

SICHERE LEITUNG - Verkehrssicherheitspotentiale seitlicher Fahrzeugrückhaltesysteme im Autobahnen- und Schnellstraßen-Netz der ASFiNAG

Endbericht

SICHERE LEITUNG - ENDBERICHT

Projektname	Verkehrssicherheitspotentiale seitlicher Fahrzeugrückhaltesysteme im Autobahnen- und Schnellstraßen-Netz der ASFiNAG		
Akronym	SICHERE LEITUNG		
Projektnummer	835684		
Datum	28.6.2013	Anzahl der Seiten	102
Autor(en)	DI Manuel Pröll DI Bernd Strnad DI Dr.techn. Ernst Tomasch		
Zusammenfassung	<p>In dieser Studie wurden Fahrzeugrückhaltesysteme auf dem Netz der Asfinag untersucht. Zu diesem Zweck wurde einerseits die aktuelle Literatur zu Durchbrüchen bei Leiteinrichtungen durchsucht sowie geltende Richtlinien und Normen sowie Systemgrundlagen dargestellt. Andererseits wurde in zwei verschiedenen methodischen Ansätzen das empirische Unfallgeschehen bei Rückhaltesystemen auf dem Asfinag-Netz untersucht.</p> <p>Der eine Ansatz verfolgte mithilfe einer quantitativen Unfallanalyse das Ziel, die Unfallkosten bei Unfällen mit Leiteinrichtungen zu ermitteln. Hierfür mussten die Unfälle mit Personenschaden den verschiedenen Fahrzeugrückhaltesystemen zugeordnet werden und anschließend mittels verschiedener Unfallparameter analysiert werden.</p> <p>Der zweite Ansatz untersuchte in einer Tiefenanalyse Unfälle mit Durchbrüchen von Fahrzeugrückhaltesystemen. In jener detaillierten Rekonstruktion der Unfälle wurden zusätzliche Parameter der genauen Anprallsituation betrachtet.</p> <p>Die Nutzen-Kosten-Betrachtungen ergaben regional ein jeweils unterschiedliches Ergebnis, weshalb zusammenfassend gesagt werden kann, dass die Errichtung der Fahrzeugrückhaltesysteme immer in erster Linie von der örtlichen Situation abhängt.</p>		
Projektkoordinator	DI Manuel Pröll		
Projektpartner	KFV (Kuratorium für Verkehrssicherheit)  Technische Universität Graz (TU Graz)  <small>Graz University of Technology</small>		
Projektstart	4.6.2012	Projektdauer	12 Monate
Status / Version	Endbericht	vertraulich	Intern / extern

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
TABELLENVERZEICHNIS	VIII
1. ZUSAMMENFASSUNG	1
2. EINLEITUNG	2
3. SYSTEMGRUNDLAGEN, GELTENDE RICHTLINIEN UND NORMEN	3
3.1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN ZU RÜCKHALTESYSTEMEN AN STRAßEN	3
3.2 SCHUTZEINRICHTUNGEN	4
3.2.1 <i>Leitschienen</i>	4
3.2.2 <i>Betonleitwände</i>	5
3.2.3 <i>Seil-Leitschienen</i>	6
3.2.4 <i>Vario-Guard, Mini-Guard</i>	6
3.2.5 <i>Holzleitschienen</i>	6
3.3 GELTENDE RICHTLINIEN	7
3.4 EUROPÄISCHE NORMVORSCHRIFTEN FÜR FAHRZEUGRÜCKHALTESYSTEME	9
3.4.1 <i>EN 1317-1 – Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren</i>	9
3.4.2 <i>EN 1317-2 – Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Schutzeinrichtungen</i>	10
3.5 AMERIKANISCHE RICHTLINIE ZUR BEWERTUNG VON FRS	14
3.5.1 <i>Testmatrix zur Bewertung von Leiteinrichtungen</i>	14
3.5.2 <i>Bewertung der Systeme und Evaluierungskriterien</i>	16
3.6 ZUSAMMENFASSUNG UND GEGENÜBERSTELLUNG DER NORMATIVEN ANFORDERUNGEN	18
4. STUDIEN ZU DURCHBRÜCHEN BEI LEITEINRICHTUNGEN	19
5. RÜCKHALTESYSTEME AUF DEM ASFINAG-NETZ	20
5.1 RICHTLINIEN FÜR DIE AUFSTELLUNG VON RÜCKHALTESYSTEMEN AUF DEM ASFINAG-NETZ	20
5.2 TAUSCH DER RÜCKHALTESYSTEME AUS ALUMINIUM AUF DEM ASFINAG-NETZ	22
5.3 LEITSCHIENEN AUF DEM ASFINAG-NETZ	22
6. STATISTISCHE AUSWERTUNG VON ABKOMMENSUNFÄLLEN	24
6.1 ÜBERBLICK ÜBER DIE AUSWERTUNGEN DER UNFÄLLE MIT PERSONENSCHADEN MIT ANFAHREN AN LEITEINRICHTUNG, -SCHIENE AUF DEM ASFINAG-NETZ IN DEN JAHREN 2007 BIS 2011	24
6.2 GENERELLE UNTERSUCHUNG DER ALLEINUNFÄLLE AUF DEM ASFINAG-NETZ MIT ANFAHREN AN LEITEINRICHTUNG, -SCHIENE IN DEN JAHREN 2007 BIS 2011	28
6.2.1 <i>Alleinunfälle nach Unfalltypenuntergruppen</i>	28
6.2.2 <i>Alleinunfälle nach Jahren gegliedert</i>	29
6.2.3 <i>Alleinunfälle nach Bundesländern gegliedert</i>	30
6.3 GENERELLE UNTERSUCHUNG DER ABKOMMENSUNFÄLLE NACH RECHTS AUF DEM ASFINAG-NETZ MIT ANFAHREN AN LEITEINRICHTUNG, -SCHIENE	31
6.3.1 <i>Fahrzeugbeteiligung bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene</i>	34

6.3.2	<i>Zeitliche Entwicklungen bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene</i>	36
6.3.3	<i>Sonstige Auswertungen bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene</i>	39
6.4	UNTERSUCHUNG DER ABKOMMENSUNFÄLLE NACH RECHTS AUF DEM ASFINAG-NETZ MIT ANFAHREN AN LEITEINRICHTUNG, -SCHIENE IN DEN BUNDESLÄNDERN BURGENLAND, NIEDERÖSTERREICH UND STEIERMARK	40
6.5	DETAILBETRACHTUNG DER ABKOMMENSUNFÄLLE NACH RECHTS MIT ANFAHREN AN LEITEINRICHTUNG, -SCHIENE SOWIE DER ERHOBENEN RÜCKHALTESYSTEME NACH STRABENABSCHNITTEN IM BURGENLAND, IN NIEDERÖSTERREICH UND IN DER STEIERMARK	42
6.5.1	<i>Statistische Analyse - Grundlagen</i>	47
6.5.2	<i>Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung</i>	48
6.5.3	<i>Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der Asfinag-Daten</i>	49
6.5.4	<i>Auswertung der „homogensten“ Gruppe</i>	50
6.5.5	<i>Vergleich der Auswertungen</i>	52
6.6	DETAILBETRACHTUNG DER ABKOMMENSUNFÄLLE NACH RECHTS IM ASFINAG-NETZ MIT ANFAHREN AN LEITEINRICHTUNG, -SCHIENE	55
6.6.1	<i>Leitschienensystemzuordnung gem. Asfinag-Daten bei 50 m-Toleranz</i>	57
6.6.2	<i>Leitschienensystemzuordnung gem. Asfinag-Daten ohne Toleranzbereich</i>	58
6.6.3	<i>Vergleich der Auswertungen Niederösterreich, Burgenland und Steiermark mit netzweiter Auswertung</i>	59
6.6.4	<i>Unfallumstand 22 „Schleudern, Rutschen“</i>	64
6.6.5	<i>Resümee der statistischen Auswertungen</i>	65
7.	TIEFENANALYSE VON REALUNFÄLLEN	67
7.1	INFORMATIONEN ZUR REALUNFALLDATENBANK ZEDATU	67
7.2	VERHALTEN VON SCHUTZEINRICHTUNGEN BEIM ANPRALL	68
7.2.1	<i>Anforderungen und Verhalten im Realunfallgeschehen</i>	68
7.2.2	<i>Anprall an eine Schutzeinrichtung</i>	69
7.3	ALLGEMEINE ANALYSE VON PKW UND LKW<3,5T ALLEINUNFÄLLEN	71
7.3.1	<i>Fahrzeugmassen bei Realunfällen</i>	71
7.3.2	<i>Theoretische Überlegungen zu Abkommenswinkel und -geschwindigkeit</i>	72
7.3.3	<i>Gierwinkel bei Alleinunfällen und Abkommen von Pkw und Lkw<3,5t</i>	74
7.3.4	<i>Leitschienendurchbruch in Zusammenhang mit der Aufhaltestufe</i>	76
8.	RÜCKHALTEKLASSEN UNTER REALUNFALLBEDINGUNGEN	78
8.1	THEORETISCHE ENERGIEAUFNAHME EINES FAHRZEUGRÜCKHALTESYSTEMS	78
8.1.1	<i>Beschreibung der Methodik für die theoretische Energieaufnahme beim Anprall</i>	78
8.1.2	<i>Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit einem Lkw-Gewicht von 3,5t - Fall (a)</i>	79
8.1.3	<i>Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Pkw-Gewicht von 2,5t - Fall (b)</i>	80
8.2	THEORETISCHE ENERGIEAUFNAHME EINES FAHRZEUGRÜCKHALTESYSTEMS BEI UNTERSCHIEDLICHEM ABSTAND DES FAHRZEUGS ZUM STRABENRAND	80
8.2.1	<i>Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Lkw-Gewicht von 3,5t</i>	80
8.2.2	<i>Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Pkw-Gewicht von 2,5t</i>	81
9.	NUTZEN-KOSTEN-BETRACHTUNGEN	83
10.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	87
11.	LITERATUR	89

APPENDIX DURCHBRUCH91
APPENDIX KEIN DURCHBRUCH97
APPENDIX SONDERFÄLLE101

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Typen von Rückhaltesystemen (vgl. EN 1317-1).....	10
Abbildung 2: Kollisionsverlauf beim Anpralltest nach EN 1317	10
Abbildung 3: Dynamische Durchbiegung D_m und Wirkungsbereich W_m und Fahrzeugeindringung $V_{I,m}$	12
Abbildung 4: Eckdaten der Unfälle mit Personenschaden mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz 2007-2011 sowie vom KfV erhobener Fahrzeurückhaltesysteme vor Ort (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV).....	25
Abbildung 5: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	27
Abbildung 6: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	29
Abbildung 7: Unfälle mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Jahren in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV) ...	29
Abbildung 8: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen und Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV).....	30
Abbildung 9: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Untergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	32
Abbildung 10: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	32
Abbildung 11: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts gesamt auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV).....	33
Abbildung 12: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	33
Abbildung 13: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) pro km auf dem Asfinag-Netz nach Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	34
Abbildung 14: Unfallfolgekosten der bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene verunglückten Personen, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	37
Abbildung 15: Durchschnittliche Unfallfolgekosten der bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene verunglückten Personen, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	37
Abbildung 16: Anzahl der Verunglückten bei Abkommensunfällen nach rechts mit Schwerverkehr (Lkw>3,5t, Sattelfahrzeuge und Tankwagen) und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	38
Abbildung 17: Unfallfolgekosten der Verunglückten bei Abkommensunfällen nach rechts mit Schwerverkehr (Lkw>3,5t, Sattelfahrzeuge und Tankwagen) und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV).....	39
Abbildung 18: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz im Burgenland, in Niederösterreich und in der Steiermark nach Untergruppen in den Jahren 2007-2011	40
Abbildung 19: Vergleich von Abkommensunfällen mit tödlichem Ausgang und einem Beteiligten zwischen Daten der nationalen Statistik und Realunfallauswertungen der ZEDATU	41
Abbildung 20: Vergleich der Abkommensstelle bei Abkommensunfällen mit tödlichem Ausgang und einem Beteiligten zwischen Daten der nationalen Statistik und Realunfallauswertungen der ZEDATU	42
Abbildung 21: Übersicht über befahrene Strecken im Zuge der Erhebung der Rückhalteklassen durch das KfV; rot: beide Fahrtrichtungen erhoben; violett: Fahrtrichtung 2 erhoben; rot strichliert: erhoben, Daten wegen Kilometrierungsproblematik in Auswertungen aber nicht berücksichtigt	44

Abbildung 22: Anzahl der UPS nach zugeordneter Aufhaltestufe (Quelle: KFV)	46
Abbildung 23: Anzahl der UPS nach Autobahn bzw. Schnellstraße und Aufhaltestufe (Quelle: KFV)	46
Abbildung 24: Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen.....	53
Abbildung 25: Vergleich der Mediane der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen	53
Abbildung 26: Vergleich der 1. und 3. Quartilen der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen	54
Abbildung 27: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrades der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen.....	55
Abbildung 28: Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten der Auswertungen NÖ, Bgld. & Stmk. mit netzweiter Auswertung nach Rückhalteklassen (Zuordnung mit 50m-Toleranz)	60
Abbildung 29: Mittlere Unfallfolgekosten der netzweiten Auswertungen nach Rückhalteklassen - Zuordnung mit 50 m-Toleranz bzw. ohne Toleranzbereich.....	61
Abbildung 30: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrades der Auswertungen NÖ, Bgld. & Stmk. sowie bei netzweiter Auswertung nach Rückhalteklassen (Zuordnung mit 50 m-Toleranz)	62
Abbildung 31: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrads der netzweiten Auswertungen nach Rückhalteklassen - Zuordnung mit 50 m-Toleranz bzw. ohne Toleranzbereich	63
Abbildung 32: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrads der netzweiten Auswertungen nach Rückhalteklassen – alle Auswertungen inkl. Mittelwert über alle Auswertungen	64
Abbildung 33: Bewegungsablauf beim Anprall eines Fahrzeugs an eine Leitschiene im normativen Testfall und in der Realsituation mit einer Rotationsbewegung	69
Abbildung 34: Möglicher Kollisionsverlauf bei einem Realunfall.....	69
Abbildung 35: Kollisionen mit Schutzeinrichtungen ohne Fahrzeugdurchbruch	70
Abbildung 36: Kollisionen mit Schutzeinrichtungen mit Fahrzeugdurchbruch.....	70
Abbildung 37: Kollisionen mit Schutzeinrichtungen mit Fahrzeugdurchbruch.....	71
Abbildung 38: Fahrzeuggewicht bei Unfällen	72
Abbildung 39: Theoretischer Abkommenswinkel in Bezug zum Seitenabstand auf gerader Fahrbahn	73
Abbildung 40: Theoretischer Abkommenswinkel in Bezug zum Seitenabstand bei Kurven	73
Abbildung 41: Zusammenhang zwischen der Abkommensgeschwindigkeit und dem Abkommenswinkel von Pkw und Lkw<3,5t bei unterschiedlichem Abstand des Fahrzeugs zur Fahrbahnbegrenzung und trockenem Straßenzustand	74
Abbildung 42: Winkel beim Abkommen der Fahrzeuge von der Fahrbahn	75
Abbildung 43: Gierwinkel bei Abkommensunfällen von Pkw und Lkw<3,5t auf A+S	76
Abbildung 44: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie bei einer Fahrzeugmasse von 3.500 kg auf trockener Fahrbahn und einem Abstand des Fahrzeugs zur Straßenseite von 4 m	79
Abbildung 45: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie bei einer Fahrzeugmasse von 2.500 kg auf trockener Fahrbahn und einem Abstand des Fahrzeugs zur Straßenseite von 4 m	80
Abbildung 46: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie auf trockener Fahrbahn bei unterschiedlichem Seitenabstand des Fahrzeugs zum Seitenrand mit einer Fahrzeugmasse von 3.500 kg.....	81
Abbildung 47: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie auf trockener Fahrbahn bei unterschiedlichem Seitenabstand des Fahrzeugs zum Seitenrand mit einer Fahrzeugmasse von 2.500 kg.....	82

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Aufhaltestufen (vgl. EN 1317-1 und EN1317-2).....	11
Tabelle 2: Kriterien für die Anprallprüfungen	11
Tabelle 3: Anprallheftigkeitsstufen	12
Tabelle 4: Prüfparameter für Schutzeinrichtungen (EN1317-2)	13
Tabelle 5: Testmatrix für Leiteinrichtungen.....	15
Tabelle 6: Evaluierungskriterium strukturelle Systemeignung	16
Tabelle 7: Evaluierungskriterium Insassensicherheit	17
Tabelle 8: Evaluierungskriterium Fahrzeugtrajektorie.....	18
Tabelle 9: Übersicht über die FSV-Richtlinien betreffend Rückhaltesysteme in Österreich (Richtlinien in eckigen Klammern sind nicht mehr in Kraft)	21
Tabelle 10: Mindestanforderung für die Wahl der Aufhaltestufe gem. RVS 05.02.31	21
Tabelle 11: Unfälle, Getötete und Verletzte auf dem Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011, Gesamt und Unfälle mit Unfallumstand 15 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV).....	26
Tabelle 12: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	26
Tabelle 13: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypen und Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	28
Tabelle 14: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	28
Tabelle 15: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen und Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV).....	30
Tabelle 16: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Untergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	31
Tabelle 17: Beteiligte Fahrzeuge bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene auf dem Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	34
Tabelle 18: Beteiligte Fahrzeuge und Unfallfolgekosten bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene auf dem Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)	36
Tabelle 19: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Untergruppen im Burgenland, in Niederösterreich und in der Steiermark in den Jahren 2007-2011	40
Tabelle 20: Anzahl der Abkommensunfälle nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene in NÖ, im Bgld. und der Stmk. in den Jahren 2007-2011 sowie Anzahl der bei den Stellen der Abkommensunfälle nach rechts erhobenen Rückhaltesysteme.....	45
Tabelle 21: Unfallfolgekosten, Stand 2011; Quelle: Webseite des BMVIT http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/sicherheit/strassenverkehrsunaefae/volkswirtschaft.html	47
Tabelle 22: Kennwerte bei Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung der Rückhalteklassen... ..	48
Tabelle 23: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung der Rückhalteklassen.....	49
Tabelle 24: Kennwerte bei Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten	50
Tabelle 25: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten	50
Tabelle 26: Kennwerte bei Auswertung der Unfälle „homogenste“ Gruppe.....	51
Tabelle 27: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei Auswertung der Unfälle „homogenste“ Gruppe.....	52

Tabelle 28: Vergleich der Kennwerte der Auswertungen nach Zuordnung der Rückhalteklassen gemäß Erhebung des KfV, gemäß Daten der Asfinag sowie Auswertung der „homogensten“ Gruppe.....	52
Tabelle 29: Vergleich der Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung der Aufenthaltstufen, gemäß Daten der Asfinag sowie Auswertung der „homogensten“ Gruppe	54
Tabelle 30: Vergleich Anteil der Rückhalteklassen – Anteil am Asfinag-Netz bei der seitlichen Absicherung sowie Anteil der einer Rückhalteklasse zugeordneten Alleinunfälle mit Unfallumstand 15, Zuordnung der Aufenthaltstufe auf Basis der Asfinag-Daten mit 50 m-Toleranz	57
Tabelle 31: Kennwerte bei Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Rückhalteklassenzuordnung auf Basis der Asfinag-Daten mit 50 m-Toleranz	57
Tabelle 32: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Rückhalteklassenzuordnung auf Basis der Asfinag-Daten mit 50 m-Toleranz	58
Tabelle 33: Kennwerte bei Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Leitschienensystemzuordnung ohne Toleranzbereich	58
Tabelle 34: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Leitschienensystemzuordnung ohne Toleranzbereich	58
Tabelle 35: Vergleich der Kennwerte der Auswertungen nach Zuordnung der Rückhalteklassen – Auswertungen NÖ, Bgld. & Stmk. sowie netzweite Auswertung	59
Tabelle 36: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011; Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten bei unterschiedlichen Rückhalteklassen bei Unfällen mit bzw. ohne Angabe des Unfallumstands 22 „Schleudern, Rutschen“; beteiligte Fahrzeuge: alle.....	65
Tabelle 37: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011; Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten bei unterschiedlichen Rückhalteklassen bei Unfällen mit bzw. ohne Angabe des Unfallumstands 22 „Schleudern, Rutschen“; beteiligte Fahrzeuge: Pkw....	65
Tabelle 38: Kollisionen von Pkw und Lkw<3,5t mit Leitschienen.....	77
Tabelle 39: Minimale mittlere Unfallfolgekosten, maximale mittlere Unfallfolgekosten sowie durchschnittliche Unfallfolgekosten nach Rückhalteklassen der unterschiedlichen durchgeführten Berechnungsvarianten	83

1. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Studie wurden Fahrzeugrückhaltesysteme auf dem Netz der Asfinag untersucht. Zu diesem Zweck wurde einerseits die aktuelle Literatur zu Durchbrüchen bei Leiteinrichtungen durchsucht sowie geltende Richtlinien und Normen sowie Systemgrundlagen dargestellt. Andererseits wurde in zwei verschiedenen methodischen Ansätzen das empirische Unfallgeschehen bei Rückhaltesystemen auf dem Asfinag-Netz untersucht.

Der eine Ansatz verfolgte mithilfe einer quantitativen Unfallanalyse das Ziel, die Unfallkosten bei Unfällen mit Leiteinrichtungen zu ermitteln. Hierfür mussten die Unfälle mit Personenschaden den verschiedenen Fahrzeugrückhaltesystemen zugeordnet werden und anschließend mittels verschiedener Unfallparameter analysiert werden.

Der zweite Ansatz untersuchte in einer Tiefenanalyse Unfälle mit Durchbrüchen von Fahrzeugrückhaltesystemen. In jener detaillierten Rekonstruktion der Unfälle wurden zusätzliche Parameter der genauen Anprallsituation betrachtet.

Die Nutzen-Kosten-Betrachtungen ergaben regional ein jeweils unterschiedliches Ergebnis, weshalb zusammenfassend gesagt werden kann, dass die Errichtung der Fahrzeugrückhaltesysteme immer in erster Linie von der örtlichen Situation abhängt.

2. EINLEITUNG

Abkommensunfälle sind im Asfinag-Netz die zweithäufigste Unfallart und Ursache für rund 50 % aller tödlichen Unfälle. Fahrzeugrückhaltesysteme (FRS) können maßgeblich zur Reduktion der Unfallschwere beitragen.

Da die Investitions- und Erhaltungskosten von FRS in hohem Maße von der Rückhalteklasse, der Anprallheftigkeitsstufe sowie dem Wirkungsbereich abhängt, ist unter der Berücksichtigung der Verkehrssicherheit das Kosten-Nutzen-Verhältnis solcher Systeme von entscheidendem Interesse.

Der vorliegende Bericht ist in folgende Teile gegliedert. In einem ersten Schritt werden die Systemgrundlagen sowie die geltenden Richtlinien und Normen für Fahrzeugrückhaltesysteme beschrieben, anschließend wird die vorhandene Literatur zu Studien über Durchbrüche bei Leiteinrichtungen durchleuchtet und danach auf die bestehenden Rückhaltesysteme auf dem Netz der Asfinag eingegangen. Im empirischen Teil des Projekts werden die statistische Auswertung von Abkommensunfällen, die Tiefenanalyse von Realunfällen sowie die Rückhalteklassen unter Realunfallbedingungen dargestellt um abschließend in einer Nutzen-Kosten-Betrachtung die Ergebnisse der Studie zusammenzufassen.

3. SYSTEMGRUNDLAGEN, GELTENDE RICHTLINIEN UND NORMEN

In diesem Kapitel erfolgen eine generelle Beschreibung der geltenden europäischen Norm zur Prüfung von Fahrzeugrückhaltesystemen und der österreichischen Richtlinien für das Aufstellen derartiger Schutzeinrichtungen.

3.1 Allgemeine Informationen zu Rückhaltesystemen an Straßen

Unter Fahrzeugrückhalteeinrichtungen an Straßen werden im Allgemeinen Systeme verstanden, die in einem bestimmten Umfang von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge zurückhalten. Zudem sollen durch diese Systeme Schäden und Verletzungen von Straßenbenutzern und anderen sich in der Nähe befindlichen Personen begrenzt werden. Daraus lässt sich ableiten, dass Fahrzeugrückhaltesysteme als passive Schutzeinrichtungen längsseitig einer Straße oder im Mittelstreifen errichtet werden.^{1,2}

Bauliche Einrichtungen, die längs der Straße angeordnet sind und in erster Linie von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge so umlenken sollen, dass sie an der Schutzeinrichtung entlang gleiten und in weiterer Folge zum Stehen kommen, werden als abweisende Schutzeinrichtungen bezeichnet. Zu diesen Einrichtungen zählen unter anderem Stahlleitschienen und Schutzwände aus Stahl oder Beton.

Grundsätzlich werden abweisende, passive Schutzeinrichtungen wie z.B. Stahlleitschienen oder Betonschutzwände zur Trennung von Richtungsfahrbahnen in Mittelstreifen (auf Autobahnen, Schnellstraßen) und zur Absturzsicherung auf Brücken bzw. neben Abhängen eingesetzt. Demgegenüber werden Anpralldämpfer als Schutz vor Hindernissen und in Baustellenbereichen eingesetzt.³

Festzuhalten ist, dass vor Aufstellung von passiven Schutzeinrichtungen zu überprüfen ist, ob es nicht sicherer ist, wenn eine bauliche Umgestaltung einer potenziellen Gefahrenstelle durchgeführt wird. Zudem sollte beachtet werden, dass die Verkehrssicherheit eventuell durch die generelle Beseitigung oder Entschärfung eines gefährlichen Hindernisses neben der Fahrbahn erhöht werden kann.⁴

¹ FGSV – Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen; Köln, 1998, S. 8f

² Eberling et al, Verkehrstechnische Praxisbeispiele – Ausgewählte Fachthemen zum Straßenverkehr in der Schweiz und im Staat Ohio, USA, Bern, 2006, S. 17

³ Ellmers, Uwe et al; Anprallversuche an passive Schutzeinrichtungen mit Pkw und Nutzfahrzeugen bei: IV. Essener Tagung „Kollisionsschutz im Straßenverkehr“, 1995, S. 4

⁴ Hülsen, Horst; „Die neuen Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen“ in: Straßenverkehrstechnik – Heft 6/1985, S. 212

3.2 Schutzeinrichtungen

Abweisende Schutzeinrichtungen sind von Grund auf so konstruiert, dass sie von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge auffangen und somit schwere Unfälle bzw. Unfallfolgen vermeiden. Diese werden neben der Fahrbahn eingesetzt und können als verformbare oder starre Schutzeinrichtung ausgeführt sein. Außerdem finden sie auf Autobahnen und Schnellstraßen als konstruktives Trennelement von Richtungsfahrbahnen Verwendung.

