5	14
Summe		10	100	17	100	9	100	36	100

Tabelle 41: LDW-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]

Der Großteil LDW-relevanter Unfälle ereignet sich außerhalb geschlossener Ortschaften (72%). Besonders häufig ereignen sich Alleinunfälle durch Abkommen von gerader Fahrbahn (Unfalltyp 141) bzw. in Rechtskurven (Unfalltyp 102), aber auch Kollisionen mit dem Gegenverkehr in Kurven (Unfalltyp 682). Innerorts kommt es naturgemäß nicht zu Fahrurfällen, da die Fahraufgabe hier wesentlich weniger monoton und der Fahrer somit konzentrierter ist. Dagegen treten Zusammenstöße parallel abbiegender Fahrzeuge (Unfalltypen 251, 252), wie schon im Fall der SWA-relevanten Unfälle, fast ausschließlich innerorts auf.

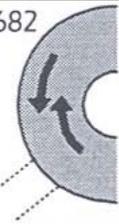
 141	 651	 102 Rechtskurve	 682
19 %	19 %	17 %	14 %

Tabelle 42: LDW-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB]

7.3.6 Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw

Die Verteilung der Lkw nach zulässigem Gesamtgewicht bei LDW-relevanten Unfällen entspricht relativ exakt der Gesamtverteilung (Abbildung 47). Damit ergibt sich keine gesteigerte Wahrscheinlichkeit eines LDW-Unfalls für eine der Gewichtsklassen.

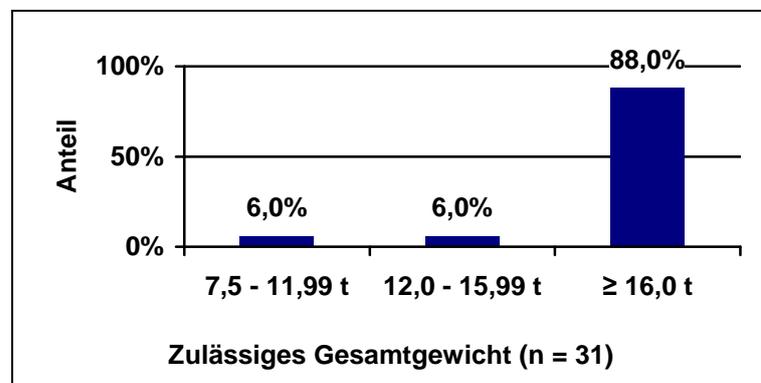


Abbildung 47: LDW-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Da lediglich für 14 der 39 LDW-relevanten Unfälle Informationen zu Aufbau und Auflieger bzw. Anhänger vorliegen, wäre eine Auswertung an dieser Stelle wenig repräsentativ.

Gegenüber den Herstelleranteilen in der Strukturanalyse ergibt sich ein geringfügig gesteigerter Anteil von Mercedes Benz, Fahrzeuge von Iveco verursachten keine LDW-relevanten Unfälle (Abbildung 48). Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs ist diesen beiden Veränderungen keine allzu große Bedeutung beizumessen.

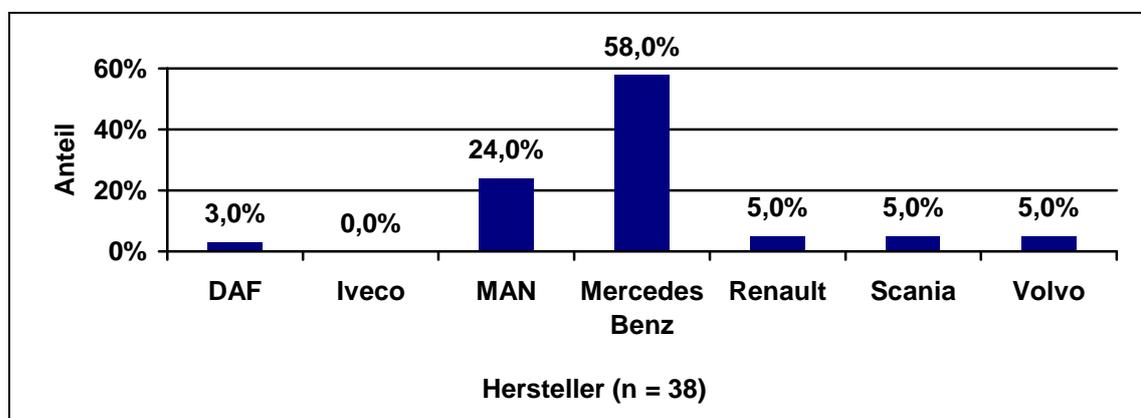


Abbildung 48: LDW-relevante Unfälle nach Herstelleranteil des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

7.3.7 Unfallgegner

Pkw stellen zwar mit 49% die größte Gruppe der Unfallgegner (Tabelle 43), ihr Anteil liegt damit jedoch deutlich niedriger als bei anderen FAS oder der Gesamtdatenbank (64%). Diese Verschiebung ergibt sich durch den hohen Anteil der Alleinunfälle außerhalb geschlossener Ortschaften (außerorts: 35%, BAB: 33%).

Unfallart \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
PKW	8	80	5	29	5	56	18	49	2
LKW	0	0	4	24	1	11	5	14	
Bus	1	10	1	6	0	0	2	6	
Landwirtschaftl. Zugmaschine	0	0	1	6	0	0	1	3	
Motorisiertes Zweirad	1	10	0	0	0	0	1	3	
Alleinunfall	0	0	6	35	3	33	9	25	1
Summe	10	100	17	100	9	100	36	100	

Tabelle 43: LDW-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB]

7.3.8 Kollisionsstelle am verursachenden Lkw

In Abbildung 49 ist die Verteilung der Kollisionsstellen am verursachenden Lkw bei LDW-relevanten Unfällen schematisch dargestellt.

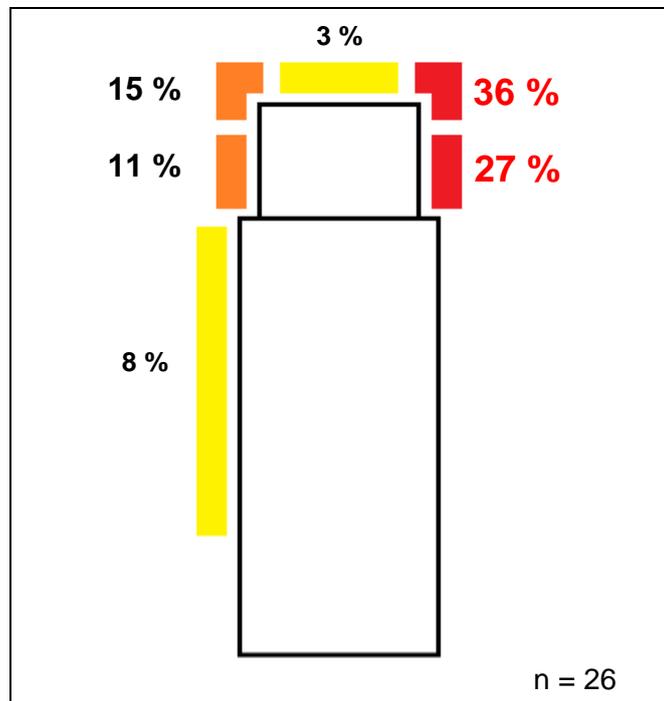


Abbildung 49: LDW-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Die erste Kollision bei LDW-relevanten Unfällen fand in der Regel zwischen dem Fahrerhaus des verursachenden Lkw und dem Unfallgegner bzw. Hindernissen am Fahrbahnrand statt.

Aus der Darstellung der Verteilung der Kollisionsstellen kann geschlossen werden, dass ein Verlassen des Fahrstreifens nach rechts häufiger vorkommt, als ein Abkommen nach links. Unter Berücksichtigung der Ortslage gibt es außerhalb geschlossener Ortschaften eine Verschiebung hin zur Fahrerseite, innerorts und auf Bundesautobahnen ist die Beifahrerseite häufiger betroffen (Tabelle 44).

Kollisionsstelle \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Front	0	0	1	11	0	0	1	4	
Ecke vorne/rechts	1	14	2	22	5	62	8	33	1
Höhe Beifahrertür	4	57	1	11	2	25	7	29	
Längsseite links	0	0	1	11	1	13	2	8	
Höhe Fahrertür	2	29	1	11	0	0	3	13	
Ecke vorne/links	0	0	3	34	0	0	3	13	1
Summe	7	100	9	100	8	100	24	100	
Unbekannt	3		8		1				1

Tabelle 44: LDW-relevante Unfälle nach Kollisionsstelle am VN-Lkw und Ortslage [Lkw-DB]

7.3.9 Geschwindigkeit

Aufgrund der ungenügenden Datenlage bezüglich der exakten Geschwindigkeiten der Fahrzeuge vor der Kollision können diese nur in ein sehr grobes Raster eingeteilt werden. Systeme die bereits auf dem Markt eingeführt wurden, arbeiten erst ab einer Mindestgeschwindigkeit von ca. 65km/h, diese hätten somit lediglich in zwei Dritteln der LDW-relevanten Unfälle reagiert (Abbildung 50).

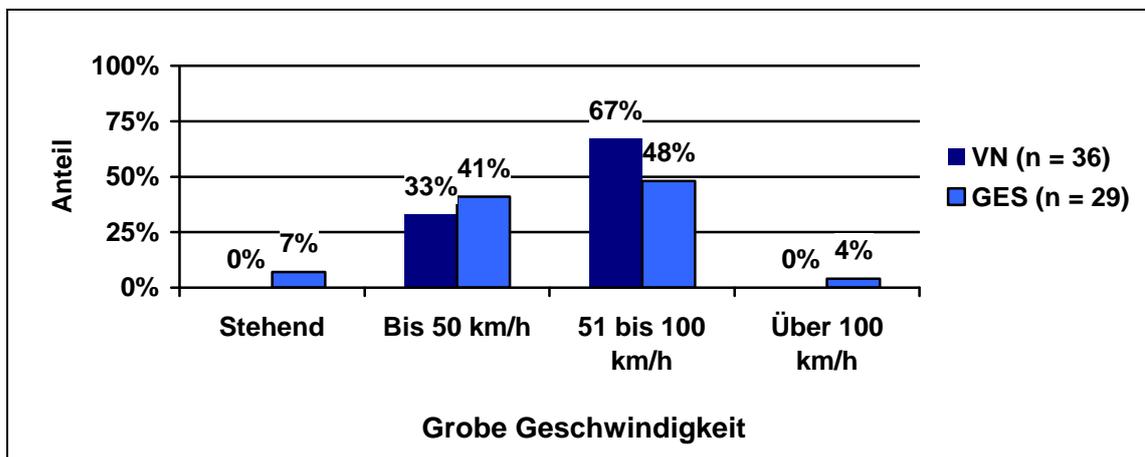


Abbildung 50: LDW-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB]

7.3.10 Fahrerreaktion

Um eine drohende Kollision zu verhindern, haben die Fahrer der beteiligten Fahrzeuge die Möglichkeit einer Lenk- bzw. Bremsreaktion. Lenk- oder Bremsmanöver die vom Fahrer vor dem Erkennen der Konfliktsituation eingeleitet wurden, werden nicht als Fahrerreaktion berücksichtigt. Ausschließlich zur Abwendung des Zusammenstoßes ausgeführte Fahrmanöver fließen in die Auswertungen dieses Kapitels ein.

In jeweils einem Fall versuchten Verursacher und Geschädigter den Zusammenstoß durch Bremsen zu vermeiden (Abbildung 51).

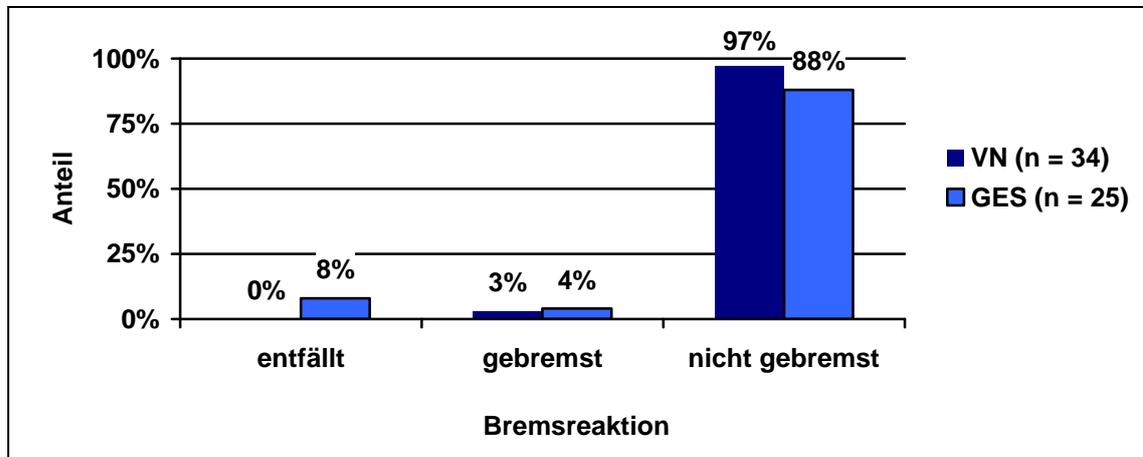


Abbildung 51: LDW-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB]

Ausweichversuche wurden vom Verursacher zwar etwas häufiger unternommen als Abbremsversuche, dennoch sind die Anteile unter Berücksichtigung des Stichprobenumfangs sehr gering. Auf Seiten des GES kam es immerhin in 26% der Fälle zu Ausweichversuchen, 15% waren erfolgreich (Abbildung 52). In diesen Fällen kollidierte der GES anschließend mit einem Hindernis am Fahrbahnrand oder einem anderen Fahrzeug.

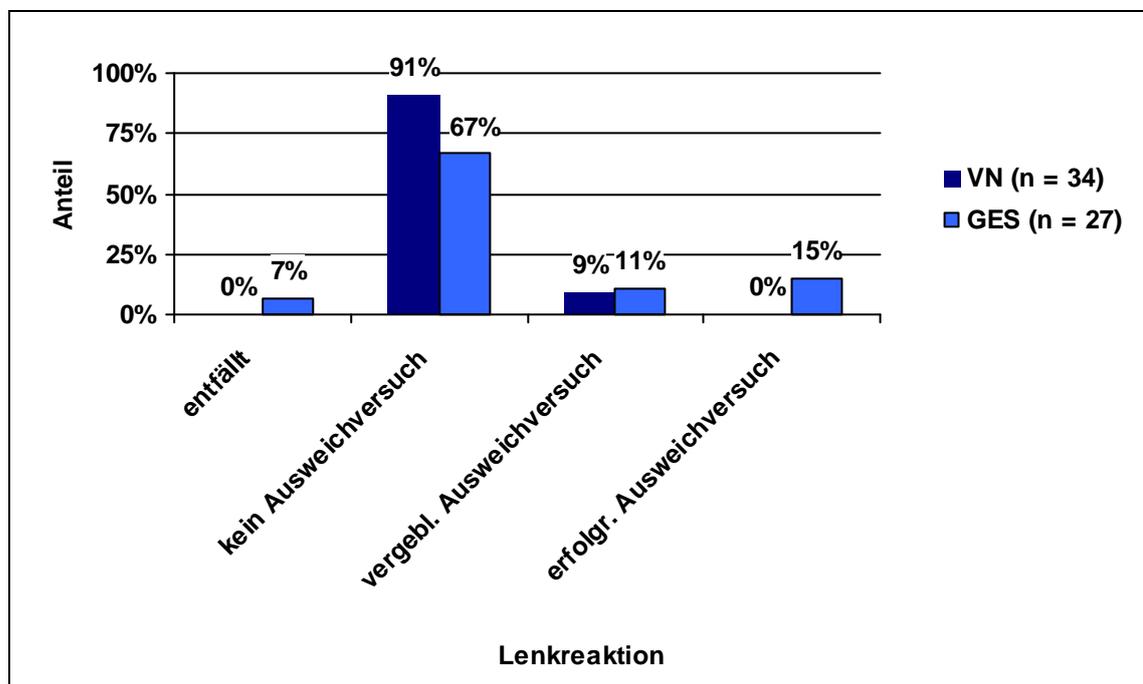


Abbildung 52: LDW-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]

7.3.11 Unfallfolgen

Wie zu Beginn dieses Kapitels erwähnt, liegt das Vermeidungspotential der LDW-Systeme bezogen auf alle Fälle bei 7,8%. Analog ergeben sich jeweils Anteile von ca. 7% für die Vermeidung von Unfällen mit Personenschaden bzw. verunglückte Personen. Insgesamt wurden in 8 der 39 LDW-relevanten Unfälle 11 Personen verletzt.

Die größte Gruppe innerhalb der in LDW-relevanten Unfällen verunglückten Personen stellen mit 64% die leichtverletzten GES. An dieser Stelle sei auf die Tatsache hingewiesen, dass die Zahl der Verletzten auf der Verursacherseite in der Realität höher sein kann. Da diese Verletzungen für den Haftpflichtversicherer jedoch keine Rolle spielen, sind sie somit nicht in den Akten vermerkt. Besonders bei den Fahrnfällen, wo der Lkw die Fahrbahnbegrenzung durchbricht, ist das Verletzungsrisiko für den Fahrer hoch.

Die weitere Betrachtung der Personenschäden bei LDW-relevanten Unfällen ist aufgrund der geringen Grundgesamtheit von 11 Verunglückten nicht allzu aussagekräftig, die beiden nachfolgenden Tabelle 45 und Tabelle 46 sind somit vor allem aus Gründen der Vollständigkeit angefügt.

Verletzungsgrad		Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe	
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Schwerverletzte	VN		0	0	0	0	1	50	1	9
	GES		0	0	2	29	0	0	2	18
	Gesamt		0	0	2	29	1	50	3	27
Leichtverletzte	VN		0	0	1	14	0	0	1	9
	GES		2	100	4	57	1	50	7	64
	Gesamt		2	100	5	71	1	50	8	73
Summe			4	100	7	100	2	100	11	100
HWS-Syndrom	VN		0	0	1	25	0	0	1	20
	GES		1	100	3	75	0	0	4	80
	Gesamt		1	100	4	100	0	0	5	100

Tabelle 45: LDW-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB]

LDW-relevante Unfälle mit Personenschäden ereignen sich am häufigsten außerorts (Tabelle 45). In den analysierten Fällen wurden nur bei Fahrnfällen und den Unfällen im Längsverkehr Personen verletzt (Tabelle 46). Mehr als die Hälfte aller Personenschäden entstand durch Fahrnfälle in Rechtskurven.

Unfalltyp		Verletzungsgrad	Schwerverletzte		Leichtverletzte		Summe		HWS	
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1	Fahrnfall									
101	Linkskurve		0	0	1	13	1	9	1	20
102	Rechtskurve		2	67	4	50	6	55	3	60
6	Unfall im Längsverkehr									
639	Spurwechsel nach links, unklare Gründe		1	33	1	13	2	18	0	0
682	Kollision mit Gegenverkehr in Kurve		0	0	2	25	2	18	1	20
Summe			1	100	8	100	11	100	5	100

Tabelle 46: LDW-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB]

7.4 Kreuzungsassistent – KAS

Mit Hilfe eines Kreuzungsassistenten hätten 44 der 500 (8,8%) analysierten Schadenfälle verhindert oder zumindest erheblich in ihrem Umfang reduziert werden können.

7.4.1 Ortslage und Lichtverhältnisse

Erwartungsgemäß ereignete sich keiner der KAS-relevanten Unfälle auf der Bundesautobahn (Tabelle 47). Zwei Drittel der Unfälle ereigneten sich innerhalb geschlossener, ein Drittel außerhalb geschlossener Ortschaften. Im Vergleich zur Strukturanalyse nimmt der Anteil der Tagunfälle um 9%-Punkte zu.

Licht \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Tag	22	84	11	84	0	0	33	85	2
Nacht	3	12	1	8	0	0	4	10	1
Dämmerung	1	4	1	8	0	0	2	5	1
Summe	26	100	13	100	0	0	39	100	
Unbekannt	1								

Tabelle 47: KAS-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnisse [Lkw-DB]

7.4.2 Unfallstelle im Straßennetz

Ortslagenunabhängig ereignete sich der Großteil der KAS-relevanten Unfälle an Einmündungen und an Kreuzungen. Innerorts kam es zudem zu Unfällen an Grundstückszufahrten (Tabelle 48).

Unfallstelle \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
3 Einmündung/T-Kreuzung	14	52	9	69	23	57	3
4 Kreuzung	10	37	3	23	13	32	1
5 Kreiselpunkt	0	0	1	8	1	3	
7 Grundstückszufahrt	3	11	0	0	3	8	
Summe	27	100	13	100	40	100	
Unbekannt							

Tabelle 48: KAS-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB]

7.4.3 Unfallart und Unfalltyp

Sämtliche KAS-relevanten Unfälle können der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug das einbiegt oder kreuzt) zugewiesen werden.

Bezogen auf die Unfalltypen lässt sich der Großteil (77%) der Unfälle dem Typ 3 (Einbiegen/Kreuzen-Unfall) zuordnen (Abbildung 53). In diesen Fällen kam es zu einem Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen VN und einem vorfahrtsberechtigten GES. Bei den 23% Abbiege-Unfälle (Unfalltyp 2) kam es hingegen zur Kollision

zwischen einem abbiegenden VN und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer.