Grundsätze über Anforderungen an Fahrzeugrückhaltesysteme in Österreich sind in der RVS 05.02.31 – Verkehrsführung; Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme; Anforderungen und Aufstellung, Ausgabedatum November 2007, angeführt.

In den folgenden Punkten werden unterschiedliche Konstruktionen von abweisenden Schutzeinrichtungen beschrieben.

3.2.1 Leitschienen

Leitschienenkonstruktionen werden in der Regel aus Stahl hergestellt. Bei diesen passiven Schutzeinrichtungen werden die Leitschienenholme über Verbindungselemente (z.B. Stützbügel) unmittelbar (einfache Leitschienen) oder über Abstandhalter (Distanzleitschienen) an die in regelmäßigen Abständen aufgestellten Stahlprofilsteher angeschraubt.

Man unterscheidet zwischen einfachen und doppelten Leitschienen: im Unterschied zu den einfachen werden bei den doppelten Leitschienen zwei Leitschienenholme beidseitig eines Stahlformteils befestigt und können so als Trennelement zwischen zwei entgegen gesetzten Richtungsfahrbahnen eingesetzt werden.

Einfache und doppelte Leitschienen lassen sich der Kategorie der abweisenden Schutzeinrichtungen zuordnen und werden längs der Straße angeordnet. Zudem zählen sie zu den verformbaren Schutzeinrichtungen, die sich bei einem Fahrzeuganprall verformen und dauerhaft verformt bleiben und daher nach einem Anprall ausgetauscht werden müssen.⁵

Die Stahlbauteile sind korrosionsgeschützt. Die Steher der Systeme werden in regelmäßigen Abständen angebracht, wobei sie üblicherweise in den anstehenden Boden gerammt werden. Auf Brücken werden die Leitschienensteher an die Brückenkonstruktion geschraubt. Die Länge bzw. Abstände der Holme und Steher bestimmen das Format der Schutzeinrichtungen. Die Leitschienenholme sind überlappend angeordnet und miteinander verschraubt, um eine kraftschlüssige Verbindung zu gewährleisten.⁶

Zur Verbesserung der Zugbandwirkung kann parallel zu den Holmen ein zusätzliches Stahlprofil angebracht werden.

⁵ FGSV – Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen; Köln, 1998, S. 12f

⁶ www.bast.de/cdn_005/nm_39148/DE/Qualitaetsbewertung/Listen/Strassenausstattung/pdf/datenblaetter_n2,templated=raw,property=publicationFile.pdf/datenblaetter-n2.pdf

Die Leitschienenkonstruktionen können auch mit zusätzlichen Elementen ausgestattet sein, um die Verletzungsgefahr für stürzende Zweiradfahrer zu verringern (z.B. Unterfahrschutz). Durch diese zusätzlichen Elemente soll einerseits der Aufprall an die Leitschienensteher, andererseits ein weitläufiges Abkommen von der Fahrbahn verhindert werden.

3.2.2 Betonleitwände

Neben den Leitschienen werden Betonleitwände als passive Schutzeinrichtungen verwendet. Diese werden als durchgehende Wand ausgebildet und haben auf der dem Verkehr zugewandten Seite eine besondere Formgebung.⁷ In Österreich werden vorrangig Betonleitwände mit einem New-Jersey-Profil eingesetzt. Dies bedeutet, dass die Betonschutzwand im unteren Bereich eine schiefe Ebene aufweist. Diese Ausformung führt dazu, dass von der Fahrbahn abkommende Kfz zuerst mit einem Rad mit der Betonschutzwand in Berührung kommen, wodurch diese aufsteigen und dadurch das Fahrzeug wieder auf die Straße umgelenkt wird. Allerdings kann es durch das New-Jersey-Profil bei einem Anprall eines Pkw zu einem Überschlag (Katapulteffekt) kommen. Bei schweren, großen Fahrzeugen besteht eine erhöhte Kipptendenz in Richtung des zu schützenden Bereiches. Als mögliche Alternative zu den Betonschutzwänden mit New-Jersey-Profilen können auch welche mit geradem Profil eingesetzt werden.⁸

Bei einem Aufprall können Betonleitwände gering verschoben werden. Durch das nahezu starre Verhalten des Systems der Betonschutzwand, erfolgt der Abbau der kinetischen Energie von abkommenden Fahrzeugen fast ausschließlich durch Verformungen am Fahrzeug selbst.⁹

Betonleitwände können vor Ort oder mittels Fertigteilen hergestellt werden. Im Freilandbereich werden Betonleitwände ohne Verankerung im Boden aufgestellt. In Brückenbereichen kann eine Positionsfixierung erfolgen. Der Längsverbund erfolgt in der Regel durch Stahlseile innerhalb des Betonkörpers.

Betonschutzwände können sowohl auf dem Mittelstreifen als auch auf dem Fahrbahnrand aufgestellt werden. Je nach Einsatzbereich kann zwischen zwei Typen unterschieden werden. Einerseits gibt es doppelseitige Betonschutzwände mit symmetrischem Profil und zum anderen einseitige Betonschutzwände mit asymmetrischem Profil. Zusätzlich werden Betonschutzwände zur Absicherung von Autobahnbaustellen verwendet.¹⁰

⁷ FGSV – Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen; Köln, 1998, S. 8f

⁸ Eberling et al, Verkehrstechnische Praxisbeispiele – Ausgewählte Fachthemen zum Straßenverkehr in der Schweiz und im Staat Ohio, USA, Bern, 2006, S. 22f

⁹ Eberling et al, Verkehrstechnische Praxisbeispiele – Ausgewählte Fachthemen zum Straßenverkehr in der Schweiz und im Staat Ohio, USA, Bern, 2006, S. 23

¹⁰ Hülsen, Horst; „Die neuen Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen“ in: Straßenverkehrstechnik – Heft 6/1985, S. 213

3.2.3 Seil-Leitschienen

Seil-Leitschienen bestehen aus gespannten Stahldrahtseilen, die durch Steher gehalten werden. Durch Dehnung und Verformung des Seils soll ein abkommendes Fahrzeug bei einer Kollision wieder zurück auf die Fahrbahn gelenkt werden. Somit ordnen sich Seil-Leitschienen in die Kategorie der abweisenden, verformbaren passiven Schutzeinrichtungen ein. Die Steher, die die Seile halten, können jedoch bei einem Anprall überfahren werden bzw. umknicken.¹¹

Die Seilsysteme werden auf dem hochrangigen Netz in Österreich nicht mehr angewendet. Gemäß der 2. Abänderung der RVS 05.02.31 – Verkehrsführung; Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme; Anforderungen und Aufstellung¹² vom 11. Oktober 2011, werden diese Systeme für Längsabsicherungen nicht angewendet. Im Fall von Beschädigungen, z.B. aufgrund eines Unfalls, ist die Leistungsfähigkeit des Systems über größere Längen nicht mehr gegeben, auch die Wiederherstellung des Systems ist problematisch (Spannungsverluste im Seil, Durchhang etc.).

3.2.4 Vario-Guard, Mini-Guard

Vario-Guard und Mini-Guard sind Stahlsysteme, die vorrangig in Bereichen mit beschränkten Platzverhältnissen eingesetzt werden.

Beim System Vario-Guard werden Stahlelemente miteinander verschraubt wodurch eine Zugbandwirkung entsteht. Bei einem Aufprall eines Fahrzeuges wird dieses abgelenkt und es erfolgt eine Energievernichtung durch Verformung des Systems. Das System kann auch dauerhaft eingesetzt werden.

Das System Mini-Guard hat eine ähnliche Funktionsweise wie Vario-Guard, besteht allerdings nur aus einem geschlossenen Längselement mit ineinander gesteckten Rohrprofilen im oberen Teil.¹³ Das System wird hauptsächlich bei Baustellen eingesetzt.

3.2.5 Holzleitschienen

Holzleitschienensysteme finden vor allem im untergeordneten Straßennetz und auf Panorama- und Tourismusstraßen, Anwendung.¹⁴ Dies beruht im Besonderen darauf, dass sie sich aufgrund ihrer Ästhetik, besser in Naturlandschaften ländlich geprägter Gebiete eingliedern als Stahlleitschienen.

Holzleitschienen sind grundsätzlich als Stahl-Holz-Kombination angefertigt. Das heißt, dass die Holzplanken an den Stahlpfosten von Metalleitschienen befestigt werden und daher

¹¹ Eberling et al, Verkehrstechnische Praxisbeispiele – Ausgewählte Fachthemen zum Straßenverkehr in der Schweiz und im Staat Ohio, USA, Bern, 2006, S. 18

¹² FSV, Richtlinie 05.02.31 – Verkehrsführung; Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme; Anforderung und Aufstellung; Wien, November 2007, 2. Abänderung Oktober 2011

¹³ Eberling et al, Verkehrstechnische Praxisbeispiele – Ausgewählte Fachthemen zum Straßenverkehr in der Schweiz und im Staat Ohio, USA, Bern, 2006, S. 24

¹⁴ www.leitschutz.com/fileadmin/downloads/folder0706.pdf

über ähnliche Eigenschaften wie Stahlschutzleitschienen verfügen.¹⁵ Daher lassen sich Holzleitschienen der Kategorie der abweisenden, passiven Schutzeinrichtungen zuweisen und sollen von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuge so umlenken, dass diese an ihnen entlang gleiten und in weiterer Folge zum Stehen kommen.¹⁶

3.3 Geltende Richtlinien

Um ein Fahrzeugrückhaltesystem (FRS) in Österreich verwenden zu dürfen, bedarf es einer erfolgreichen Prüfung nach EN 1317¹⁷, womit eine prinzipielle Eignung für die Verwendung im Straßenverkehr bestätigt wird. Eine Freigabe erfolgt durch das BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), mit welcher die Einhaltung der RVS 05.02.31 (Verkehrsführung, Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme, Anforderungen und Aufstellung) sowie eventuell weitere notwendige Richtlinien bestätigt werden. Bei der Aufstellung von dauerhaft eingesetzten Fahrzeugrückhaltesystemen im Bereich österreichischer Bundesstraßen ist die Richtlinie RVS 05.02.31 anzuwenden, welche auf dem Regelwerk der EN1317 aufbaut.¹⁸

Entsprechend der RVS¹⁹ sind „grundsätzlich Fahrzeugrückhaltesysteme nur dort anzuordnen, wenn durch das Abkommen der Fahrzeuge von der Fahrbahn nachteiligere Folgen für die Fahrzeuge und deren Insassen sowie für andere Personen oder schützenswerte Objekte zu erwarten sind, als durch das Anfahren an die Fahrzeugrückhaltesysteme“. Angeführt werden in der RVS jene Bereiche, bei denen eine Anordnung von Leitschienen oder Leitwänden grundsätzlich erforderlich ist: Mittelstreifen, Kunstbauten, Lärmschutzbautenobjekte, Böschungen mit einer Höhe über vier Meter und einer steileren Neigung als 1:2, Eisenbahnen, Straßen und Plätze, Gewässer und Gefahrenstellen.

Es ist daher eine Sicherheitsabwägung hinsichtlich der zu erwartenden Unfallfolgen notwendig. Die angeführten Randbedingungen, wie z.B. Böschungen mit einer Höhe von über vier Meter, sind aus Sicht der Verkehrssicherheit in dieser generellen Aussage nicht ausreichend.

Es wurden in der Vergangenheit unterschiedliche Rückhaltesysteme entwickelt, durch die ein Abkommen von Fahrzeugen von der Fahrbahn verhindert werden soll. Diese Systeme können aus unterschiedlichen Materialien sein, wie z.B. Beton, Stahl, Aluminium, Holz, Seil- oder Stahlgitternetze, sowie Verbundsysteme. Entsprechend der RVS 05.02.31 sind in der Regel Fahrzeugrückhaltesysteme aus den Werkstoffen Stahl und/oder Beton herzustellen, die der EN 1317 entsprechen. Die technischen Anforderungen der Rückhaltesysteme aus

¹⁵ Eberling et al, Verkehrstechnische Praxisbeispiele – Ausgewählte Fachthemen zum Straßenverkehr in der Schweiz und im Staat Ohio, USA, Bern, 2006, S. 30f

¹⁶ FGSV – Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen; Köln, 1998, S. 8f

¹⁷ European Standard EN 1317: Road Restraint Systems; European Committee for Standardization (CEN); 2005

¹⁸ European Standard EN 1317 Teil 1, 2, 3 und 5

¹⁹ Vgl. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 05.02.31, 2008

Stahl sind in der RVS 08.23.05²⁰ und der Leitwände aus Beton in der RVS 08.23.06²¹ enthalten.

Die Funktion bei den Rückhaltesystemen ist einerseits ein Ablenken der Fahrzeuge vom Fahrbahnrand, wobei das Fahrzeug weitergeleitet wird. Das Fahrzeug kann entweder die Fahrt fortsetzen oder bleibt nach einer Verzögerungsphase liegen. Andererseits können Systeme auch die Anprallenergie dämpfen, sowohl am Fahrzeug als auch durch das Rückhaltesystem.

Bei Stahlleitschienen wird die Energiedämpfung geteilt – einerseits wird durch die Deformation der Stahlleitschiene ein „Nachgeben“ des Systems erreicht, andererseits wird ein Teil der Energiedämpfung durch die Verformung des Fahrzeuges aufgenommen. Es entstehen in der Regel Schäden sowohl an der Leitschiene als auch am Fahrzeug. Bei Leitwänden aus Beton ist die Ablenkung primär, bei nichtverankerten Systemen ist teilweise eine Dämpfung mit einem Verschieberegion der Betonelemente möglich.

Eine Tendenz, die vor ca. 30 Jahren begonnen hat, war eine möglichst hohe Verformung der Rückhalteelemente und damit eine hohe Energiedämpfung zu erreichen. Damit sollten die Folgen für das Fahrzeug und die Fahrzeuginsassen minimiert werden. Das führte zu Systemen mit Stahlgitternetzen oder Seilen. Seilsysteme sind derzeit noch in einigen Ländern in Verwendung (Nachteile sind jedoch die mangelnde Sicherheit gegen Unter- bzw. Durchfahren von Fahrzeugen sowie für einspurige Fahrzeuge). Diese Systeme haben sich jedoch zumeist nicht bewährt. In der Folge wurden neben Stahlleitschienen Betonelemente entwickelt, die eine überwiegende Ablenkfunktion besitzen.

Die Schutzfunktion von Rückhaltesystemen ist daher die Ablenkung und teilweise eine Energievernichtung. Rückhalteeinrichtungen beginnen - sofern sie nicht durchgehend sind - vor einer Gefahrenstelle der Straße, insbesondere nach Ein- und Ausfahrten, aber auch nach Bereichen, in denen keine seitliche Abschirmung oder mittlere Abschirmung erforderlich ist.

Die Fahrzeugrückhaltesysteme werden nach einzelnen Aufhaltestufen unterschieden.

Entsprechend den deutschen Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen²² müssen Schutzplanken (Stahlsysteme) in einer ausreichenden Länge vor der Stelle beginnen, die geschützt werden soll, an der die Gefährdung besteht (z.B. seitliche Hindernisse) oder beginnt (z.B. Gewässer, Dammhöhe über drei Meter).

²⁰ Vgl. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 08.23.05, 2005

²¹ Vgl. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 08.23.06, 2005

²² Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RPS, 1989

3.4 Europäische Normvorschriften für Fahrzeurückhaltesysteme

Die in Europa und Österreich gültige Norm zu Bewertung von Fahrzeurückhaltesystemen ist die EN 1317. Die Norm besteht aus folgenden Teilen und wird unter dem Haupttitel „Rückhaltesysteme an Straßen“ zusammengefasst:

- Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren
- Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen
- Teil 3: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anpralldämpfer
- ENV 1317-4, Rückhaltesysteme an Straßen — Teil 4: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anfangs-, End- und Übergangskonstruktionen von Schutzeinrichtungen
- Teil 4: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anfangs-, End- und Übergangskonstruktionen von Schutzeinrichtungen (In Bearbeitung: dieses Dokument wird ENV 1317-4:2001 bezüglich der Abschnitte zu Übergangskonstruktionen ersetzen)
- Teil 5: Anforderungen an die Produkte, Konformitätsverfahren und -bescheinigung für Fahrzeurückhaltesysteme
- Teil 6: 2008, Fußgängerrückhaltesysteme, Brückengeländer (in Bearbeitung)
- Teil 7: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anfangs-, und Endkonstruktionen von Schutzeinrichtungen (In Bearbeitung: dieses Dokument wird ENV 1317-4:2001 bezüglich der Abschnitte zu Anfangs- und Endkonstruktionen ersetzen)
- Teil 8: Rückhaltesysteme für Motorräder, die die Anprallheftigkeit an Schutzplanken reduzieren (in Bearbeitung)

Die Anhänge A und B sind informativ.

3.4.1 EN 1317-1 – Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren

Der erste Teil dieser Norm beinhaltet vor allem Begriffsdefinitionen und Berechnungsvorschriften. Dabei werden auch die allgemeinen Festlegungen für die Fahrzeuge und die Instrumentierung beschrieben. Es werden auch die Berechnungsverfahren für die Anprallheftigkeit, dargestellt durch die zwei Kennwerte ASI und THIV aufgezeigt:

- ASI *acceleration severity index* [-]
Index für die Schwere der Beschleunigung
- THIV *theoretical head impact velocity* [km/h] bzw. [m/s]
Theoretische Anprallgeschwindigkeit des Kopfes

Die Unterteilung von Rückhaltesystemen an Straßen wird in der Norm EN 1317 Teil 1 wie folgt unterschieden:

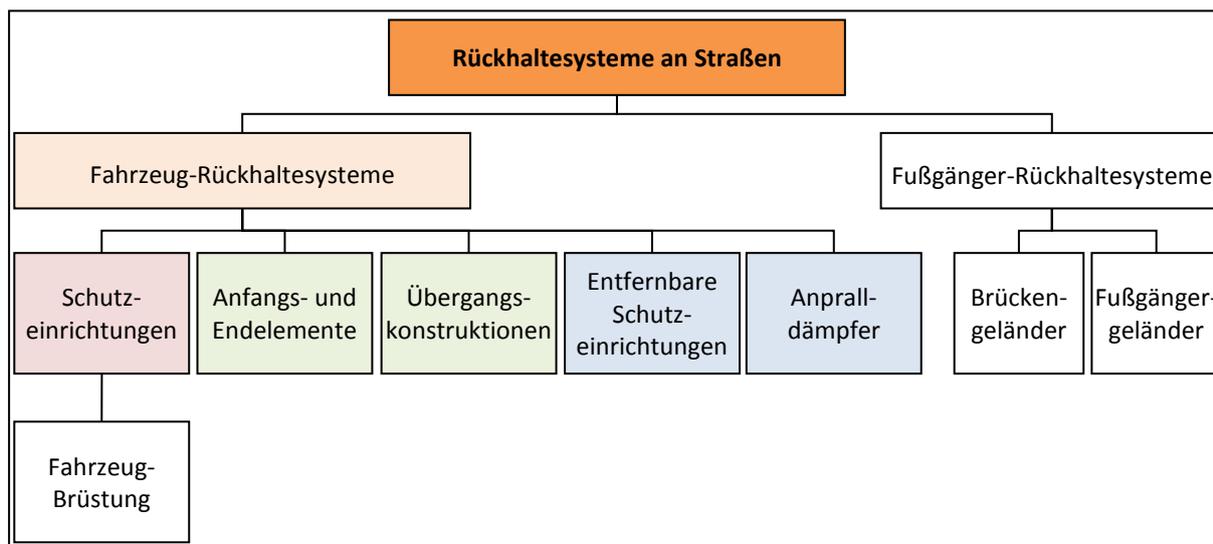


Abbildung 1: Typen von Rückhaltesystemen (vgl. EN 1317-1)

3.4.2 EN 1317-2 – Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Schutzeinrichtungen

Im zweiten Teil der Norm sind die allgemeinen Leistungsklassen und Kriterien für Schutzeinrichtungen definiert. Die Schutzeinrichtungen werden nach mehreren Leistungsstufen für die drei wesentlichen Kriterien des Zurückhaltens eines Fahrzeuges angegeben nach der Aufhaltestufe, der Stufe der Anprallheftigkeit und der Verformung.

Für die Beurteilung der Aufhaltestufe der Schutzeinrichtung müssen die in Tabelle 1 angegebenen Abnahmeprüfungen durchgeführt werden. Die in dieser Tabelle eingebrachte kinetische Energie ergibt sich aus der Anprallsituation. Für die Energiebetrachtung wird hierbei nur der Sinusanteil, d.h. der rechtwinkelige Anteil der Geschwindigkeitskomponente berücksichtigt. Dieser Geschwindigkeitsanteil soll in der ersten Phase der Kollision auf null sinken und keine weitere Belastung mehr auf das Rückhaltesystem ausüben. Das Fahrzeug bewegt sich entlang des Fahrzeugrückhaltesystems. Die Gesamtenergie entspricht für diesen Fall im Prinzip der Sinuskomponente der kinetischen Energie des Fahrzeugs.

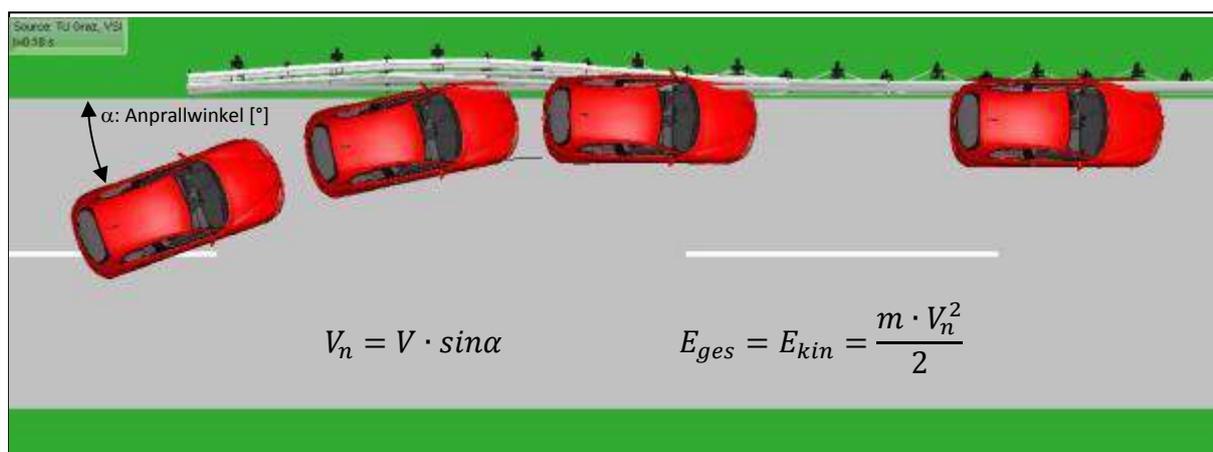


Abbildung 2: Kollisionsverlauf beim Anpralltest nach EN 1317

Tabelle 1: Aufhaltestufen (vgl. EN 1317-1 und EN1317-2)

Aufhaltestufen	Kurzbezeichnung			Abnahmeprüfung	kinetische Energie [kJ]
Rückhaltevermögen bei vorübergehenden Schutzeinrichtungen	T1			TB 21	6,2
	T2			TB 22	21,5
		T3		TB 41 und TB 21	36,6
Normales Rückhaltevermögen	N1			TB 31	43,3
	N2			TB 32 und TB 11	81,9
Höheres Rückhaltevermögen		H1		TB 42 und TB 11	126,6
			L1	TB 42 und TB 32 und TB 11	126,6
		H2		TB 51 und TB 11	287,5
			L2	TB51 und TB32 und TB11	287,5
		H3		TB 61 und TB 11	462,1
			L3	TB 61 und TB 32 und TB 11	462,1
Sehr hohes Rückhaltevermögen		H4a		TB 71 und TB 11	572,0
		H4b		TB 81 und TB 11	724,6
			L4a	TB 71 und TB32 und TB 11	572,0
			L4b	TB 81 und TB32 und TB 11	724,6

In Tabelle 2 sind die Anprallgeschwindigkeiten und -winkel sowie Fahrzeugmassen aufgezählt. Anschließend wird die Anprallheftigkeitsstufe nach den in Tabelle 3 festgelegten Kennwerten bewertet.

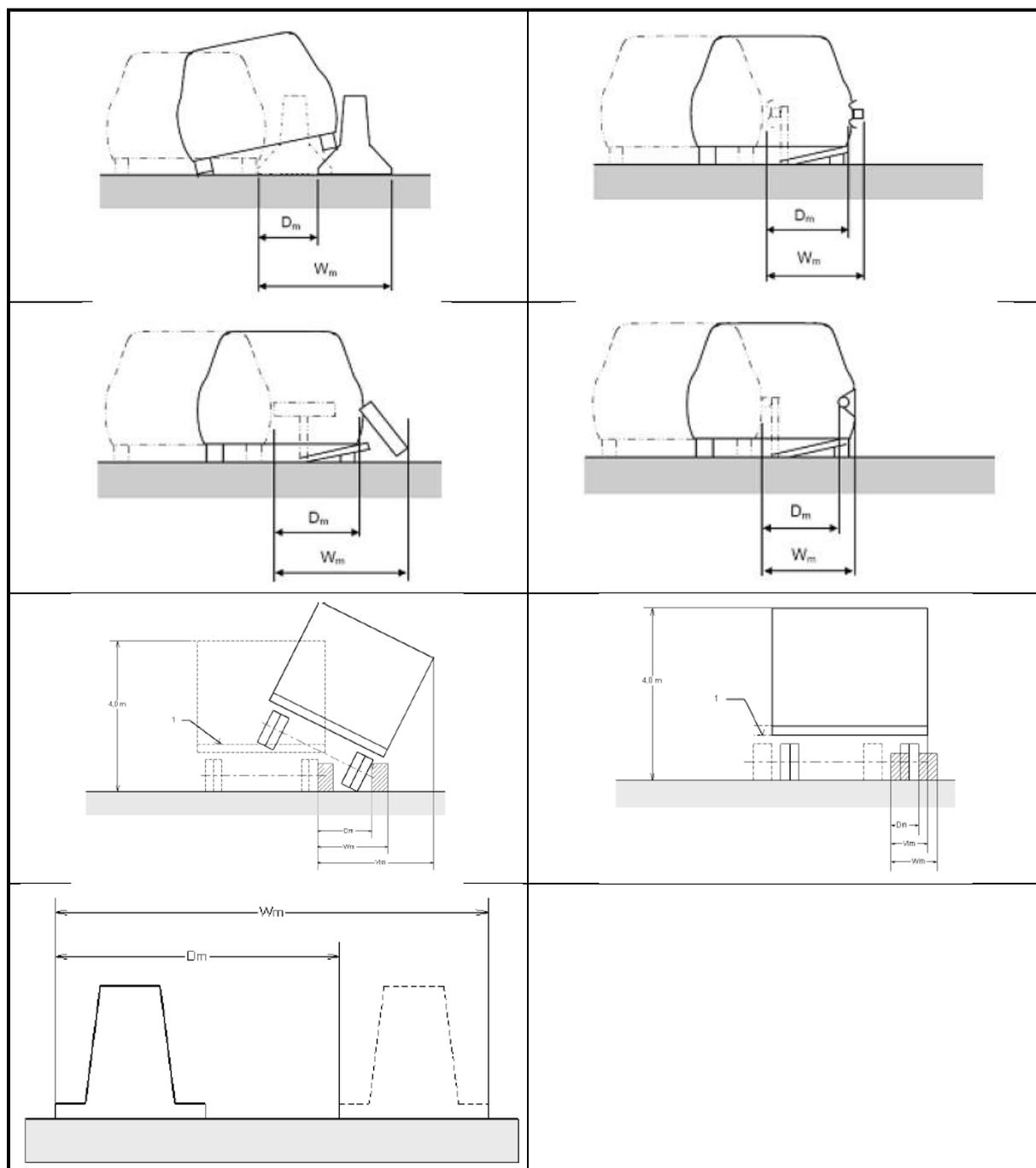
Tabelle 2: Kriterien für die Anprallprüfungen

Prüfung	Anprallgeschwindigkeit	Anprallwinkel	Gesamtmasse des Fahrzeugs	Fahrzeugart
	[km/h]	[Grad]	[kg]	
TB 11	100	20	900	Personenkraftwagen
TB 21	80	8	1.300	Personenkraftwagen
TB 22	80	15	1.300	Personenkraftwagen
TB 31	80	20	1.500	Personenkraftwagen
TB 32	110	20	1.500	Personenkraftwagen
TB 41	70	8	10.000	Lastkraftwagen
TB 42	70	15	10.000	Lastkraftwagen
TB 51	70	20	13.000	Bus
TB 61	80	20	16.000	Lastkraftwagen
TB 71	65	20	30.000	Lastkraftwagen
TB 81	65	20	38.000	Sattelzug

Wesentlich für die Absicherung von Kollisionsobjekten an der Straßenseite ist auch die Verformung der Rückhalteeinrichtung und dessen Wirkungsbereich (Abbildung 3). Das abzusichernde Kollisionsobjekt darf sich nicht im Wirkungsbereich der Rückhalteeinrichtung befinden.