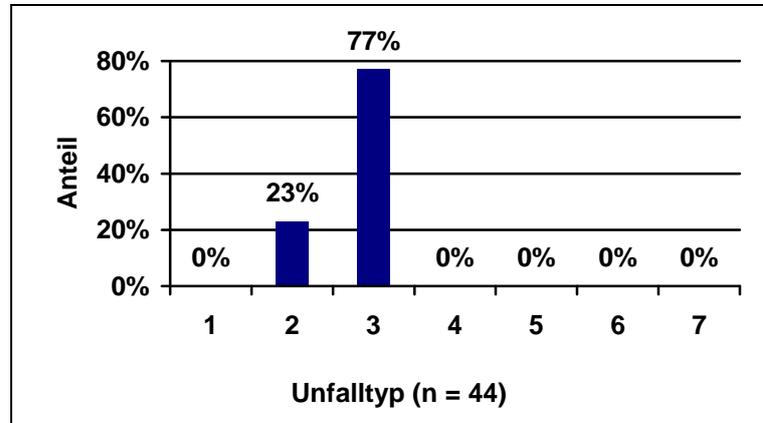


Abbildung 53: KAS-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]

Bei der Differenzierung der Unfalltypen nach Ortslage (Tabelle 49) ist der Anteil der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle innerorts mit 89% noch einmal deutlich größer. Außerhalb geschlossener Ortschaften liegen Abbiege- und Einbiege/Kreuzen-Unfälle dahingegen mit 46% bzw. 54% nahezu gleichauf.

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbekannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
2	Abbiege-Unfall	3	11	6	46	9	22	1
3	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	24	89	7	54	31	78	3
Summe		27	100	13	100	40	100	
Unbekannt								

Tabelle 49: KAS-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]

Die hier vorgenommene Unterteilung in sieben Unfalltypen ermöglicht zunächst nur eine grobe Betrachtung der KAS-relevanten Fälle. Wesentlich detailliertere Informationen zum Unfallhergang erhält man durch die Untergliederung der Unfalltypen in den Tabelle 50 und Tabelle 51. Die erste Ziffer der dreistelligen Unfalltypenkennzahl entspricht hierbei der groben Einteilung aus der vorangegangenen Tabelle.

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbekannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
2	Abbiege-Unfall							
211	Linksabbieger, Gegenverkehr	2	7	6	45	8	19	1
215	Linksabbieger, Linksabbieger	1	4	0	0	1	3	
3	Einbiegen/Kreuzen-Unfall, Bevorrechtigtes Fahrzeug ...							
301	Geradeausfahrer von links, Geradeausfahrer	0	0	1	8	1	3	
302	Geradeausfahrer von links, Linksabbieger	3	11	1	8	4	10	1
303	Geradeausfahrer von links, Rechtsabbieger	4	15	1	8	5	12	1
306	Rechtsabbieger von links, Linksabbieger	1	4	0	0	1	3	
309	Geradeausfahrer von links, unklare Fahrtrichtung	2	7	0	0	2	5	
321	Geradeausfahrer von rechts, Geradeausfahrer	6	22	1	8	7	18	1
322	Geradeausfahrer von rechts, Linksabbieger	6	22	2	15	8	19	
323	Geradeausfahrer von rechts, Rechtsabbieger	1	4	0	0	1	3	
329	Geradeausfahrer von rechts, unklare Fahrtrichtung	1	4	1	8	2	5	
Summe		27	100	13	100	40	100	

Tabelle 50: KAS-relevante Unfälle nach Unfalluntertyp [Lkw-DB]

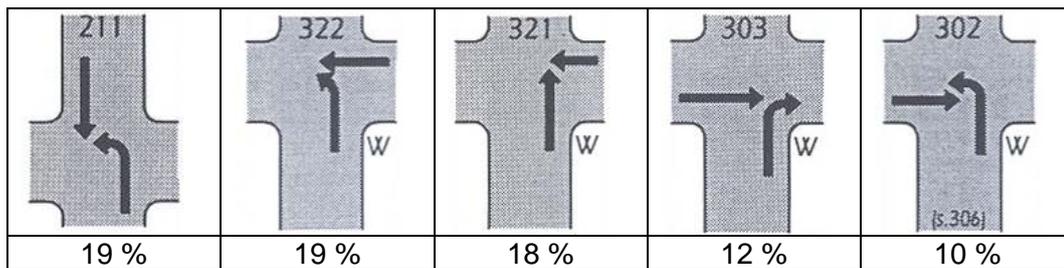


Tabelle 51: KAS-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB]

Mit einer Ausnahme lassen sich sämtliche Abbiege-Unfälle auf einen Unfalltyp reduzieren, der Kollision zwischen einem Linksabbieger und dem Durchgangsverkehr auf der Gegenspur (Unfalltyp 211). Innerhalb der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle gibt es eine wesentlich breitere Verteilung. Generell kommt es hierbei geringfügig häufiger zum Zusammenstoß mit einem bevorrechtigten Fahrzeugen von rechts (19 Unfälle), als von links (15 Unfälle). Innerorts sind die meisten KAS-relevanten Unfälle Einbiegen/Kreuzen-Unfälle vom Unfalltyp 321 bzw. 322 mit je 22% Anteil. Außerhalb geschlossener Ortschaften ist hingegen der Abbiege-Unfalltyp (Unfalltyp 211) bei weitem am häufigsten vertreten (45%).

7.4.4 Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw

Durch den Wegfall der Bundesautobahn ergibt sich bei der Verteilung des zulässigen Gesamtgewichts des verursachenden Lkw eine starke Verschiebung hin zu leichteren Fahrzeugen mit einem zGG von 7,5 - 11,99 t, die häufig im innerstädtischen Lieferverkehr eingesetzt werden (Abbildung 54).

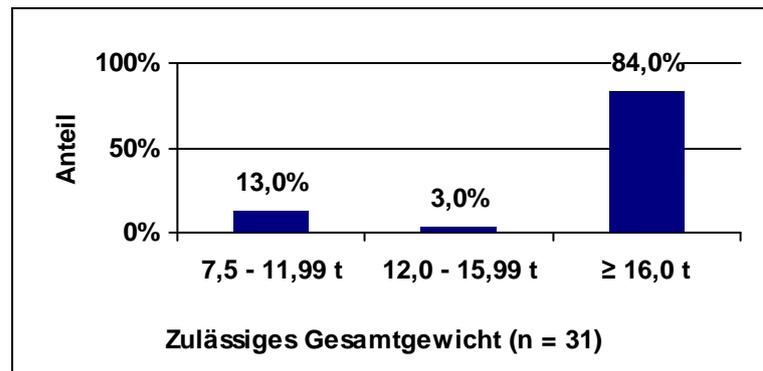


Abbildung 54: KAS-relevante Unfälle nach Anteil zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Da lediglich für 13 der 44 KAS-relevanten Unfälle Informationen zu Aufbau und Auflieger bzw. Anhänger vorliegen, wäre eine Auswertung an dieser Stelle wenig repräsentativ.

Die Unterschiede bezüglich der Herstelleranteile im Vergleich zur Strukturanalyse sind zum großen Teil gering, lediglich bei MAN ist eine deutliche Veränderung von plus 13%-Punkten erkennbar (Abbildung 55).

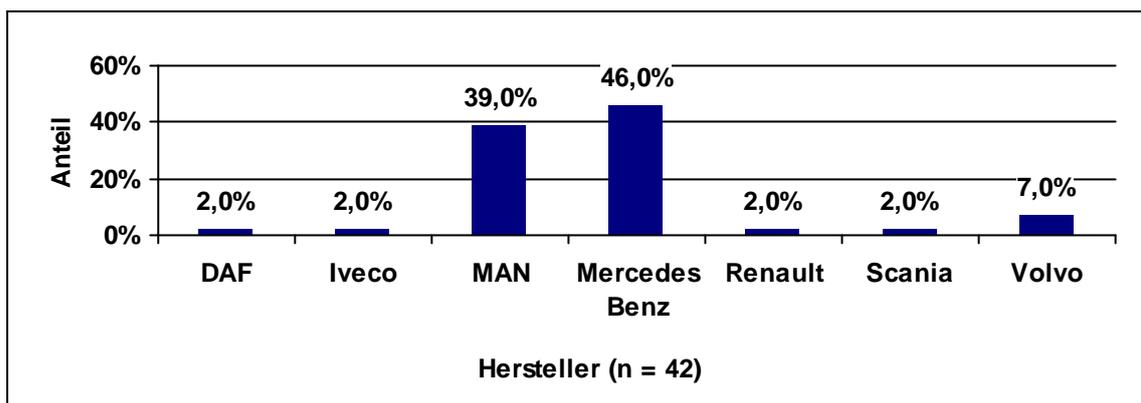


Abbildung 55: KAS-relevante Unfälle nach Anteil Hersteller des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

7.4.5 Unfallgegner

Während es außerorts nur zu KAS-relevanten Unfällen zwischen Lkw und Pkw kam, waren innerhalb geschlossener Ortschaften auch Lkw und motorisierte Zweiräder unter den Unfallgegnern (Tabelle 52). Dennoch ist der Pkw-Anteil mit insgesamt 85% sehr viel größer als in der Verteilung aller Unfälle mit ca. 64%.

Unfallart	Ortslugel		Außerorts		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
PKW	21	78	12	100	33	85	4
LKW	4	15	0	0	4	10	
Motorisiertes Zweirad	2	7	0	0	2	5	
Summe	27	100	12	100	39	100	
Unbekannt			1				

Tabelle 52: KAS-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslugel [Lkw-DB]

7.4.6 Geschwindigkeit

Aufgrund der unsicheren Datenlage bezüglich der Geschwindigkeiten der Fahrzeuge vor der Kollision, können diese nur in ein sehr grobes Raster eingeteilt werden (Abbildung 56). Jeweils ein Großteil der VN und GES bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 50 km/h. In rund 30% der Fälle war der GES schneller als 50km/h, dies entspricht in etwa dem Außerortsanteil der KAS-relevanten Unfälle. (vgl. Tabelle 47)

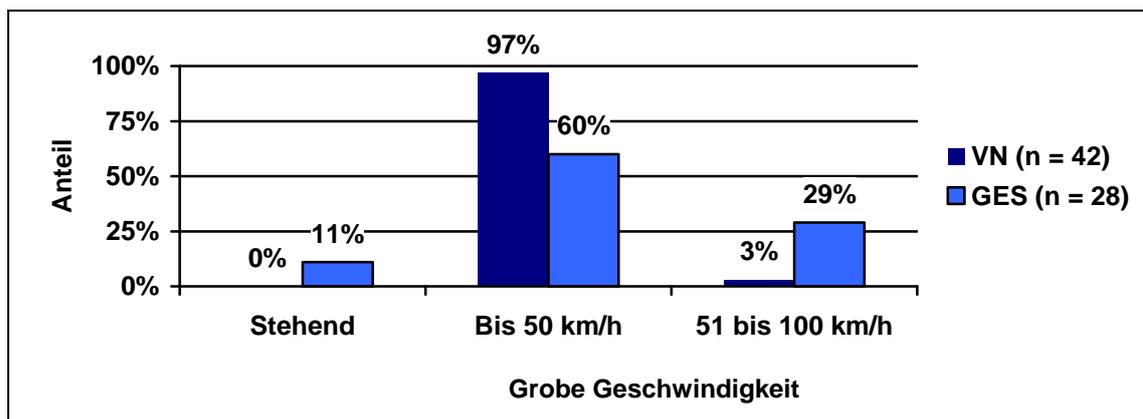


Abbildung 56: KAS-relevante Unfälle nach Ausgangsgeschwindigkeiten [Lkw-DB]

7.4.7 Fahrerreaktion

Um eine drohende Kollision zu verhindern, haben die Fahrer der beteiligten Fahrzeuge die Möglichkeit einer Lenk- bzw. Bremsreaktion. Lenk- oder Bremsmanöver, die vom Fahrer vor dem Erkennen der Konfliktsituation eingeleitet wurden, werden nicht als Fahrerreaktion berücksichtigt. Ausschließlich zur Abwendung des Zusammenstoßes ausgeführte Fahrmanöver fließen in die Auswertungen dieses Kapitels ein.

Aus den Verteilungen von Brems- und Lenkreaktion (Abbildung 57 und 58) wird ersichtlich, dass lediglich ein Viertel der Geschädigten auf den drohenden Zusammenstoß reagierte. Es muss also davon ausgegangen werden, dass die verbleibende Reaktionszeit bei KAS-relevanten Unfällen in der Regel sehr gering ist. Dies ist, zusammen mit der Tatsache, dass die Verursacher nur in den seltensten Fällen reagierten, einer der Gründe dafür, dass sich umfassend wirkende KAS-Systeme noch im Stadium der Grundlagenentwicklung befinden.

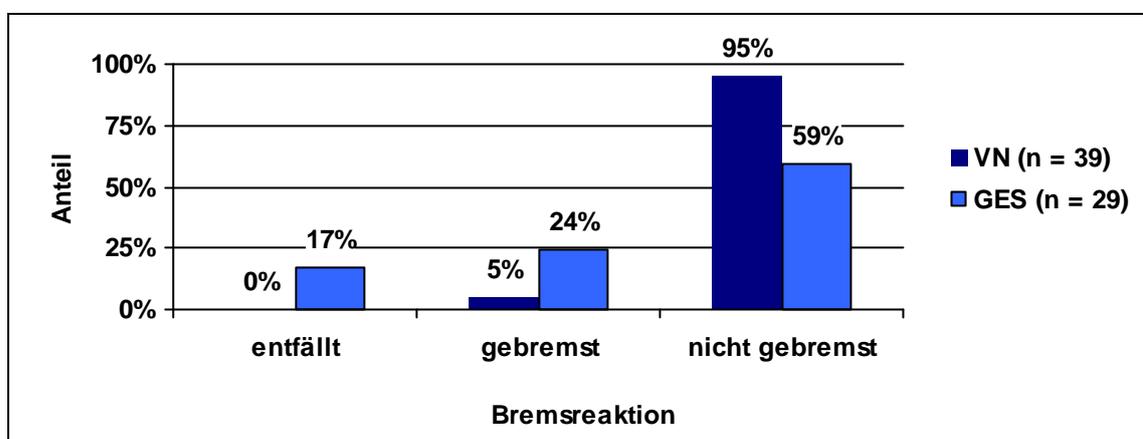


Abbildung 57: KAS-relevante Unfälle nach Bremsreaktion [Lkw-DB]

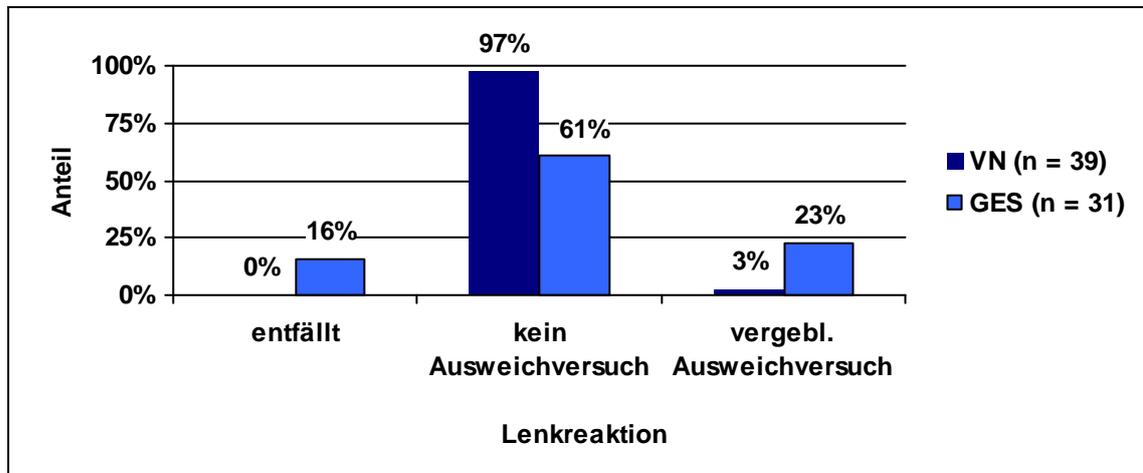


Abbildung 58: KAS-relevante Unfälle nach Lenkreaktion [Lkw-DB]

7.4.8 Unfallfolgen

Unter den 114 Unfällen mit Personenschaden haben KAS-relevante Unfälle einen Anteil von ca. 16%. Insgesamt verunglückten in diesen 18 Unfällen 25 Personen. Bezogen auf alle 145 Verletzten entspricht dies einem Anteil von 17%. Das Potential von KAS-Systemen zur Vermeidung von Unfällen mit Personenschaden ist somit doppelt so groß wie das Potential zur Vermeidung von Unfällen im Allgemeinen (8,8%).

Im Vergleich zur Gesamtverteilung der verunglückten GES (vgl. Abbildung 26) ist ein deutlicher Anstieg der Schwerverletzten und Getöteten zu erkennen (Abbildung 59). Diese Gruppe macht bei KAS-relevanten Unfällen zusammengenommen mehr als ein Drittel aus. Dieser überproportionale Anteil ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die GES bei diesen Unfällen in der Regel seitlich mit dem Lkw des Verursachers kollidieren. An dieser Stelle sei auf die Tatsache hingewiesen, dass die Zahl der Verletzten auf der Verursacherseite in der Realität sicherlich höher ist als in Tabelle 53 dargestellt. Da diese Verletzungen für den Haftpflichtversicherer jedoch keine Rolle spielen, sind sie nicht in den Akten vermerkt. Besonders die hohe Anzahl an schwerverletzten und getöteten GES ist ein Indiz dafür, dass es im Fall der KAS-relevanten Unfälle eine große Dunkelziffer zumindest leichtverletzter VN geben müsste.

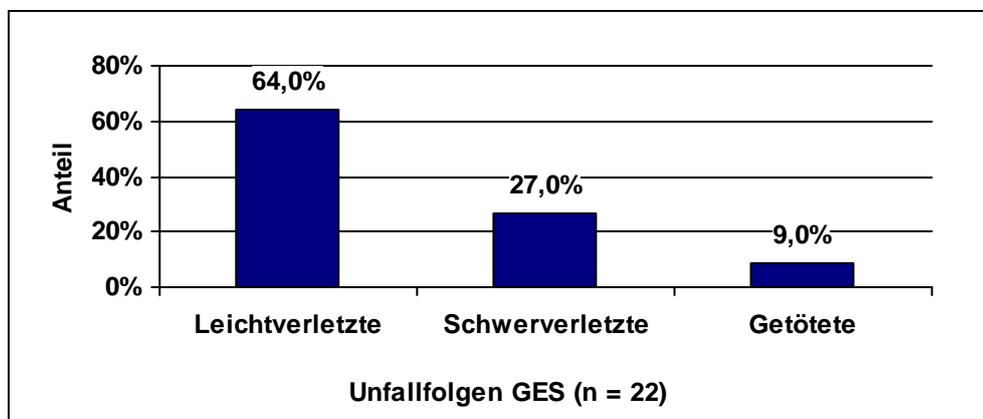


Abbildung 59: KAS-relevante Unfälle nach Unfallfolgen GES [Lkw-DB]

Auf Außerortsstraßen kommt es aufgrund der deutlich höheren Geschwindigkeiten des GES in KAS-relevanten Situationen häufiger zu Personenschäden. Bezüglich der Unfallstellen gibt es nur geringe Unterschiede zwischen den Anteilen von Einmündung und Kreuzungen (Tabelle 54). In 80% KAS-relevanten Personenschäden kam es zu Verletzungen der Halswirbelsäule.

Verletzungsgrad		Ortslage	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbekannt
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Getötete/ Schwerverletzte	VN		0	0	0	0	0	0	
	GES		2	33	5	33	7	33	1
	Gesamt		2	33	5	33	7	33	
Leichtverletzte	VN		0	0	3	20	3	15	
	GES		4	67	7	47	11	52	3
	Gesamt		4	67	10	67	14	67	
Summe			6	100	15	100	21	100	
HWS-Syndrom	VN		0	0	1	8	1	6	
	GES		5	100	11	92	16	94	3
	Gesamt		5	100	12	100	17	100	

Tabelle 53: KAS-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Ortslage [Lkw-DB]

Verletzungsgrad		Unfallstelle	Einmündung		Kreuzung		Summe		Unbekannt
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Getötete/ Schwerverletzte	VN		0	0	0	0	0	0	
	GES		4	31	4	33	8	32	
	Gesamt		4	31	4	33	8	32	
Leichtverletzte	VN		0	0	3	25	3	12	
	GES		9	69	5	42	14	56	
	Gesamt		9	69	8	67	17	68	
Summe			13	100	12	100	25	100	
HWS-Syndrom	VN		0	0	1	11	1	5	
	GES		11	100	8	89	19	95	
	Gesamt		11	100	9	100	20	100	

Tabelle 54: KAS-relevante Unfälle nach Unfallfolgen und Unfallstelle [Lkw-DB]

In Tabelle 55 sind die Verunglückten den entsprechenden Unfalltypen zugeordnet. Auf eine Aufschlüsselung der verunglückten Personen nach Verursacher und Geschädigtem wird hier aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet.

Innerhalb der KAS-relevanten Unfälle lassen sich 44% der Personenschäden auf einen einzigen Unfalltyp zurückführen, die Kollision des linksabbiegenden Verursachers mit dem Gegenverkehr (Unfalltyp 211). Werden nur schwere bzw. tödliche Verletzungen berücksichtigt, erhöht sich der Anteil dieses Unfalltyps auf 62%. Bei Einbiegen/Kreuzen-Unfällen wurden, wie schon bei der Gesamtverteilung aller KAS-relevanten Unfälle, mehr Personen durch Kollisionen mit vorfahrtsberechtigten GES von rechts verletzt (7 von 11).