Tabelle 3: Anprallheftigkeitsstufen

Anprallheftigkeitsstufe	Kennwerte		
A	$ASI \leq 1,0$	und	THIV ≤ 33 km/h
B	$1,0 \leq ASI \leq 1,4$		
C	$1,4 \leq ASI \leq 1,9$		

Abbildung 3: Dynamische Durchbiegung D_m und Wirkungsbereich W_m und Fahrzeugeindringung $V_{l,m}$

Abnahmekriterien für Anprallprüfungen

Schutzeinrichtungen einschließlich Brüstungen müssen die Anforderungen nach Anprallheftigkeit, Verformung des Rückhaltesystems, Verhalten der Schutzeinrichtung und Verformung des Prüffahrzeugs erfüllen. Die Verformung des Prüffahrzeugs ist allerdings kein Abnahmekriterium, muss aber in einem Prüfbericht enthalten sein. In Tabelle 4 sind die Prüfparameter, nach welchen die Abnahmekriterien nachgewiesen werden müssen entsprechend der Aufhaltestufe angegeben.

Tabelle 4: Prüfparameter für Schutzeinrichtungen (EN1317-2)

Aufhaltestufe	Parameter			
	Verhalten Schutzeinrichtung für Fahrzeuge oder Fahrzeugverhalten	Anprallheftigkeit ASI-THIV	Fahrzeugverformung -VCDI	Verformung Schutzeinrichtung für Fahrzeuge
T1	TB 21	TB 21	TB 21	TB 21
T2	TB 22	TB 22	TB 22	TB 22
T3	TB 41 + TB 21	TB 21	TB 21	TB 41 + TB 21
N1	TB 31	TB 31	TB 31	TB 31
N2	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11
H1	TB 42 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 42 + TB 11
H2	TB 51 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 51 + TB11
H3	TB 61 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 61 + TB 11
H4a	TB 71 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 71 + TB 11
H4b	TB 81 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 81 + TB 11
L1	TB 42 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 42 + TB 32 + TB 11
L2	TB 51 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 51 + TB 32 + TB 11
L3	TB 61 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 61 + TB 32 + TB 11
L4a	TB 71 + TB32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 71 + TB32 + TB 11
L4b	TB 81 + TB32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 81 + TB32 + TB 11

1. Verhalten der Schutzeinrichtung

Die Schutzeinrichtung muss das Fahrzeug ohne vollständigen Bruch der Hauptlängselemente des Systems aufhalten und zurückleiten. Teile mit einer Masse von mehr als zwei Kilogramm, welche sich vollständig gelöst haben, müssen identifiziert, lokalisiert und unter Angabe der Größe aufgezeichnet werden. Schutzeinrichtungsteile dürfen nicht in den Fahrzeuginnenraum eindringen. Verformungen von Schutzeinrichtungsteilen oder deren Eindringen in den Fahrzeuginnenraum, wodurch ernsthafte Verletzungen hervorgerufen werden können, sind nicht zulässig. Verankerungen im Boden und Befestigung müssen sich gemäß der Bemessung des Schutzeinrichtungssystems verhalten.

2. Verhalten des Prüffahrzeuges

Es darf während oder nach dem Anprall nicht mehr als ein Rad des Fahrzeugs vollständig die Schutzeinrichtung über- oder unterqueren. Ein Überschlagen oder auf die Seite kippen des Fahrzeugs ist ebenfalls nicht zulässig. Bei den Prüfungen mit Lkw oder Bussen dürfen sich bis

zum Verlassen des Fahrzeugs des Abprallbereichs nicht mehr als 5% des Ballasts lösen, auslaufen oder verschüttet werden.

3. Heftigkeitsindex

Das Kriterium der Anprallheftigkeit wird mittels der erwähnten Kennwerte ASI und THIV beurteilt.

4. Verformung des Prüffahrzeugs

Die Verformung des Innenraums wird nach dem in EN1317-1 definierten Index VCDI (Vehicle Cockpit Deformation Index) bei allen Prüfungen mit Personenkraftwagen bewertet.

5. Verformung der Schutzeinrichtung

Es werden die gemessenen und normalisierten Werte für die dynamische Durchbiegung und der Wirkungsbereich bestimmt und im Prüfbericht festgehalten. Bei Lkw und Bussen muss die Fahrzeugeindringung im Prüfbericht angegeben werden.

3.5 Amerikanische Richtlinie zur Bewertung von FRS²³

Ähnlich der EN 1317 - Rückhaltesysteme an Straßen wurden in den USA Testbedingungen definiert und in einer Richtlinie zusammengefasst. Das Hauptziel dieser Regelung war die Festlegung von Richtlinien zur Beurteilung von Rückhaltesystemen auf amerikanischen Highways, mit welchen Testergebnisse anhand von definierten Kriterien einfach zu bewerten sind.

Prinzipiell sind in „NCHRP-350“ (Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features) die unterschiedlichen Testanforderungen an Schutzeinrichtungen, Terminals, Anprallbarrieren, seitlichen Kollisionsobjekten etc. geregelt. Diese Regelung wurde durch MASH (Manual for Assessing Safety Hardware)²⁴ adaptiert und ersetzt.

3.5.1 Testmatrix zur Bewertung von Leiteinrichtungen

So wie in der EN 1317 nach Leistungsklassen unterteilt wird, geschieht dies in der NCHRP-350 nach unterschiedlichen „Test Levels“ (TL). In den Test Levels ist auch die Art und Anzahl der notwendigen Versuche zur Erlangung der Einstufung definiert. Die TL regeln sowohl die Testbedingungen für permanent aufgestellte als auch temporär vorhandene Leiteinrichtungen (z.B.: im Baustellenbereich).

Hinsichtlich der neuen Richtlinie MASH wurde die NCHRP-350-Richtlinie durch folgende Änderungen, im Wesentlichen die Anprallkonfiguration (Winkel, Geschwindigkeit, Fahrzeug), geändert:²⁵

²³ NCHRP Report 350: Recommended Procedure for the Safety Performance Evaluation of Highway Features

²⁴ https://bookstore.transportation.org/item_details.aspx?id=1540

²⁵ https://bookstore.transportation.org/item_details.aspx?id=1540

- Anprallwinkel des kleinen Fahrzeugs von **20° auf 25°** geändert
- Anprallgeschwindigkeit des kleinen Lkw von **80 km/h auf 90 km/h** geändert
- Fahrzeug **820C** wurde durch **1100C** ersetzt
- Fahrzeug **2000P** durch **2270P** ersetzt
- Gewicht Klein-Lkw von **8.000 kg auf 10.000 kg** erhöht

Tabelle 5: Testmatrix für Leiteinrichtungen

Test Level	Barrier Section	Test Designation	Impact Conditions ^e			Impact Point	Evaluation Criteria ^a (See Table 5.1)
			Vehicle	Nominal Speed (km/h)	Nominal Angle, θ (deg)		
1	Length of Need	1-10 S1-10 ^a 1-11	820C 700C 2000P	1100C 2270P	20 20 25	25 (b) (b)	A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,K,L,M
		Transition	1-20 ^d S1-20 ^a 1-21	820C 700C 2000P	50 50 50	20 20 25	(b) (b) (b)
2	Length of Need	2-10 S2-10 ^a 2-11	820C 700C 2000P	70 70 70	20 20 25	(b) (b) (b)	A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,K,L,M
		Transition	2-20 ^d S2-20 ^a 2-21	820C 700C 2000P	70 70 70	20 20 25	(b) (b) (b)
3 Basic Level	Length of Need	3-10 S3-10 ^a 3-11	820C 700C 2000P	100 100 100	20 20 25	(b) (b) (b)	A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,K,L,M
		Transition	3-20 ^d S3-20 ^a 3-21	820C 700C 2000P	100 100 100	20 20 25	(b) (b) (b)
4	Length of Need	4-10 S4-10 ^a 4-11 ^e 4-12	820C 700C 2000P 8000S	100 100 100 80	20 20 25 15	(b) (b) (b) (b)	A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,K,L,M A,D,G,K,M
		Transition	4-20 ^d S4-20 ^a 4-21 ^e 4-22	820C 700C 2000P 8000S	100 100 100 80	20 20 25 15	(b) (b) (b) (b)
5	Length of Need	5-10 S5-10 ^a 5-11 ^e 5-12	820C 700C 2000P 3600V	100 100 100 80	20 20 25 15	(b) (b) (b) (b)	A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,K,L,M A,D,G,K,M
		Transition	5-20 ^d S5-20 ^a 5-21 ^e 5-22	820C 700C 2000P 3600V	100 100 100 80	20 20 25 15	(b) (b) (b) (b)
6	Length of Need	6-10 S6-10 ^a 6-11 ^e 6-12	820C 700C 2000P 3600T	100 100 100 80	20 20 25 15	(b) (b) (b) (b)	A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,H,I,(J),K,M A,D,F,K,L,M A,D,G,K,M
		Transition	6-20 ^d S6-20 ^a 6-21 ^e 6-22	820C 700C 2000P 3600T	100 100 100 80	20 20 25 15	(b) (b) (b) (b)

3.5.2 Bewertung der Systeme und Evaluierungskriterien

1. Strukturelle Eignung des Systems

Dieser Faktor ist der erste Wert, welcher evaluiert wird. Das System muss das Fahrzeug umleiten, darf nicht durchbrochen oder überfahren werden. Seitliche Auslenkung des Systems ist jedoch in bestimmten Grenzen erlaubt.

Tabelle 6: Evaluierungskriterium strukturelle Systemeignung

Evaluation Factors	Evaluation Criteria	Applicable Tests*
Structural Adequacy	A. Test article should contain and redirect the vehicle; the vehicle should not penetrate, underride, or override the installation although controlled lateral deflection of the test article is acceptable.	10, 11, 12, 20, 21, 22, 35, 36, 37, 38
	B. The test article should readily activate in a predictable manner by breaking away, fracturing, or yielding.	60, 61, 70, 71, 80, 81
	C. Acceptable test article performance may be by redirection, controlled penetration, or controlled stopping of the vehicle.	30, 31, 32, 33, 34, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 53

2. Insassenrisiko

Die Insassensicherheit wird nach wegfliegenden Elementen, Fragmenten oder anderen Teilen, welche das Potential haben die Fahrgastzelle zu durchdringen oder andere VerkehrsteilnehmerInnen zu verletzen bewertet. Diese Teile dürfen auch nicht die Sicht des Fahrers beeinträchtigen, sodass dieser möglicherweise die Kontrolle über das Fahrzeug verliert. Das Fahrzeug muss sich während der Kollision und in der Auslaufphase aufrecht bewegen, geringfügige Wank-, Roll- und Nickbewegungen sind jedoch zulässig. Das Insassenrisiko wird noch über zwei Performance Faktoren, der lateralen und longitudinalen Insassengeschwindigkeit bei Kontakt mit Teilen des Innenraumes bewertet. Diese dürfen einen maximalen Wert nicht überschreiten.

Obwohl die Werte THIV und ASI aus der europäischen Norm der Testvorschrift hinzugefügt wurden, sind sie nicht notwendig, allerdings werden die Hersteller und Verreiber der Schutzeinrichtungen angehalten auch diese Berechnungswerte in Testberichten anzuführen.

Tabelle 7: Evaluierungskriterium Insassensicherheit

Evaluation Factors	Evaluation Criteria	Applicable Tests ^a												
Occupant Risk	D. Detached elements, fragments or other debris from the test article should not penetrate or show potential for penetrating the occupant compartment, or present an undue hazard to other traffic, pedestrians, or personnel in a work zone. Deformations of, or intrusions into, the occupant compartment that could cause serious injuries should not be permitted. See discussion in Section 5.3 and Appendix E.	All												
	E. Detached elements, fragments or other debris from the test article, or vehicular damage should not block the driver's vision or otherwise cause the driver to lose control of the vehicle.	70, 71												
	F. The vehicle should remain upright during and after collision although moderate roll, pitching and yawing are acceptable.	All except those listed in Criterion G.												
	G. It is preferable, although not essential, that the vehicle remain upright during and after collision.	12, 22, 30 ^b , 31 ^b , 32 ^b , 33 ^b , 34 ^b , 35 ^b , 36 ^b , 37 ^b , 38 ^b , 39 ^b , 40 ^b , 41 ^b , 42 ^b , 43 ^b , 44 ^b												
	H. Occupant impact velocities (see Appendix A, Section A5.3 for calculation procedure) should satisfy the following: <table border="1" data-bbox="459 1122 1023 1391"> <thead> <tr> <th colspan="3">Occupant Impact Velocity Limits (m/s)</th> </tr> <tr> <th>Component</th> <th>Preferred</th> <th>Maximum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Longitudinal and Lateral</td> <td>9</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Longitudinal</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Occupant Impact Velocity Limits (m/s)			Component	Preferred	Maximum	Longitudinal and Lateral	9	12	Longitudinal	3	5	10, 20, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 40, 41, 42, 43, 50, 51, 52, 53, 80, 81 60, 61, 70, 71
Occupant Impact Velocity Limits (m/s)														
Component	Preferred	Maximum												
Longitudinal and Lateral	9	12												
Longitudinal	3	5												
	I. Occupant ridedown accelerations (see Appendix A, Section A5.3 for calculation procedure) should satisfy the following: <table border="1" data-bbox="459 1503 1023 1720"> <thead> <tr> <th colspan="3">Occupant Ridedown Acceleration Limits (G's)</th> </tr> <tr> <th>Component</th> <th>Preferred</th> <th>Maximum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Longitudinal and Lateral</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Occupant Ridedown Acceleration Limits (G's)			Component	Preferred	Maximum	Longitudinal and Lateral	15	20	10, 20, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 40, 41, 42, 43, 50, 51, 52, 53, 60, 61, 70, 71, 80, 81			
Occupant Ridedown Acceleration Limits (G's)														
Component	Preferred	Maximum												
Longitudinal and Lateral	15	20												
	J. (Optional) Hybrid III dummy. Response should conform to evaluation criteria of Part 571.208, Title 49 of Code of Federal Regulation, Chapter V (10-1-88 Edition). See Section 5.3 for limitations of Hybrid III dummy.	10, 20, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 40, 41, 42, 43, 50, 51, 52, 53, 60, 61, 70, 71, 80, 81												

3. Nach-Kollisions-Fahrzeugverhalten

Das Nach-Kollisionsverhalten des Fahrzeuges dient zur Abschätzung von Sekundärkollisionen. Der Nachkollisionswinkel soll unter 60% des Einlaufwinkels sein, gemessen zum Zeitpunkt der Kollision.

Tabelle 8: Evaluierungskriterium Fahrzeugtrajektorie

Evaluation Factors	Evaluation Criteria	Applicable Tests ^a
Vehicle Trajectory	K. After collision it is preferable that the vehicle's trajectory not intrude into adjacent traffic lanes.	All
	L. The occupant impact velocity in the longitudinal direction should not exceed 12 m/sec and the occupant ridedown acceleration in the longitudinal direction (see Appendix A, Section A5.3 for calculation procedure) should not exceed 20 G's.	11, 21, 35, 37, 38, 39
	M. The exit angle from the test article preferably should be less than 60 percent of test impact angle, measured at time of vehicle loss of contact with test device.	10, 11, 12, 20, 21, 22, 35, 36, 37, 38, 39
	N. Vehicle trajectory behind the test article is acceptable.	30, 31, 32, 33, 34, 39, 42, 43, 44, 60, 61, 70, 71, 80, 81

3.6 Zusammenfassung und Gegenüberstellung der normativen Anforderungen

Prinzipiell sind die normativen Anforderungen der in Europa gültigen EN 1317 und jener von den USA MASH gut vergleichbar. Es sind allerdings bei den Anprallbedingungen hinsichtlich Fahrzeugmassen, Geschwindigkeiten und Winkel Unterschiede festzustellen. Die Aufhaltestufen der EN können den TL der MASH gegenübergestellt werden. Für beispielsweise Aufhaltestufe H1 würde ein Versuch mit dem TB 42 und TB 11 und bei MASH im TL3 wären die Tests 3-10 (S3-10 ist optional) und 3-11 notwendig.

4. STUDIEN ZU DURCHBRÜCHEN BEI LEITEINRICHTUNGEN

In Deutschland wurden im Rahmen eines Forschungsprojekts Unfälle mit Durchbrüchen der baulichen Mitteltrennungen auf Autobahnen untersucht.²⁶ Als Unfälle mit Durchbruch wurden dabei Unfälle verstanden, bei denen Fahrzeuge oder Teile des Fahrzeugs auf die Gegenfahrbahn gelangten, oder wenn Kollisionen mit Hindernissen im Mittelstreifen stattfanden (z.B. mit Schildermasten). Für den Zeitraum 2004 bis 2006 wurde eine Bestandsaufnahme der Unfälle mit Durchbruch der Schutzeinrichtung im Mittelstreifen auf deutschen Bundesautobahnen durchgeführt. Zusätzlich wurde dabei auch die Art der Mittelstreifensicherung (Betonleitwand, Stahl) erhoben sowie entwurfs- und betriebstechnische Parameter, um Wahrscheinlichkeiten des Auftretens von Durchbrüchen abschätzen zu können. Ansatzweise wurden in der Studie auch Anprallvorgänge bei unterschiedlichen Aufhaltestufen miteinander verglichen. Ein Vergleich der Fahrzeugrückhaltesysteme nach dem Material (Beton bzw. Stahl) wurde in der Untersuchung nicht durchgeführt.

In der Studie wurde festgestellt, dass Unfälle mit Durchbruch der baulichen Mitteltrennung ein relativ seltenes Ereignis darstellen: „[...] Somit handelt es sich bei etwa 0,5% aller jährlich rund 17.000 BAB-Unfälle mit Personenschaden und schwerem Sachschaden mit Schutzeinrichtungskontakt (jedoch beidseits der Richtungsfahrbahn) um Durchbruchunfälle.“ (Anm.: BAB = Bundesautobahnen). Im Mittel tritt laut der Untersuchung rd. alle 300 km ein Durchbruchunfall auf, Unfälle mit Kollision an Fahrzeugrückhaltesystemen jedoch rd. alle 1,5 km (seitlich und Mitte). Die Unfälle mit Durchbruch sind flächig verteilt, ein nachweisbarer Einfluss von Verkehrsstärke oder Schwerverkehrsanteil wurde nicht festgestellt. Die Durchbruchunfälle werden nur zu einem geringen Teil unmittelbar durch die Streckencharakteristik beeinflusst.

Der Großteil der Unfälle mit Durchbruch der Mitteltrennung waren Alleinunfälle. Bei mehr als 90% aller Durchbruchunfälle ging dem Durchbruch ein Schleudervorgang voraus. Fast 80% der Durchbruchunfälle waren mit Beteiligung von schweren Fahrzeugen (Sattelzug, Lkw, Bus). Viele der Fahrzeuge, welche die Mitteltrennung durchbrochen haben, sind in einem Winkel von teilweise deutlich über 20° gegen das Fahrzeugrückhaltesystem geprallt.

Im Rahmen der Studie wurden auch schwere Anprallvorgänge an Fahrzeugrückhaltesysteme untersucht, bei denen kein Durchbruch stattfand. Insgesamt wurden 1.086 Anprallvorgänge an Aufhaltestufen H1 bis H3 untersucht und 319 an H4b (gesamt 1.405). Bei 47 Unfällen (23 Durchbrüche und 24 Anprallvorgänge) wurde eine Detailrekonstruktion durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass die Insassen schwerer Fahrzeuge bei einem Anprall an Schutzeinrichtungen mit der Aufhaltestufe H4b tendenziell gleichbleibend oder weniger belastet würden. Bei Insassen von Pkw oder Transportern steigt hier allerdings das Verletzungsrisiko gegenüber niedrigeren Aufhaltestufen. Bei den Unfallfolgekosten zeigte sich, dass Durchbruchunfälle im Mittel knapp sechsmal höhere Unfallfolgekosten verursachen wie ein Anprallunfall.

²⁶ Flunkert, E.-M., Gerlach, J., Unfälle mit Durchbruch der Schutzeinrichtungen in Mittelstreifen auf Bundesautobahnen, Zeitschrift für Verkehrssicherheit 56.Jg., Heft 2/2010, S. 85-90.

5. RÜCKHALTESYSTEME AUF DEM ASFINAG-NETZ

Dieses Kapitel behandelt die entsprechenden Richtlinien für das Aufstellen von Rückhaltesystemen auf dem ASFiNAG Netz, sowie Informationen zum Tausch älterer Systeme zur Hebung der Verkehrssicherheit. Es wird auch erklärt wie die Datenerhebung von Fahrzeugrückhaltesystemen und den jeweiligen Aufhaltestufen erfolgte.

5.1 Richtlinien für die Aufstellung von Rückhaltesystemen auf dem Asfinag-Netz

Grundlage für die Aufstellung von Rückhaltesystemen auf dem Asfinag-Netz, und hierbei vor allem auch die Wahl der Rückhalteklasse, ist die RVS 05.02.31: Verkehrsführung; Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme – Anforderungen und Aufstellung. Die Ausgabe der Richtlinie erfolgte am 1. November 2007.

Eine erste Abänderung erfolgte am 9. Juni 2009 (Änderung in Pkt. 1: Anwendungsbereich sowie Änderung in Pkt. 4.1.8: Aufstellung und Anordnung von FRS in Straßenlängsrichtung – Straßen und Plätze). Eine zweite Abänderung erfolgte am 11. Oktober 2011 in Pkt. 1 Anwendungsbereich, hierbei wurden die Seilsysteme behandelt (sh. hierzu Pkt. 3.2.3).

Für Brückenbereiche gilt die RVS 15.04.71: Brücken; Brückenausrüstung, Vertikale Leiteinrichtungen, Fahrzeugrückhaltesysteme.

Tabelle 9: Übersicht über die FSV-Richtlinien betreffend Rückhaltesysteme in Österreich (Richtlinien in eckigen Klammern sind nicht mehr in Kraft)

Nr.	Titel	Ausgabe
[RVS 5.231]	Vertikale Leiteinrichtungen; Sicherheitsleitschienen; Ausbildung und Anforderungen	Juni 1978
[RVS 5.232]	Vertikale Leiteinrichtungen; Sicherheitsleitschienen, Aufstellung und Anordnung	15.11.1993
[RVS 5.233]	Vertikale Leiteinrichtungen; Leitschienen und Leitwände; Betonleitwände – Ausführung und Aufstellung	03.11.1998
	RVS 5.233, 1. Abänderung: Ergänzung bei Mittelstreifenabsicherung, Abbildung Betonleitwand in schmalen Mittelstreifen bei höhenmäßig versetzten inneren Fahrbahnrändern	12.12.2000
	RVS 5.233, 2. Abänderung: Zurückziehung der 1. Abänderung	28.05.2004
RVS 05.02.31	Verkehrsführung; Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme – Anforderungen und Aufstellung	01.11.2007
	RVS 05.02.31, 1. Abänderung: Pkt. 1: Anwendungsbereich sowie Änderung in Pkt. 4.1.8: Aufstellung und Anordnung von FRS in Straßenlängsrichtung – Straßen und Plätze	09.06.2009
	RVS 05.02.31, 2. Abänderung: Pkt. 1: Anwendungsbereich, Einsatz von Seilsystemen	11.10.2011
[RVS 15.47]	Brücken; Brückenausrüstung, Vertikale Leiteinrichtungen, Fahrzeugrückhaltesysteme aus Beton und Metall	01.10.2005
RVS 15.04.71	Brücken; Brückenausrüstung, Vertikale Leiteinrichtungen, Fahrzeugrückhaltesysteme	01.10.2009
	RVS 15.04.71, 1. Abänderung: Korrektur der Tabellen 1 und 2 im Punkt 3.1 Aufhaltestufe	01.11.2009

Die RVS 5.231 vom Juni 1978 wurde im Mai 2003 außer Kraft gesetzt.

In der RVS 05.02.31 sind die Kriterien für die Wahl der Aufhaltestufe angegeben. Kriterien dabei sind die zulässige Höchstgeschwindigkeit für Pkw [km/h] und der Schwerverkehr, der auf der gegebenen Strecke auftritt (JDTLV – jährlich durchschnittliche tägliche Lkw-Verkehrsstärke [Lkw + Bus]).