Unfalltyp	Verletzungsgrad	G / SV		LV		Summe		HWS	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
2	Abbiege-Unfall								
211	Linksabbieger, Gegenverkehr	5	62	6	34	11	44	8	40
3	Einbiegen/Kreuzen-Unfall, Bevorrechtigtes Fahrzeug ...								
301	Geradeausfahrer von links, Geradesausfahrer	0	0	1	6	1	4	1	5
302	Geradeausfahrer von links, Linksabbieger	0	0	2	12	2	8	2	10
303	Geradeausfahrer von links, Rechtsabbieger	1	13	1	6	2	8	1	5
321	Geradeausfahrer von rechts, Geradeausfahrer	2	25	1	6	3	12	3	15
322	Geradeausfahrer von rechts, Linksabbieger	0	0	2	12	2	8	2	10
329	Geradeausfahrer von rechts, unklare Fahrtr.	0	0	4	24	4	16	3	15
Summe		8	100	17	100	25	100	20	100

Tabelle 55: KAS-relevante Unfälle nach Verletzungsgrad und Unfalltyp [Lkw-DB]

7.5 Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer – SFR

Lediglich 3 der 500 untersuchten Fälle ergaben eine Relevanz für SFR-Systeme. Da dieser geringe Stichprobenumfang keinerlei Auswertungen ermöglicht, werden im Folgenden die drei Unfälle kurz beschrieben.

Unfall 1:

Bei dem ersten Unfall handelt es sich um eine Kollision zwischen einem Lkw und einem Fahrradfahrer im Bereich einer Baustelleneinfahrt. Der Fahrer des Lkw mit Kipperaufbau übersah den Radfahrer der rechts neben ihm fuhr und erfasste ihn beim Rechtsabbiegen mit der hinteren Zwillingbereifung seines Fahrzeugs. Der Fahrradfahrer verunglückte bei diesem Zusammenstoß tödlich.

Unfall 2:

Der zweite Unfall ereignete sich auf einem Firmengrundstück. Der Fahrer des Lkw hatte keine Möglichkeit den hinter seinem Fahrzeug stehenden Fußgänger beim Zurücksetzen zu erkennen. Der Geschädigte erlag im Krankenhaus seinen schweren Verletzungen.

Unfall 3:

Der dritte SFR-relevante Unfall ereignete sich außerorts, hierbei schätzte der Fahrer des Lkw den Seitenabstand zu einem am Fahrbahnrand gehenden Fußgänger falsch ein und erfasste diesen. Der Geschädigte wurde schwer verletzt.

8 In-depth-Analyse relevanter Unfälle für weitere FAS

Die über das Projekt „AKTIV - Aktive Sicherheit“ hinaus betrachteten FAS hätten zusammengekommen in 172 der 500 analysierten Fälle zur Unfallvermeidung beitragen können. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Systeme mit dem größten Potential „PDC“ (Park-Distance-Control) und „Rückfahrkamera“ (als Rangierhilfe) näher betrachtet (vgl. Abbildung 30). Ferner wird auch das in Kapitel 4.3.2 beschriebene virtuelle System zur Erfassung der Längsseiten des Lkw untersucht.

Die In-depth-Analysen dienen der Identifikation wiederkehrender Merkmale innerhalb der für das jeweilige FAS relevanten Unfälle. Diese Informationen helfen bei der Spezifikation der Systeme, diese möglichst „alltagstauglich“, d.h. so zu gestalten, dass reale Unfallsituationen verhindert oder in ihren Folgen abgemildert werden können.

8.1 Rangierhilfesysteme – RHS

In immerhin 16% der betrachteten Fälle hätten bereits auf dem Markt erhältliche Rangierhilfesysteme den Schadenfall verhindern können.

8.1.1 Ortslage und Lichtverhältnisse

Der Großteil RHS-relevanter Schadenfälle ereignete sich innerhalb geschlossener Ortschaften und bei Tageslicht (Tabelle 56).

Licht \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Tag	53	87	0	0	0	0	53	84	4
Nacht	5	8	2	100	0	0	7	11	
Dämmerung	3	5	0	0	0	0	3	5	
Summe	61	100	2	100	0	0	63	100	
Unbekannt	12		1						

Tabelle 56: RHS-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB]

8.1.2 Unfallstelle im Straßennetz

Im Gegensatz zu den übrigen In-depth-Analysen fanden die meisten RHS-relevanten Unfälle nicht auf öffentlichen Straßen, sondern auf Privat-Grundstücken (in der Regel einem Firmengelände) statt (Tabelle 57). Innerorts verteilen sich die übrigen Unfälle auf alle möglichen Unfallstellen. Außerortsunfälle ereigneten sich ausschließlich auf Parkplätzen.

Ortslage \ Unfallstelle	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbe-kannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Gerade	10	16	0	0	10	16	
Einmündung/T-Kreuzung	3	5	0	0	3	5	
Kreuzung	3	5	0	0	3	5	
Parkplatz	8	13	3	100	11	17	
Grundstückszufahrt	8	13	0	0	8	13	
Grundstück	27	45	0	0	27	41	3
Andere	2	3	0	0	2	3	1
Summe	61	100	3	100	64	100	
Unbekannt	12						

Tabelle 57: RHS-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB]

8.1.3 Unfallart und Unfalltyp

Werden die RHS-relevanten Unfälle nach Unfallarten unterteilt, ergeben sich zwei große Gruppen. In 63% der Fälle handelte es sich um einen Unfall mit einem anderen Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht (Unfallart 1), in weiteren 36% um Unfälle anderer Art (Unfallart 10). Das fehlende Prozent entfällt auf einen einzigen Zusammenstoß zwischen dem Lkw des Verursachers und einem Fußgänger.

Sämtliche RHS-Unfälle können zwei Unfalltypen zugeordnet werden (Abbildung 60). Dabei liegt, wegen der großen Zahl der Unfälle beim Rückwärtsfahren, der Anteil der sonstigen Unfälle (Unfalltyp 7) bei 90%. Die verbleibenden 10% entfallen auf Konflikte zwischen dem fließenden Verkehr und einem Fahrzeug, das anhält oder parkt (Unfalltyp 5).

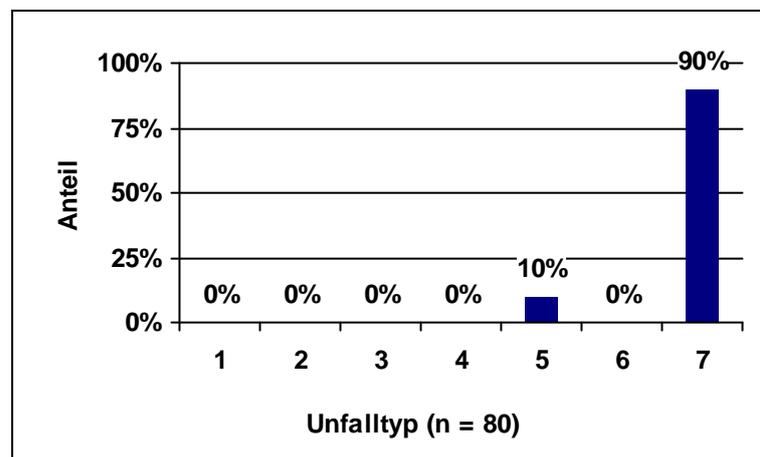


Abbildung 60: RHS-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]

Die hier vorgenommene Unterteilung in sieben Unfalltypen ermöglicht zunächst nur eine oberflächliche Betrachtung. Wesentlich detailliertere Informationen zum Unfallhergang erhält man durch die Untergliederung der Unfalltypen (Tabelle 58 und Tabelle 59).

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbekannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
5	Unfall durch ruhenden Verkehr							
501	Auffahren auf Parker am rechten Fahrbahnrand	3	4	0	0	3	4	
599	Sonstiger Unfall durch ruhenden Verkehr	3	4	0	0	3	4	2
7	Sonstiger Unfall							
703	Parker-Parker auf Parkplatz	4	5	2	67	6	8	
709	Parker-Parker, unklar ob 701-703	3	4	0	0	3	4	
711	Rückwärts fahren, nachfolgendes Fahrzeug	8	11	0	0	8	10	
713	Rückwärts fahren, kreuzender Fußgänger	1	1	0	0	1	1	
714	Rückwärts ausfahren, Querverkehr von rechts	2	3	0	0	2	3	
716	Rückwärts fahren, auf Grundstück	39	54	1	33	40	53	2
719	Rückwärtsfahren, unklar ob 711-716	2	3	0	0	2	3	
799	übrige Unfälle	8	11	0	0	8	10	
Summe		73	100	3	100	76	100	

Tabelle 58: RHS-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]

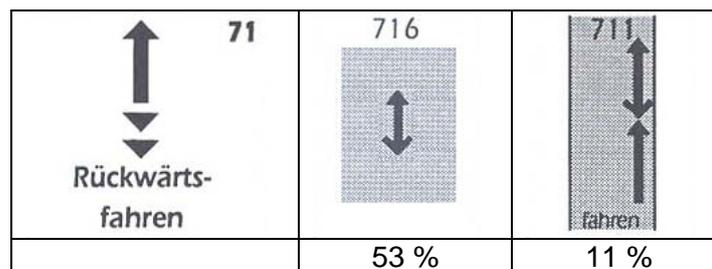


Tabelle 59: RHS-relevante Unfälle häufigste Unfalltypen [Lkw-DB]

Bei der Differenzierung der RHS-relevanten Unfälle nach dreistelligem Unfalltyp wird deutlich, dass die Hälfte aller Unfälle auf ein und denselben Typ entfallen. Hierbei handelt es sich um das Rückwärtsfahren auf einem Grundstück (Unfalltyp 716), beispielsweise das Rangieren in einer Anlieferzone. Dieser Unfalltyp ist, neben dem in Kapitel 7.2 identifizierten Unfall beim Fahrstreifenwechsel nach rechts aus unklaren Gründen (Unfalltyp 649), mit einem Anteil von ca. 8% aller erfassten Schadenfälle der zweithäufigste überhaupt.

8.1.4 Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw

Aufgrund des im Vergleich zur Strukturanalyse aller erfassten Schadenfälle großen Innerortsanteils, ist die Verteilung der Gewichtsklassen des unfallverursachenden Lkw in Richtung leichterere Fahrzeuge mit 7,5 bis 11,99t verschoben (Abbildung 61).

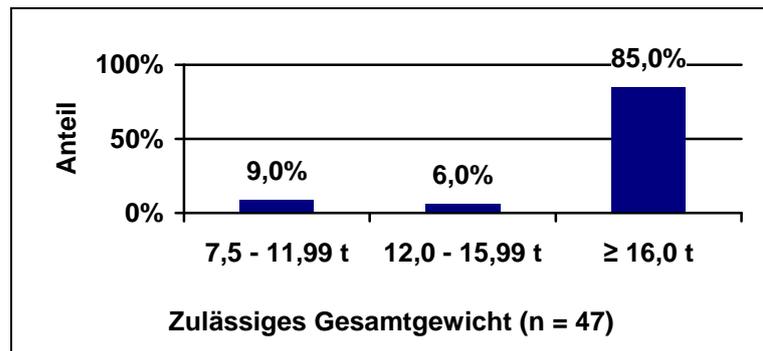


Abbildung 61: RHS-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Da lediglich für 9 der 80 RHS-relevanten Unfälle Informationen zu Aufbau und Auflieger bzw. Anhänger vorliegen, wäre eine Auswertung an dieser Stelle wenig repräsentativ.

Gegenüber den Herstelleranteilen in der Strukturanalyse ergibt sich ein niedrigerer Anteil von Mercedes Benz (ca. -10%-Punkte), die Anteile von DAF und Iveco hingegen liegen um 5%- bzw. 8%-Punkte höher (Abbildung 62).

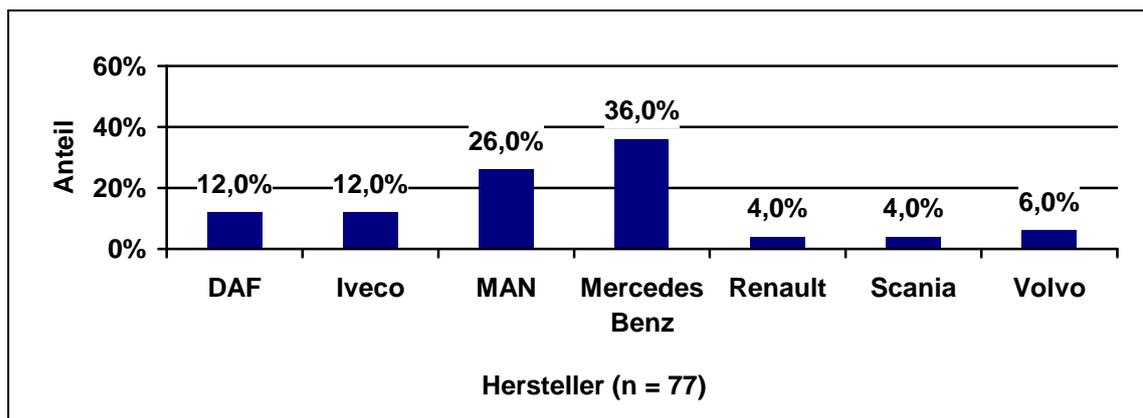


Abbildung 62: RHS-relevante Unfälle nach Herstelleranteil des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

8.1.5 Unfallgegner

Bedingt durch die große Anzahl an Unfällen auf Firmengrundstücken liegt der Lkw-Anteil innerhalb der Unfallgegner im Vergleich zu allen erfassten Fällen um ca. 7%-Punkte höher. Die größte Gruppe der Unfallgegner stellen nach wie vor die Personenkraftwagen, gegenüber der Strukturanalyse liegt deren Anteil jedoch um ca. 10%-Punkte niedriger (Tabelle 60).

Unfallart	Ortslage		Außerorts		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Pkw	41	56	0	0	41	54	3
Lkw	14	20	2	67	16	21	1
Bus	1	1	0	0	1	1	
Selbstfahrende Arbeitsmaschine	1	1	0	0	1	1	
Andere	1	1	1	33	2	3	
Fußgänger	1	1	0	0	1	1	
Alleinunfall	14	20	0	0	14	19	
Summe	73	100	3	100	76	100	

Tabelle 60: RHS-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB]

8.1.6 Kollisionsstelle am verursachenden Lkw

In Abbildung 63 ist die Verteilung der Kollisionsstellen am verursachenden Lkw bei RHS-relevanten Unfällen schematisch dargestellt. Wie aufgrund der vorhergehenden Analysen nicht anders zu erwarten war, liegt der Kollisionsschwerpunkt mit 86% im Heckbereich des Verursacherfahrzeugs. Die restlichen 13% verteilen sich auf die Fahrzeugfront.

Das Verhältnis zwischen Front- und Heckkollisionen zeigt, dass es zur Vermeidung der meisten RHS-relevanten Fälle ausreichen würde, eine vergleichsweise kostengünstige (ca. 700 € teure) Rückfahrkamera zu installieren.

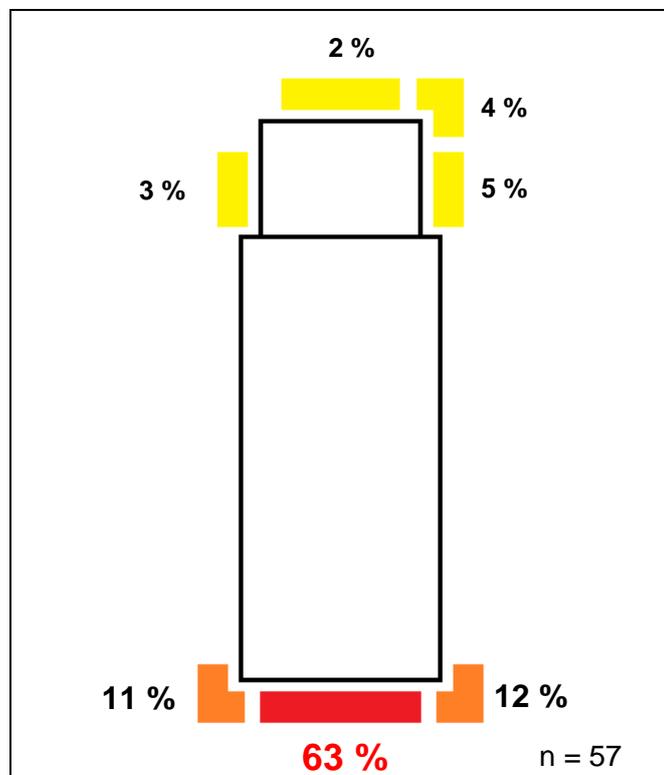


Abbildung 63: RHS-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB]

8.1.7 Unfallfolgen

In zwei der 80 RHS-relevanten Unfälle kam es zu jeweils einem Personenschaden. Eine eingehende Analyse ist aufgrund dieses geringen Stichprobenumfangs nicht möglich. Der Vollständigkeit halber werden die beiden Unfälle im Folgenden kurz beschrieben.

Unfall 1:

Der erste Unfall mit Personenschaden ereignete sich auf einem Parkplatz. Ein Fußgänger wurde hierbei von einem rückwärts fahrenden Lkw mit Kipperaufbau erfasst und tödlich verletzt (vgl. Kapitel 7.5).

Unfall 2:

Auch beim zweiten Unfall bewegte sich der Lkw rückwärts. Der Fahrer wollte an einer Kreuzung stehend ein Stück zurücksetzen um dem linksabbiegenden Gegenverkehr Platz zu machen, hierbei übersah er den hinter ihm stehenden Pkw. Der Geschädigte wurde leicht verletzt.

8.2 Seitenerfassung – SE

In der vorliegenden In-depth-Analyse wird ein System betrachtet, das Kollisionen der Lkw-Längsseiten mit seitlich liegenden Hindernissen verhindern soll. Insgesamt sind 58 Fälle für ein solches System relevant, das entspricht 11,6% aller erfassten Schadenfälle.

8.2.1 Ortslage und Lichtverhältnisse

SE-relevante Unfälle ereignen sich aufgrund fahrgeometrischer Zwangspunkte besonders häufig innerhalb geschlossener Ortschaften (Tabelle 61). Unter Berücksichtigung der Lichtverhältnisse fällt auf, dass sich die wenigen Außerortsunfälle fast ausschließlich nachts ereigneten.

Licht \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		BAB		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Tag	34	85	1	20	0	0	35	78	3
Nacht	2	5	4	80	0	0	6	13	
Dämmerung	4	10	0	0	0	0	4	9	
Summe	40	100	5	100	0	0	45	100	
Unbekannt	8		2						

Tabelle 61: SE-relevante Unfälle nach Ortslage und Lichtverhältnissen [Lkw-DB]

8.2.2 Unfallstelle im Straßennetz

Aufgrund der Vielzahl möglicher fahrgeometrischer Probleme ergibt sich eine sehr breite Verteilung der Unfallstellen SE-relevanter Unfälle (Tabelle 62). Die größten Anteile haben Unfälle auf Grundstücken sowie an Einmündungen (jeweils 27%).

Unfallstelle \ Ortslage	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Gerade	5	11	1	14	6	12	
Kurve	1	2	0	0	1	2	
Einmündung/T-Kreuzung	13	29	1	14	14	27	1
Kreuzung	9	20	0	0	9	16	
Parkplatz	3	7	3	43	6	12	
Grundstückszufahrt	1	2	0	0	1	2	
Grundstück	12	27	2	29	14	27	1
Andere	1	2	0	0	1	2	1
Summe	45	100	7	100	52	100	
Unbekannt	3						

Tabelle 62: SE-relevante Unfälle nach der Unfallstelle und Ortslage [Lkw-DB]

8.2.3 Unfallart und Unfalltyp

Bei der Einteilung SE-relevanter Unfälle nach Unfallarten ergibt sich eine Ausprägung besonders häufig. Hierbei handelt es sich um die Kollision mit einem anderen Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht (Unfallart 1, Tabelle 63). Diese entspricht dem bereits beschriebenen Szenario der Kollision mit einem parkenden Fahrzeug beim Ab- oder Einbiegen.

Unfallart	Anzahl	%
1 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht	44	75
3 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt	1	2
4 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegen kommt	1	2
5 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt	1	2
8 Abkommen von der Fahrbahn rechts	1	2
10 Anderer Unfall	10	17
Summe	58	100

Tabelle 63: SE-relevante Unfälle nach Unfallart [Lkw-DB]

Analog zur Verteilung der Unfallarten zeigt sich auch bei der Einteilung nach Unfalltypen in Abbildung 64, dass es sich beim Großteil der Fälle um Konflikte zwischen dem fließenden und ruhendem Verkehr (Unfalltyp 5) handelt.

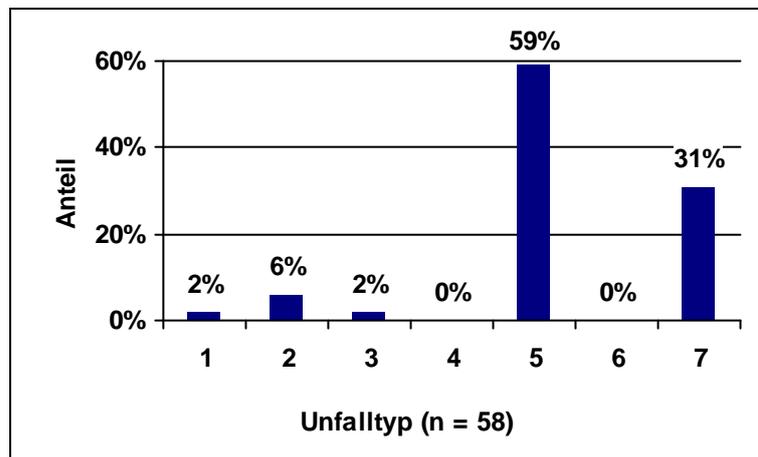


Abbildung 64: SE-relevante Unfälle nach Unfalltyp [Lkw-DB]

Die hier vorgenommene Unterteilung in sieben Unfalltypen ermöglicht zunächst nur eine oberflächliche Betrachtung. Wesentlich detailliertere Informationen zum Unfallhergang erhält man durch die Untergliederung der Unfalltypen (Tabelle 64 und Tabelle 65).