Tabelle 10: Mindestanforderung für die Wahl der Aufhaltestufe gem. RVS 05.02.31

JDTLV	zul. Höchstgeschwindigkeit für Pkw [km/h]	Randabsicherung		Mittelabsicherung	
		Gefährdung		Mittelstreifenbreite	
		normal	hoch	> 3,50 m	≤ 3,50 m
≤ 1.000	≤ 100	N1	H1	H1	H2
≤ 1.000	> 100	N2	H1	H1	H2
1.000 < JDTLV ≤ 5.000	≤ 100				
1.000 < JDTLV ≤ 5.000	> 100	H1	H2	H2	H3
> 5.000	≤ 100	H2	H3 / H4b*	H3	H3 / H4b*
> 5.000	> 100				

*) bei besonders hohen Rückhalte- und Sicherheitsanforderungen

In den Vorgängerversionen der RVS 05.02.31 war das System der Aufhaltestufen noch nicht enthalten.

Seit der Ausgabe der RVS 05.02.31 im Jahr 2007 wurden auf dem Asfinag-Netz neue Fahrzeugrückhaltesysteme jedenfalls nach dieser Richtlinie gewählt und aufgestellt.

5.2 Tausch der Rückhaltesysteme aus Aluminium auf dem Asfinag-Netz

Als Stand der Technik werden derzeit Rückhaltesysteme aus Stahl und/oder Beton eingesetzt. Früher eingesetzte Systeme aus Aluminium verursachten Probleme durch die Brüchigkeit des Materials und wurden daher ersetzt. Auf dem Asfinag-Netz wurden die Rückhaltesysteme aus Aluminium im Zeitraum von 2003 bis 2005 durch Leitschienen aus Stahl oder durch Betonleitwände ersetzt.

Gemäß Angaben der Asfinag²⁷ wurden dabei 1.622 km Leitschienen ausgetauscht, 778 km entfielen dabei auf Rückhaltesysteme am Fahrbahnrand der Hauptfahrbahnen, 706 km auf Mitteltrennungen, der Rest auf Rampenbereiche (130 km) und Mittelstreifenüberfahrten.

Gemäß den Zusatzregelungen zu den Einsatzfreigaben des BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie²⁸) dürfen Fahrzeugrückhaltesysteme bei teilweiser Demontage im ursprünglichen Zustand wieder hergestellt werden. Diese Regelung gilt nicht für Rückhaltesysteme aus Aluminium. Aufgrund der genannten Regelung sind teilweise auch noch ältere, nicht zugelassene Rückhaltesysteme auf dem Asfinag-Netz zu finden.

5.3 Leitschienen auf dem Asfinag-Netz

Von Seiten der Asfinag wurde in den letzten Jahren eine Bestandsaufnahme der Rückhaltesysteme durchgeführt. Erhoben wurde dabei, wo Rückhaltesysteme vorhanden sind und welche Länge diese aufweisen. Dadurch können Aussagen über die Gesamtlänge der Fahrzeugrückhaltesysteme, Länge und Anzahl von kurzen Lücken sowie die Anzahl von Anfangselementen getroffen werden. Genauere Angaben, wie z.B. Material des Systems, Systemangaben, Aufhaltestufe o.dgl. lagen für die Rückhaltesysteme auf dem Asfinag-Netz zu Beginn des Projekts nicht vor.

Im Zuge der statistischen Auswertung der Abkommensunfälle mit Anprall auf Leiteinrichtungen stellt die Aufhaltestufe am Ort der Kollision einen wichtigen Parameter dar. Da vorerst keine generellen Daten über die Aufhaltestufen vorlagen, wurde versucht, im Rahmen von Befahrungen der Strecken die Systeme an den Unfallorten zu bestimmen, um auf diesem Weg eine Datengrundlage für die Auswertung zu erhalten (sh. Punkt 6).

Die Rückhalteklasse von Betonleitwänden kann in der Regel von außen nicht bestimmt werden. Es wurden daher nur jene Unfälle in die Auswertung einbezogen, bei denen eine Kollision mit Stahlleitschienen erfolgte, da hier die Aufhaltestufe erhoben wurde.

²⁷ Mail von Karl Gragger, am 15.10.2012

²⁸ <http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/technik/verkehrstechnik/rueckhalt.html>

In der Einsatzfreigabe-Liste des BMVIT, Stand Oktober 2012, sind Stahlrückhaltesysteme von folgenden Herstellern enthalten:

- Voestalpine Straßensicherheit GmbH
- LEIT-SCHUTZ Handels- und Montage GmbH
- Fracasso SpA
- Industria Meccanica Varricchio SpA (Kurzbezeichnung IMEVA)
- Marcegaglia SpA

Im Jänner 2013 wurden von der Asfinag Daten bezüglich der auf dem Asfinag-Netz vorhandenen Rückhaltesysteme übermittelt. Gemäß Angaben der Asfinag wurden die Daten im Zeitraum 2006 bis 2009 erhoben, wobei die Daten Asfinag-intern nicht auf Vollständigkeit oder auf Qualität geprüft wurden.

Folgende Daten lagen vor:

- Objekt (Leitschiene oder Leitwand)
- Angabe der Örtlichkeit – Strecke, von km bis km inkl. Länge der Objekte
- Aufhaltstufe (nur bei den Leitschienen)
- Angabe der Ausführung der Leitschienen (einfach/doppelt)
- Streckenart (Hauptfahrbahn, Rampe, Nebenanlagen, untergeordnetes Netz)
- Lage der Absicherung (Hauptfahrbahn und neben der Fahrbahn/Randabsicherung, zwischen den Hauptfahrbahnen/Mittelabsicherung, zwischen Rampenfahrbahnen/Mittelabsicherung)
- Fahrtrichtung

In den Unfallauswertungen wurden Alleinunfälle mit Abkommen nach rechts auf den Hauptfahrbahnen betrachtet. Interessant sind diesbezüglich demnach die Randabsicherungen auf der Hauptfahrbahn. Insgesamt sind nach den vorliegenden Asfinag-Daten rd. 2.500 km FRS am Rand vorhanden. Die effektive Länge, die seitlich abgesichert ist, wird kürzer sein, da sich Systeme überlappen oder auch hintereinander angeordnet sein können. Bei einer Gesamtnetzlänge von 2.178 km ergeben sich in beiden Fahrtrichtungen 4.356 km Fahrbahnrand. Daraus ergibt sich, dass der Anteil der Streckenabschnitte, die seitlich ein Fahrzeugrückhaltesystem aufweisen, wohl etwas über 50% liegt - bei Ansatz der o.g. 2.500 km würde sich ein Anteil von 57% mit FRS abgesicherter Randbereiche ergeben.

6. STATISTISCHE AUSWERTUNG VON ABKOMMENSUNFÄLLEN

Im Rahmen der Studie wurde das Unfallgeschehen auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007 bis 2011 als Grundlage herangezogen.

6.1 Überblick über die Auswertungen der Unfälle mit Personenschaden mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007 bis 2011

Verkehrsunfälle in Österreich mit Personenschaden werden von der Exekutive gesammelt und in das so genannte ÖSTAT²⁹ (Österreichisches Statistisches Zentralamt) Zählblatt eingetragen. Die dadurch gesammelten Daten wurden über die Statistik Austria aufbereitet und standen in weiterer Folge für unterschiedliche Analysen zur Verfügung. Als Untersuchungszeitraum für die gegenständliche Studie wurden die Unfalljahre 2007 bis 2011 gewählt.

UPS (Unfälle mit Personenschaden) werden lt. RVS 02.02.21 nach Unfallart in insgesamt 105 Unfalltypen zusammengefasst und nach unterschiedlichen Unfalltypenobergruppen (OG) eingeteilt.³⁰

Neben der Zuordnung der einzelnen UPS zu den Unfalltypenobergruppen werden über das Unfallzählblatt noch weitere relevante Unfalldaten aufgenommen. Dies sind unter anderem der Verletzungsgrad der am Unfall beteiligten Personen sowie Straßenzustand, Witterungs- und Lichtverhältnisse zum Zeitpunkt des Unfalls. Des Weiteren können Art und Anzahl der beteiligten Fahrzeuge beziehungsweise Personen ausgewertet werden.

Im Unfallzählblatt können auch Unfallumstände angegeben werden. Der Unfallumstand 15 bedeutet „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“. In den Erläuterungen zum Unfallzählblatt wird der Unfallumstand detailliert: *„Als Leiteinrichtung sind nur Leitbaken, Leitplanken und Leitmale zu verstehen, die sich auf oder neben der Fahrbahn befinden. (Leitpflocke, Schneestangen, Wegweiser und dgl. fallen nicht darunter).“*³¹

In einem ersten Schritt wurden alle UPS auf dem Asfinag-Netz mit dem Unfallumstand 15 erhoben. Um eine möglichst homogene Grundgesamtheit für die Unfalluntersuchung zu erhalten, wurden in den Auswertungen die Unfälle der Obergruppe 0 – Alleinunfälle mit Abkommen nach rechts berücksichtigt. Abkommensunfälle nach links werden aufgrund der oftmaligen Mitteltrennung mittels Betonleitwänden auf Asfinag-Strecken häufig mit einer Kollision mit einer Leitwand enden. Bei Betonleitwänden ist allerdings die Rückhalteklasse dem Augenschein nach nicht festzustellen, eine diesbezügliche Auswertung wäre daher mangels Daten nicht möglich gewesen.

²⁹ ÖSTAT: statistisches Zählblatt für Verkehrsunfälle

³⁰ Vgl. Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (FSV) 2004, S. 23ff

³¹ Statistik Austria, Erläuterungen und Definitionen zum Zählblatt über einen Straßenverkehrsunfall, Beilage zum Erlass Zl. 53.640/21-II/19/91, Ausgabe 2007

Es ist anzumerken, dass die Unfälle mit dem aufgenommenen Unfallumstand 15 nicht alle Unfälle mit Personenschaden und nachfolgender Kollision mit Leiteinrichtungen umfassen. Wie unter 5.3 angemerkt, sind bei über 50% des Asfinag-Netzes seitlich Randabsicherungen vorhanden. Im Zeitraum 2007 bis 2011 wurden auf dem Asfinag-Netz 2.342 Alleinunfälle nach rechts (Unfälle mit Personenschaden) registriert. Bei 805 dieser Unfälle, also nur bei rd. 34%, war der Unfallumstand 15 „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“ angegeben.

In den Simulationen des vorliegenden Projekts wurden Unfälle mit Anprall an Fahrzeugrückhaltesysteme betrachtet. Bei rd. 30% dieser Unfälle auf Autobahnen und Schnellstraßen war im Unfallzählblatt der Unfallumstand 15 nicht angegeben. Der Anteil der Unfälle, bei denen eine Kollision mit einem Fahrzeugrückhaltesystem stattfand, der Unfallumstand 15 allerdings nicht im Unfallzählblatt angegeben war, dürfte demnach in einer Größenordnung von zumindest 20% liegen. Nachdem zu Beginn des Projekts keine Asfinag-netzweiten Daten über vorhandene Leitschienen und deren Aufhaltestufen vorlagen, wurden die Abkommensunfälle nach rechts und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene in den Bundesländern Niederösterreich, Burgenland und der Steiermark erhoben und im Zuge von Streckenbefahrungen den einzelnen Unfällen eine Aufhaltestufe zugeordnet.

In der folgenden Graphik sind die wichtigsten Eckdaten bezüglich der Unfalluntersuchung angeführt.

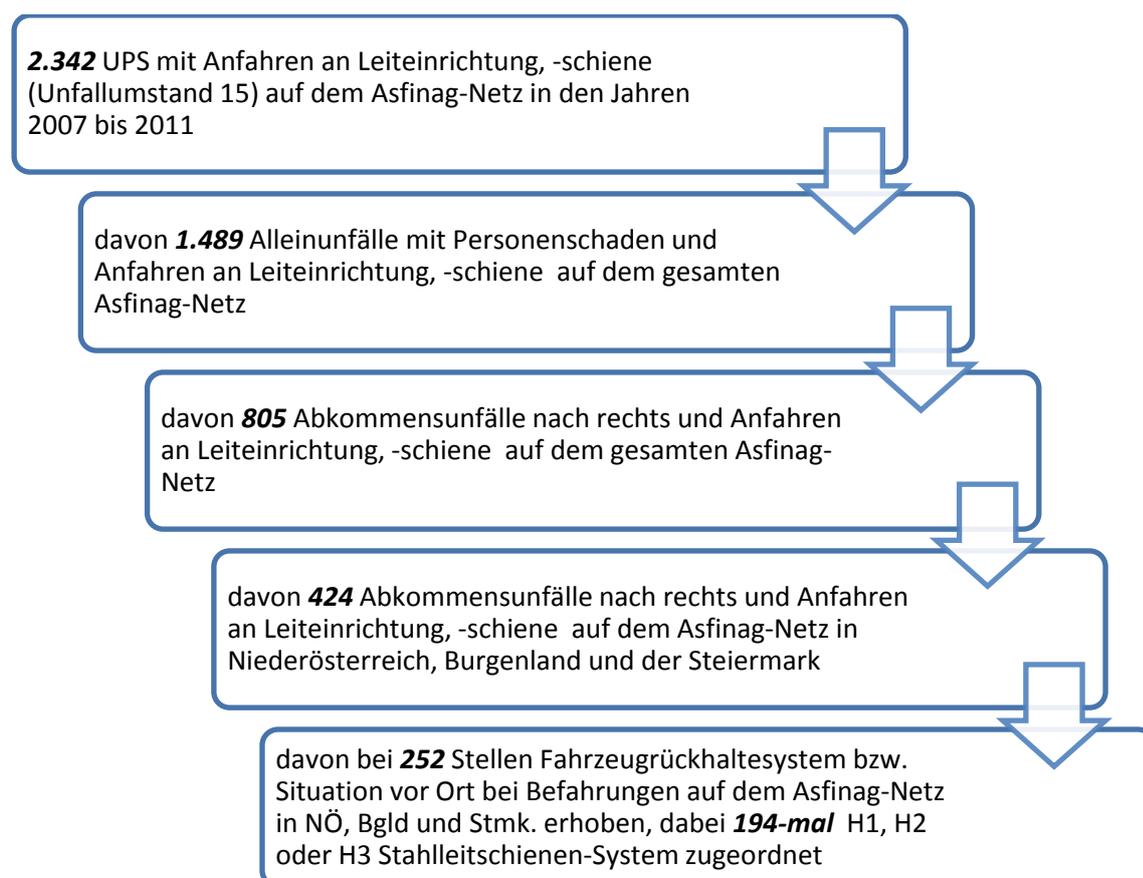


Abbildung 4: Eckdaten der Unfälle mit Personenschaden mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz 2007-2011 sowie vom KfV erhobener Fahrzeugrückhaltesysteme vor Ort (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, ereigneten sich in den Jahren 2007 bis 2011 2.132 UPS mit Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene auf Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich, das waren rd. 23% der Gesamtzahl aller UPS auf dem Asfinag-Netz in diesem Zeitraum.

Tabelle 11: Unfälle, Getötete und Verletzte auf dem Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011, Gesamt und Unfälle mit Unfallumstand 15 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

2007-2011	Unfälle mit Personenschaden	Getötete	svl	neg	lvl	Verletzte
Gesamtnetz (ohne Rampen)	9.355	356	1.804	2.333	10.484	14.637
Abkommensunfälle nach rechts mit Unfallumstand 15	805	57	221	218	733	1.172
Anteil	8,6%	16,0%	12,3%	9,3%	7,0%	8,0%

Wie aus Tabelle 11 ersichtlich, sind die Anteile der Abkommensunfälle nach rechts mit Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene bei den Unfällen mit schweren Unfallfolgen überdurchschnittlich höher als bei den gesamten Unfällen im Asfinag-Netz.

Im Schnitt wurden am Asfinag-Netz im Betrachtungszeitraum jedes Jahr elf Personen bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene getötet.

Betrachtet man die Unfälle mit dem Unfallumstand 15 nach dem Unfalltyp (Tabelle 12), so lässt sich erkennen, dass rd. 70% dieser Unfälle Alleinunfälle waren. 28% der Unfälle mit Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene waren Unfälle im Richtungsverkehr. Eine Kollision im Richtungsverkehr und anschließendes Abkommen geht meist auch mit einem schleudernden Ereignis einher, d.h. das Fahrzeug kommt schleudernd von der Fahrbahn ab.

Tabelle 12: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Unfalltyp	2007	2008	2009	2010	2011	Gesamt	In %
Alleinunfälle (OG 0)	354	281	333	263	258	1.489	69,84
Unfälle im Richtungsverkehr (OG 1)	142	114	126	116	106	604	28,33
Unfälle im Begegnungsverkehr (OG 2)	8	4	2	8	5	27	1,27
Unfälle mit haltenden und parkenden Fahrzeugen (OG7)	1	1	0	2	0	4	0,19
Fußgängerunfälle (OG8)	0	0	0	0	2	2	0,09
Sonstige Unfälle (OG9)	3	1	2	0	0	6	0,28
Gesamt	508	401	463	389	371	2.132	100,00
In %	23,83	18,81	21,72	18,25	17,40	100,00	

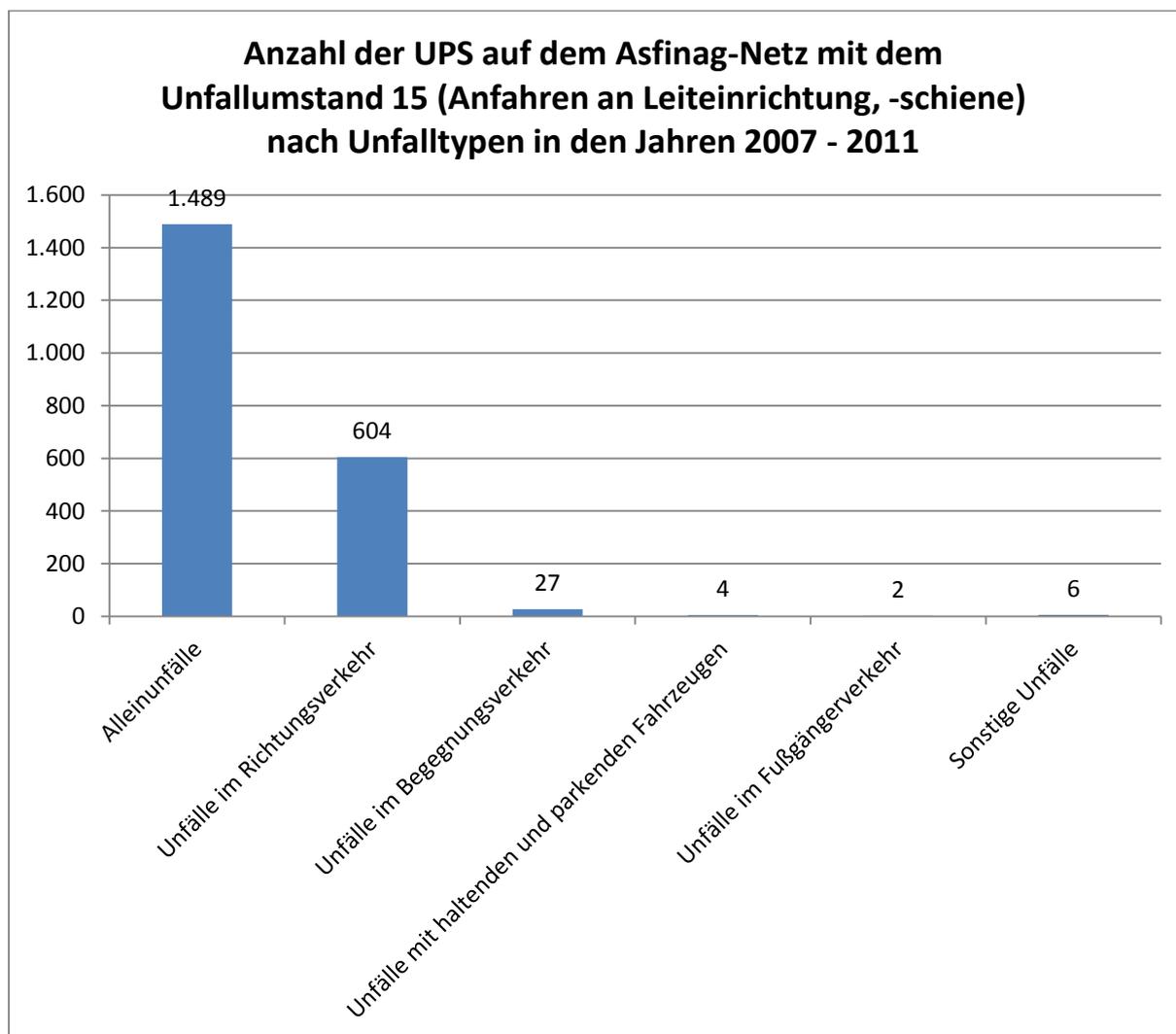


Abbildung 5: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Vergleicht man die Unfälle mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene nach Bundesländern, so sieht man, dass die meisten dieser Unfälle in Niederösterreich (31,4%), in der Steiermark (20,4%) und in Oberösterreich (15,8%) registriert wurden. Dies sind auch die Bundesländer mit dem höchsten Streckenanteil im Asfinag-Netz. Die niedrigsten Anteile am Unfallgeschehen mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene entfielen auf Vorarlberg (1,9%), das Burgenland (3,0%) und Wien (4,7%).

Tabelle 13: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypen und Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Unfalltyp	Bgld	Ktn	NÖ	OÖ	Sbg	Stmk	Tirol	Vbg	Wien	Gesamt	In %
Alleinunfälle (OG 0)	47	128	443	224	116	331	135	33	32	1.489	69,84
Unfälle im Richtungsverkehr (OG 1)	16	22	222	103	27	93	46	7	68	604	28,33
Unfälle im Begegnungsverkehr (OG 2)	1	3	2	8	1	5	7	0	0	27	1,27
Unfälle mit haltenden und parkenden Fahrzeugen (OG7)	0	1	2	0	0	1	0	0	0	4	0,19
Fußgängerunfälle (OG8)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,09
Sonstige Unfälle (OG9)	0	0	0	0	2	4	0	0	0	6	0,28
Gesamt	64	154	669	337	146	434	188	40	100	2.132	100,00
In %	3,00	7,22	31,38	15,81	6,85	20,36	8,82	1,88	4,69	100,00	

6.2 Generelle Untersuchung der Alleinunfälle auf dem Asfinag-Netz mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene in den Jahren 2007 bis 2011

6.2.1 Alleinunfälle nach Unfalltypenuntergruppen

Von den 1.489 Alleinunfällen mit Personenschaden und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene waren im Untersuchungszeitraum 805 Unfälle Abkommensunfälle rechts (54,1%) und 572 Abkommensunfälle links (38,4%).

Tabelle 14: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Alleinunfälle	2007	2008	2009	2010	2011	Gesamt	In %
Abkommen rechts (Typ 01x)	191	162	189	135	128	805	54,06
Abkommen links (Typ 02x)	142	105	126	109	90	572	38,42
Abkommen Kreuzung (Typ 03x)	9	6	5	5	1	26	1,75
Sturz vom Fahrzeug (Typ 05x)	0	0	1	2	2	5	0,34
Auffahren auf Hindernisse (061)	1	3	5	11	37	57	3,83
Sonstige Alleinunfälle (091)	11	5	7	1	0	24	1,61
Gesamt	354	281	333	263	258	1.489	100,00
In %	23,77	18,87	22,36	17,66	17,33	100,00	

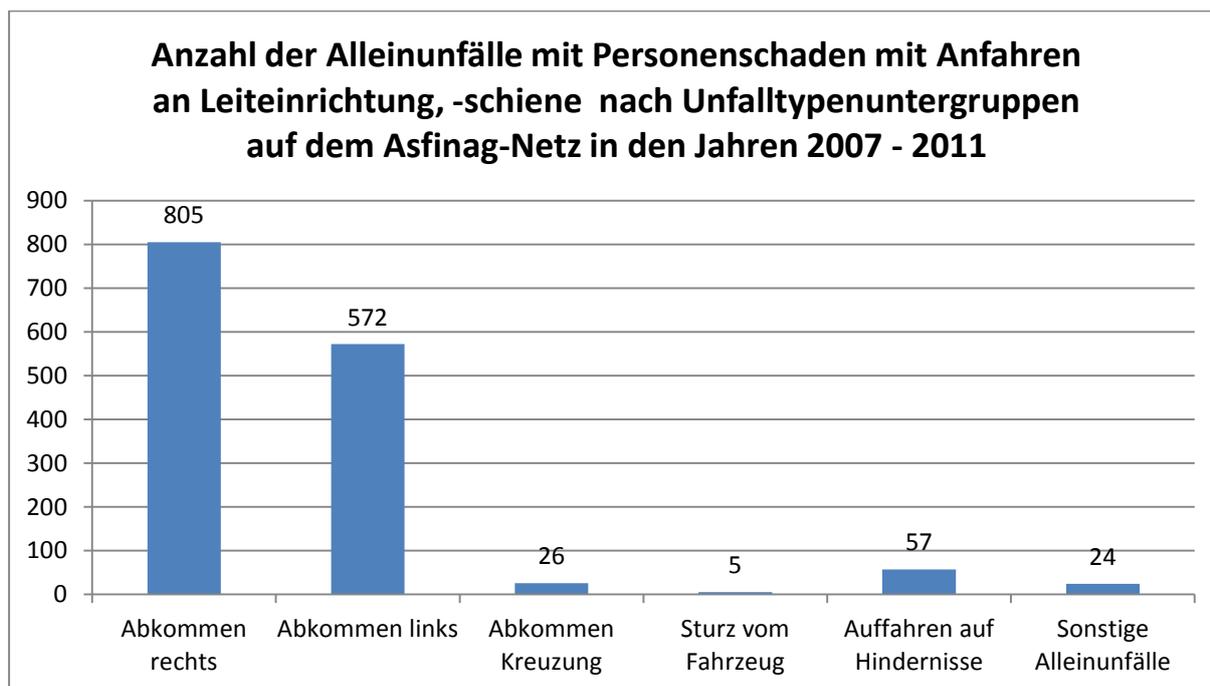


Abbildung 6: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

6.2.2 Alleinunfälle nach Jahren gegliedert

Von den Alleinunfällen mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Untersuchungszeitraum ereigneten sich die meisten Unfälle in den Jahren 2007 (354 UPS) und 2009 (333 UPS) und die wenigsten in den Jahren 2010 (263 UPS) und 2011 (258 UPS).

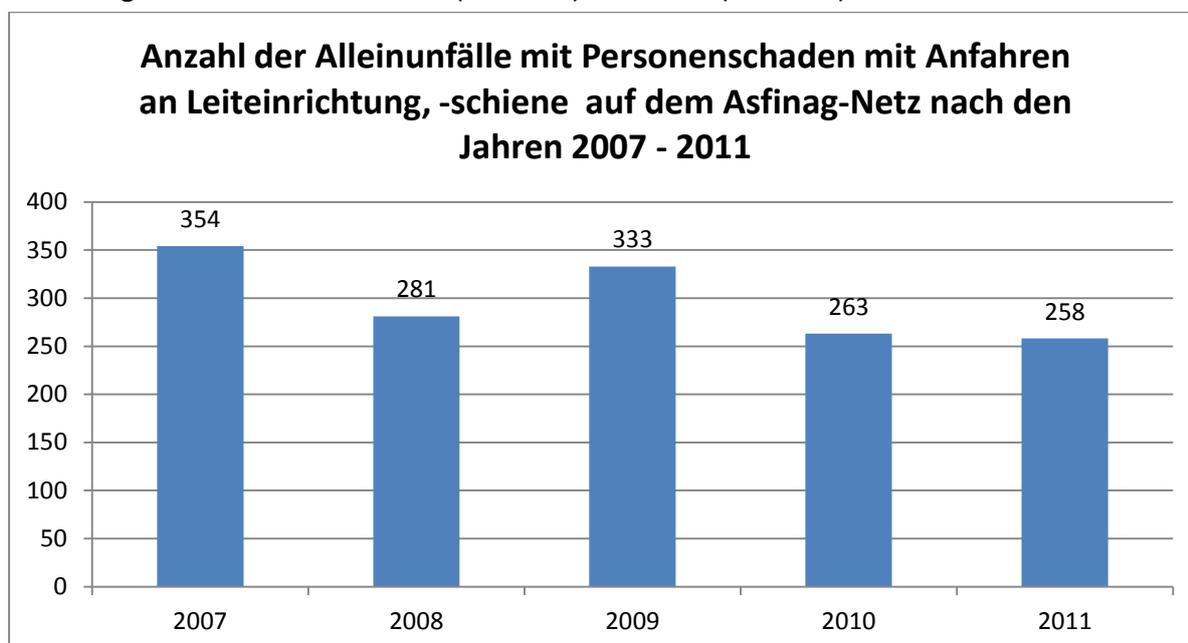


Abbildung 7: Unfälle mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Jahren in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

6.2.3 Alleinunfälle nach Bundesländern gegliedert

Der größte Anteil der Alleinunfälle mit Personenschaden mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene entfiel auf die Bundesländer Niederösterreich mit 443 UPS (29,8%) und Steiermark mit 331 UPS (22,2%). Der geringste Anteil entfiel auf die Bundesländer Wien mit 32 UPS (2,15%) und Vorarlberg mit 33 UPS (2,22%).

Tabelle 15: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen und Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Unfalltypengruppen Alleinunfälle	Bgld	Ktn	NÖ	OÖ	Sbg	Stmk	Tirol	Vbg	Wien	Gesamt	In %
Abkommen rechts (Typ 01x)	23	78	232	134	64	169	67	17	21	805	54,06
Abkommen links (Typ 02x)	20	45	175	76	45	142	50	11	8	572	38,42
Abkommen Kreuzung (Typ 03x)	0	1	11	6	1	1	4	0	2	26	1,75
Sturz vom Fahrzeug (Typ 05x)	2	0	0	0	1	1	1	0	0	5	0,34
Auffahren auf Hindernisse (061)	2	3	18	5	3	9	11	5	1	57	3,83
Sonstige Alleinunfälle (091)	0	1	7	3	2	9	2	0	0	24	1,61
Gesamt	47	128	443	224	116	331	135	33	32	1.489	100,00
In %	3,16	8,60	29,75	15,04	7,79	22,23	9,07	2,22	2,15	100,00	

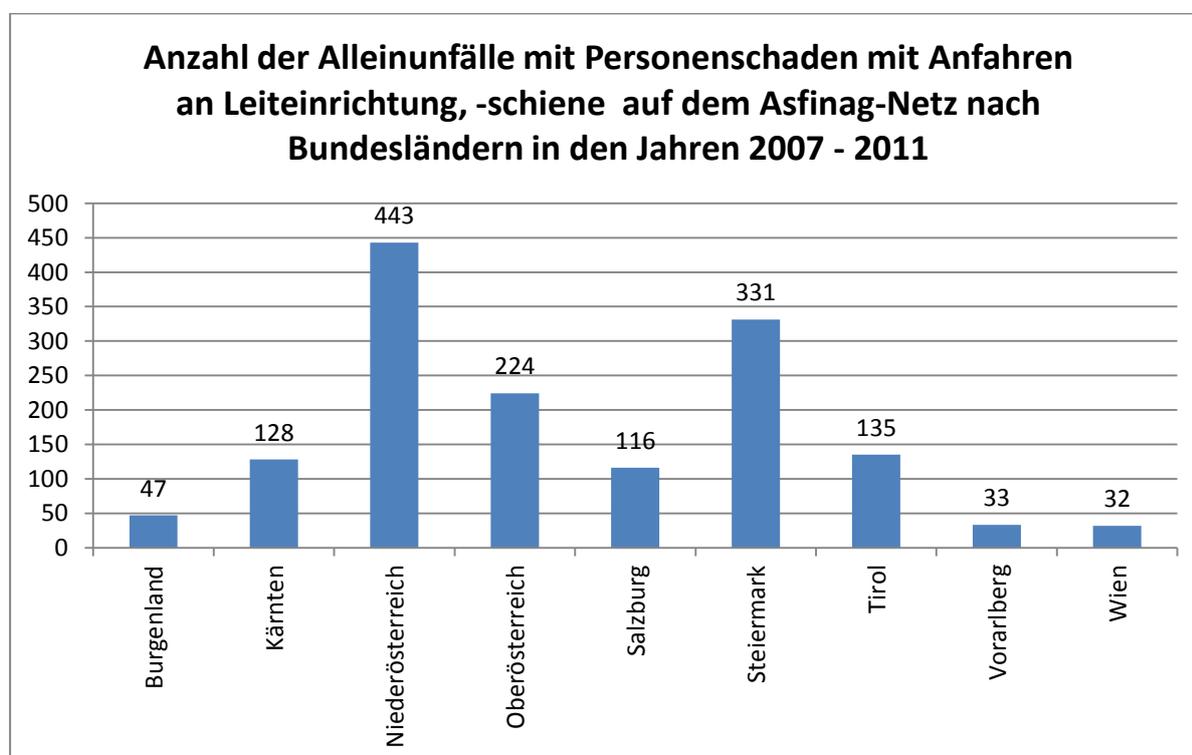


Abbildung 8: Unfalltypen bei Unfällen mit Personenschaden auf dem Asfinag-Netz mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) nach Unfalltypenuntergruppen und Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

6.3 Generelle Untersuchung der Abkommensunfälle nach rechts auf dem Asfinag-Netz mit Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene

Mehr als 90% der Abkommensunfälle rechts und Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene wurden von den Exekutivbeamten vor Ort im Untersuchungszeitraum geraden Strecken zugeordnet. In einer Studie von Piana³² wurde durch Untersuchungen von Realunfällen die tatsächliche Abkommensstelle mit der Infrastrukturbeschaffenheit abgeglichen und festgestellt, dass sich fast die Hälfte der Abkommensunfälle tatsächlich in einem Kurvenbereich ereigneten, diese in der nationalen Statistik allerdings als gerader Straßenabschnitt gekennzeichnet sind.

Tabelle 16: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahen an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Untergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Abkommen nach rechts	2007	2008	2009	2010	2011	Gesamt	In %
Abkommen rechts - auf der Geraden (011)	173	145	170	126	116	730	90,68
Abkommen rechts - in der Rechtskurve (012)	4	4	4	3	6	21	2,61
Abkommen rechts - in der Linkskurve (013)	14	13	15	6	6	54	6,71
Gesamt	191	162	189	135	128	805	100,00
In %	23,73	20,12	23,48	16,77	15,90	100,00	

³² Piana A.: Maßnahmenkatalog zur Unfallreduktion und Minimierung der Verletzungsschwere am bestehenden Straßennetz und Vorschläge zur Risikominimierung für neue Abschnitte, Diplomarbeit 2010, TU Graz

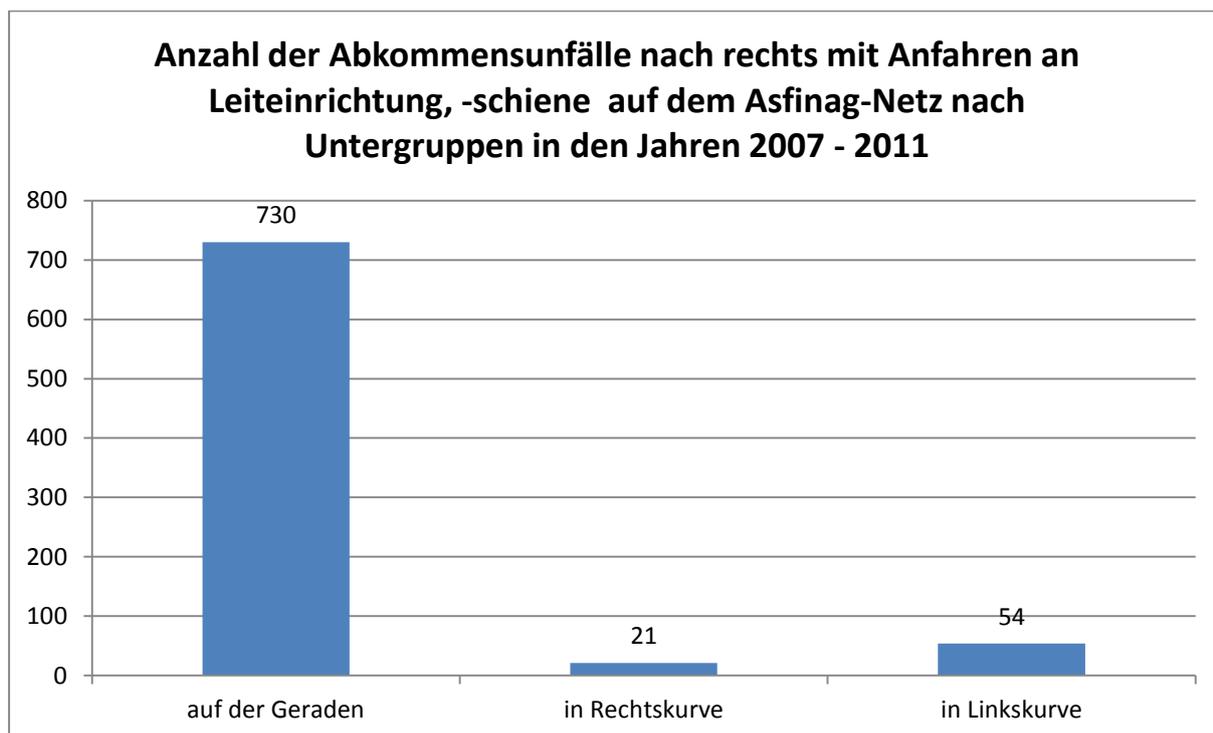


Abbildung 9: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Untergruppen in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

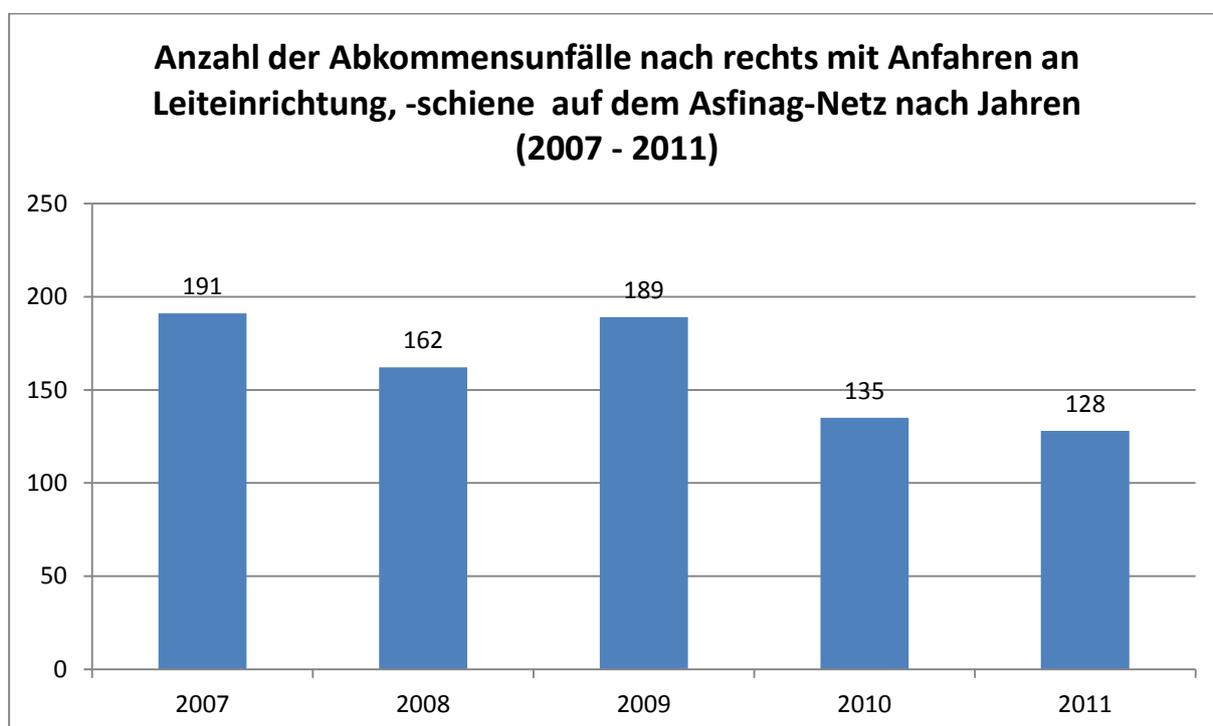


Abbildung 10: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Die Verteilung aller Abkommensunfälle nach rechts auf dem Asfinag-Netz verhält sich in diesem Zeitraum ähnlich der o.a. Entwicklung.

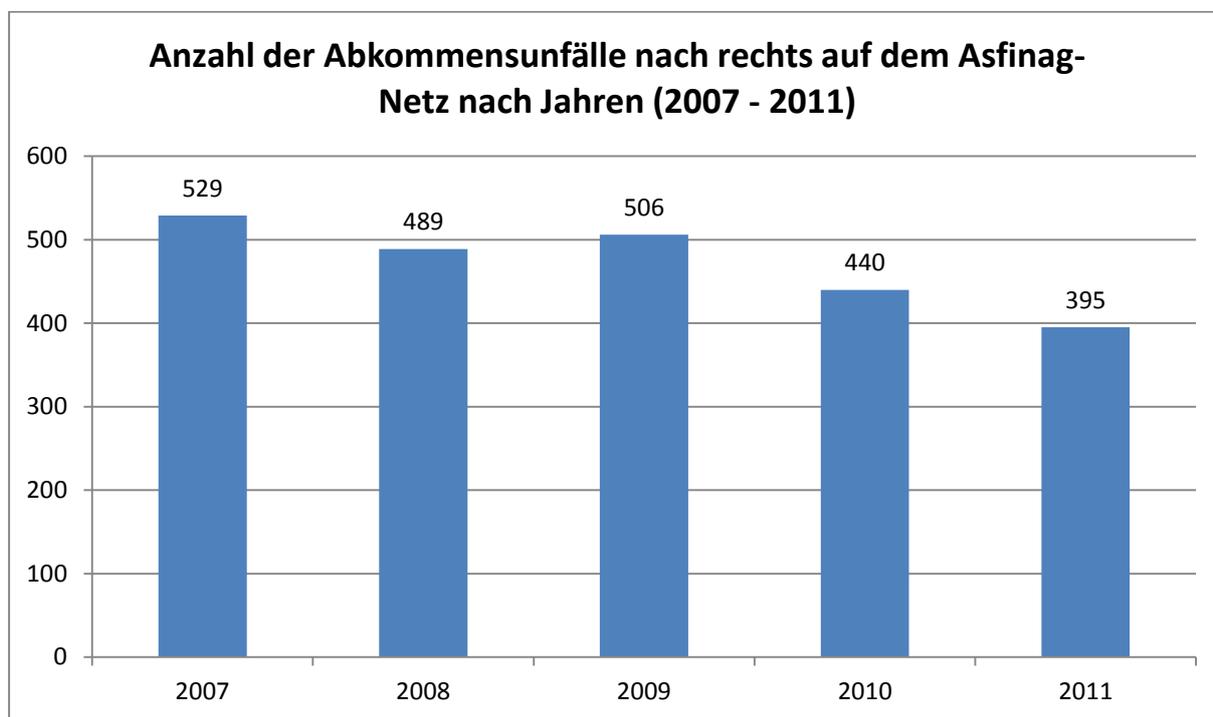


Abbildung 11: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts gesamt auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

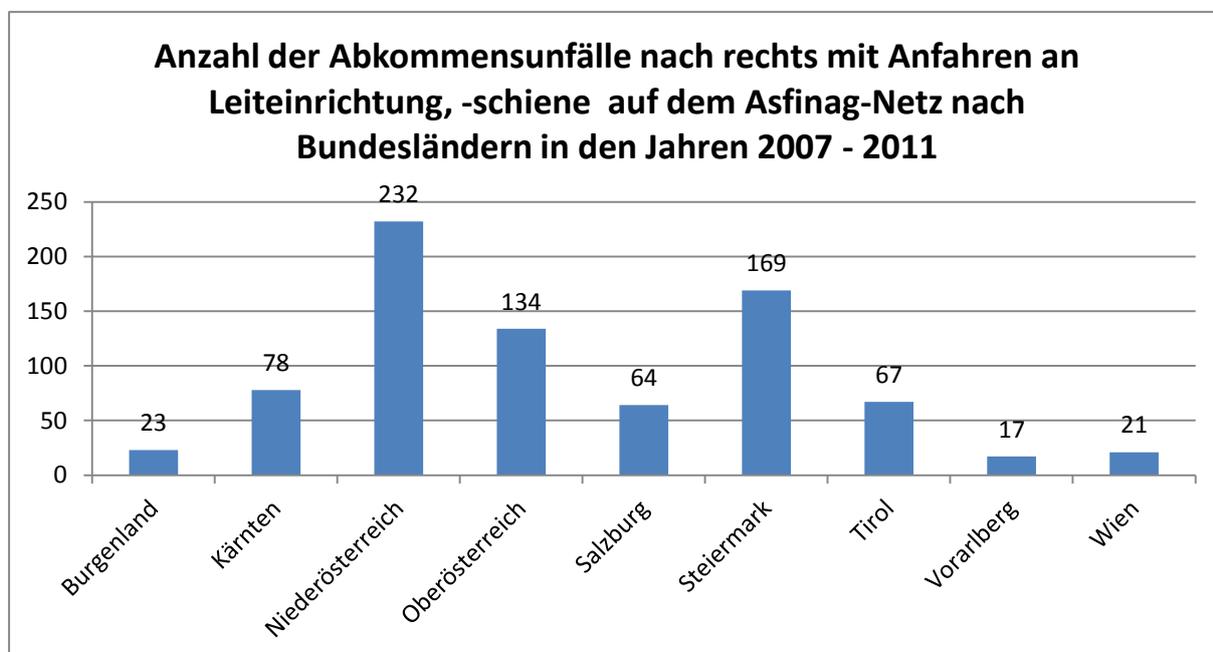


Abbildung 12: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

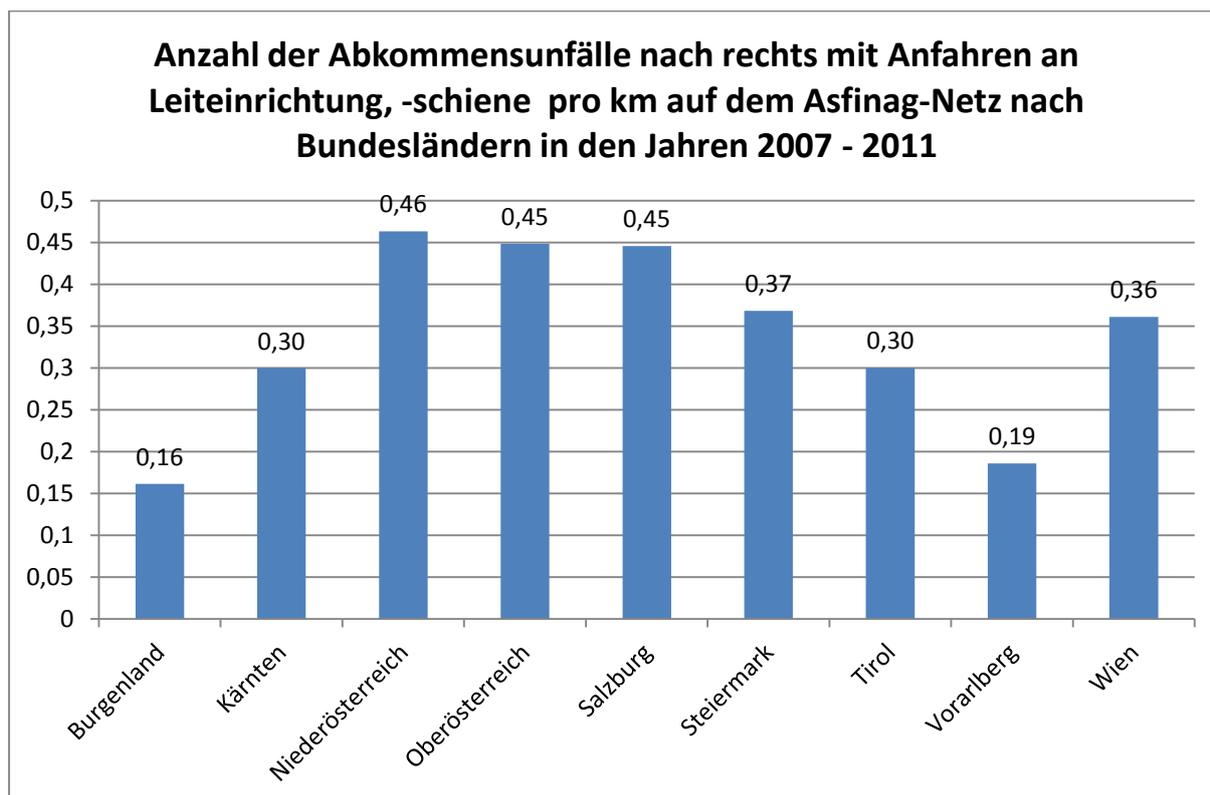


Abbildung 13: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) pro km auf dem Asfinag-Netz nach Bundesländern in den Jahren 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

6.3.1 Fahrzeugbeteiligung bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene

Bei den Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene waren bei fast 90% der Unfälle Pkw beteiligt. Mit Lkw<3,5t liegt der Anteil insgesamt bei etwa 94%. Autobusunfälle machen einen sehr geringen Anteil von 0,5% aus. Insgesamt ereigneten sich in den fünf Betrachtungsjahren neun Motorradunfälle. Lastkraftwagen > 3,5t waren mit knapp 5% beteiligt.

Tabelle 17: Beteiligte Fahrzeuge bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene auf dem Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

2007-2011	Gesamt	Motorrad	Pkw (+Anh)	Autobus	Lkw<3,5t (+Anh)	Lkw>3,5t (+Anh)	Sattel-Kfz, Tankwagen
Abkommensunfälle nach rechts mit Unfallumstand 15	805	9	721	4	32	13	26
Anteil an Gesamt	-	1,1%	89,6%	0,5%	4,0%	1,6%	3,2%

Gem. RVS 05.02.31 ist bei einem JDTLV>5.000 und einer zul. Höchstgeschwindigkeit von Pkw > 100 km/h auch bei „normaler Gefährdung“ eine Rückhalteklasse von H2 anzuwenden (sh. auch Punkt 5.1).

Zwischen 2007 und 2011 wurden im Asfinag-Netz 119 Abkommensunfälle nach rechts mit Beteiligung von Schwerverkehr vermerkt. Fast 64% der Alleinunfälle nach rechts bei Beteiligung von Schwerverkehr auf dem Asfinag-Netz (2007 bis 2011) wurden dabei auf Strecken mit weniger als 5.000 JDTLV registriert (SV-Anteil 2011).³³ Bei rund 90 dieser Abkommensunfälle nach rechts war die höchst zulässige Geschwindigkeit für Pkw über 100 km/h. Letztendlich ereigneten sich 57 der 119 Abkommensunfälle nach rechts mit Beteiligung von Schwerverkehr auf Strecken mit weniger als 5.000 JDTLV und einer höchst zulässigen Geschwindigkeit für Pkw über 100 km/h, also rd. 48%.

Anmerkung: hier wurden alle Abkommensunfälle nach rechts (mit Beteiligung von Schwerverkehr) betrachtet, nicht nur jene, bei denen auch der Unfallumstand 15 angegeben war, da potentiell jeder Abkommensunfall an einem Fahrzeugrückhaltesystem enden kann.

Bei den Unfallfolgekosten/UPS liegen die Fahrzeugkategorien Autobus mit € 4.673.942 und Motorrad mit € 966.972 deutlich über dem Durchschnitt aller Unfälle (€ 446.094). Bei diesen beiden Kategorien gab es relativ wenige Unfälle im Betrachtungszeitraum. Bei den Motorradunfällen war die Verletzungsschwere sehr hoch, bei den neun Unfällen mit Personenschaden gab es zwei Getötete und sechs Schwerverletzte, bei einem Unfall gab es „nur“ einen Leichtverletzten.

Bei Unfällen mit Autobussen ist vor allem die Anzahl der verletzten Personen für die hohen Unfallfolgekosten verantwortlich. Bei den vier Unfällen wurden zwischen acht und 44 Personen verletzt, eine Person wurde getötet.

Der Anteil des Schwerverkehrs am Unfallgeschehen bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene betrug 5,3%, der Anteil des Schwerverkehrs an den Unfallfolgekosten dieser Unfälle lag mit 7,5% etwas darüber.

³³ Jahresfahrleistungen auf dem Asfinag-Netz 2011, von Asfinag Stand 04/2012

Tabelle 18: Beteiligte Fahrzeuge und Unfallfolgekosten bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene auf dem Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

2007-2011	Gesamt	Motorrad	Pkw (+Anh)	Lkw<3,5t (+Anh)	Autobus	Lkw>3,5t (+Anh)	Sattel-Kfz, Tankwagen
Abkommensunfälle nach rechts mit Unfallumstand 15	805	9	721	32	4	13	26
Anteil an UPS Gesamt	-	1,1%	89,6%	4,0%	0,5%	1,6%	3,2%
Anteil SV an UPS	-	-	-	-	5,3%		
durchschnittliche Unfallfolgekosten pro Jahr bei Abkommensunfällen nach rechts mit Unfallumstand 15 [€]	446.094	966.972	431.919	377.261	4.673.942	167.410	232.497
Unfallfolgekosten gesamt 2007-2011 [Mio. €]	359,11	8,70	311,41	12,07	18,70	2,18	6,04
Anteil an Unfallfolgekosten gesamt	-	2,4%	86,7%	3,4%	5,2%	0,6%	1,7%
Anteil SV an Unfallfolgekosten	-	-	-	-	7,5%		

Der Anteil der Abkommensunfälle des Schwerverkehrs (Bus, Lkw>3,5t, Sattelzüge, Tankwagen) nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene liegt mit 5,3% unter dem Anteil des Schwerverkehrs am Verkehrsaufkommen im Asfinag-Netz (2011: rd. 10%), der Anteil des Schwerverkehrs an den Unfallfolgekosten der betrachteten Unfälle liegt mit 7,5% ebenfalls unter dem verkehrsmäßigen Anteil.