Unfalltyp	Ortslage	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbe- kannt
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
1 Fahrnfall								
141	Gerade	1	2	0	0	1	2	
2 Abbiege-Unfall								
299	Sonstiger Abbiegeunfall	3	6	1	14	4	7	
3 Einbiegen/Kreuzen-Unfall, Bevorrechtigtes Fahrzeug ...								
323	Geradeausfahrer von rechts, Rechtsabbieger	1	2	0	0	1	2	
5 Unfall durch ruhenden Verkehr								
501	Streifen Parker, rechter Fahrbahnrand	8	17	1	14	9	16	
502	Streifen Parker, linker Fahrbahnrand	1	2	0	0	1	2	
509	Streifen Parker, Fahrbahnrand unklar	1	2	0	0	1	2	
521	Ausweichen Gegenverkehr	0	0	1	14	1	2	
591	Rechtsparker, Linkseinbieger	3	6	0	0	3	5	
593	Linksparker, Rechtseinbieger	1	2	0	0	1	2	
595	Linksparker, Linksabbieger	1	2	1	14	2	4	
596	Rechtsparker, Linksabbieger	2	4	0	0	2	4	
597	Rechtsparker, Rechtsabbieger	3	6	0	0	3	5	
598	Linksparker, Rechtsabbieger	2	4	0	0	2	4	1
599	sonstiger Unfall durch ruhenden Verkehr	6	14	1	14	7	13	2
7 Sonstige Unfälle								
703	Parker-Parker auf Parkplatz	3	6	2	30	5	9	
709	Parker-Parker unklar ob 701-703	1	2	0	0	1	2	
716	Rückwärtsfahren auf Grundstück	2	4	0	0	2	4	
729	Wenden, unklar ob 721-724	2	4	0	0	2	4	
799	übrige Unfälle	7	15	0	0	7	13	
Summe		48	100	7	100	55	100	

Tabelle 64: SE-relevante Unfälle nach Unfalltyp und Ortslage [Lkw-DB]

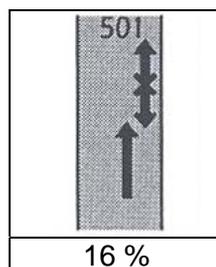


Tabelle 65: SE-relevante Unfälle häufigster Unfalltyp [Lkw-DB]

Bei der Differenzierung der Unfalltypen lassen sich innerhalb der Unfälle durch ruhenden Verkehr (Unfalltyp 5) zwei Hauptszenarien identifizieren: Kollisionen mit parkenden Fahrzeugen beim Abbiegen bzw. Einbiegen (Unfalltypen 591-598) sowie im Vorbeifahren (Unfalltypen 501-509). Werden die Unfalltypen separat betrachtet, so ergibt sich nur eine einzige Konfliktsituation die deutlich häufiger vorkommt als alle anderen: das Streifen eines Längsparkers am rechten Fahrbahnrand (Typ 501 mit 16%).

8.2.4 Fahrzeugdaten des verursachenden Lkw

Die Verteilung des zulässigen Gesamtgewichts der Lkw bei SE-relevanten Unfällen entspricht weitestgehend der der Strukturanalyse. Es liegt lediglich eine geringe Verschiebung von schweren hin zu mittelschweren Lkw vor (Abbildung 65). Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs kann es sich hierbei jedoch auch um eine rein zufällige Entwicklung handeln.

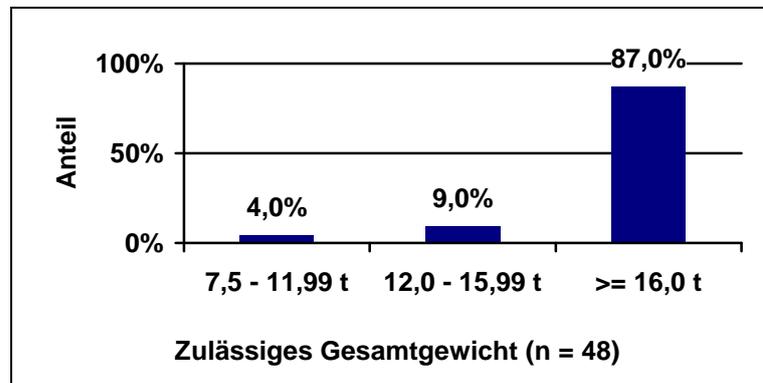


Abbildung 65: SE-relevante Unfälle nach zGG des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

Da lediglich für 12 der 58 SE-relevanten Unfälle Informationen zu Aufbau und Auflieger bzw. Anhänger vorliegen, wäre eine Auswertung an dieser Stelle wenig repräsentativ.

Gegenüber den Herstelleranteilen in der Strukturanalyse ergibt sich ein niedrigerer Anteil von Mercedes Benz (ca. -11%-Punkte), die Anteile von DAF und MAN hingegen liegen um 6%- bzw. 7%-Punkte höher (Abbildung 66).

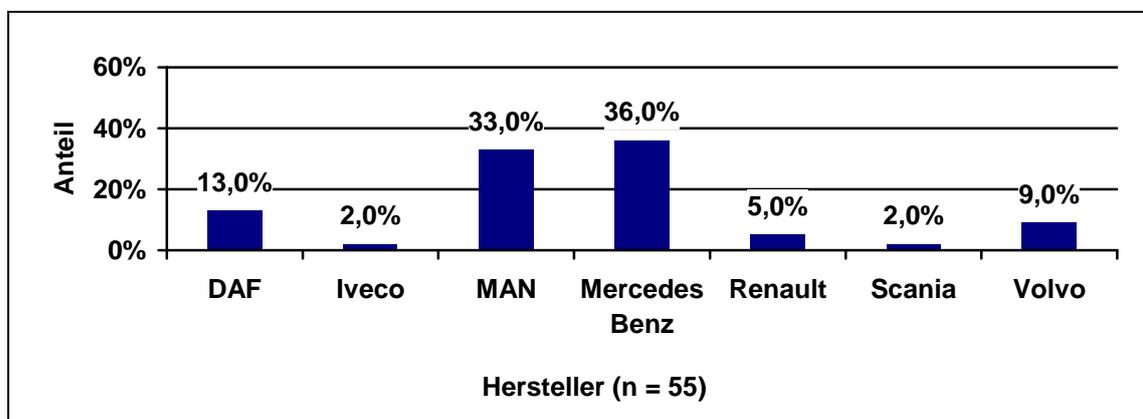


Abbildung 66: SE-relevante Unfälle nach Herstelleranteil des verursachenden Lkw [Lkw-DB]

8.2.5 Unfallgegner

Innerhalb der SE-relevanten Unfälle stellen Pkw mit 65% die größte Gruppe der Unfallgegner dar. Generell ergibt sich eine Verteilung, die der der Strukturanalyse aller erfassten Fälle sehr ähnlich ist (Tabelle 66).

Ortslage \ Unfallart	Innerorts		Außerorts		Summe		Unbekannt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
PKW	32	67	4	57	36	65	2
LKW	5	10	3	43	8	15	1
Bus	1	2	0	0	1	2	
Andere	1	2	0	0	1	2	
Alleinunfall	9	19	0	0	9	16	
Summe	48	100	7	100	55	100	
Unbekannt							

Tabelle 66: SE-relevante Unfälle nach Unfallgegner und Ortslage [Lkw-DB]

8.2.6 Kollisionsstelle am verursachenden Lkw

In Abbildung 67 ist die Verteilung der Kollisionsstellen am verursachenden Lkw bei SE-relevanten Unfällen schematisch dargestellt. Demnach ereignen sich die meisten Kollisionen zwischen der für den Fahrer schlechter einzusehenden Beifahrerseite des Lkw und dem gegnerischen Fahrzeug bzw. dem Gegenstand bei Alleinunfällen.

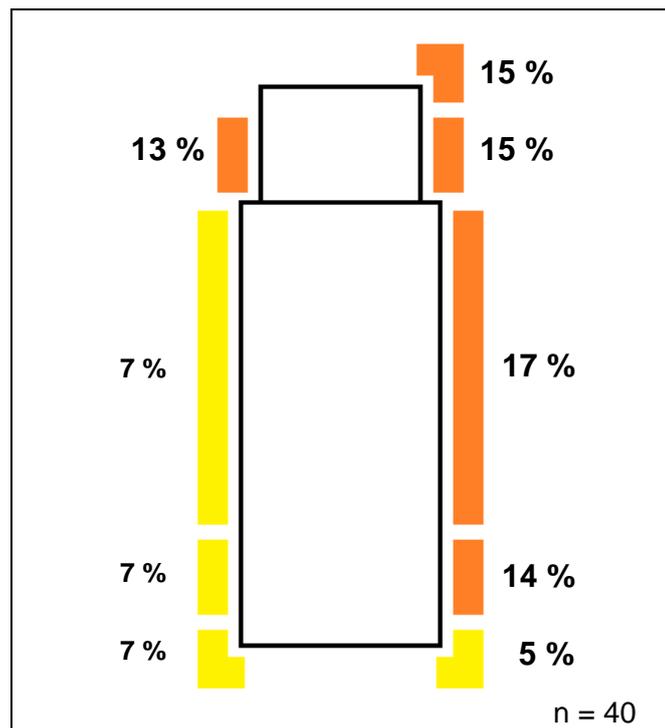


Abbildung 67: SE-relevante Unfälle nach Kollisionsstellen am verursachenden Lkw [Lkw-DB]

8.2.7 Unfallfolgen

Nur in einer der 58 SE-relevanten Kollisionen wurde eine Person verletzt, das entspricht ca. 1% aller Unfälle mit Verletzten. Bei diesem Unfall schätzte der VN den Seitenabstand zum am rechten Fahrbahnrand parkenden GES falsch ein und touchierte diesen. Der in seinem Fahrzeug sitzende GES wurde durch die Kollision leicht verletzt.

9 Volkswirtschaftliches Wirkpotential von FAS für Lkw

Neben der Vermeidung von Personenschäden ist die damit einhergehende Reduzierung der Kosten für die Volks- und Versicherungswirtschaft einer der Hauptgründe für die Einführung neuer Lkw-Fahrerassistenzsysteme. In diesem Kapitel erfolgt eine Abschätzung des Wirkfeldes von FAS als maximales Potential von vermeidbaren volkswirtschaftlichen Kosten. Im Kapitel 10 wird das Potential zur Vermeidung betriebswirtschaftlicher Kosten untersucht und quantifiziert.

Zu beachten bleibt dabei die Voraussetzung einer 100%igen Ausstattungsquote bei Lkw über 12 t zulässigem Gesamtgewicht mit entsprechenden FAS sowie eine 100%ige Systemwirksamkeit (d.h. Zuverlässigkeit, Fehlertoleranz, geeignete Mensch-Maschine-Schnittstelle, keine Ablenkung, etc.). Real vermeidbare Kosten dürften aus diesem Grund erheblich niedriger anzusetzen sein.

9.1 Beschreibung der Methode

Um auf Basis der analysierten Unfälle eine Aussage bezüglich der vermeidbaren volkswirtschaftlichen Kosten treffen zu können, müssen relativ große Unsicherheiten in Kauf genommen werden. Die nachfolgend ermittelten Ergebnisse sind lediglich als Anhaltswerte zu verstehen. Sie bilden den Idealfall ab, dass sämtliche Fahrzeuge der betrachteten Gruppe mit dem jeweiligen FAS ausgestattet sind.

Ausgangspunkt für die gewählte Methode ist der Vergleich von Lkw-Datenbank und Bundesstatistik bezüglich der Unfalltypen von Unfällen mit Personenschaden, die von Lkw mit einem zGG von mehr als 12t verursacht wurden (Abbildung 68). Die Verteilungen der Unfalltypen und insbesondere die der Unfälle mit Personenschaden nach der Ortslage (Tabelle 67) entsprechen sich, trotz erheblicher Unterschiede im Stichprobenumfang, zu einem Großteil. Somit ist die Ermittlung des maximalen monetarisierten Wirkfeldes als potentiell vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten für die betrachteten Fahrerassistenzsysteme möglich. Wichtig ist hierbei, dass aus der Bundesstatistik [DESTATIS, 2007] ausschließlich Fälle entnommen wurden, in denen ein Lkw als Hauptverursacher am Unfall mit Personenschaden beteiligt war.

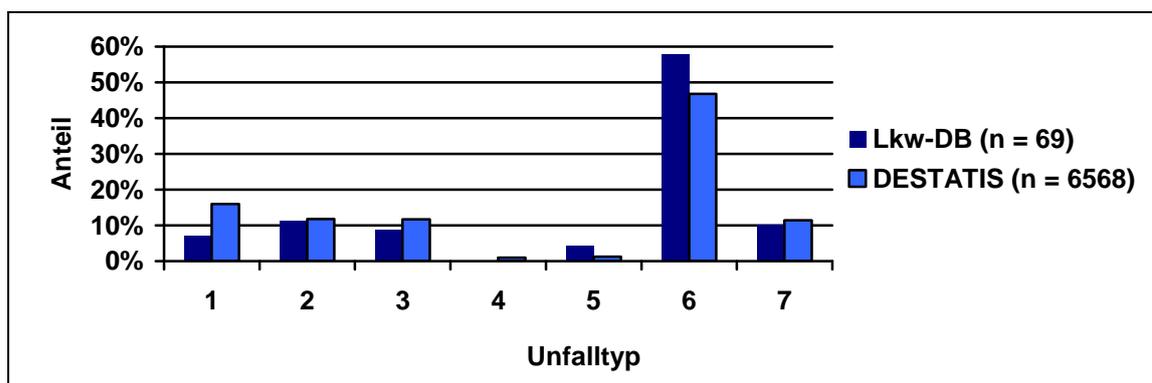


Abbildung 68: Vergleich der Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschäden (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Ortslage \ DB	Lkw-Datenbank		Bundesstatistik	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Innerorts	47	43,5	3.363	43,8
Außerorts	30	27,8	2.207	28,8
Bundesautobahn	31	28,7	2.099	27,4
Summe	108	100,0	7.669	100,0

Tabelle 67: Vergleich der Ortslage, Unfälle mit Personenschaden
 (Lkw mit zGG \geq 7,5 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Im ersten Schritt werden die Anteile der Unfalltypen für das jeweilige System aus der Allianz Lkw-Datenbank ermittelt. Beispielsweise waren 3 der 19 Unfälle des Unfalltyps „Abbiege-Unfall“ AGB-relevant, das entspricht 16% bezogen auf die Stichprobe.

Die Abweichungen in der Unfalltypenverteilung (vgl. Abbildung 68) ergeben sich aufgrund der in Kapitel 5.5.2 beschriebenen Tatsache, dass in der Lkw-Datenbank nur Fälle mit einem Schadenaufwand größer 7.000€ berücksichtigt wurden. Um diese Unterschiede auszugleichen, werden die ermittelten Anteile mit einem entsprechenden Korrekturfaktor multipliziert. Die Korrekturfaktoren für die einzelnen Unfalltypen ergeben sich gemäß Tabelle 68.

Unfalltyp	Anteil Lkw-DB	Anteil Bundesstatistik	Korrekturfaktor
1 Fahr Unfall	7 %	16 %	2,0
2 Abbiege-Unfall	11 %	11 %	1,0
3 Einbiegen/Kreuzen-Unfall	9 %	12 %	1,3
4 Überschreiten-Unfall	0 %	1 %	2,0
5 Unfall durch ruhenden Verkehr	4 %	2 %	0,5
6 Unfall im Längsverkehr	53 %	47 %	0,8
7 Sonstiger Unfall	10 %	11 %	1,0

Tabelle 68: Korrekturfaktoren der Unfalltypen

Auf Basis der korrigierten Anteile bzw. Potentiale des Systems erfolgt sodann die Hochrechnung auf sämtliche Unfälle, die von Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von über 12t verursacht wurden. Hierfür werden die korrigierten Wirkelder mit der Anzahl der Getöteten, Schwer- und Leichtverletzten je Unfalltyp aus der Bundesstatistik multipliziert. Als Ergebnis erhält man die maximale Anzahl der Personenschäden, die mit Hilfe des betrachteten Systems jährlich vermieden werden können.

Im letzten Schritt erfolgt die Berechnung der monetarisierten Wirkfelder als vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten anhand der Kostensätze der Bundesanstalt für Straßenwesen [BASt, 2006], die für das Jahr 2004 ermittelt werden (Tabelle 69). Details zur Ermittlung der Kostensätze sind in [BASt, 1999] dargestellt.

Verletzungsgrad	Personenschadenkosten je verunglückte Person	Sachschadenkosten je Unfall mit Personenschaden
Getötete	1.161.885 €	28.450 €
Schwerverletzte	87.269 €	13.808 €
Leichtverletzte	3.885 €	10.038 €

Tabelle 69: Kostensätze für Unfälle mit Personenschaden [BASt, 2006]

9.2 Monetarisierete Wirkfelder der Systeme des Projekts „AKTIV: Aktive Sicherheit“

Nachfolgend wird das beschriebene Verfahren anhand der aktiven Gefahrenbremse (AGB) ausführlich dargestellt. Für die übrigen Systeme erfolgt eine Beschränkung auf die Darstellung des jeweiligen Wirkfeldes. Die Berechnungsdetails sind in Anlage IV dargestellt. Für SFR-Systeme lässt sich, aufgrund der zu geringen Zahl der Fälle in der Lkw-Datenbank, kein Wirkfeld zum vermeidbaren volkswirtschaftlichen Schaden ermitteln.

9.2.1 Aktive Gefahrenbremsung – AGB

AGB-relevante Unfälle, die von Lkw über 12t zGG verursacht wurden, verteilen sich auf die Unfalltypen 2, 5, 6 und 7 (vgl. Anhang II). Die prozentualen Anteile (Potentiale) dieser Unfalltypen werden mit Hilfe des jeweiligen Korrekturfaktors an die Bundesstatistik angeglichen (Tabelle 70). Somit könnten 29% aller Unfälle mit Personenschaden im Längsverkehr (Unfalltyp 6) durch ein AGB-System gemäß des Funktionskonzepts der AGB im Projekt „AKTIV“ verhindert werden. Für die anderen Unfalltypen ergeben sich die entsprechenden Werte.

Unfalltyp	Fälle in Lkw-DB	AGB-relevant		Korrekturfaktor	Potential in %
		Anzahl	%		
2	19	3	16	1	16
5	29	8	28	0,5	14
6	130	47	36	0,8	29
7	107	1	1	1	1

Tabelle 70: Korrigiertes AGB-Potential nach Unfalltyp (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Im nächsten Schritt (Tabelle 71) wird das Potential der AGB-Systeme auf sämtliche Unfälle der Bundesstatistik übertragen. Insgesamt wären demnach 29 Personen noch am Leben, wenn der verursachende Lkw mit einem AGB-System ausgerüstet gewesen wäre. Zudem hätten 204 schwere und 1.212 leichte Verletzungen verhindert oder abgemildert werden können.

Unfalltyp	Unfälle nach [DESTATIS, 2007]			Durch AGB vermeidbar in %	Vermeidungspotential AGB		
	Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte		Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte
2	33	189	764	16	5	30	122
5	3	18	78	14	0	3	11
6	84	582	3698	29	24	169	1.072
7	28	234	662	1	0	2	7
Summe					29	204	1.212

Tabelle 71: Mittels AGB maximal vermeidbare Personenschäden nach Unfalltyp (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Abschließend werden die potentiell vermeidbaren Personenschäden mit den Kostensätzen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) (Tabelle 69) multipliziert. Es ergeben sich maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten von jährlich 72Mio.€ für den Fall, dass sämtliche Lkw über 12t zGG mit einem AGB-System ausgerüstet werden (Tabelle 72).

Verletzungsgrad	durch AGB vermeidbar	Personenschadenskosten	Sachschadenskosten	Summe
Getötete	29	33.694.665 €	825.050 €	34.519.715 €
Schwerverletzte	204	17.802.876 €	2.816.832 €	20.619.708 €
Leichtverletzte	1212	4.708.620 €	12.166.056 €	16.874.676 €
Summe		56.206.161 €	15.807.938 €	72.014.099 €

Tabelle 72: Monetarisiertes AGB-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

9.2.2 Spurwechselassistent – SWA

Die potentiell durch SWA-Systeme vermeidbaren volkswirtschaftlichen Kosten sind in Tabelle 73 dargestellt.

Verletzungsgrad	durch SWA vermeidbar	Personenschadenskosten	Sachschadenskosten	Summe
Getötete	46	53.446.710 €	1.308.700 €	54.755.410 €
Schwerverletzte	320	27.926.080 €	4.418.560 €	32.344.640 €
Leichtverletzte	1926	7.482.510 €	19.333.188 €	26.815.698 €
Summe		88.855.300 €	25.060.448 €	113.915.748 €

Tabelle 73: Monetarisiertes SWA-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

9.2.3 Spurverlassenswarner – LDW

Durch die flächendeckende Ausstattung von Fahrzeugen über 12t zGG mit LDW könnten jährlich volkswirtschaftliche Kosten in der Höhe von 88,29Mio.€ eingespart werden (Tabelle 74).

Verletzungsgrad	durch LDW vermeidbar	Personenschadenskosten	Sachschadenskosten	Summe
Getötete	38	44.151.630 €	1.081.100 €	45.232.730 €
Schwerverletzte	296	25.831.624 €	4.087.168 €	29.918.792 €
Leichtverletzte	944	3.667.440 €	9.475.872 €	13.143.312 €
Summe		73.650.694 €	14.644.140 €	88.294.834 €

Tabelle 74: Monetarisiertes LDW-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

9.2.4 Kreuzungsassistent – KAS

KAS haben ebenfalls ein nicht zu unterschätzendes Potential die volkswirtschaftlichen Unfallkosten zu verringern (Tabelle 75).

Verletzungsgrad	durch KAS vermeidbar	Personenschadenskosten	Sachschadenskosten	Summe
Getötete	28	32.532.780 €	796.600 €	33.329.380 €
Schwerverletzte	189	16.493.841 €	2.609.712 €	19.103.553 €
Leichtverletzte	693	2.692.305 €	6.956.334 €	9.648.639 €
Summe		51.718.926 €	10.362.646 €	62.081.572 €

Tabelle 75: Monetarisiertes KAS-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

9.3 Fazit und Einschränkung

Prinzipiell ermöglichen die betrachteten FAS eine Senkung der jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten im Bereich von 62Mio.€ für KAS bis hin zu 114Mio.€ für SWA bei Vollausrüstung sämtlicher Fahrzeuge über 12t zGG mit dem jeweiligen AKTIV-FAS. Die Summenbildung der ermittelten Wirkfelder ist aus statistischen Gründen nicht zulässig, da einzelne Unfälle gleichzeitig im Wirkfeld von verschiedenen Assistenzsystemen adressierbar sind (Mehrfachnennungen). Wie groß diese „Wirkungs-Überschneidung“ tatsächlich ist, kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht quantifiziert werden.

Die ermittelten Nutzenpotentiale sind Maximalwerte, die sich auf 100%Ausstattungsquote im Bestand der Fahrzeuge über 12t zGG beziehen. Die tatsächliche Ausstattungsquote liegt jedoch bedeutend niedriger und kann sich im Bestand der Fahrzeuge nur langsam erhöhen.

Die Entwicklung der Marktdurchdringung über die verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus ist in Abbildung 69 idealisiert dargestellt. Demnach steigen die Absätze bzw. der Umsatz eines bestimmten Produkts nach der Einführungsphase stark an. In den Zeiten des Wachstums und der Reife gibt es eine große Anzahl an Kunden, die das neue Produkt noch nicht besitzen. Dies ermöglicht immer größere Umsätze. Das höchste Absatzvolumen erreichen Produkte in der Phase der Sättigung. Ab diesem Zeitpunkt verringern sich die Absätze wieder, da der Großteil der potentiellen Kunden das Produkt besitzt oder bereits ein Substitutionsprodukt in Aussicht ist. In der letzten Phase des Marktzyklus sinkt das Umsatzvolumen entweder auf einen konstant niedrigeren Wert ab oder das Produkt wird gänzlich vom Markt genommen. Im Falle des Fortbestehens am Markt ergibt sich das konstante Niveau aufgrund der weiterhin benötigten Ersatzprodukte [Badura, 2007].

Von den vier nach dem beschriebenen Schema bewerteten Systemen lassen sich zwei (SWA und KAS) aufgrund der fehlenden Marktreife nicht mit Abbildung 69 vergleichen. AGB befindet sich im Moment in der Einführungsphase (Mercedes Benz bietet mit dem Active Brake Assist ein Notbremssystem der ersten Generation an, vgl. auch Kapitel 4.2.1). LDW-Systeme befinden sich bereits in der Phase des Wachstums. Es dürfte damit klar ersichtlich sein, dass die gegenwärtige Marktdurchdringung und somit das vorhandene Potential zur Vermeidung volkswirtschaftlicher Kosten dieser Systeme gegen Null tendiert. Eine realistische Schätzung der erreichbaren Marktdurchdringung ist gegenwärtig mit einer hohen Unsicherheit behaftet.

Bei nicht gesetzlich vorgeschriebenen FAS muss davon ausgegangen werden, dass die maximale Marktdurchdringung ohne weitere Kaufanreize im einstelligen %-Bereich bleibt. Ein Beispiel hierfür sind LDW-Systeme. Diese sind seit ca. 8 Jahren am Markt erhältlich, werden jedoch nur von einem Bruchteil der Kunden gekauft.

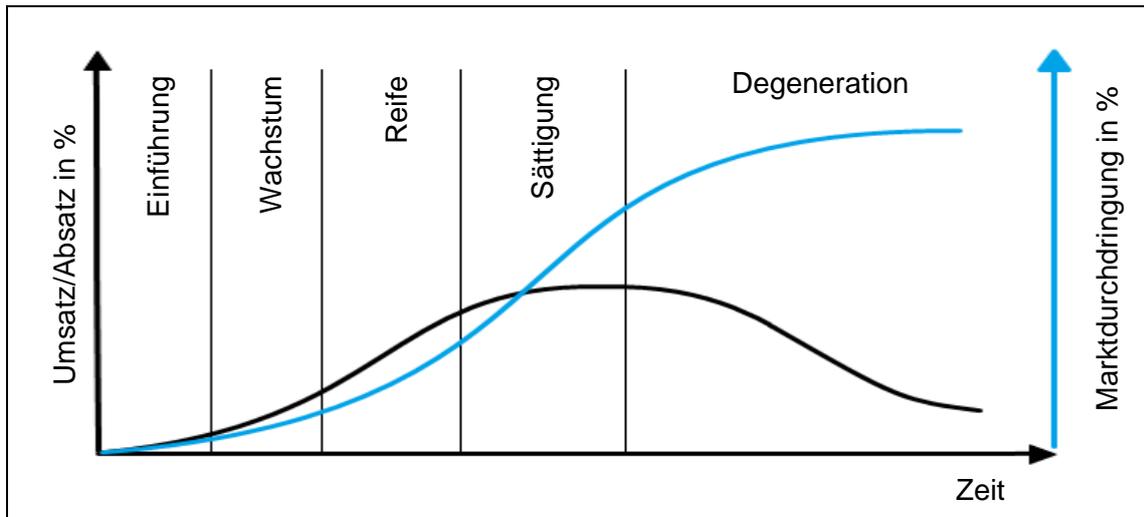


Abbildung 69: Marktzyklus nach [Pfeiffer/Bischof, 1976] und Marktdurchdringung [schematisch, eigene Darstellung]

10 Betriebswirtschaftliche Bewertung von FAS

Bereits mehrfach wurde in dieser Arbeit auf die Problematik hingewiesen, dass für den Kunden vor allem der Anschaffungspreis des Lkw ausschlaggebend ist. Um diesen möglichst niedrig zu halten, werden in der Regel Abstriche bei den erhältlichen Zusatzsystemen gemacht.

Dass sich die Anschaffung von Fahrerassistenzsystemen für den Fahrzeugbetreiber dennoch lohnen kann, zeigen die beiden in diesem Kapitel vorgestellten Bewertungsmethoden. Zunächst erfolgt die Vorstellung der einzelwirtschaftlichen Analyse, mit deren Hilfe eine Aussage darüber getroffen werden kann, wann sich eine Anschaffung von FAS lohnt. Für die zweite Bewertung werden diejenigen Unfallkosten zusammengestellt, die nicht vom Versicherer getragen und somit vollständig vom Versicherungsnehmer übernommen werden müssen.

10.1 Einzelwirtschaftliche Analyse

Bei dieser Art von Analyse, die [Westerkamp, 2008] für Pkw durchführte, handelt es sich um eine erweiterte Break-even-Analyse. Als Break-even-Punkt wird gemäß [Schweitzer/Troßmann, 1998] der Zeitpunkt bezeichnet, an dem die Einnahmen die Höhe der Kosten erreicht haben.

10.1.1 Kostensätze der Break-even-Analyse

Für die Ermittlung der potentiell vermeidbaren volkswirtschaftlichen Kosten werden die Kostensätze der BASt verwendet (Kapitel 9). Dagegen sind für die einzelwirtschaftliche Break-even-Analyse von Sicherheitssystemen im Kraftfahrzeug, Kostensätze zugrunde zu legen, die den individuellen Wert der Unfallvermeidung für den Einzelnen repräsentieren.

Grundsätzlich können hierfür verschiedene Bewertungsmethoden herangezogen werden. Die Verwendung des Zahlungsbereitschaftsansatzes bietet sich an, da dieser den Fokus auf das Individuum legt und gleichzeitig separate Ergebnisse für Getötete, Leicht- und Schwerverletzte liefert. Bei dieser Methode werden Personengruppen befragt, wie viel sie bereit wären auszugeben, um einen Unfall mit entsprechenden Personenschäden zu vermeiden. Da der Zahlungsbereitschaftsansatz in Deutschland bei Umfragen keine Anwendung findet, ermittelte [Westerkamp, 2008] die entsprechenden Kostensätze (Tabelle 76) durch Bildung von Mittelwerten der Kostensätze anderer Länder mit ähnlichem Lebensstandard (Frankreich, Schweden, Niederlande, Vereinigtes Königreich und Finnland). Das Verfahren ist insofern nicht ganz unumstritten, da die so ermittelten Kostensätze aufgrund der Tatsache, dass die Befragten ihrem eigenen Leben einen hohen Wert zusprechen, unter Umständen zu hoch angesiedelt sind.

In Tabelle 76 sind die nach dem Zahlungsbereitschaftsverfahren ermittelten Kostensätze für die jeweiligen Unfallfolgen dargestellt. Die Abweichungen im Vergleich zu den volkswirtschaftlichen Kostensätzen des Bundesamtes für Straßenwesen [BASt, 2006] (vgl. Tabelle 69) lassen sich auf den beschriebenen Effekt, dass ein Individuum seinem eigenen Leben bzw. seiner Unversehrtheit einen größeren Wert beimisst, zurückführen.

Wert eines Getöteten	1,55 Mio. €
Wert eines Schwerverletzten	262.327 €
Wert eines Leichtverletzten	26.924 €

Tabelle 76: „Individuelle Kostensätze“ für Personenschäden nach Westerkamp [Westerkamp, 2008]

10.1.2 Berechnung der jährlichen Kosten

Bei der Break-even-Analyse erfolgt ein Vergleich des jährlichen Nutzens mit den jährlichen Kosten. Die Gesamtkosten werden daher auf die gesamte Nutzungszeit aufgeteilt. Man spricht hierbei von der Annuisierung der Kosten. Für die Berechnung dieser jährlichen Kosten wird davon ausgegangen, dass das Fahrzeug über einen Kredit finanziert wird. Die Kreditlaufzeit entspricht der Fahrzeuglebensdauer. Alternativ ließen sich die Berechnungen für das Leasen eines Fahrzeugs durchführen. Für die Annuität, den Fixbetrag, den der Käufer jährlich an die kreditgebende Bank zurückzahlen muss, gilt Formel (1).

$$(1) \quad AR = \frac{d \cdot (1+d)^t}{(1+d)^t - 1}$$

AR Annuitätsrate [%]
 d Diskontsatz [%]
 t Zeitraum [a]

Lebensdauer t [a]	Diskontsatz [%]	Annuitätsrate [%]
10	6	13,6
14	6	10,8

Tabelle 77: Beispielrechnung Annuitätsrate

Bei einer Lebensdauer von 10 Jahren belaufen sich die jährlichen Kosten für das FAS somit auf 13,6% des Marktpreises am Tag des Vertragsabschlusses (Tabelle 77). Wie bereits erwähnt, ließen sich die Berechnungen auch für das Leasen eines Lkw durchführen. In diesem Fall müssen die jährlich anfallenden Kosten mit dem Wiederverkaufswert des Systems bezogen auf ein Nutzungsjahr verrechnet werden.

10.1.3 Berechnung des fairen Marktpreises

Der maximale Preis, den ein sich rational verhaltender Kunde bereit ist zu zahlen, wird als fairer Marktpreis bezeichnet. Um diesen zu ermitteln, wird der Systemnutzen für ein Fahrzeug mit durchschnittlicher Fahrleistung monetär bewertet. Wird das FAS für einen Preis angeboten, der niedriger als der faire Marktpreis liegt, lohnt es sich für den Betreiber.

Der Nutzen je Fahrzeug wird durch die Untersuchung zweier Fälle berechnet: Im ersten Fall hat kein Fahrzeug das betrachtete System an Bord, die Ausstattungsquote liegt bei 0%. Im zweiten Fall liegt die Ausstattungsquote bei 100%. Für beide Fälle werden nun Kennzahlen ermittelt. Der Sicherheitseffekt wird dabei über die drei Kennzahlen „Tote pro x Fahrzeuge“, „Verletzte pro x Fahrzeuge“ und „Unfälle pro x Fahrzeuge“ abgebildet. Wobei x eine statistisch signifikante Anzahl an Fahrzeugen darstellt (z.B. 10.000). Für den Fall, dass das System über den Sicherheitseffekt hinaus zu einer Verbesserung der Verkehrslage beiträgt, werden zusätzlich die Kennzahlen „Treibstoffverbrauch pro x Fahrzeuge“ und „Emissionen pro x Fahrzeuge“ berechnet. Transportzeitgewinne werden getrennt betrachtet.

Die errechneten Kennzahlen des zweiten Falls (100% Ausstattungsquote) werden von den entsprechenden des ersten (0% Ausstattungsquote) abgezogen, als Differenz ergibt sich der Effekt des Systems. Dieser wird mit den jeweiligen Kostensätzen multipliziert und anschließend durch die Fahrzeuganzahl x dividiert. Das so erhaltene Ergebnis ist der faire Marktpreis des Systems bezogen auf den Zeitraum für den die Kennzahlen ermittelt wurden, i.d.R. ein Jahr.

10.1.4 Berechnung der kritischen Fahrleistung

Die Berechnung des fairen Marktpreises erfolgt für die durchschnittliche jährliche Fahrleistung aller Fahrzeuge der betrachteten Gruppe. Um eine Aussage darüber zu erhalten, ob sich ein FAS für die eigene Fahrzeugflotte lohnt, kann mit Hilfe der Formel (2) die Fahrleistung berechnet werden, ab der eine Anschaffung des Systems zum derzeitigen Marktpreis sinnvoll ist. Für sämtliche Fahrzeuge die jährlich mehr als die kritische Fahrleistung zurücklegen macht es aus betriebswirtschaftlicher Sicht Sinn, diese mit dem entsprechenden FAS auszustatten.

$$(2) \quad \textit{kritischeFahrleistung} = \frac{\textit{Marktpreis}}{\textit{fairer Marktpreis}} \cdot \textit{jährlicheFahrleistung}$$

Mit Hilfe der kritischen Fahrleistung lässt sich zudem die potentielle Marktdurchdringung berechnen. Diese entspricht der Gesamtzahl aller Fahrzeuge in Deutschland die mehr als die kritische Fahrleistung zurücklegen.

10.1.5 Berücksichtigung der Anreizmechanismen

Anreize wie Steuervorteile, Reduzierung der Versicherungsprämien oder staatliche Subventionen beim Kauf eines Systems, können die Höhe der Ausgaben des Käufers beeinflussen. In der Break-even-Analyse führen sie zu einer Verringerung der jährlichen Kosten und damit auch der kritischen Fahrleistung. Daraus resultiert eine steigende potentielle Marktdurchdringung.

10.1.6 Einzelwirtschaftliche Analyse der betrachteten FAS

Mit den für diese Arbeit zur Verfügung stehenden Daten kann lediglich der Sicherheitseffekt der Systeme im Rahmen einer einzelwirtschaftlichen Analyse bewertet werden. Daten für weitere Kennzahlen wurden nicht erfasst. Aus diesem Grund dürften die nachfolgend ermittelten fairen Marktpreise etwas zu niedrig ausfallen.

Zunächst werden die potentiell vermeidbaren Personenschäden für jedes System aus der volkswirtschaftlichen Betrachtung (Kapitel 9) übernommen. Diese Werte bilden den Sicherheitseffekt des Systems ab und entsprechen somit den Differenzen zwischen den beiden von [Westerkamp, 2008] angenommenen Ausrüstungsquoten von 0 bzw. 100%. Im nächsten Schritt werden die vermeidbaren Personenschäden mit den nach dem Zahlungsbereitschaftsansatz ermittelten Kostensätzen multipliziert und anschließend durch den Gesamtbestand der Lkw über 12t zGG, die hier wiederum die Grundgesamtheit bilden, dividiert. Nach [DESTATIS, 2007] sind dies 912.966 Fahrzeuge (Stand 2005). Die fairen Marktpreise für die betrachteten Systeme ergeben sich gemäß Tabelle 78.

System \ Verletzungsgrad	AGB		SWA		LDW		KAS	
	n	in T. €	n	in T. €	n	in T. €	n	in T. €
Getötete	29	44.950	46	71.300	38	58.900	28	43.400
Schwerverletzte	204	53.515	320	83.945	296	77.649	189	49.580
Leichtverletzte	1212	32.632	1926	51.856	944	25.416	693	18.658
Summe		131.097		207.101		161.965		111.638
Fairer Marktpreis in €/Jahr		143,59		226,84		177,41		122,28

Tabelle 78: Potentiell vermeidbare Personenschäden nach FAS absolut und monetär.
 Fairer Marktpreis der Systeme bei 100% Ausstattungsquote von Lkw über 12t zGG

Da sich bisher lediglich der Spurverlassenswarner als Teilsystem des im AKTIV-Projekt bearbeiteten IQF-Systems vollständig am Markt etabliert hat, kann ein Vergleich des fairen Marktpreises mit den tatsächlichen Anschaffungskosten nur für dieses System durchgeführt werden. Auch der von Mercedes Benz angebotene „Active Break Assist“ würde sich für eine Bestimmung des fairen Marktpreises anbieten.

Beispielrechnung – Spurverlassenswarner

Die durchschnittliche jährliche Fahrleistung von Sattelzugmaschinen in Deutschland lag bei ca. 100.000km in 2008, die mittlere Fahrleistung aller Lkw bei ca. 26.000km [DIW, 2009]. Der Durchschnittswert für schwere Lkw ab 12 t liegt sehr wahrscheinlich zwischen diesen beiden Werten und wird mit 60.000km angenommen.

Ein LDW-System kostet heute ca. 2.000€. Bei einer Lebensdauer von 10 Jahren und einem angenommenen Zinssatz von 6% entstehen somit jährliche Systemkosten in Höhe von 272€ für den Fahrzeugbetreiber. Diese liegen deutlich über dem ermittelten fairen Marktpreis von 177,41€. Für den durchschnittlichen Lkw ab 12t zGG ist ein LDW-System ohne zusätzliche Anreizmechanismen, wie staatliche Subventionen, vom Standpunkt des individuellen Wunsches, Unfälle mit Personenschaden zu vermeiden, zu teuer.

Dennoch lässt sich eine Gruppe von Fahrzeugen ausmachen, für die LDW, gemäß den getroffenen Annahmen, wirtschaftlich ist. Hierfür wird zunächst die kritische Fahrleistung berechnet. Sie beträgt nach Formel (2) 91.990km. Aus einzelwirtschaftlicher Sicht, mit dem individuellen Wunsch der Vermeidung von Verkehrsunfällen mit Personenschäden, rechnet sich ein LDW-System somit für die durchschnittliche Sattelzugmaschine, deren jährliche Fahrleistung bei ca. 100.000km liegt.

10.1.7 Einschränkung und Fazit

An dieser Stelle soll noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den in diesem Kapitel berechneten fairen Marktpreisen lediglich um Schätzwerte handelt.

Generell stellt die einzelwirtschaftliche Analyse, wie in [Westerkamp, 2008] beschrieben, einen guten Ansatz zur betriebswirtschaftlichen Bewertung von FAS dar. Es wäre sicherlich interessant zu sehen, zu welchen Ergebnissen eine vollständige Lkw-spezifische Analyse gelangt. Zusammen mit einer eingehenden Betrachtung der Anreizmechanismen für den Kauf von FAS bieten sich somit weitere Arbeiten zum Thema „Schaffung von Kaufanreizen für FAS speziell bei Lkw“ an. Im Rahmen einer solchen Arbeit könnte auch untersucht werden, weshalb Fahrzeugbetreiber grundsätzlich auf nachweislich kosteneinsparende Systeme bei Kauf neuer Fahrzeuge verzichten und mittels welcher Berechnungsgrundlage sie diesen Verzicht rechtfertigen.

10.2 Bewertung von FAS im Kontext gesteigerter Wirtschaftlichkeit durch Schadenverhütung

Während bisher kaum ein Unternehmen im Rahmen einer einzelwirtschaftlichen Analyse überprüft, ob und für welche Fahrzeuge sich die Anschaffung eines FAS lohnt, müssten die Unfallfolgekosten der Vergangenheit eigentlich einen Anlass zur Erwägung des Kaufs solcher Systeme geben.

Weniger Schäden am bzw. durch das eigene Fahrzeug tragen zu einer Steigerung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Unternehmens bei. Dennoch werden die eigenen Lkw nur in den seltensten Fällen mit den bereits erhältlichen FAS ausgestattet. In der Regel verlassen sich die Unternehmen auf die Versicherung, die einem weitverbreiteten Trugschluss nach sämtliche Kosten eines Schadens übernimmt.