6.3.2 Zeitliche Entwicklungen bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene

Im Zeitraum 2000 bis 2011 lässt sich hinsichtlich der Unfallfolgekosten kein durchgehender Trend feststellen, die Gesamttendenz ist, wie beim allgemeinen Unfallgeschehen auf dem Asfinag-Netz, fallend.

Anzumerken ist, dass die Entwicklung der Gesamtleitschienenlängen am Asfinag-Netz in diesem Zeitraum, hier vor allem am rechten Fahrbahnrand, nicht bekannt ist.

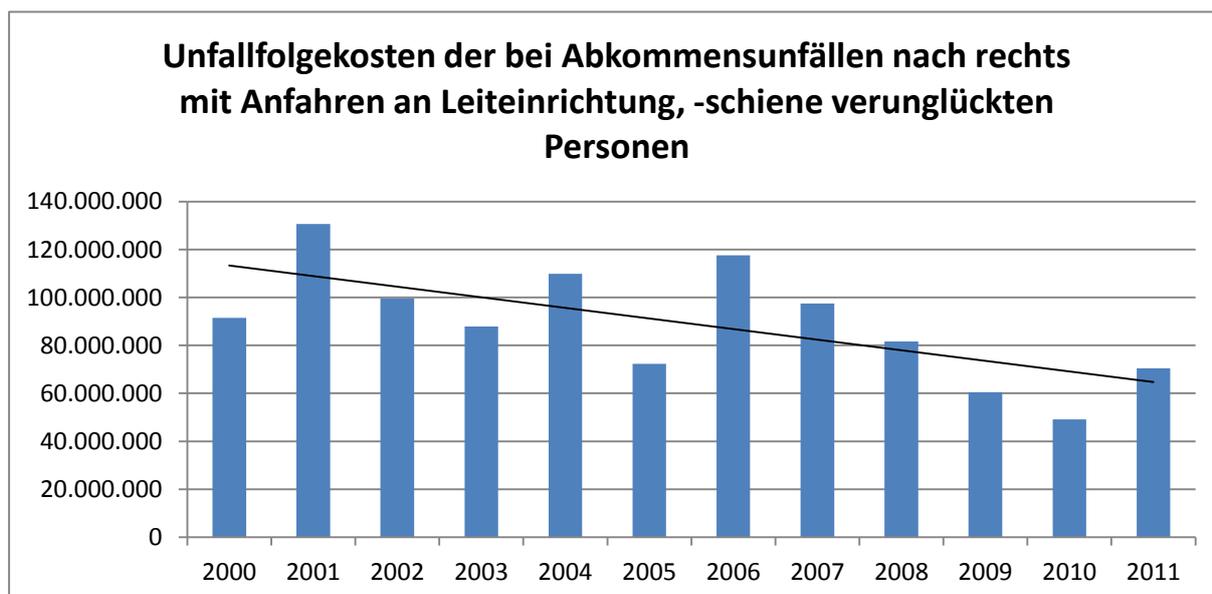


Abbildung 14: Unfallfolgekosten der bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene verunglückten Personen, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Ein sehr ähnliches Bild ergibt sich bei den durchschnittlichen Unfallfolgekosten (Unfallfolgekosten pro Verunglücktem) bei allen Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene.

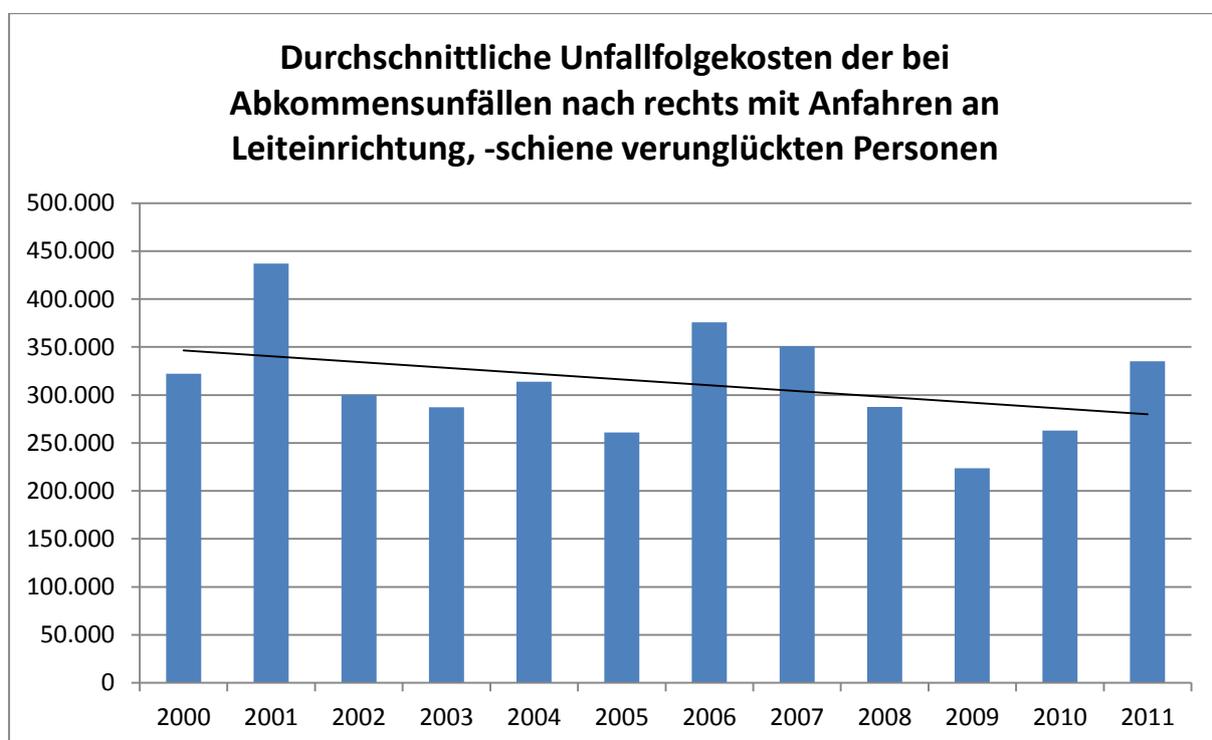


Abbildung 15: Durchschnittliche Unfallfolgekosten der bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene verunglückten Personen, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Die Gesamtzahl der Verunglückten bei Abkommensunfällen nach rechts mit Schwerverkehr (Lkw>3,5t, Sattelfahrzeuge, Tankwagen) lag in der letzten Dekade stets bei unter 20, die Tendenz ist wiederum fallend.

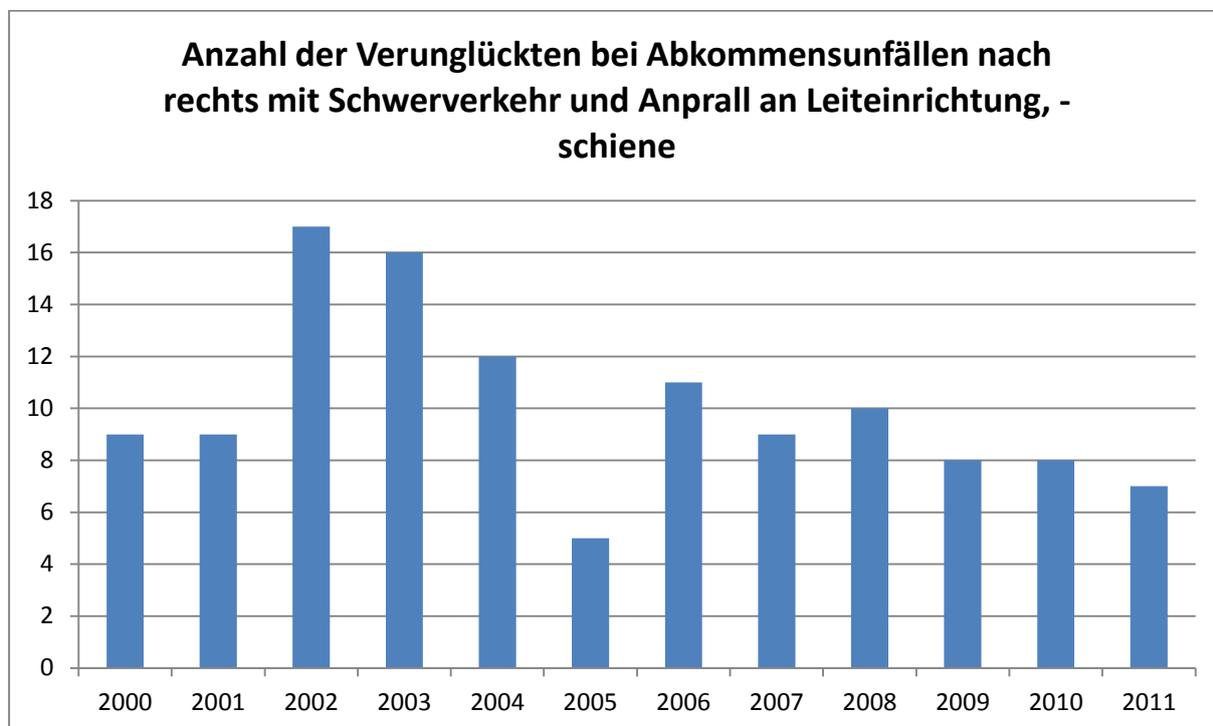


Abbildung 16: Anzahl der Verunglückten bei Abkommensunfällen nach rechts mit Schwerverkehr (Lkw>3,5t, Sattelfahrzeuge und Tankwagen) und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

Bei den Unfallfolgekosten wirken sich bei den Unfällen mit Schwerverkehr Einzelereignisse mit Getöteten stark aus. In den Jahren ohne Getötete bei den Unfällen liegen die Unfallfolgekosten regelmäßig zwischen € 1 und 2 Mio., in den Jahren mit Getöteten (jeweils ein Unfall mit Getöteten) liegen die Werte deutlich darüber.

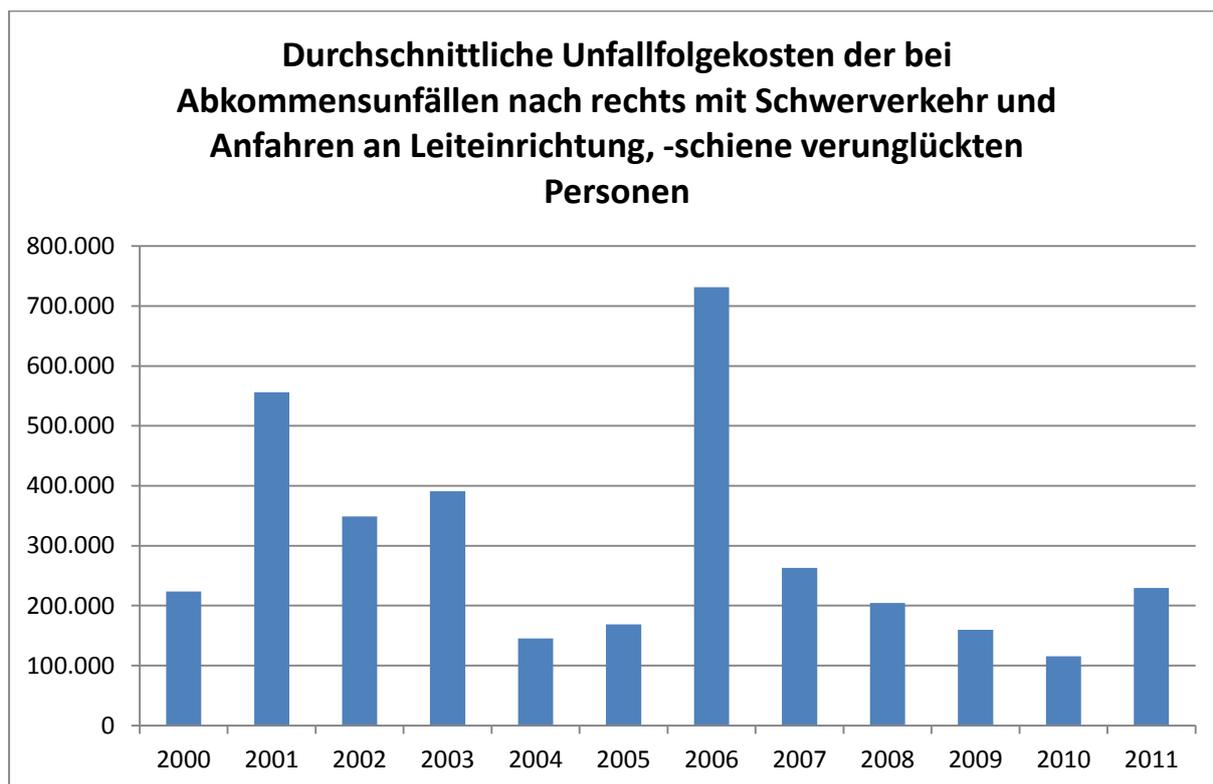


Abbildung 17: Unfallfolgekosten der Verunglückten bei Abkommensunfällen nach rechts mit Schwerverkehr (Lkw>3,5t, Sattelfahrzeuge und Tankwagen) und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene, Asfinag-Netz, 2000-2011 (Quelle: Statistik Austria, Bearbeitung KfV)

6.3.3 Sonstige Auswertungen bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene

Im Zeitraum 2007 bis 2011 wurden insgesamt 17 Unfälle mit Personenschaden bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene in Baustellenbereichen registriert.

Bei 705 Unfällen waren bei den betrachteten Unfällen gemäß Angaben im Unfallzählblatt alle Insassen mit Gurt oder Kindersitz gesichert (88,6% der Unfälle – Motorradunfälle nicht berücksichtigt). In 120 Fällen wurde lt. Unfallzählblatt zumindest ein Airbag ausgelöst (rd. 15% der Unfälle).

Bei 14 Unfällen war im Unfallzählblatt neben dem Unfallumstand 15 „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“ auch der Unfallumstand 17 „Anfahren an parkendes Fahrzeug, Objekt“ angegeben (<2% der Unfälle).

Der Straßenzustand war bei 523 Unfällen trocken (rd. 65%), bei 215 Unfällen nass (rd. 27%), bei 40 Unfällen Schnee, -matsch (rd. 5%), bei 26 Unfällen Winterglätte (gestreut bzw. nicht gestreut) (rd. 3%) und bei einem Unfall war sonstiger Zustand angegeben. Die winterlichen Straßenzustände sind bei den Abkommensunfällen mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene damit etwas höher als im durchschnittlichen Unfallgeschehen am Asfinag-Netz von 2007 bis 2011 (Schnee, -matsch: 3,2%, Winterglätte gestreut/nicht gestreut 1,2%). Auch der Anteil der Nässeunfälle ist etwas höher als im allgemeinen Schnitt auf Asfinag-Strecken (rd. 24%).

6.4 Untersuchung der Abkommensunfälle nach rechts auf dem Asfinag-Netz mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich und Steiermark

Im Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2011 haben sich auf dem Asfinag-Netz im Burgenland, in Niederösterreich und der Steiermark 424 Abkommensunfälle nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene ereignet, 54,7% davon in Niederösterreich und 39,9% in der Steiermark.

Tabelle 19: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz nach Untergruppen im Burgenland, in Niederösterreich und in der Steiermark in den Jahren 2007-2011

Alleinunfälle rechts	Bgld	NÖ	Stmk	Gesamt	In %
Abkommen rechts - auf der Geraden (011)	21	220	145	386	91,04
Abkommen rechts - in der Rechtskurve (012)	2	4	8	14	3,30
Abkommen rechts - in der Linkskurve (013)	0	8	16	24	5,66
Gesamt	23	232	169	424	100,00
In %	5,42	54,72	39,86	100,00	

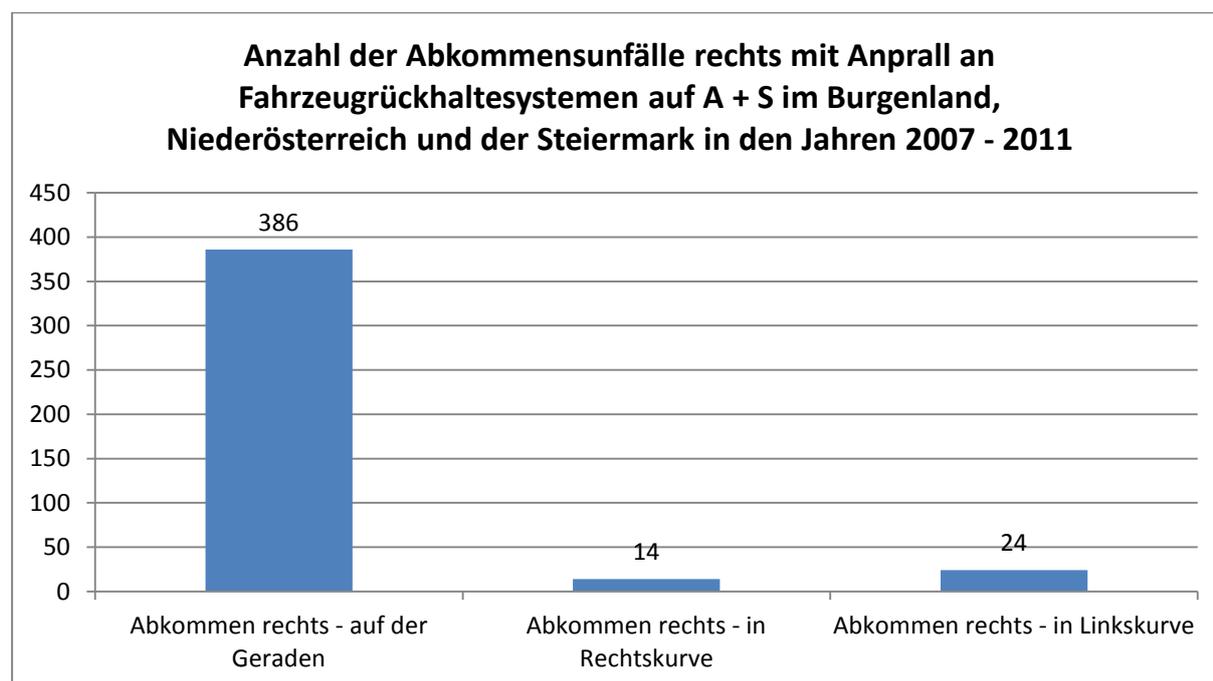


Abbildung 18: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene) auf dem Asfinag-Netz im Burgenland, in Niederösterreich und in der Steiermark nach Untergruppen in den Jahren 2007-2011

Eine Untersuchung von Realunfällen der Unfalldatenbank ZEDATU zeigt, dass sich die Anteile von Unfällen auf geraden Straßenabschnitten der Statistik Austria auf Kurvenbereiche verschieben. Dies ist vermutlich auf die Einschätzung des erhebenden Beamten vor Ort zurückzuführen, wo nur ein Teil der Unfallstelle betrachtet wird und somit ein gerader Straßenabschnitt im Unfallzählblatt vermerkt wird. Teilweise wird bereits ab einem Kurvenradius von 500 m der Straßenabschnitt als Gerade eingestuft.

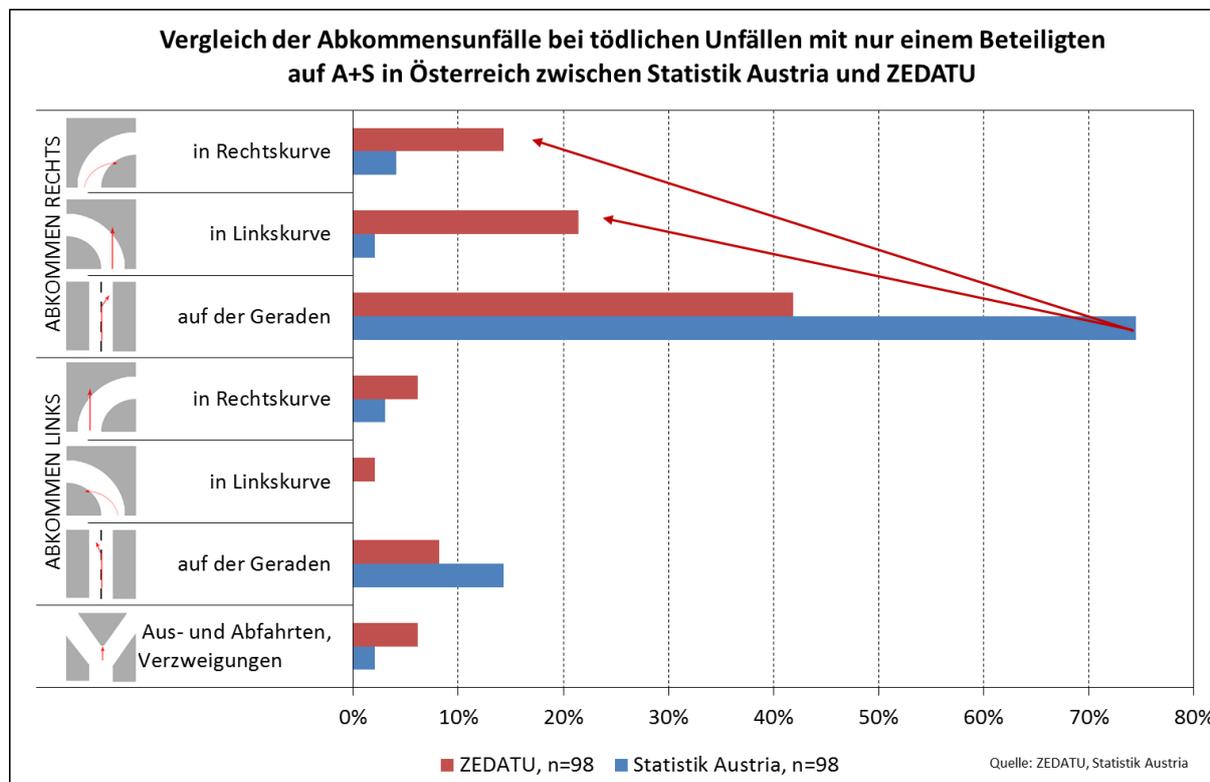


Abbildung 19: Vergleich von Abkommensunfällen mit tödlichem Ausgang und einem Beteiligten zwischen Daten der nationalen Statistik und Realunfallauswertungen der ZEDATU

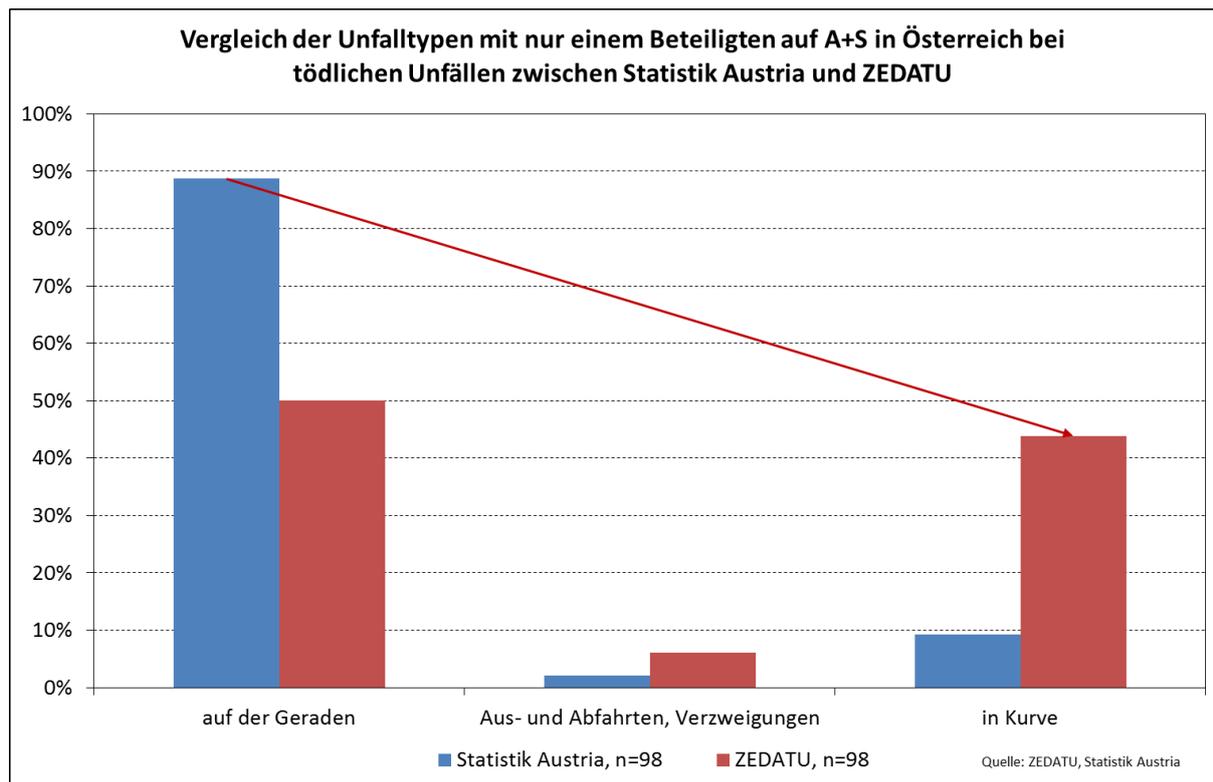


Abbildung 20: Vergleich der Abkommensstelle bei Abkommensunfällen mit tödlichem Ausgang und einem Beteiligten zwischen Daten der nationalen Statistik und Realunfallauswertungen der ZEDATU

6.5 Detailbetrachtung der Abkommensunfälle nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene sowie der erhobenen Rückhaltesysteme nach Straßenabschnitten im Burgenland, in Niederösterreich und in der Steiermark

Im Zeitraum 2007 bis 2011 ereigneten sich auf den Autobahnen und Schnellstraßen im Burgenland, in Niederösterreich und der Steiermark 424 Abkommensunfälle nach rechts mit nachfolgendem Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene. In diesen Bundesländern wurden vom KfV die Rückhalteklassen erhoben.

Tabelle 20 zeigt die Anzahl der Abkommensunfälle auf den entsprechenden Autobahnen sowie die Anzahl der aufgenommenen Rückhaltesysteme.