Gemäß einer Veröffentlichung der Allianz Versicherung [Gwehenberger/Kubitzki, 2006] gibt es jedoch eine Reihe von Unfallfolgekosten, die das Unternehmen selbst tragen muss. Diese sind in den beiden folgenden Kapiteln zusammengefasst.

10.2.1 Direkte Unfallfolgekosten für das Unternehmen

Als direkte Unfallfolgekosten werden sämtliche Aufwendungen bezeichnet, die dem Unfall zugeordnet werden können, jedoch nicht vom Versicherer getragen werden. Diese sind:

- Selbstbeteiligung in Teil- bzw. Vollkaskoversicherung
- Reparaturkosten am eigenen Fahrzeug
- Begleichung des Schadens aus eigener Tasche zur Rettung des Schadensfreiheitsratts
- Höhere Versicherungsbeiträge durch Rückstufung in der Schadenfreiheitsklasse
- Mietwagenkosten für Ersatzfahrzeug(e)
- Kosten durch beschädigte Transportgüter
- Ersatzfahrzeug zum Weitertransport von Gütern
- Kosten für Ersatzfahrer bei unfallbedingtem Ausfall
- Anwaltskosten (Rechts- und Beratungskosten)
- Bergungs- und Abschleppkosten
- Finanzierungskosten bei hohem Reparaturaufwand
- Sachverständigenkosten, soweit nicht von der Versicherung übernommen
- Taxikosten
- Standgeld Werkstattgelände
- Gebühr für Fahrzeugabmeldung bei Totalschaden

10.2.2 Indirekte Unfallkosten für das Unternehmen

Indirekte Kosten lassen sich im Gegensatz zu den direkten Kosten nicht immer konkret beziffern. Nachweislich haben sie dennoch einen großen Einfluss auf das Betriebsergebnis. Die wichtigsten indirekten Unfallkosten sind:

- Arbeitszeitverlust bei der Unfallabwicklung
- Gehalts- und Lohnfortzahlung im Krankheitsfall
- Kosten für Krankheitsvertretung
- Umsatzverluste durch den Ausfall von Warenlieferung
- Wertminderung des Fahrzeugs
- Imageschaden
- Mitarbeiterunzufriedenheit

Die indirekten Kosten sind unter Umständen wesentlich höher als die direkten. Vor allem die Kosten für Mitarbeiter im Krankenstand, aber auch eine Schädigung des Images, können sich zu einer Belastung für den Unternehmenserfolg entwickeln.

10.2.3 Fazit

In Tabelle 79 sind die durchschnittlichen messbaren Unfallfolgekosten für das Unternehmen, abhängig von Lkw-Typ und Einsatzart, dargestellt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass diese Kosten 1995 ermittelt wurden und somit allein aufgrund der Inflation heute deutlich höher liegen, ergibt sich ein hervorragendes Kosten/Nutzen-Verhältnis für die heute erhältlichen FAS. Beispielsweise rechnet sich ein LDW-System, das im Moment für ca. 2.000€ erhältlich ist, für sämtliche Fahrzeuggruppen bzw. Einsatzarten ab dem ersten LDW-relevanten Schadenfall. ACC-Systeme, die zwar nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, jedoch bereits von einigen Herstellern für ca. 3.000€ angeboten werden, rechnen sich zumindest für große Lkw ab der ersten ACC-relevanten Verkehrssituation, welche potentiell zu einem Unfall geführt hätte.

Das beste Preis-/Leistungsverhältnis dürften jedoch die Rangierhilfesysteme besitzen. Eine Rückfahrkamera kann heute für ca. 700€ in fast jedem Lkw nachgerüstet werden. Nachdem Kollisionen beim Rückwärtsrangieren 8% sämtlicher erfassten Haftpflichtschäden ausmachen, ist anzunehmen, dass nahezu jedes Fahrzeug im Laufe seines Lebens einen Schaden beim Rückwärtsfahren verursacht und sich das System somit in jedem Fall rechnet.

Für den Fall, dass die übrigen betrachteten Systeme (AGB, SWA und KAS) zukünftig zu den in Tabelle 79 ermittelten fairen Marktpreisen angeboten werden, rechnen sich diese FAS ebenfalls schon ab dem ersten potentiellen Schadenfall über die gesamte Fahrzeuglebensdauer von 10 Jahren.

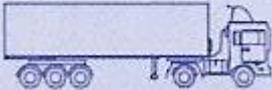
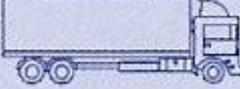
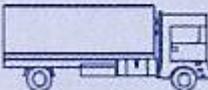
Fahrzeuggruppe	Einsatzart	Kosten pro Schaden in €
	Fernverkehr	ca. 2.900
	Nahverkehr	ca. 2.550
	Werkverkehr	ca. 2.400
	Fernverkehr	ca. 2.500
	Nahverkehr	ca. 2.150
	Werkverkehr	ca. 2.050
	Fernverkehr	ca. 2.200
	Nahverkehr	ca. 1.900
	Werkverkehr	ca. 1.800

Tabelle 79: Durchschnittliche nicht von Versicherungen gedeckte Kosten je Schaden [GSV, 1995]

Vor diesem Hintergrund ist es umso unverständlicher, dass Speditionen nach wie vor die Anschaffungskosten für FAS vermeiden. Stellen Fahrerassistenzsysteme doch einen nicht zu unterschätzenden Wettbewerbsvorteil im stark umkämpften Transportgewerbe dar, indem sie das Unternehmen dabei unterstützen, die eigenen Fahrzeuge möglichst ununterbrochen im Einsatz zu halten.

11 Zusammenfassung der Analysen

Im Rahmen der Vorentwicklung von Fahrerassistenzsystemen (FAS) ist es notwendig, die Unfallvermeidungspotentiale der Systeme abzuschätzen, um diejenigen Systeme zu identifizieren, auf denen der Fokus der Entwicklungen liegen soll. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit 500 Haftpflichtschäden mit Lkw-Beteiligung untersucht. Die Schäden mussten dabei folgende Auswahlkriterien erfüllen:

- Der Schadenfall ereignete sich im Jahr 2008 auf deutschem Staatsgebiet.
- Die Meldung des Schadens erfolgte bei der Allianz Verwaltungsgemeinschaft 7 (Bereich Bayern).
- Der Schadenaufwand für die Allianz Versicherungs-AG betrug mehr als 7.000€.
- Bei dem verursachenden Lkw handelt es sich um ein Fahrzeug mit einer Motorleistung größer 130kW sowie einem zulässige Gesamtgewicht von mindestens 7,5t.

Strukturanalyse: Lkw-Haftpflichtschäden

Auf Basis der gewonnenen Daten wurde zunächst eine Strukturanalyse durchgeführt, um einen Überblick über die entstandenen Lkw-Haftpflichtschäden zu erhalten. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Analyse wiedergegeben.

- In 96,6% der betrachteten Schäden handelte es sich um Verkehrsunfälle.
- 72% aller Haftpflichtschäden wurden polizeilich gemeldet.
- Lediglich 1,4% der Fälle wurden von Frauen verursacht.
- Personen jünger als 30 Jahre verursachten 13,9% der Schäden. Ältere Fahrer ab 61 Jahren verursachten 5,8% der Schadenfälle.
- Innerorts ereigneten sich 62,0%, außerorts 16,6%, auf Bundesautobahnen 21,4% der Schadenfälle.
- Kollisionen seitlich in gleicher Richtung fahrender Fahrzeuge (Unfallart 3) stellen mit 23,4% aller Fälle die häufigste Unfallart dar. Weitere Unfallarten mit hohen Anteilen sind: Zusammenstöße mit anderen Fahrzeugen, die anfahren, anhalten oder im ruhenden Verkehr stehen (Unfallart 1, 19,6%), Unfälle anderer Art (Unfallart 10, 19,4%), Zusammenstöße mit Fahrzeugen die vorausfahren oder warten (Unfallart 2, 15,8%) sowie Kollisionen mit einbiegenden oder kreuzenden Fahrzeugen (Unfallart 5, 9,2%).
- Werden die Schadenfälle nach Unfalltypen unterteilt (Abbildung 70), so haben drei Typen einen Anteil von mindestens 10%. Diese sind: Unfälle im Längsverkehr mit 36,8% (6), sonstige Unfälle mit 33,8% (Unfalltyp 7) sowie Unfälle durch ruhenden Verkehr mit 10,0% (5).

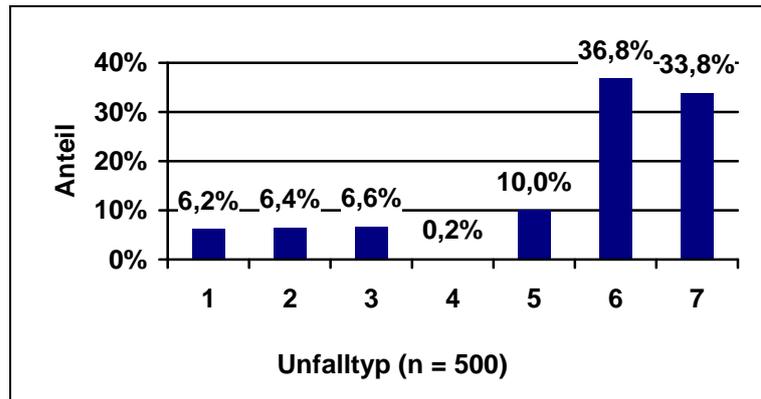


Abbildung 70: Verteilung der Unfalltypen [Lkw-DB]

- 62% aller Schadenfälle lassen sich auf vier Unfallursachen zurückführen: Fehlerhaftes Wechseln des Fahrstreifens beim Nebeneinanderfahren oder Nichtbeachten des Reißverschlussverfahrens (17,9%), sonstige Fehler beim Fahrzeugführer (16,9%), Unaufmerksamkeit (14,4%) sowie Fehler beim Wenden und Rückwärtsfahren (12,8%).
- Bei 91,0% der unfallverursachenden Lkw betrug das zulässige Gesamtgewicht mindestens 16t.
- 63,6% der Unfallgegner waren Pkw, 14,2% Lkw. In 17,0% handelte es sich um Alleinunfälle ohne Beteiligung eines Geschädigten (GES).
- In 22,8% aller Haftpflichtfälle kam es zu Personenschäden. Es verunglückten 145 Personen, davon wurden 4 getötet, 25 schwer und 116 leicht verletzt.
- Der Großteil der Personenschäden ereignete sich auf Seiten des GES (88,2%).
- Bei 77% der verunglückten GES bzw. 50% der verunglückten Versicherungsnehmer wurde ein HWS-Syndrom diagnostiziert.
- Von den im Rahmen des Projekts „AKTIV - Aktive Sicherheit“ betrachteten FAS besitzen die Systeme der integrierten Querführung mit 27,6% das größte Unfallvermeidungspotential (Abbildung 71).

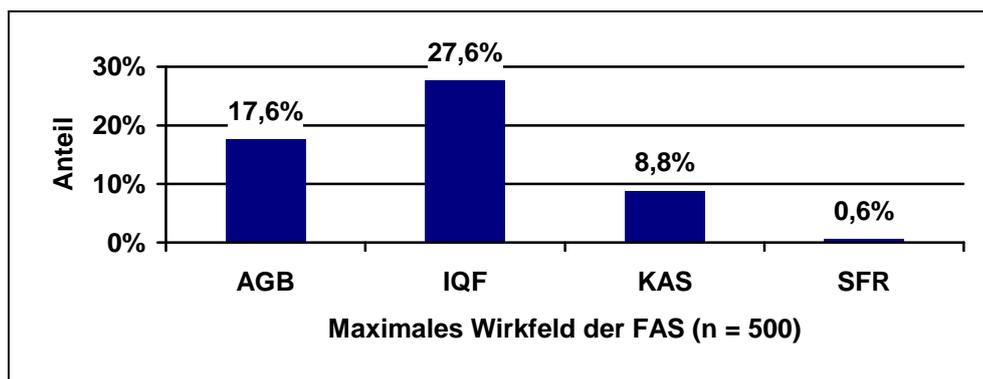


Abbildung 71: Maximales Wirkungsfeld der im Projekt AKTIV betrachteten FAS [Lkw-DB]

- Von den über AKTIV hinaus betrachteten FAS besitzen Rangierhilfesysteme mit 16,0% sowie Systeme zur Erfassung der Längsseiten des Lkw mit 11,6% das größte Potential (Abbildung 72).

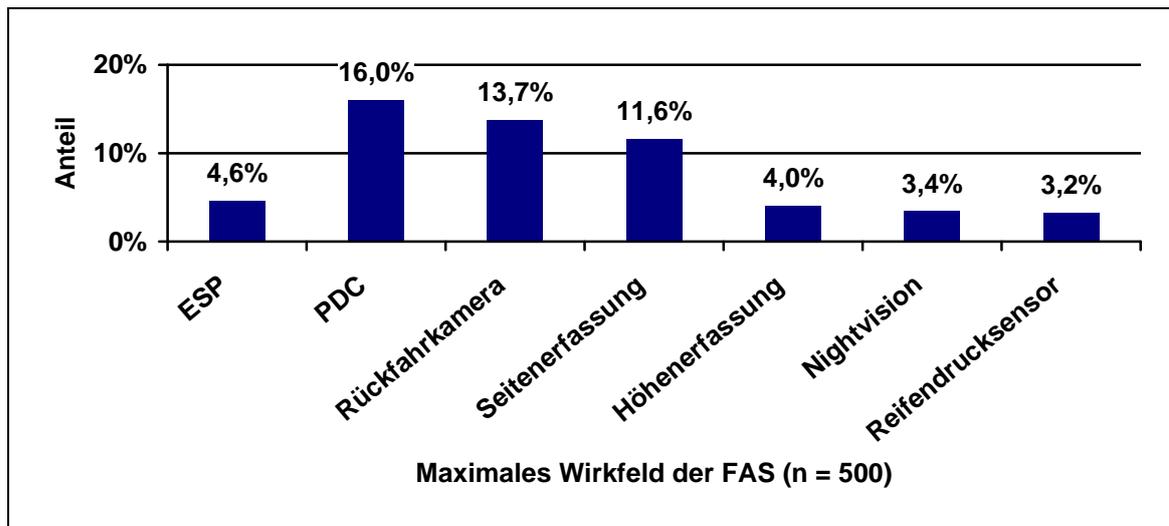


Abbildung 72: Maximales Wirkfeld der zusätzlich betrachteten FAS [Lkw-DB]

In-depth-Analyse zu den betrachteten Fahrerassistenzsystemen

Neben der Strukturanalyse sämtlicher Haftpflichtschäden wurden systemspezifische In-depth-Analysen durchgeführt um die typischen Unfallkonfigurationen für das jeweilige Fahrerassistenzsystem zu ermitteln. Die Ergebnisse daraus sind nachstehend zusammengefasst.

Aktive Gefahrenbremsung – AGB

AGB-Systeme hätten 17,6% der untersuchten Schadenfälle verhindern oder abmildern können. Die entsprechenden Unfälle ereigneten sich vorwiegend tagsüber auf gerader Fahrbahn. Die Unfallstelle lag in der Hälfte aller Fälle innerorts, in 36% auf Bundesautobahnen. Am Häufigsten kam es zu Kollisionen mit dem Vorausfahrenden auf der rechten Spur (34% aller AGB-Fälle) und zu Auffahrunfällen mit Wartepflichtigen an Lichtzeichenanlagen (19%). Pkw waren in 66%, Lkw in 29% der Fälle als Geschädigte am Unfall beteiligt. 66% der Verursacher versuchten die Kollision mittels Bremsmanöver zu verhindern, Lenkreaktionen fanden in der Regel nicht statt. Dass AGB-Systeme ein großes Potential zur Vermeidung von Personenschäden besitzen zeigt sich darin, dass 41% aller Unfälle mit Personenschaden AGB-relevant sind. Insgesamt wurden neun Personen schwer und 56 leicht verletzt.

Integrierte Querführung – Spurwechselassistent (SWA)

SWA besitzen das größte Unfallvermeidungspotential aller betrachteten Systeme (23,0%). Hinsichtlich der Ortslage ereignen sich die meisten Unfälle innerorts (52%) oder auf Bundesautobahnen (34%). Die Unfallstelle war in der Regel eine Gerade (82%). 54% der SWA-relevanten Unfälle und damit 12,6% aller erfassten Haftpflichtschäden lassen sich einem einzigen Unfalltyp, dem Spurwechsel nach rechts aus unklaren Gründen, zuordnen. Generell kam es beim Spurwechsel nach rechts dreimal häufiger zu Kollisionen, als beim Spurwechsel nach links. In 91% der Fälle handelte es sich beim Unfallgegner um einen Pkw. Mit insgesamt 75% war der Bereich in Höhe der Beifahrertür mit großem Abstand die Stelle am VN-Fahrzeug, die zuerst mit dem GES in Berührung kam. In der Regel reagierten weder GES noch VN auf die bevorstehende Kollision. 19% der Unfälle mit Personenschaden sind relevant für SWA. Bei diesen wurden zwei Personen schwer und 23 leicht verletzt.

Integrierte Querführung – Spurverlassenswarner (LDW)

In 7,8% aller Fälle ergab sich eine Relevanz für LDW. Der Großteil dieser Fälle ereignete sich außerorts (47%). Die Unfallstelle war jeweils zu ca. 40% eine Gerade oder Kurve. Gegenwärtig auf dem Markt erhältliche LDW-Systeme arbeiten nur bei vorhandenen Fahrbahnmarkierungen zuverlässig. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung hätten 19% der LDW-relevanten Fälle, aufgrund fehlender Markierungen, mit den heutigen Systemen nicht verhindert werden können. 70% der Unfälle mit LDW-Relevanz entfallen auf vier Unfallkonfigurationen: Fahrnfälle auf gerader Fahrbahn (19%) und in Rechtskurven (17%), Kollisionen beim Nebeneinanderfahren (19%) sowie Zusammenstöße mit dem Gegenverkehr beim Durchfahren einer Kurve (14%). 25% der Unfälle mit LDW-Potential sind Alleinunfälle, in 49% waren Pkw beteiligt. Die Kollisionsstellen am verursachenden Lkw verteilen sich um das Führerhaus mit einem Schwerpunkt in Höhe der Beifahrertür. Der Großteil der Verursacher (91%) unternahm vor der Kollision keinen Ausweichversuch, auf Seiten der GES waren es 67%. Insgesamt wurden in acht der 39 LDW-relevanten Unfälle drei Personen schwer und acht leicht verletzt.

Kreuzungsassistent – KAS

8,8% aller erfassten Haftpflichtschäden wiesen eine Relevanz für KAS auf. Zwei Drittel dieser Unfälle ereigneten sich innerorts, ein Drittel außerorts. Ortslagenunabhängig ereigneten sich mehr Unfälle an Einmündungen (57%) als an Kreuzungen. Dem entsprechend handelte es sich bei den meisten Kollisionen um Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (78%), wobei es besonders häufig zu Zusammenstößen mit dem von rechts herannahenden Durchgangsverkehr kam (45%). Die größte Gruppe der Unfallgegner stellten auch hier Pkw mit 85%. Der Fahrer des VN-Fahrzeugs reagierte in der Regel nicht auf die bevorstehende Kollision, in etwa einem Viertel der Fälle versuchte der GES auszuweichen oder zu bremsen. In 18 der KAS-relevanten Unfälle wurden zwei Personen getötet, fünf schwer sowie 14 leicht verletzt.

Sicherheit für Radfahrer und Fußgänger – SFR

Lediglich in drei Fällen ergab sich eine Relevanz für SFR. Beteiligt waren hierbei zwei Fußgänger und ein Radfahrer. Der Radfahrer und einer der Fußgänger wurden bei der Kollision getötet, der zweite Fußgänger schwer verletzt.

Rangierhilfesysteme – RHS

Rangierhilfesysteme in Form von PDC oder Kamerasystemen sind für 16% aller erfassten Haftpflichtschäden relevant. Die entsprechenden Unfälle ereigneten sich vorwiegend innerorts (96%) bei Tageslicht (84%) sowie auf Grundstücken (41%), in der Regel einem Firmengelände. Unfallgegner waren meist geparkte Pkw (54%) oder Lkw (21%), es kam jedoch auch zu Kollisionen mit anderen Hindernissen bzw. Gebäuden(teilen) (19%). Bei der Analyse der Kollisionsstellen am verursachenden Lkw ergibt sich ein Schwerpunkt im Heckbereich von 86%, somit könnten 13,7% aller erfassten Haftpflichtschäden durch Anwendung einer Rückfahrkamera verhindert werden. Insgesamt kam es innerhalb der RHS-relevanten Fälle zu zwei Personenschäden mit einem Getöteten und einem Leichtverletzten.

Seitenerfassung SE

Das im Rahmen dieser Arbeit betrachtete virtuelle System zur Erfassung der Fahrzeuglängsseiten besitzt eine Relevanz von 11,6%. Unfälle mit SE-Potential ereignen sich vorwiegend innerorts (87%). Die häufigsten Unfallszenarien sind hierbei: Das Streifen am Fahrbahnrand parkender Fahrzeuge (20%) sowie die Kollision mit im Kreuzungs- oder Einmündungsbereich abgestellten Fahrzeugen beim Ab- oder Einbiegen (insgesamt 24%). Bei der Betrachtung der Verteilung der Kollisionsstelle am VN-Fahrzeug ergibt sich erwartungsgemäß ein Schwerpunkt an den Längsseiten des Fahrzeugs. Die rechte Fahrzeugseite ist dabei in zwei Dritteln der Fälle betroffen, die linke in einem. Nur in einem der 58 SE-relevanten Fälle wurde der GES leicht verletzt.

Volkswirtschaftliches Wirkfeld

Aus dem Vergleich der Verteilungen der betrachteten Unfallmerkmale der aufgebauten Lkw-Datenbank mit der Bundesstatistik werden die monetarisierten Wirkfelder als „Wirkpotential“ für die betrachteten Fahrerassistenzsysteme berechnet. Abbildung 73 zeigt die Beträge der monetarisierten Wirkfelder als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten für die betrachteten FAS.

Die Bestimmung des volkswirtschaftlichen Wirkpotentials ist mit großen Unsicherheiten verbunden. Zum einen liegt dies am geringeren Stichprobenumfang der Lkw-Datenbank im Vergleich zur Bundesstatistik, zum anderen an Annahmen über Ausstattungsgrad (100% Marktdurchdringung) und Systemwirksamkeit (alle Unfälle des Wirkfeldes lassen sich vermeiden). Eine realistische Schätzung der erreichbaren Marktdurchdringung ist gegenwärtig nur eingeschränkt sinnvoll. Bei nicht gesetzlich vorgeschriebenen FAS muss davon ausgegangen werden, dass die maximale Marktdurchdringung ohne weitere Kaufanreize im einstelligen Prozentbereich bleibt. Ein Beispiel hierfür sind LDW-Systeme.

Zu beachten ist, dass die der Abbildung 73 zugrundeliegenden Merkmalsverteilungen Mehrfachnennungen enthalten. Einige Unfälle ließen sich also von zwei oder mehr der betrachteten Applikationen positiv im Sinne einer Vermeidung oder Folgenminderung beeinflussen.

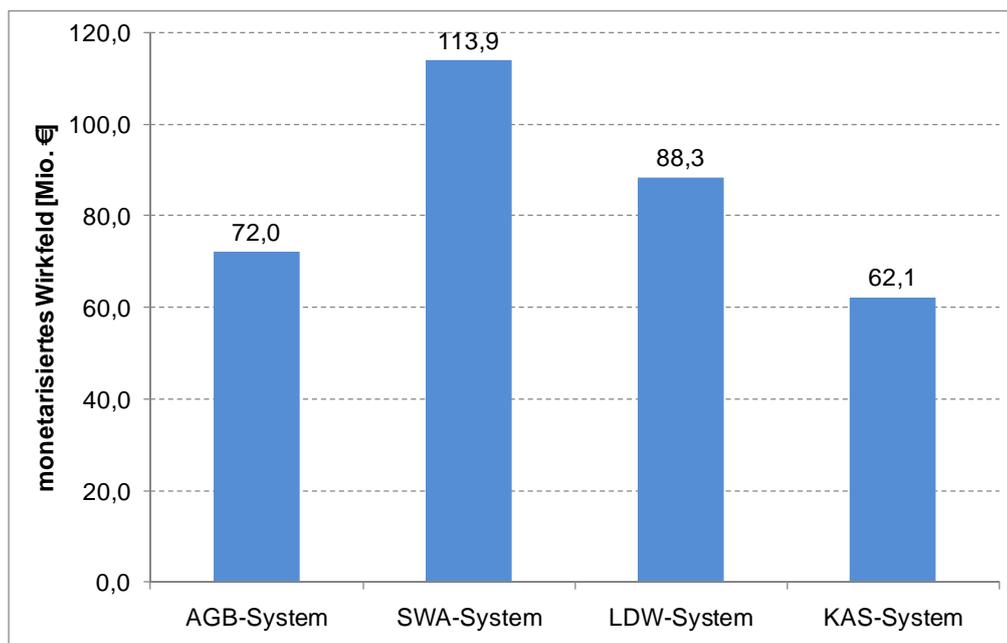


Abbildung 73: Monetarisiertes Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten der im Projekt AKTIV betrachteten FAS für Lkw [Lkw-DB]

Betriebswirtschaftliche FAS-Bewertung

Für die meist gewerblichen Kunden ist der Anschaffungspreis des Lkw als Produktionsmittel ausschlaggebend.

Im Rahmen der einzelwirtschaftlichen Analyse wird mittels einer Break-even-Analyse der Zeitpunkt berechnet, ab dem die Einnahmen (Nutzen durch Sicherheitsgewinn) höher werden, als

die Kosten (Anschaffungspreis zzgl. Finanzierungskosten). Daraus lassen sich die tatsächlichen jährlichen Kosten ermitteln.

Der maximale Preis, den ein Kunde bereit ist zu zahlen, wird als sog. fairer Marktpreis bezeichnet. Für Fahrerassistenzsysteme erfolgt dessen Berechnung auf der Basis der vermeidbaren Personenschäden (Sicherheitsgewinn als Nutzen) aus der Differenz der angenommenen Ausstattungsquoten 0 und 100%. Die vermeidbaren Personenschäden werden mit den „individuellen Kostensätzen“ (Zahlungsbereitschaftsansatz: welchen individuellen Wert mißt der Einzelne der Unfallvermeidung bei?) multipliziert und anschließend durch die Anzahl des Gesamtbestandes der Lkw (Grundgesamtheit) dividiert. Tabelle 80 zeigt die Berechnung des fairen Marktpreises für die betrachteten Fahrerassistenzsysteme.

Verletzungsgrad \ System	AGB		SWA		LDW		KAS	
	n	in T. €	n	in T. €	n	in T. €	n	in T. €
Getötete	29	44.950	46	71.300	38	58.900	28	43.400
Schwerverletzte	204	53.515	320	83.945	296	77.649	189	49.580
Leichtverletzte	1212	32.632	1926	51.856	944	25.416	693	18.658
Summe		131.097		207.101		161.965		111.638
Fairer Marktpreis in €/Jahr		143,59		226,84		177,41		122,28

Tabelle 80: Potentiell vermeidbare Personenschäden nach FAS absolut und monetär.
 Fairer Marktpreis der Systeme bei 100% Ausstattungsquote von Lkw über 12t zGG

Da in der vorliegenden Untersuchung lediglich der Sicherheitseffekt der Systeme bewertet wurde, sind die in Tabelle 80 ermittelten fairen Marktpreise etwas zu niedrig ausgefallen. Nutzen über den Sicherheitseffekt hinaus, wie z.B. Verbesserung der Verkehrslage (Stauvermeidung), geringerer Treibstoffverbrauch, geringere Lärm- und Abgasemissionen und kürzere Transportzeiten bewirken einen höheren fairen Marktpreis.

Der faire Marktpreis lässt auch die Berechnung der sog. kritischen Fahrleistung zu, ab der eine Anschaffung des Systems zum derzeitigen Marktpreis sinnvoll ist. Die kritische Fahrleistung eignet sich auch zur Berechnung der potentiellen Marktdurchdringung. Diese entspricht der Gesamtzahl aller Fahrzeuge, deren jährliche Fahrleistung die kritische Fahrleistung übersteigt.

Beispielhaft wurde für den am Markt etablierten Spurverlassenswarner (Lane Departure Warning LDW) bei einem gegenwärtigen Marktpreis von ca. 2000€ (Einsatzzeitraum: 10 Jahre, Zinssatz: 6%) ein jährlicher Kostenaufwand von 272€ berechnet. Der auf der Basis des Sicherheitsgewinns bestimmte faire Marktpreis beträgt dagegen 177,41€. Dies wäre, vom individuellen Standpunkt der Unfallvermeidung aus gesehen, zu teuer.

Es ist zu beachten, dass es sich bei den berechneten fairen Marktpreisen um Schätzwerte handelt! Im Bedarfsfall muß eine gezielte Einzelanalyse erfolgen.

Die gesteigerte Wirtschaftlichkeit durch Schadenverhütung stellt einen weiteren Ansatz zur Bewertung von FAS auf betriebswirtschaftlicher Ebene dar. Dabei werden die Unfallfolge- und -begleitkosten betrachtet und der durch die Versicherung nicht gedeckte Anteil als Bewertungsbasis herangezogen. Neben den direkten treten auch indirekte Unfallfolgekosten für das Unternehmen auf (z.B. Umsatzverluste durch Lieferausfälle, Imageschaden, etc.). Die indirekten Kosten sind unter Umständen wesentlich höher als die direkten.

Auch für diesen Ansatz muß im Bedarfsfall eine Einzelanalyse belastbare Ergebnisse liefern.

12 Literatur

ATZ, Automobiltechnische Zeitschrift: Aktuelle Entwicklungen bei Fahrerassistenzsystemen für Nfz. ATZ 07-08, 2009, Jahrgang 111, Seite 518ff

Badura, Andrea: Marketing Grundlagen Vorlesungsskript. Hochschule München, Fakultät 09, Wintersemester 07/08

Balasubramanian Bahram, Herrtwich Ralf, Schulze Matthias, Weiß Christian (Daimler AG): Status und Potential der Car-2-X Communication am Beispiel des Projekts SIM-TD. Technischer Kongress 2008, Verband der Automobilindustrie, Frankfurt am Main, 2008, Seite 209

BAST, Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Volkswirtschaftliche Kosten der Personenschäden im Straßenverkehr. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M102. Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhafen 1999

BAST, Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Volkswirtschaftliche Kosten der Personenschäden im Straßenverkehr 2004. Wissenschaftliche Informationen, Info 2/06. Bergisch Gladbach, 2006

Bewersdorf, Cornelia: Zulassung und Haftung bei Fahrerassistenzsystemen im Straßenverkehr. Dunker & Humblot GmbH, Berlin, 2005

Bosch, Robert GmbH (Hrsg.): Sicherheits- und Komfortsysteme, 3. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2004

Bosch, Robert GmbH (Hrsg.): Kraftfahrtechnisches Taschenbuch. 26. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2007, Seite 1084

Braess Hans-Herrman, Seiffert Ulrich (Hrsg.): Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. 5. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2007, Seite 710

DESTATIS, Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Unfälle von Güterkraftfahrzeugen im Straßenverkehr. Wiesbaden, 2007

DESTATIS, Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Verkehr, Verkehrsunfälle 2008. Fachserie 8, Reihe 7, Wiesbaden, 2009

Dietsche Karl-Heinz, Jäger Thomas (Hrsg.): Kraftfahrtechnisches Handbuch. 25. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2003

DIW Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Wochenbericht Nr. 50/2009. DIW Berlin, 2009, Seite 878

Eckstein Dr.-Ing. Lutz: Souveräne Interaktion mit Fahrerassistenzsystemen. Technischer Kongress 2008, Verband der Automobilindustrie, Frankfurt am Main, 2008, Seite 311ff

GSV Gesellschaft für Schadensverhütung im Verkehrsgewerbe (Hrsg.): Wirtschaftlichkeitsanalyse für Fahrzeugflotten, Gesellschaft für Schadensverhütung im Verkehrsgewerbe. Neufahrn, 1995

Gwehenberger Johann, Kubitzki Jörg: Schadenverhütung bei Fahrzeugflotten. 2. Auflage, Allianz Versicherungs-AG, München, 2006

Heißing Bernd, Ersoy Metin (Hrsg.): Fahrwerkhandbuch. 2. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, GWB Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008, Seite 119

Hoepke, Erich (Hrsg.): Nutzfahrzeugtechnik. 3. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, GWB Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2006

Pfaffenbauer, Tobias: Wirkpotential und Nutzen neuartiger Fahrerassistenzsysteme für Lastkraftwagen – Analyse von Realunfällen, Diplomarbeit, Hochschule München, FK09, 2010

Pfeiffer Werner, Bischof Peter: Einflussgrößen von Produkt-Marktzyklen. Arbeitspapiere des betriebswirtschaftlichen Institut der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Heft 22, 2. Auflage, Nürnberg, 1976

Schweitzer Marcell, Troßmann Ernst (Hrsg.): Break-even-Analysen. 2. Auflage, Duncker & Humblot Verlag, Berlin, 1998

Schindler Volker, Sievers Immo (Hrsg.): Forschung für das Auto von morgen. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2008, Seite 278ff

Wallentowitz Henning, Reif Konrad (Hrsg.): Handbuch Kraftfahrzeugelektronik. 1. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2006, Seite 408

Westerkamp, Ulrich: Ökonomische Bewertung von Systembündeln in der Fahrzeugsicherheit. Books on Demand GmbH, Norderstedt, 2008, Seite 94ff

Weller, Wolfgang (Hrsg.): Automatisierungstechnik im Überblick. Was ist, was kann Automatisierungstechnik? Beuth Verlag, Berlin, 2008

Winner Hermann, Hakuli Stephan, Wolf Gabriele (Hrsg.): Handbuch Fahrerassistenzsysteme. Vieweg + Teubner Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009, Seite 592ff

Internetquellen:

www.aktiv-online.org: <http://www.aktiv-online.org/deutsch/aktiv-as.html>
(Abruf am 19.12.2009)

www.dlr.de: <http://www.dlr.de/rd/en/Portaldata/1/Resources/verkehr/car2car1.jpg>
(Abruf am 16.02.2010)

www.kamerasysteme.org: <http://www.kamerasysteme.org/kamerasysteme/r%C3%BCckfahr-systeme/>
(Abruf am 10.02.2010)

Anlagen

Anlage I: Unfallarten

Die Unfallart beschreibt vom gesamten Unfallablauf die Bewegungsrichtung der beteiligten Fahrzeuge zueinander beim ersten Zusammenstoß auf der Fahrbahn oder, wenn es nicht zum Zusammenstoß gekommen ist, die erste mechanische Einwirkung auf einen Verkehrsteilnehmer. Es werden folgende 10 Unfallarten unterschieden:

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. Der Verkehr von und zu Parkplätzen mit eigenen Zufahrten gehört zur Unfallart 5.

2. Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet

Unfälle durch Auffahren auf ein Fahrzeug, das selbst noch fuhr oder verkehrsbedingt hielt. Auffahren auf anführende bzw. anhaltende Fahrzeuge gehören zur Unfallart 1.

3. Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt

Unfälle beim Nebeneinander fahren (Streifen) oder beim Fahrstreifenwechsel (Schneiden).

4. Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegenkommt

Zusammenstöße im Begegnungsverkehr, ohne dass ein Kollisionspartner die Absicht hatte, über die Gegenseite 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. Das Auffahren auf wartende Abbieger gehört zur Unfallart 2.

6. Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger

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 9.

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 9.

8./9. Abkommen von der Fahrbahn nach rechts/links

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.

10. Unfall anderer Art

Hier werden alle Unfälle erfasst, die sich nicht einer der Unfallarten von 1 bis 9 zuordnen lassen.

Anlage II: Unfalltypenkatalog

Der Unfalltyp beschreibt die Konfliktsituation, die zum Unfall führte, d.h. die Phase des Verkehrsgeschehens, in der ein Fehlverhalten oder eine sonstige Ursache den weiteren Ablauf nicht mehr kontrollierbar machte. Im Gegensatz zur Unfallart geht es also beim Unfalltyp nicht um die Beschreibung der wirklichen Kollision, sondern um die Art der Konfliktauslösung vor diesem eventuellen Zusammenstoß.

Unfalltyp 1 „Fahrnfall (F)“

Ohne mitwirkende Besonderheiten von Querschnitt und Längsneigung	10 Kurve 	101 Linkskurve 	102 Rechtskurve 					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 Verschwenkte Fahrbahn 	131 	132 					139 Verschw.-richtung nicht bekannt	
	14 Gerade 	141 						149	
Mitwirkend:	15 Gefälle Steigung 	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 Fahrnfälle								199	

Der Unfall wurde ausgelöst durch den Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug (wegen nicht angepasster 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. Zu den Fahrnfällen 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 Fahrnfalls kann es zu einem Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern kommen, so dass es sich nicht immer um einen Alleinunfall handeln muss.

Besondere Fälle unter Fahrnfall

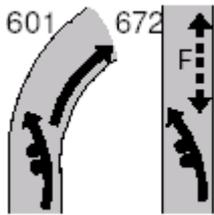
Verliert ein Fahrer die Gewalt über sein Fahrzeug beim Versuch, einem auf derselben Seite parkende Fahrzeug auszuweichen, so handelt es sich um einen "Unfall durch ruhenden Verkehr" (501).



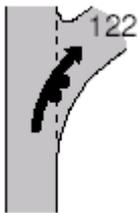
Wurde einem "liegen gebliebenen" Fahrzeug ausgewichen, so handelt es sich um einen "Sonstigen Unfall" (742).



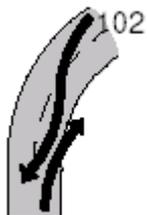
Um Unfälle im Längsverkehr handelt es sich, wenn einem Fußgänger (672) ausgewichen werden sollte oder einem langsam fahrenden Fahrzeug (601). Das gilt unabhängig davon, ob infolge dieser Konfliktsituation eine Kollision mit dem "unfallauslösenden" Verkehrsteilnehmer zustande kommt oder ob der Fahrer von der Straße getragen wird oder mit anderen Verkehrsteilnehmern zusammenstößt. Verliert der Fahrer die Gewalt über sein Fahrzeug wegen eines Schwächeanfalls oder Übermüdung oder weil er stark abgelenkt ist (z.B. wegen der Suche nach einer herabgefallenen Zigarette) oder infolge eines plötzlich auftretenden Mangel am Fahrzeug (z.B. Platzen eines Reifens), so handelt es sich um einen "Sonstigen Unfall".



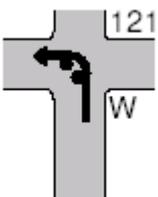
Verliert ein Fahrer beim Abbiegen wegen zu hoher Geschwindigkeit bei der Kurvenfahrt die Gewalt über sein Fahrzeug, so handelt es sich um einen "Fahrerunfall".



Kommt es, weil ein Fahrer eine Kurve geschnitten hat, zu einem Konflikt mit einem Entgegenkommenden, so gilt dies als "Fahrerunfall".

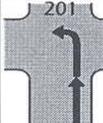
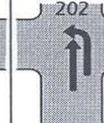
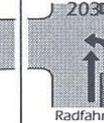
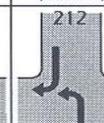
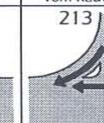
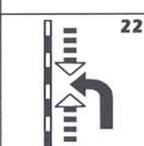
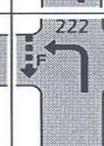
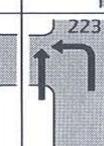
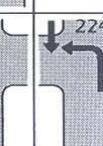
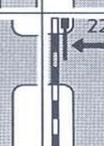
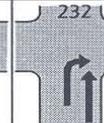
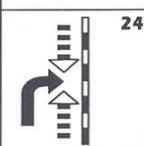
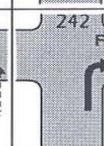
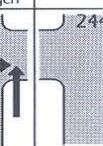
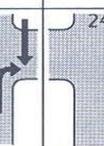
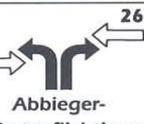
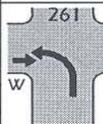
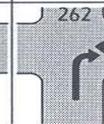
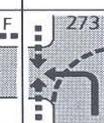
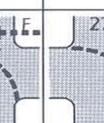
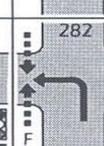
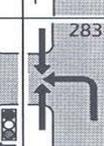
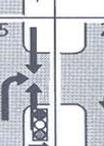


Biegt ein Wartepflichtiger zu schnell in eine übergeordnete Straße ein und verliert deshalb die Gewalt über sein Fahrzeug, so handelt es sich nicht um einen "Fahrerunfall" - sofern nicht ein Konflikt mit einem Vorfahrtsberechtigten vorliegt. Verliert ein Fahrer infolge Seitenwinds die Gewalt über sein Fahrzeug, so handelt es sich um einen "Fahrerunfall".



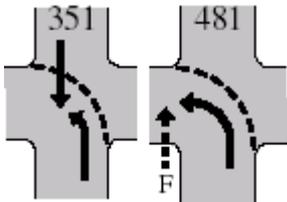
Unfalltyp 2 „Abbiege-Unfall (AB)“

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.

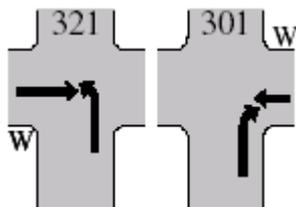
Linksabbieger	 <p>20</p> <p>Nachfolgender</p>	 <p>201</p>	 <p>202</p>	 <p>203</p> <p>Radfahrer vom Radweg</p>	 <p>204</p> <p>Spurwechsel zum Abbiegen</p>			209	unklar ob 201-204	
	 <p>21</p> <p>Gegenverkehr Fahrbahn</p>	 <p>211</p>	 <p>212</p>	 <p>213</p>	 <p>214</p> <p>W</p>	 <p>215</p>			219	unklar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

Besondere Fälle unter Abbiege-Unfall

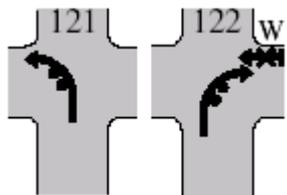
Folgt ein Fahrzeug einem Straßenzug mit abknickender Vorfahrt und es kommt dabei zu einem Konflikt mit einem Wartepflichtigen bzw. einem diese Straße überschreitenden Fußgänger, so liegt ein "Einbiegen/Kreuzen - Unfall" (351) bzw. ein "Überschreiten-Unfall" (481) vor: Hier handelt es sich nicht um "Abbiegen".



Kommt es beim Linksabbiegen (Rechtsabbiegen) zum Zusammenstoß mit einem Wartepflichtigen, weil dieser entweder zu weit in die übergeordnete Straße hinein gefahren (321) (zu weit nach links eingeordnet (301)) ist, so handelt es sich um einen "Einbiegen/Kreuzen-Unfall".