Die Abkommensunfälle nach rechts mit nachfolgendem Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene auf den Autobahnen und Schnellstraßen im Burgenland, in Niederösterreich und der Steiermark wurden für die Jahre 2007 bis 2011 aus der Unfalldatenbank des KfV ermittelt (Datengrundlage Statistik Austria). Innerhalb dieser Grenzen zeigt Tabelle 20 die genannten Abkommensunfälle auf allen vorhandenen Autobahnen und Schnellstraßen sowohl gesamt als auch nach Fahrbahnrichtung getrennt.

Weiters enthält die Tabelle die Rückhaltesysteme, die bei den Befahrungen an den angegebenen Unfallstellen erhoben wurden.

Die Aufnahme der Rückhaltesysteme erfolgte im Zeitraum von 6. bis 8. November 2012 in Form einer Befahrung (siehe auch Abbildung 21). In diesem Zeitraum wurden von zwei Mitarbeitern des KfV folgende Autobahnabschnitte abgefahren und die verschiedenen Rückhaltesysteme aufgenommen (H1, H2, H3, H4b bei Stahlleitschienen sowie Betonleitwand, letztere ohne Rückhalteklasse):

- A1 – Streckenteil NÖ in beiden Fahrtrichtungen (km 11,651 - km 154,400)
- A2 – Streckenteil NÖ, Bgld, Stmk in beiden Fahrtrichtungen (km 2,395 - km 229,979)
- A9 – Streckenteil von Kn. St. Michael nördlich bis ASt. Liezen in beiden Fahrtrichtungen (km 132,63 - km 69,066)
- S33 – in beiden Fahrtrichtungen
- S35 – in Fahrtrichtung 2
- S5 – in beiden Fahrtrichtungen
- S6 – Seebenstein - Kn. Bruck/Mur in beiden Fahrtrichtungen

Bei den Befahrungen der ausgewählten Autobahnabschnitte wurden die Strecken größtenteils auch mit einer Videokamera aufgenommen. Weiters wurden an einzelnen Stellen Fotos von den Rückhaltesystemen gemacht.

Wegen Umkilometrierungen auf der S5 sowie der S6 ab der ASt. Maria Schutz (Tunnelkette Semmering) und daraus folgender Zuordnungsprobleme wurden die aufgenommenen Rückhaltesysteme der S5 sowie der S6 ab km 24,7 in den weiteren Auswertungen nicht berücksichtigt.

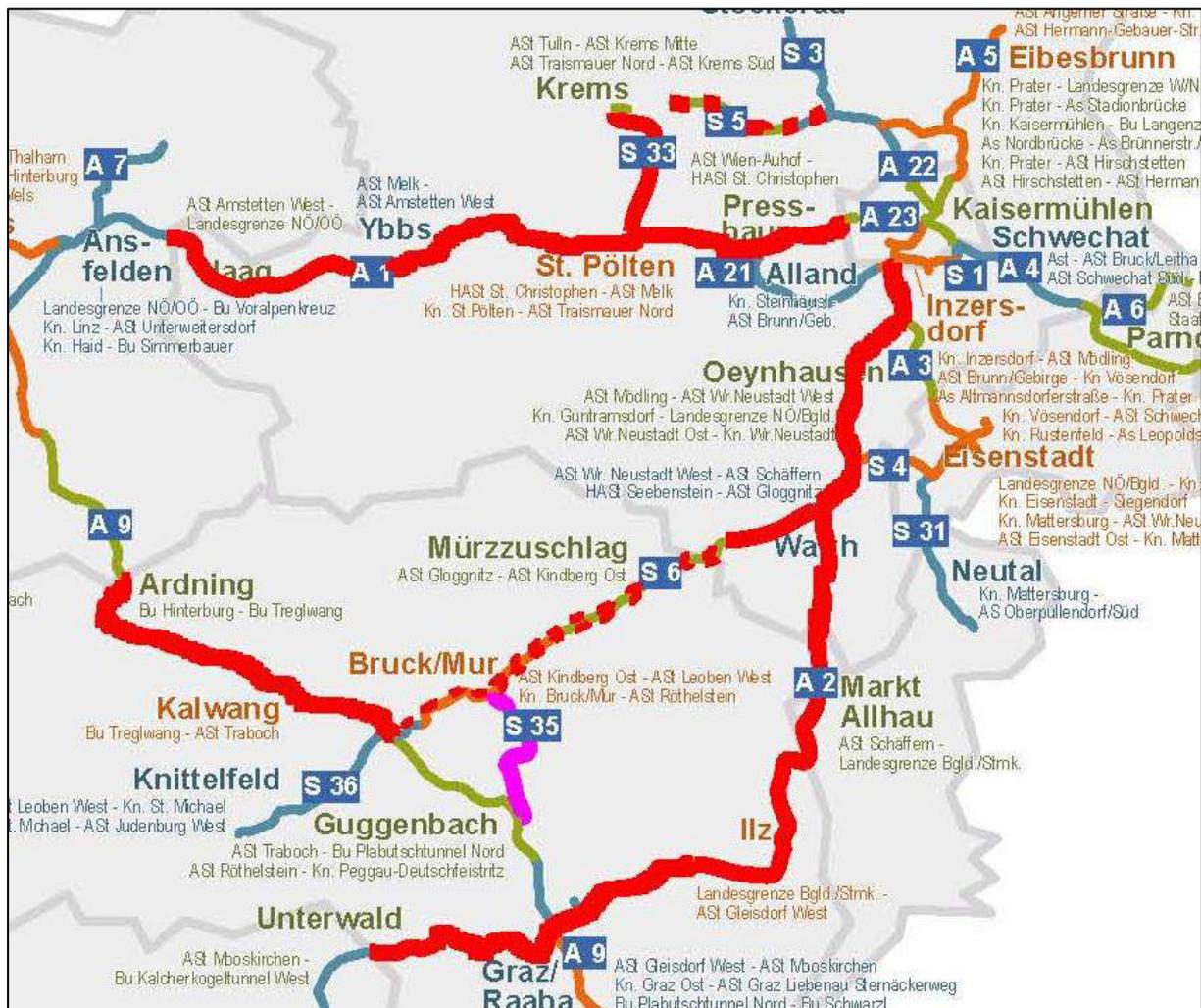


Abbildung 21: Übersicht über befahrene Strecken im Zuge der Erhebung der Rückhalteklassen durch das KfV; rot: beide Fahrtrichtungen erhoben; violett: Fahrtrichtung 2 erhoben; rot strichliert: erhoben, Daten wegen Kilometrierungsproblematik in Auswertungen aber nicht berücksichtigt

Tabelle 20: Anzahl der Abkommensunfälle nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene in NÖ, im Bgld. und der Stmk. in den Jahren 2007-2011 sowie Anzahl der bei den Stellen der Abkommensunfälle nach rechts erhobenen Rückhaltesysteme

Straße	Anzahl der Abkommensunfälle nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene; NÖ, Bgld, Stmk 2007 - 2011			Anzahl der bei den Stellen der Abkommensunfälle nach rechts erhobenen Rückhaltesysteme						
	Gesamt	Ri. 1	Ri. 2	Gesamt	H1	H2	H3	H4b	BLW	Keine
A1	79	43	36	79	9	55	4		4	7
A2	132	58	74	131	11	59	25	2	12	22
A21	5	2	3							
A22	10	5	5							
A2Z	1	1								
A3	8	3	5							
A4	19	8	11							
A5	4	2	2							
A6	4	3	1							
A9	49	24	25	19	12				4	3
S1	6	3	3							
S1E	1	1								
S3	1		1							
S31	5	2	3							
S33	7	3	4	7	1	4	1			1
S33E	1	1								
S35	11	7	4	4	2		1		1	
S36	8	2	6							
S4	1		1							
S4E	1		1							
S5	16	5	11							
S6*	55	25	28	12		6	4	1		1
Gesamt	424	198	224	252	35	124	35	3	21	34
S6* - bei zwei Abkommensunfällen ist eine Zuordnung zu der jeweiligen Richtung nicht möglich (Richtung 0)										
S1E, S33E, S4E...Rampen der jeweiligen Schnellstraßen										

Bei der Erhebung des KfV wurden vor allem H2-Systeme zugeordnet. Die Anzahl der an Unfallstellen vorhandenen H1-Systeme und H3-Systeme ist nach dieser Erhebung ähnlich. H4b-Systeme kommen an den Unfallstellen sehr selten vor (am ehesten auf Brücken). Vereinzelt sind an verschiedenen Stellen auch Betonleitwände (BLW) vorhanden. Bei einigen angegebenen Unfallstellen waren keine Fahrzeugrückhaltesysteme vorhanden. Dies kann z.B. bedeuten, dass der Exekutivbeamte vor Ort den Unfallumstand 15 angekreuzt hat, weil an dieser Stelle an eine andere Leiteinrichtung angefahren wurde (Leitbaken, Leitmale o.dgl.).

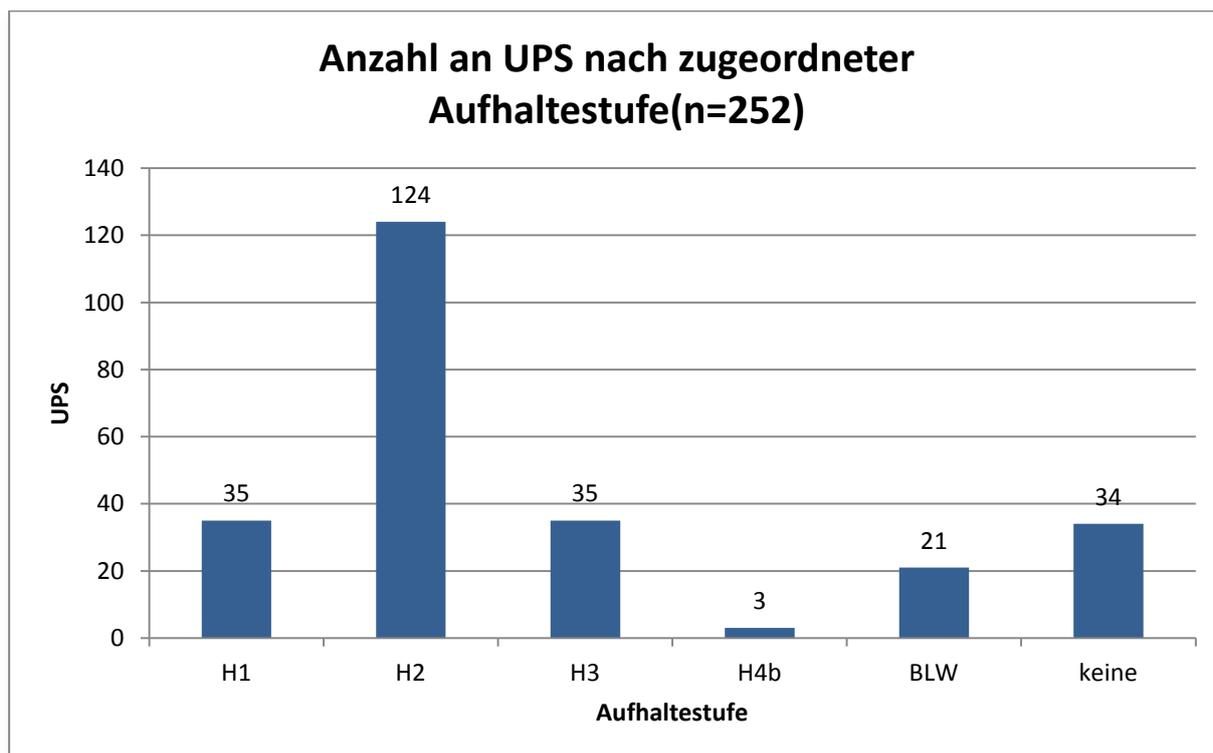


Abbildung 22: Anzahl der UPS nach zugeordneter Aufhaltestufe (Quelle: KFV)

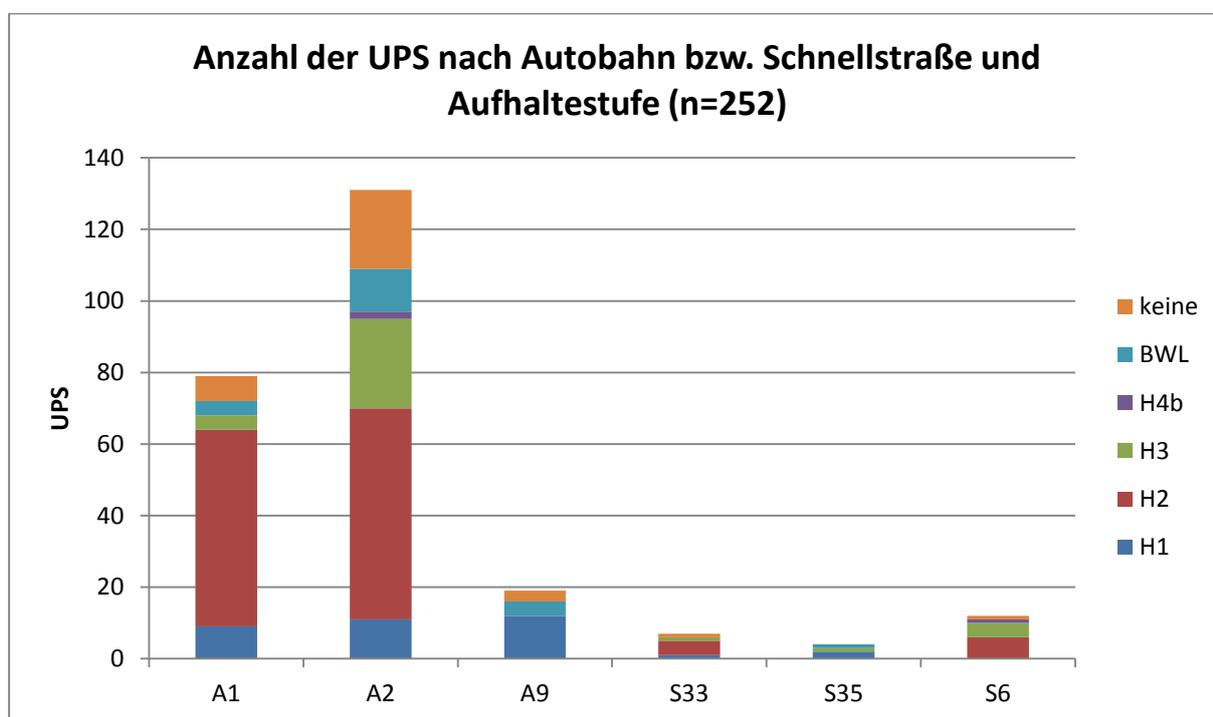


Abbildung 23: Anzahl der UPS nach Autobahn bzw. Schnellstraße und Aufhaltestufe (Quelle: KFV)

6.5.1 Statistische Analyse - Grundlagen

Bei der weitergehenden statistischen Analyse wurden die drei Unfallstellen, bei denen das Rückhaltesystem H4b erhoben wurde, aufgrund der kleinen Zahl nicht berücksichtigt. Somit verblieben 249 Unfälle mit Personenschaden mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene, bei denen ein Rückhaltesystem jeweiliger Aufhaltstufe zugeordnet werden konnte. Bei 194 dieser Unfälle wurde eine der Stahlleitschienen-Rückhalteklasse H1, H2 bzw. H3 zugeordnet.

Aufgrund der Datensammlung konnten den einzelnen Unfallereignissen mit den Angaben, die im Unfallzählblatt erfasst wurden, die jeweiligen Rückhalteklassen der im Seitenraum beim angegebenen Streckenkilometer vorhandenen Fahrzeugrückhaltesysteme zugeordnet werden. Mit den Angaben der Verletzungsschwere der Insassen wurden die Unfallfolgekosten der einzelnen Unfälle ermittelt. Dieser Berechnung wurden folgende Werte zu Grunde gelegt:

		Einheit	Preisstand 2011
Unfallkosten pro Getötetem	mit menschlichem Leid	EUR	3.016.194
Unfallkosten pro Schwerletztem	mit menschlichem Leid	EUR	381.480
Unfallkosten pro Leichtverletztem	mit menschlichem Leid	EUR	26.894

Tabelle 21: Unfallfolgekosten, Stand 2011; Quelle: Webseite des BMVIT

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/sicherheit/strassenverkehrsunaefalle/volkswirtschaft.html>

Es ist anzumerken, dass bei der vorliegenden Untersuchung bereits aufgetretene Ereignisse in einem definierten Gebiet untersucht wurden, d.h. es handelt sich um keine zufällige Stichprobe. Einige wesentliche Faktoren die Unfallschwere betreffend wurden oder konnten nicht erhoben werden, beispielsweise die Abkommenswinkel und die Abkommensgeschwindigkeiten bei den Unfällen.

Auch die Daten der Erhebung der Rückhalteklassen weisen Unsicherheiten auf. Einerseits kann die Kilometerangabe der Exekutivbeamten ungenau sein, es ist allein durch die Angabe des Unfallumstandes 15 „Anfahren an Leitelement, -schiene“ nicht klar, ob ein Fahrzeugrückhaltesystem oder ein anderes Element (z.B. Leitbaken) angefahren wurde – an einigen Stellen war bei der Erhebung vor Ort auch kein FRS vorhanden. Eine weitere Möglichkeit ist, dass ein FRS angefahren wurde, das Fahrzeug im Anschluss aber noch einen gewissen Weg zurückgelegt hat und der Exekutivbeamte den endgültigen Standort des Fahrzeugs als Stationierung angibt. Andererseits können auch bei der Befahrung Fehleinschätzungen aufgetreten sein, sowohl die exakte Kilometrierung betreffend (in der Regel wurde die Einschätzung aus dem fahrenden Auto gemacht), als auch bei der Zuordnung der Rückhalteklasse (sh. auch Pkt. 6.5.3).

Bei der Auswertung wurde letztlich angenommen, dass bei Vorhandensein eines Fahrzeugrückhaltesystems am betreffenden Unfall-Kilometer dieses angefahren wurde.

Wie bereits erwähnt, lagen der Erhebung und somit auch der Auswertung Alleinunfälle mit Abkommen nach rechts (Unfalltypen 011, 012 und 013) mit dem Unfallumstand „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“ zu Grunde.

Unter den genannten Voraussetzungen wurden mehrere Reihen von Unfallfolgekosten bei verschiedenen Rückhalteklassen ermittelt.

6.5.2 Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung

In einem ersten Schritt wurden folgende Unfälle betrachtet:

- + Abkommensunfälle mit Personenschaden mit Abkommen nach rechts und dem angegebenen Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene)
- + Leitschienenystemzuordnung aufgrund Erhebung des KfV

Die Grundgesamtheit betrug in diesem Fall 194 UPS, das sind rd. 24% der Unfälle mit Personenschaden und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007 bis 2011 (gesamt 805 UPS).

Tabelle 22: Kennwerte bei Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung der Rückhalteklassen

Aufhaltestufe	Anzahl UPS	Unfallfolgekosten [€]			
		arithm. Mittel	Median	1. Quartil	3. Quartil
H1	35	285.675	26.894	26.894	381.480
H2	124	596.511	381.480	26.894	381.480
H3	35	456.992	381.480	40.341	408.374
Gesamt	194				

Bei den Werten der Tabelle 22 wurden alle Verunglückten der betrachteten Unfälle berücksichtigt. Der Wert des arithmetischen Mittels ist bei der Rückhaltekategorie H1 am geringsten und bei H2 am höchsten.

Der Median ist jener Punkt der Messwertskala unterhalb und oberhalb dessen jeweils die Hälfte der Messwerte liegt. Bei H1 wurde demnach bei 50% aller Unfälle höchstens ein Leichtverletzter registriert (=Unfallfolgekosten von € 26.894). Bei H2 und H3 sind bereits die Kosten eines Schwerverletzten (€ 381.480) erreicht.

Das 1. Quartil ist jener Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 25% der Messwerte liegen. Das 3. Quartil ist jener Punkt unterhalb dessen 75% der Unfallfolgekosten liegen. Zwischen dem 1. und dem 2. Quartil liegen somit 50% der Fälle. Bei H1 und H2 sind 1. Quartil und 3. Quartil gleich (Kosten eines Leichtverletzten im ersten bzw. eines Schwerverletzten im dritten Quartil), bei H3 liegen die Werte etwas darüber, beim 3. Quartil im Ausmaß der Folgekosten eines Leichtverletzten, beim 1. Quartil etwas weniger.

Etwas aussagekräftiger ist möglicherweise die Betrachtung des höchsten Verletzungsgrades, der bei einem Unfall aufgenommen wurde. Hier zeigt sich, dass bei H1 der Anteil der Unfälle, bei denen höchstens Leichtverletzte registriert wurden, bei über 70% liegt. Bei H3 liegt der höchste Anteil der Unfälle bei Unfällen mit Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten (60%). Bei der Rückhaltekategorie H2 wurde der höchste Anteil an Unfällen mit Getöteten registriert, er lag bei fast 10%.

Tabelle 23: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung der Rückhalteklassen

Rückhalte- klasse	Anzahl UPS - höchster Verletzungsgrad			Anteil UPS - höchster Verletzungsgrad		
	tot	svl/neg	lvi	tot	svl/neg	lvi
H1	2	8	25	5,7%	22,9%	71,4%
H2	12	51	61	9,7%	41,1%	49,2%
H3	2	21	12	5,7%	60,0%	34,3%
Gesamt	16	80	98			

Tendenziell war demnach die Unfallschwere bei den hier betrachteten Unfällen bei Anfahren an die Rückhalteklasse H1 am geringsten.

6.5.3 Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der Asfinag-Daten

Zusätzlich zu den eigenen Erhebungen der Aufhaltestufen wurden von der Asfinag Daten bezüglich der im Asfinag-Netz vorhandenen Rückhaltesysteme übermittelt. Gemäß Angaben der Asfinag wurden die Daten im Zeitraum 2006 bis 2009 erhoben, wobei die Daten Asfinag-intern nicht auf Vollständigkeit oder auf Qualität geprüft wurden.

Die in der Datengrundlage angeführten Bereiche der aufgestellten Rückhaltesysteme sind mit einer Meter-Genauigkeit angegeben. Dies ist bei den Angaben im Unfallzählblatt oft nicht der Fall (abgesehen von den Unsicherheiten bei der Angabe des Unfallortes, sh. auch Pkt. 6.5.1). Manche Differenzen zwischen den Angaben auf dem Unfallzählblatt und der Bereiche vorhandener Rückhaltesysteme waren überdies sehr gering (wenige Meter), so dass es oft möglich oder wahrscheinlich war, dass diese angegebenen Rückhaltesysteme bei einem Unfall betroffen waren.

Letztendlich wurde für die Zuordnung der Rückhaltesysteme ein Toleranzbereich von 50 m angenommen, d.h. wenn innerhalb von 50 m vom im Zählblatt angegebenen Unfallort ein Rückhaltesystem gemäß Asfinag-Daten (auf der Hauptfahrbahn am Rand) angegeben war, so wurde dieses zugeordnet.

Als Vergleich wurden die obigen Auswertungen mit den Rückhalteklassen gemäß Asfinag-Daten durchgeführt:

- + Abkommensunfälle mit Personenschaden mit Abkommen nach rechts und dem angegebenen Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene)
- + Leitschienensystemzuordnung aufgrund Daten der Asfinag (Zuordnung wie oben beschrieben)

Die Grundgesamtheit betrug in diesem Fall 189 UPS, das sind rd. 24% der Unfälle mit Personenschaden und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Asfinag-Netz in den Jahren 2007 bis 2011 (gesamt 805 UPS).

Tabelle 24: Kennwerte bei Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten

Aufhaltestufe	Anzahl UPS	Unfallfolgekosten [€]			
		arithm. Mittel	Median	1. Quartil	3. Quartil
H1	78	441.655	53.788	26.894	381.480
H2	78	636.211	381.480	26.894	381.480
H3	33	453.419	381.480	26.894	408.374
Gesamt	189				

Wie aus der Aufstellung der Unfälle ersichtlich, ist die Verteilung der Unfälle auf die einzelnen Rückhalteklassen zwischen KfV-Erhebung und Asfinag-Daten unterschiedlich. Bei der Asfinag sind H1 und H2 in derselben Größe, nach der KfV-Erhebung war H2 dominierend und H1 und H3 in derselben, geringeren Größe.

Die arithmetischen Mittel der Unfallfolgekosten zeigen einen ähnlichen Verlauf wie bei der Auswertung gemäß Zuordnung der Rückhalteklassen nach der KfV-Erhebung, d.h. H1 zeigt den geringsten und H2 den höchsten Wert.

Tabelle 25: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten

Aufhaltestufe	Anzahl UPS - höchster Verletzungsgrad			Anteil UPS - höchster Verletzungsgrad		
	tot	svl/neg	lvl	tot	svl/neg	lvl
H1	5	29	44	6,4%	37,2%	56,4%
H2	9	33	36	11,5%	42,3%	46,2%
H3	2	19	12	6,1%	57,6%	36,4%
Gesamt	16	81	92			

Auch hier zeigt sich ein ähnliches Bild zur vorigen Auswertung: bei H1 tendenziell geringere höchste Verletzungsschwere, bei H3 der höchste Wert bei Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten und bei H2 der höchste Anteil an Unfällen mit Getöteten.

6.5.4 Auswertung der „homogensten“ Gruppe

Bei den unter 6.5.2 und 6.5.3 angeführten Auswertungen wurden alle Unfälle betrachtet, bei denen ein Leitschienenrückhaltesystem zugeordnet werden konnte. Für die Verletzungsschwere sind noch weitere Parameter maßgebend, so z.B. die Abkommensgeschwindigkeit und ob die Fahrzeuginsassen gesichert waren oder nicht. In einer weiteren Auswertung wurde versucht, auch andere Parameter zumindest ansatzweise zu berücksichtigen, um eine möglichst homogene Ausgangsbasis zu erhalten.

Im Unfallzählblatt wird angegeben, ob die Insassen angegurtet waren oder nicht, dies wurde als weiteres Kriterium herangezogen. Aufgrund im KfV vorhandener Angaben wurden auch Streckenbereiche, die durchgehend eine Geschwindigkeitsbeschränkung aufweisen, den Unfällen zugeordnet. Dabei wurde angenommen, dass die Abkommensgeschwindigkeiten bei verordneten Höchstgeschwindigkeiten von 80 km/h oder 100 km/h evtl. geringer waren als bei 130 km/h. Bei der Fahrzeugbeteiligung wurden in diesem Fall nur die Pkw-Unfälle betrachtet. Schlussendlich wurden nur jene Unfälle herangezogen, bei denen die Aufhaltestufen gemäß Erhebung des KfV sowie gemäß Asfinag-Daten zum selben Ergebnis kamen.