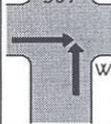
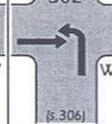
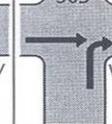
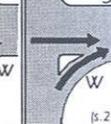
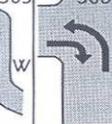
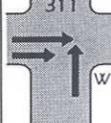
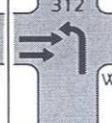
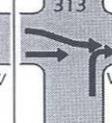
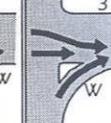
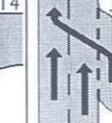
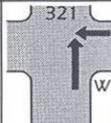
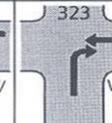
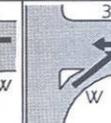
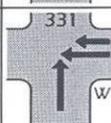
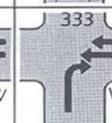
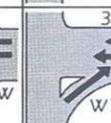
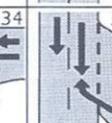
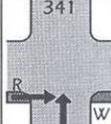
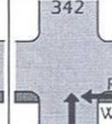
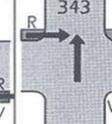
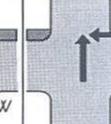
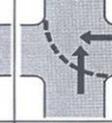
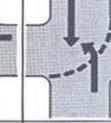
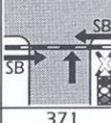
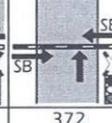
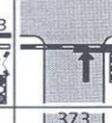
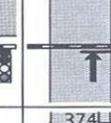
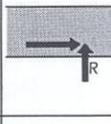
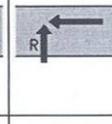
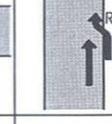
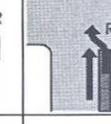
Verliert ein Abbieger wegen zu hoher Geschwindigkeit bei der Kurvenfahrt die Gewalt über sein Fahrzeug (121) (und prallt z.B. gegen ein ruhendes Fahrzeug in der einmündenden Straße) (122)), so handelt es sich um einen "Fahrunfall".



Unfalltyp 3 „Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)“

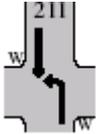
Um einen „Einbiegen/Kreuzen-Unfall“ handelt es sich, wenn der Unfall durch einen Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen und einem Vorfahrtberechtigten ausgelöst wurde.

Das gilt an Einmündungen und Kreuzungen von Straßen, Feld- oder Radwegen, an Bahnübergängen sowie an Zufahrten z.B. von einem Grundstück oder einem Parkplatz.

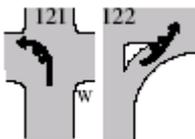
Bevorrechtigtes Fahrzeug	30 von links 	301 	302 	303 	304 	305 	306 	309 Fahr- richtung unklar	
	31 Überholer von links 	311 	312 	313 	314 	315 			319 Fahr- richtung unklar
	32 von rechts 	321 	322 	323 	324 	325 	326 		329 Fahr- richtung unklar
	33 Überholer von rechts 	331 	332 	333 	334 	335 			339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

Besondere Fälle unter Einbiegen/Kreuzen Unfall

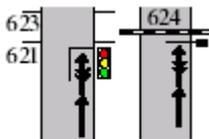
Will ein Wartepflichtiger an einer Kreuzung nach links abbiegen und stößt dabei mit einem entgegenkommenden Verkehrsteilnehmer zusammen, so handelt es sich um einen "Abbiege-Unfall".



Kommt ein Wartepflichtiger beim Einbiegen in die übergeordnete Straße z.B. wegen übermäßiger Geschwindigkeit oder Glätte von der Fahrbahn ab, ohne dass ein Konflikt mit einem Bevorrechtigten eine Rolle spielt, so handelt es sich um einen "Fahrerunfall".



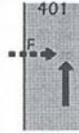
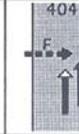
Kommt es zu einem Konflikt zwischen einem Fahrzeug, das wegen einer Wartepflicht steht, verzögert oder langsam fährt, und einem nachfolgenden Fahrzeug, so handelt es sich um einen "Unfall im Längsverkehr".



Unfalltyp 4 „Überschreiten-Unfall (ÜS)“

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. Ein Zusammenstoß mit einem Fußgänger, der sich in Längsrichtung auf der Fahrbahn bewegt, gehört zum Unfalltyp 6.

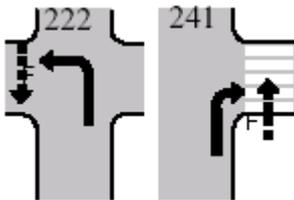
Fußgänger...

auf Strecke 40						409
von links ohne Sichtbehinderung						unklar ob 401-405
41						419
von links mit Sichtbehinderung				Baum, Zaun o.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 o.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
 abkn. Vorfahrt					bei Regelung durch Lichtzeichen siehe Unfalltyp 2 Abbiege-Unfall	489
48						unklar ob 481-484
auf Knoten 49						499
Diagonales Überschreiten Strab Ein-/ Aussteigen			Strab	Strab		sonstige ÜS-Unfälle

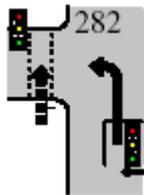
↔↔↔ Parker auf Fahrbahn oder Gehweg, Aufstellung längs oder quer

Besondere Fälle durch Überschreiten-Unfall

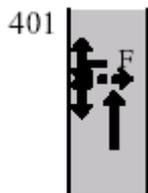
Überquert ein Fußgänger an einem Knotenpunkt die Zufahrt, zu der ein Fahrzeug abbiegt, und entsteht dadurch ein Konflikt, so handelt es sich um einen "Abbiege-Unfall".



Kommt es zu einem derartigen Konflikt an einem lichtzeichengeregelten Knotenpunkt, so handelt es sich ebenfalls um einen "Abbiege-Unfall", auch wenn das Abbiegen durch Pfeil-Lichtzeichen geregelt ist.

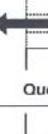
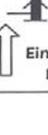
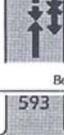
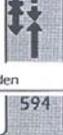
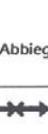


Steigt jemand aus dem Fahrzeug aus, und kommt es dann zu einem Konflikt zwischen diesem Fußgänger und einem anderem Fahrzeug, so handelt es sich um einen "Überschreiten-Unfall".



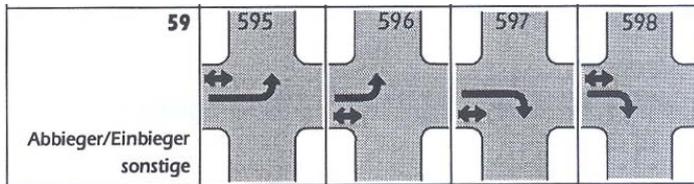
Unfalltyp 5 „Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)“

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.

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

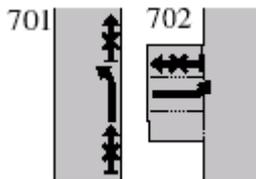
↔ Parker Aufstellung längs oder quer zur Fahrbahn

Weitere Fälle durch ruhenden Verkehr

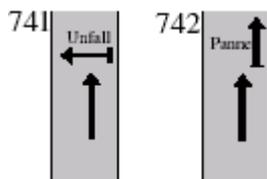


Besondere Fälle durch ruhenden Verkehr

Kommt es beim Ein- oder Ausrangieren zu einer Kollision mit einem "ruhenden" Fahrzeug, so handelt es sich um einen "Sonstigen Unfall".



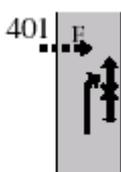
Ein Fahrzeug bremst wegen eines liegengebliebenen (Unfall-) Fahrzeugs, der Nachfolgende fährt auf. Hierbei handelt es sich um einen "Sonstigen Unfall".



Wird ein "ruhendes" Fahrzeug angefahren, so liegt nicht immer ein "Unfall durch ruhenden Verkehr" vor: Verliert ein Fahrer z.B. in einer Kurve infolge zu hoher Geschwindigkeit die Gewalt über sein Fahrzeug und kollidiert deshalb mit einem "ruhenden" Fahrzeug, so handelt es sich um einen "Fahrerunfall".



Bremst ein Fahrer wegen eines die Fahrbahn überschreitenden Fußgängers scharf ab und prallt deshalb gegen ein "ruhendes" Fahrzeug, so handelt es sich um einen "Überschreiten-Unfall".



Unfalltyp 6 „Unfall im Längsverkehr (LV)“

Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegen, sofern dieser Konflikt nicht einem anderen Unfalltyp entspricht.

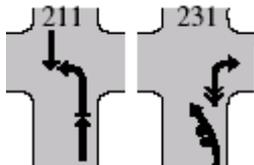
Auffahren auf...	60	601	602	603	604		609
	Vorausfahrender						Spur unklar
	61	611	612	613	614		619
	Stau						Spur unklar
	62	621	622	623	624		629
	Wartepflichtiger	W	W	LZA auch an Knoten	Bahnübergang		Art der Wartepflicht unklar
	63	631	632	633	634	635	639
	Spurwechsler nach links			Spurende	Abbiegebot	nach Rechts-Überholen	Spurwechsel aus unklaren Gründen
	64	641	642	643	644	645	649
	Spurwechsler nach rechts	Spw. wegen Vorfahrendem	Spw. wegen Stau	Spw. wegen Spurende	Abbiegebot	Spw. nach Überholen auf Gegenseite	nach Überholen auf Richtungsfahrspur
65	651	652					
Nebeneinanderfahren		Überholer auf Gegenseite					
66	661	662	663	664		669	
Überholer-Gegenverkehr		F	F			Art / Gehrichtung unklar	
67	671	672	673	674		679	
Fußgänger-Fahrzeug	F	F	F	F		Straßenseite/ Gehrichtung unklar	
68	681	682	683	sofern kein Fahrunfall		689	
Begegnende						unklar ob 681-683	
sonstige Unfälle im Längsverkehr							699
W = Wartepflicht							

Besondere Fälle im Längsverkehr

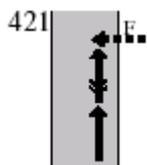
Kommt es zu einem Konflikt mit einem Entgegenkommenden, weil ein Fahrer eine Kurve geschnitten hat, so gilt dieser Fall als "Fahrerfall": Es wird dann angenommen, dass der Schneidende für die Kurvenverhältnisse zu schnell gefahren ist.



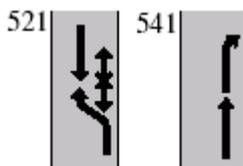
Steht ein Abbieger, um den Gegenverkehr vorbeizulassen, oder verzögert ein Fahrzeug, um abzubiegen, und der Nachfolgende fährt auf oder weicht aus und dadurch kommt es zum Unfall, so handelt es sich um einen "Abbiege-Unfall".



Kommt es zu einem Unfall (z.B. einem Auffahrunfall), weil ein Fahrer wegen eines die Fahrbahn überschreitenden Fußgängers bremst oder ausweicht, so handelt es sich um einen "Überschreiten-Unfall".

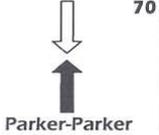
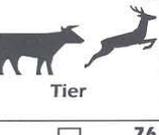
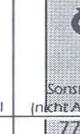
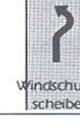
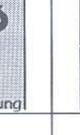


Hat ein Fahrzeug des fließenden Verkehrs einen Unfall wegen eines zum Parken/Halten abgestellten Fahrzeuges oder wegen eines zu einem (von einem) Parkstand am Fahrbahnrand einfahrenden (ausfahrenden) Wagens, so handelt es sich um einen "Unfall durch ruhenden Verkehr".



Unfalltyp 7 „Sonstiger Unfall (SO)“

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.).

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

Typische unfallauslösende Umstände

Plötzliche Reaktionsunfähigkeit eines Verkehrsteilnehmers (Starke Ablenkung, Einschlafen, Schwächeanfall, Tod).

Plötzlich auftretender Mangel am Fahrzeug (z.B. Platzen eines Reifens, Versagen der Bremsen oder der Lenkung, Zersplitterung der Windschutzscheibe).

Hindernis auf der Fahrbahn (z.B. verlorene Ladung, Last)

Tier/Wild auf der Fahrbahn.

Liegegebliebenes Fahrzeug (Unfall, Panne).

Wenden, Rückwärtsfahren.

Rangiermanöver beim Parken, die den fließenden Verkehr nicht beeinträchtigen.

Anlage III: Unfallursachenverzeichnis

Nachfolgend die Auflistung der Unfallursachen, wie sie auch in der Bundesstatistik Verwendung finden.

Verkehrstüchtigkeit

- 01 Alkoholeinfluss
- 02 Einfluss anderer berauschender Mittel (z.B. Drogen, Rauschgift)
- 03 Ermüdung
- 04 Sonstige körperliche oder geistige Mängel,

Fehler der Fahrzeugführer

Straßenbenutzung

- 10 Benutzung der falschen Fahrbahn (auch Richtungsfahrbahn) oder verbotswidrige Benutzung anderer Straßenteile
- 11 Verstoß gegen das Rechtsfahrgebot

Geschwindigkeit

Nicht angepasste Geschwindigkeit

- 12 mit gleichzeitigem Überschreiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit
- 13 in anderen Fällen

Abstand

- 14 Ungenügender Sicherheitsabstand (Sonstige Ursachen, die zu einem Verkehrsunfall führen, sind den zutreffenden Positionen, wie Geschwindigkeit, Ermüdung usw. zuzuordnen)
- 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 und/oder ohne rechtzeitige und deutliche Ankündigung des Ausscherens
- 21 Fehler beim Wiedereinordnen nach rechts
- 22 Sonstige Fehler beim Überholen (z.B. ohne genügenden Seitenabstand; an Fußgängerüberwegen s. Pos. 38, 39)
- 23 Fehler beim Überholt werden

Vorbeifahren

- 24 Nichtbeachten des Vorranges entgegenkommender Fahrzeuge beim Vorbeifahren an haltenden Fahrzeugen, Absperrungen oder Hindernissen (§ 6) (ausgenommen Pos. 32)
- 25 Nichtbeachten des nachfolgenden Verkehrs beim Vorbeifahren an haltenden Fahrzeugen, Absperrungen oder Hindernissen und/oder ohne rechtzeitige und deutliche Ankündigung des Ausscherens

Nebeneinanderfahren

- 26 Fehlerhaftes Wechseln des Fahrstreifens beim Nebeneinanderfahren oder Nichtbeachten des Reissverschlußverfahrens (§ 7) (ausgenommen Pos. 20, 25)

Vorfahrt, Vorrang

- 27 Nichtbeachten der Regel "Rechts vor Links"
- 28 Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen (§ 8) (ausgenommen Pos. 29)
- 29 Nichtbeachten der Vorfahrt des durchgehenden Verkehrs auf Autobahnen oder Kraftfahrstraßen (§ 18, Abs. 3)
- 30 Nichtbeachten der Vorfahrt durch Fahrzeuge, die aus Feld- und Waldwegen kommen
- 31 Nichtbeachten der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen (ausgenommen Pos. 39)
- 32 Nichtbeachten des Vorranges entgegenkommender Fahrzeuge (Zeichen 208 StVO)
- 33 Nichtbeachten des Vorranges von Schienenfahrzeugen an Bahnübergängen Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Ein- und Anfahren
- 35 Fehler beim Abbiegen (§ 9) (ausgenommen Pos. 33, 40)
- 36 Fehler beim Wenden oder Rückwärtsfahren
- 37 Fehler beim Einfahren in den fließenden Verkehr (z.B. aus einem Grundstück, von einem anderen Straßenteil oder beim Anfahren vom Fahrbahnrand)

Falsches Verhalten gegenüber Fußgängern

- 38 an Fußgängerüberwegen
- 39 an Fußgängerfurten
- 40 beim Abbiegen
- 41 an Haltestellen (auch haltenden Schulbussen mit eingeschaltetem Warnblinklicht)
- 42 an anderen Stellen

Ruhender Verkehr, Verkehrssicherung

- 43 Unzulässiges Halten oder Parken
- 44 Mangelnde Sicherung haltender oder liegen gebliebener Fahrzeuge und von Unfallstellen sowie von Schulbussen, bei denen Kinder ein- oder aussteigen
- 45 Verkehrswidriges Verhalten beim Ein- oder Aussteigen, Be- oder Entladen
- 46 Nichtbeachten der Beleuchtungsvorschriften (ausgenommen Pos. 50)

Ladung, Besetzung

- 47 Überladung, Überbesetzung
- 48 Unzureichend gesicherte Ladung oder Fahrzeugzubehörteile
- 49 Andere Fehler beim Fahrzeugführer

Technische Mängel, Wartungsmängel

- 50 Beleuchtung
- 51 Bereifung
- 52 Bremsen
- 53 Lenkung
- 54 Zugvorrichtung
- 55 Andere Mängel

Falsches Verhalten der Fußgänger

Falsches Verhalten beim Überschreiten der Fahrbahn

- 60 an Stellen, an denen der Fußgängerverkehr durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen geregelt war
- 61 auf Fußgängerüberwegen ohne Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen
- 62 in der Nähe von Kreuzungen oder Einmündungen, Lichtzeichenanlagen oder Fußgängerüberwegen bei dichtem Verkehr an anderen Stellen:
- 63 durch plötzliches Hervortreten hinter Sichthindernissen
- 64 ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten

- 65 durch sonstiges falsches Verhalten
- 66 Nichtbenutzen des Gehweges
- 67 Nichtbenutzen der vorgeschriebenen Straßenseite
- 68 Spielen auf oder neben der Fahrbahn
- 69 Andere Fehler der Fußgänger

Straßenverhältnisse

Glätte oder Schlüpfrigkeit der Fahrbahn

- 70 Verunreinigung durch ausgeflossenes Öl
- 71 Andere Verunreinigungen durch Straßenbenutzer
- 72 Schnee, Eis
- 73 Regen
- 74 Andere Einflüsse (u.a. Laub, angeschwemmter Lehm)

Zustand der Straße

- 75 Spurrillen, im Zusammenhang mit Regen, Schnee oder Eis
- 76 Anderer Zustand der Straße
- 77 Nicht ordnungsgemäßer Zustand der Verkehrszeichen oder -einrichtungen
- 78 Mangelhafte Beleuchtung der Straße
- 79 Mangelhafte Sicherung von Bahnübergängen

Witterungseinflüsse

Sichtbehinderung durch:

- 80 Nebel
- 81 Starken Regen, Hagel, Schneegestöber usw.
- 82 Blendende Sonne
- 83 Seitenwind
- 84 Unwetter oder sonstige Witterungseinflüsse, Hindernisse
- 85 Nicht oder unzureichend gesicherte Arbeitsstelle auf der Fahrbahn
- 86 Wild auf der Fahrbahn
- 87 Anderes Tier auf der Fahrbahn
- 88 Sonstiges Hindernis auf der Fahrbahn (ausgenommen Pos. 43, 44)
- 89 Sonstige Ursachen

Anlage IV: Berechnung der volkswirtschaftlichen Kosten

Spurwechselassistent

Unfalltyp	Fälle in Allianz-DB	SWA-relevant		Korrekturfaktor	Korrigierter Anteil in %
		Anzahl	%		
1	20	1	5	1	5
2	19	3	10	0,5	5
6	130	79	61	0,8	49
7	107	1	1	1	1

Tabelle A 1: Mittels SWA vermeidbare Personenschäden nach Unfalltyp (Lkw mit zGG \geq 12 t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Unfalltyp	Fälle in [StatBA, 2006]			durch SWA vermeidbar in %	Vermeidungspotential AGB		
	Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte		Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte
1	45	364	923	5	2	18	46
2	33	189	764	5	3	15	61
6	84	582	3698	49	41	285	1812
7	28	234	662	1	0	2	7
Summe					46	320	1926

Tabelle A 2: Monetarisiertes SWA-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Spurverlassenswarner

Unfalltyp	Fälle in Allianz-DB	LDW-relevant		Korrekturfaktor	Korrigierter Anteil in %
		Anzahl	%		
1	20	13	65	1	65
2	19	2	11	0,5	6
5	29	1	3	0,8	3
6	130	11	8	1	8

Tabelle A 3: Mittels LDW vermeidbare Personenschäden nach Unfalltyp (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Unfalltyp	Fälle in [StatBA, 2006]			Durch LDW vermeidbar in %	Vermeidungspotential AGB		
	Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte		Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte
1	45	364	923	65	29	237	600
2	33	189	764	6	2	11	46
5	3	18	78	3	0	1	2
6	84	582	3698	8	7	47	296
Summe					38	296	944

Tabelle A 4: Monetarisiertes LDW-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher) [Lkw-DB]

Kreuzungsassistent

Unfalltyp	Fälle in Allianz-DB	LDW-relevant		Korrekturfaktor	Korrigierter Anteil in %
		Anzahl	%		
2	19	8	42	1	42
3	18	18	100	0,5	50

Tabelle A 5: Mittels KAS vermeidbare Personenschäden nach Unfalltyp (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher)

Unfalltyp	Fälle in [StatBA, 2006]			Durch LDW vermeidbar in %	Vermeidungspotential AGB		
	Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte		Getötete	Schwer-verletzte	Leichtverletzte
2	33	189	764	42	14	79	321
3	27	219	744	50	14	110	372
Summe					28	189	693

Tabelle A 6: Monetarisiertes KAS-Wirkfeld als maximal vermeidbare volkswirtschaftliche Kosten in Deutschland nach Verletzungsgrad (Lkw mit zGG \geq 12t ist Hauptverursacher)