Berücksichtigt wurden demnach:

- + Abkommensunfälle mit Personenschaden mit Abkommen nach rechts und dem angegebenen Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene)
- + Gleiches Ergebnis bei Leitschienensystemzuordnung aufgrund Daten der Asfinag und aufgrund Erhebung des KfV
- + Unfälle mit Pkw-Beteiligung
- + Alle Insassen mit Gurt gesichert
- + Höchst zulässige Geschwindigkeit 130 km/h

Die Grundgesamtheit betrug in diesem Fall 93 UPS, das sind rd. 12% der Unfälle mit Personenschaden und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Asfinag-Netz in den Jahren 2007 bis 2011 (gesamt 805 UPS).

Tabelle 26: Kennwerte bei Auswertung der Unfälle „homogenste“ Gruppe

Aufhaltestufe	Anzahl UPS	Unfallfolgekosten [€]			
		arithm. Mittel	Median	1. Quartil	3. Quartil
H1	26	357.477	26.894	26.894	381.480
H2	50	474.288	53.788	26.894	381.480
H3	17	395.203	381.480	26.894	381.480
Gesamt	93				

Die arithmetischen Mittel der Unfallfolgekosten zeigen einen ähnlichen Verlauf wie bei den vorhergegangenen Auswertungen, d.h. H1 zeigt den geringsten und H2 den höchsten Wert.

Der Median steigt in diesem Fall von einem Leichtverletzten (H1) zu zwei Leichtverletzten (H2) und letztendlich einem Schwerverletzten (H3) an. Keine Unterschiede gibt es bei den Quartilen, bei allen drei Rückhalteklassen liegt das 1. Quartil bei einem Leichtverletzten, das 3. Quartil bei einem Schwerverletzten.

Tabelle 27: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei Auswertung der Unfälle „homogenste“ Gruppe

Aufhaltestufe	Anzahl UPS - höchster Verletzungsgrad			Anteil UPS - höchster Verletzungsgrad		
	tot	svl/neg	lvi	tot	svl/neg	lvi
H1	2	7	17	7,7%	26,9%	65,4%
H2	4	19	27	8,0%	38,0%	54,0%
H3	1	8	8	5,9%	47,1%	47,1%
Gesamt	7	34	52			

Wie bei den vorherigen Auswertungen zeigt H1 tendenziell eine geringere höchste Verletzungsschwere. H2 weist zwar den höchsten Wert an Unfällen mit Getöteten auf, allerdings nicht so ausgeprägt wie in den vorigen Auswertungen. Bei H3 ist der Anteil der Unfälle mit Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten sowie Leichtverletzten gleich groß, im Gegensatz zu den vorigen Auswertungen, wo svl/neg dominierten.

6.5.5 Vergleich der Auswertungen

Im Vergleich zeigt sich, dass bei H1 tendenziell generell die geringsten Unfallfolgekosten auftraten.

Tabelle 28: Vergleich der Kennwerte der Auswertungen nach Zuordnung der Rückhalteklassen gemäß Erhebung des KfV, gemäß Daten der Asfinag sowie Auswertung der „homogensten“ Gruppe

Aufhaltestufe	Anzahl UPS	Unfallfolgekosten [€]			
		arithm. Mittel	Median	1. Quartil	3. Quartil
H1 - KfV	35	285.675	26.894	26.894	381.480
H2 - KfV	124	596.511	381.480	26.894	381.480
H3 - KfV	35	456.992	381.480	40.341	408.374
H1 - ASF	78	441.655	53.788	26.894	381.480
H2 - ASF	78	636.211	381.480	26.894	381.480
H3 - ASF	33	453.419	381.480	26.894	408.374
H1 - homogen	26	357.477	26.894	26.894	381.480
H2 - homogen	50	474.288	53.788	26.894	381.480
H3 - homogen	17	395.203	381.480	26.894	381.480

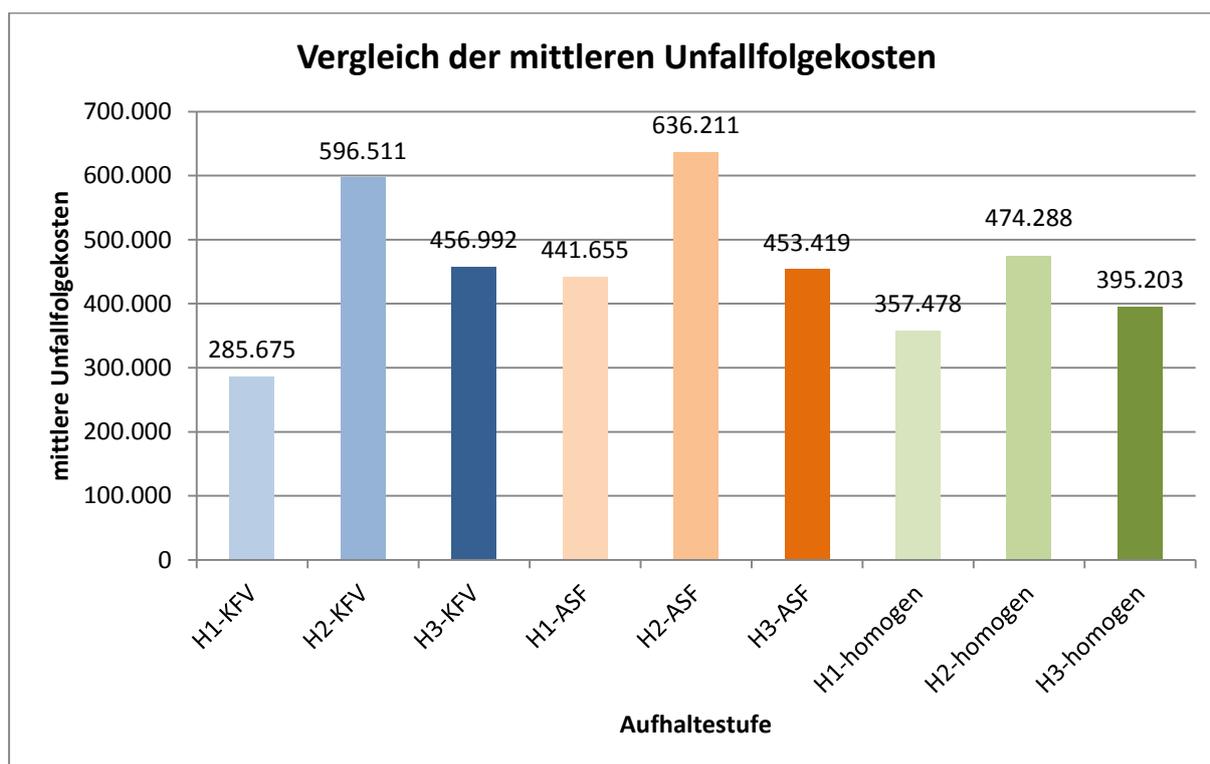


Abbildung 24: Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen

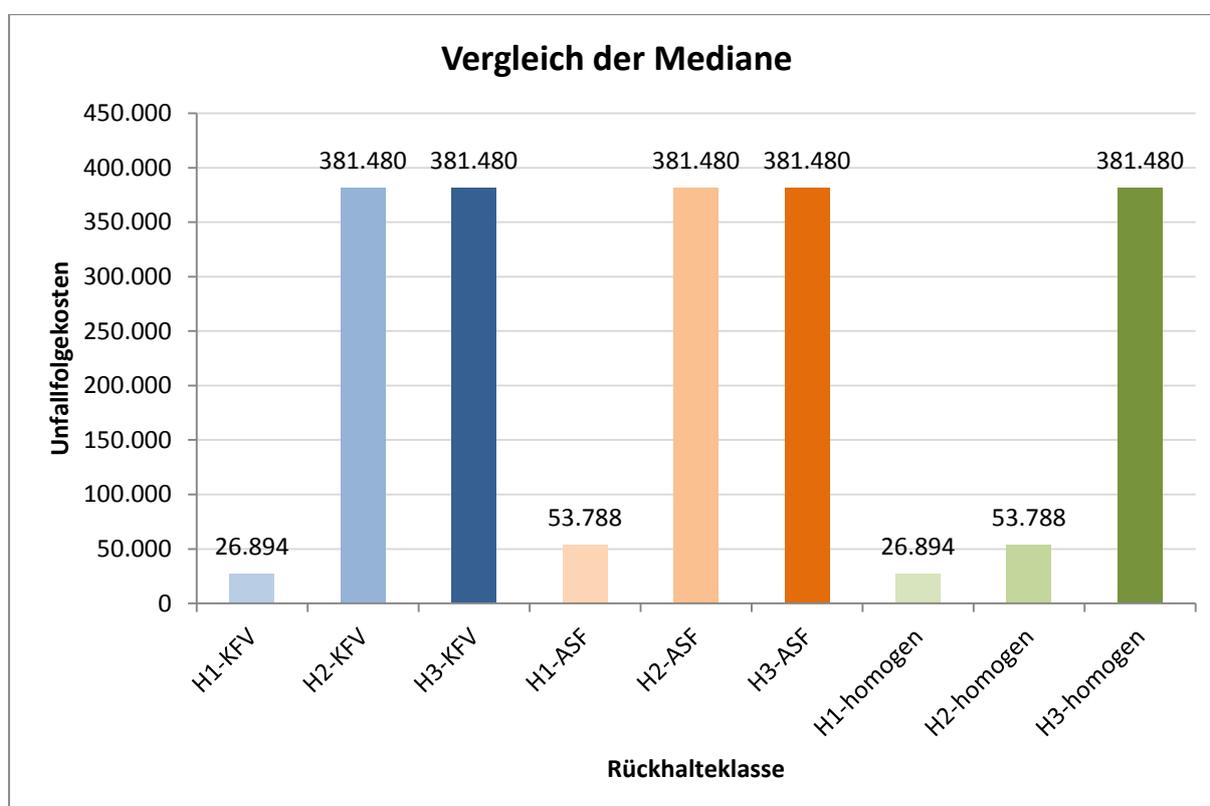


Abbildung 25: Vergleich der Mediane der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen

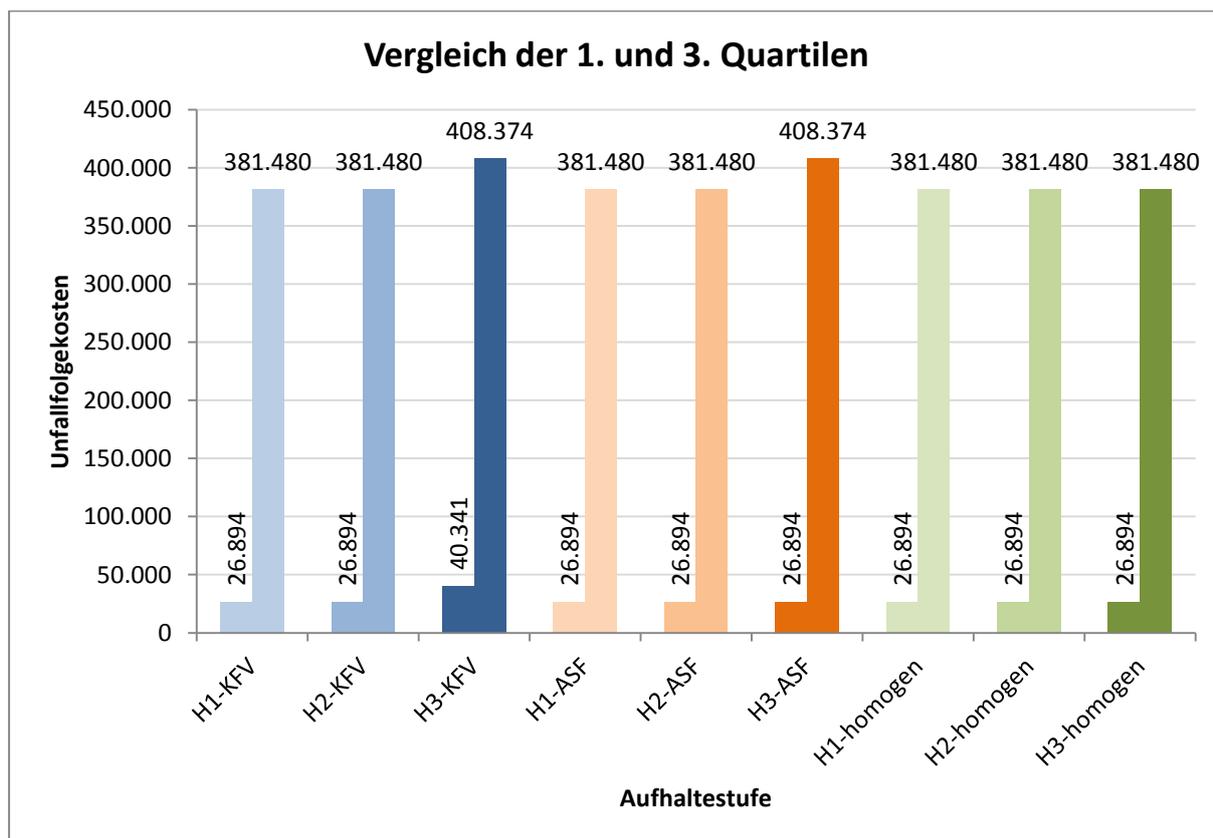


Abbildung 26: Vergleich der 1. und 3. Quartilen der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen

Tabelle 29: Vergleich der Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung aller Unfälle auf Grundlage der KfV-Erhebung der Aufhaltstufen, gemäß Daten der Asfinag sowie Auswertung der „homogensten“ Gruppe

Aufhaltstufe	Anzahl UPS - höchster Verletzungsgrad			Anteil des höchsten Verletzungsgrades		
	tot	svl/neg	lvl	tot	svl/neg	lvl
H1 - KfV	2	8	25	5,7%	22,9%	71,4%
H2 - KfV	12	51	61	9,7%	41,1%	49,2%
H3 - KfV	2	21	12	5,7%	60,0%	34,3%
H1 - ASF	5	29	44	6,4%	37,2%	56,4%
H2 - ASF	9	33	36	11,5%	42,3%	46,2%
H3 - ASF	2	19	12	6,1%	57,6%	36,4%
H1 - homogen	2	7	17	7,7%	26,9%	65,4%
H2 - homogen	4	19	27	8,0%	38,0%	54,0%
H3 - homogen	1	8	8	5,9%	47,1%	47,1%

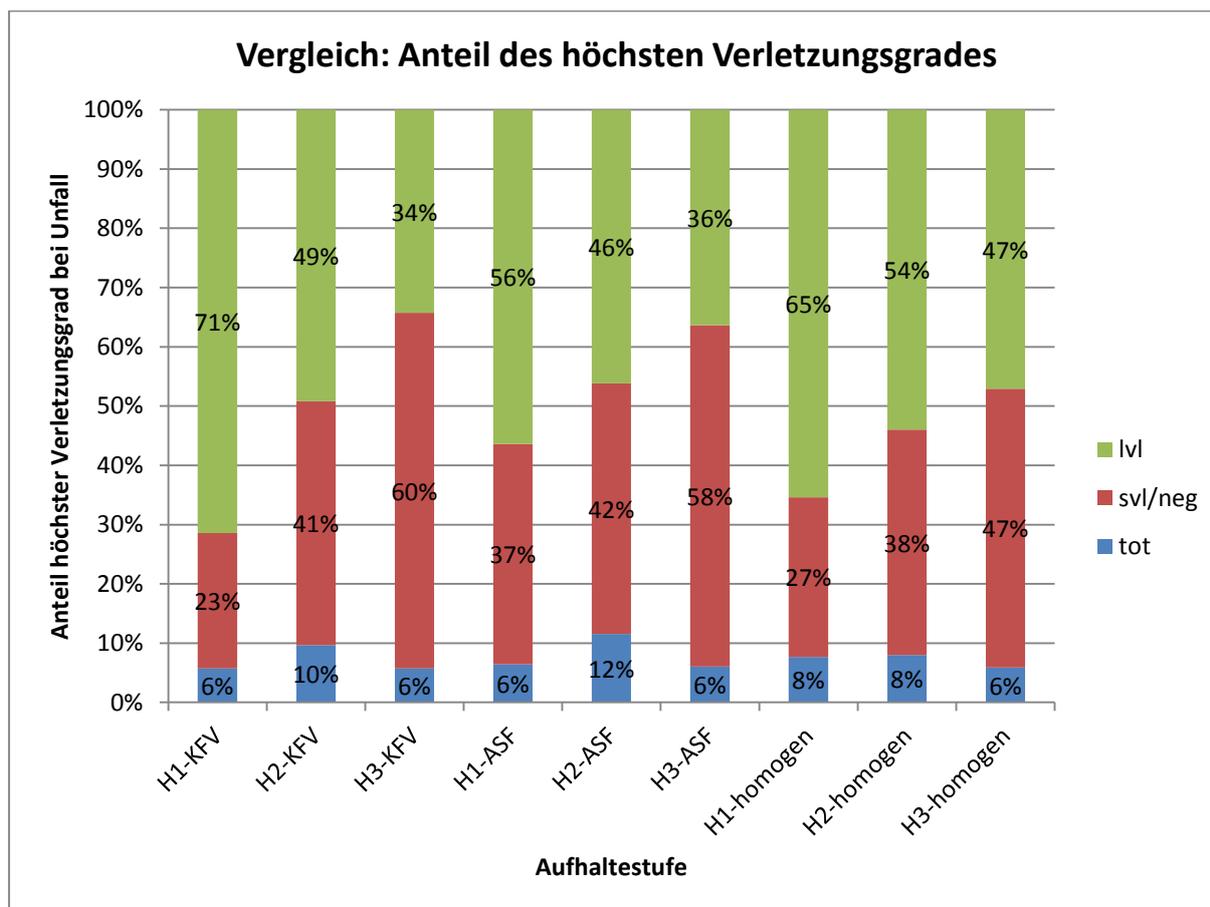


Abbildung 27: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrades der verschiedenen Auswertungen nach Rückhalteklassen

6.6 Detailbetrachtung der Abkommensunfälle nach rechts im Asfinag-Netz mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene

Wie in Punkt 6.5.3 angeführt, lag eine Aufstellung der Fahrzeugrückhaltesysteme auf dem gesamten Asfinag-Netz auf Basis einer Erhebung in den Jahren 2006 bis 2009 vor.

Im Zuge des Projekts wurde in einem ersten Schritt versucht, möglichst gesicherte Grundlagen für die Zuordnung der Aufhaltestufen bei aufgetretenen Unfällen zu erheben, wobei Strecken in NÖ, dem Burgenland und der Steiermark berücksichtigt wurden (sh. Punkt 6.5). Nach Vorliegen der netzweiten Asfinag-Daten wurden diese Auswertungen auch für das Gesamtnetz durchgeführt.

Hinsichtlich der Datengrundlage gelten die Anmerkungen von Punkt 6.5.3. Die Leitschienensystemzuordnung wurde einmal mit einer 50 m-Toleranz durchgeführt, ein weiteres Mal ohne Toleranzbereich.

Demnach wurden auf Basis der vorliegenden Asfinag-Daten die obigen Auswertungen ein weiteres Mal netzweit durchgeführt:

- + Abkommensunfälle mit Personenschaden mit Abkommen nach rechts und dem angegebenen Unfallumstand 15 (Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene)
- + Leitschienensystemzuordnung aufgrund Daten der Asfinag (Zuordnung wie oben beschrieben)

Durch das Vorliegen netzweiter Daten konnte auch verglichen werden, ob die Größenordnungen der Anteile der unterschiedlichen vorhandenen Rückhalteklassen auf dem Asfinag-Netz mit den Anteilen der den jeweiligen Unfällen zugeordneten Rückhalteklassen in etwa übereinstimmen.

Bei der Anteilsbestimmung der auf dem Asfinag-Netz vorhandenen Rückhalteklassen wurden in der folgenden Auswertung nur jene Rückhaltesysteme berücksichtigt, bei denen generell „Hauptfahrbahn“, bei der Lage der Absicherung „Rand“ sowie eine Fahrtrichtung angegeben waren. Nicht berücksichtigt wurden hier jene Strecken, die auch in der Unfallzuordnung nicht berücksichtigt wurden bzw. nicht berücksichtigt werden konnten. Eine Unterscheidung zwischen einfacher Ausführung und doppelter Ausführung wurde nicht getroffen.

Die Zuordnung der Rückhalteklassen erfolgte auf Basis der Asfinag-Daten mit einer 50 m-Toleranz.

Tabelle 30: Vergleich Anteil der Rückhalteklassen – Anteil am Asfinag-Netz bei der seitlichen Absicherung sowie Anteil der einer Rückhalteklasse zugeordneten Alleinunfälle mit Unfallumstand 15, Zuordnung der Aufhaltestufe auf Basis der Asfinag-Daten mit 50 m-Toleranz

Aufhaltestufe / FRS	Seitenabsicherung – Anteil am Asfinag-Netz	Anteil der zugeordneten Alleinunfälle mit Unfallumstand 15
H1	56%	49%
H2	31%	34%
H3	4%	9%
BLW	9%	8%

Die Größenordnungen der Anteile stimmen demnach in etwa überein. Überrepräsentiert ist bei den zugeordneten Unfällen die Rückhalteklasse H3, hier führt wahrscheinlich die relativ geringe Anzahl der zugeordneten Unfälle zu dieser Abweichung.

6.6.1 Leitschienensystemzuordnung gem. Asfinag-Daten bei 50 m-Toleranz

Die Grundgesamtheit betrug bei Ansatz eines 50 m-Toleranzintervalls bei der Leitschienensystemzuordnung 545 UPS, das sind rd. 68% der UPS und Anfahrten an Leiteinrichtung, -schiene auf dem Asfinag-Netz in den Jahren 2007 bis 2011 (gesamt 805 UPS).

Tabelle 31: Kennwerte bei Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Rückhalteklassenzuordnung auf Basis der Asfinag-Daten mit 50 m-Toleranz

Aufhaltestufe	Anzahl UPS	Unfallfolgekosten [€]			
		arithm. Mittel	Median	1. Quartil	3. Quartil
H1	291	418.956	53.788	26.894	381.480
H2	203	416.577	53.788	26.894	381.480
H3	51	661.687	381.480	26.894	381.480
Gesamt	545				

Tabelle 32: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Rückhalteklassenzuordnung auf Basis der Asfinag-Daten mit 50 m-Toleranz

Aufhaltestufe	Anzahl UPS - höchster Verletzungsgrad			Anteil UPS - höchster Verletzungsgrad		
	tot	svl/neg	lvl	tot	svl/neg	lvl
H1	16	98	177	5,5%	33,7%	60,8%
H2	13	74	116	6,4%	36,5%	57,1%
H3	5	24	22	9,8%	47,1%	43,1%
Gesamt	34	196	315			

6.6.2 Leitschienensystemzuordnung gem. Asfinag-Daten ohne Toleranzbereich

Bei dieser Leitschienensystemzuordnung wurden nur jene Unfälle berücksichtigt, bei denen gemäß der Asfinag-Daten seitlich ein Fahrzeugrückhaltesystem montiert ist. Betrachtet werden bei diesen Auswertungen nur Leitschienen, Betonleitwände werden nicht berücksichtigt.

Die Grundgesamtheit betrug bei der Leitschienensystemzuordnung ohne Toleranzbereich 405 UPS, das sind rd. 51% der Unfälle mit Personenschaden und Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Asfinag-Netz in den Jahren 2007 bis 2011 (gesamt 805 UPS).

Tabelle 33: Kennwerte bei Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Leitschienensystemzuordnung ohne Toleranzbereich

Aufhaltestufe	Anzahl UPS	Unfallfolgekosten [€]			
		arithm. Mittel	Median	1. Quartil	3. Quartil
H1	215	415.445	53.788	26.894	381.480
H2	155	338.957	53.788	26.894	381.480
H3	35	795.553	381.480	26.894	408.374
Gesamt	405				

Tabelle 34: Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sowie deren Anteil nach höchstem Verletzungsgrad bei der Auswertung der netzweiten Unfälle auf Grundlage der Rückhalteklassen gem. Asfinag-Daten, Leitschienensystemzuordnung ohne Toleranzbereich

Rückhalte-klasse	Anzahl UPS - höchster Verletzungsgrad			Anteil UPS - höchster Verletzungsgrad		
	tot	svl/neg	lvl	tot	svl/neg	lvl
H1	10	79	126	4,7%	36,7%	58,6%
H2	7	56	92	4,5%	36,1%	59,4%
H3	4	17	14	11,4%	48,6%	40,0%
Gesamt	21	152	232			

6.6.3 Vergleich der Auswertungen Niederösterreich, Burgenland und Steiermark mit netzweiter Auswertung

Bei den Auswertungen, welche die Bundesländer Niederösterreich, Burgenland und Steiermark berücksichtigten, ergab sich tendenziell stets das gleiche Bild: die mittleren Unfallfolgekosten waren bei H2 am höchsten, gefolgt von H3 und H1. Das Ergebnis war auch unabhängig von der Datengrundlage betreffend Rückhalteklasse (KFV-Erhebung bzw. Asfinag-Daten).

Tabelle 35: Vergleich der Kennwerte der Auswertungen nach Zuordnung der Rückhalteklassen – Auswertungen NÖ, Bgld. & Stmk. sowie netzweite Auswertung

Rückhalteklasse	Anzahl UPS	Unfallfolgekosten [€]			
		arithm. Mittel	Median	1. Quartil	3. Quartil
H1 - KFV / NÖ, Bgld., Stmk.	35	285.675	26.894	26.894	381.480
H2 - KFV / NÖ, Bgld., Stmk.	124	596.511	381.480	26.894	381.480
H3 - KFV / NÖ, Bgld., Stmk.	35	456.992	381.480	40.341	408.374
H1 - ASF / NÖ, Bgld., Stmk.	78	441.655	53.788	26.894	381.480
H2 - ASF / NÖ, Bgld., Stmk.	78	636.211	381.480	26.894	381.480
H3 - ASF / NÖ, Bgld., Stmk.	33	453.419	381.480	26.894	408.374
H1 - homogen / NÖ, Bgld., Stmk.	26	357.477	26.894	26.894	381.480
H2 - homogen / NÖ, Bgld., Stmk.	50	474.288	53.788	26.894	381.480
H3 - homogen / NÖ, Bgld., Stmk.	17	395.203	381.480	26.894	381.480
H1 - netzweit, 50m Toleranz	291	418.956	53.788	26.894	381.480
H2 - netzweit 50m Toleranz	203	416.577	53.788	26.894	381.480
H3 - netzweit 50m Toleranz	51	661.687	381.480	26.894	381.480
H1 - netzweit ohne Toleranz	215	415.445	53.788	26.894	381.480
H2 - netzweit ohne Toleranz	155	338.957	53.788	26.894	381.480
H3 - netzweit ohne Toleranz	35	795.553	381.480	26.894	408.374

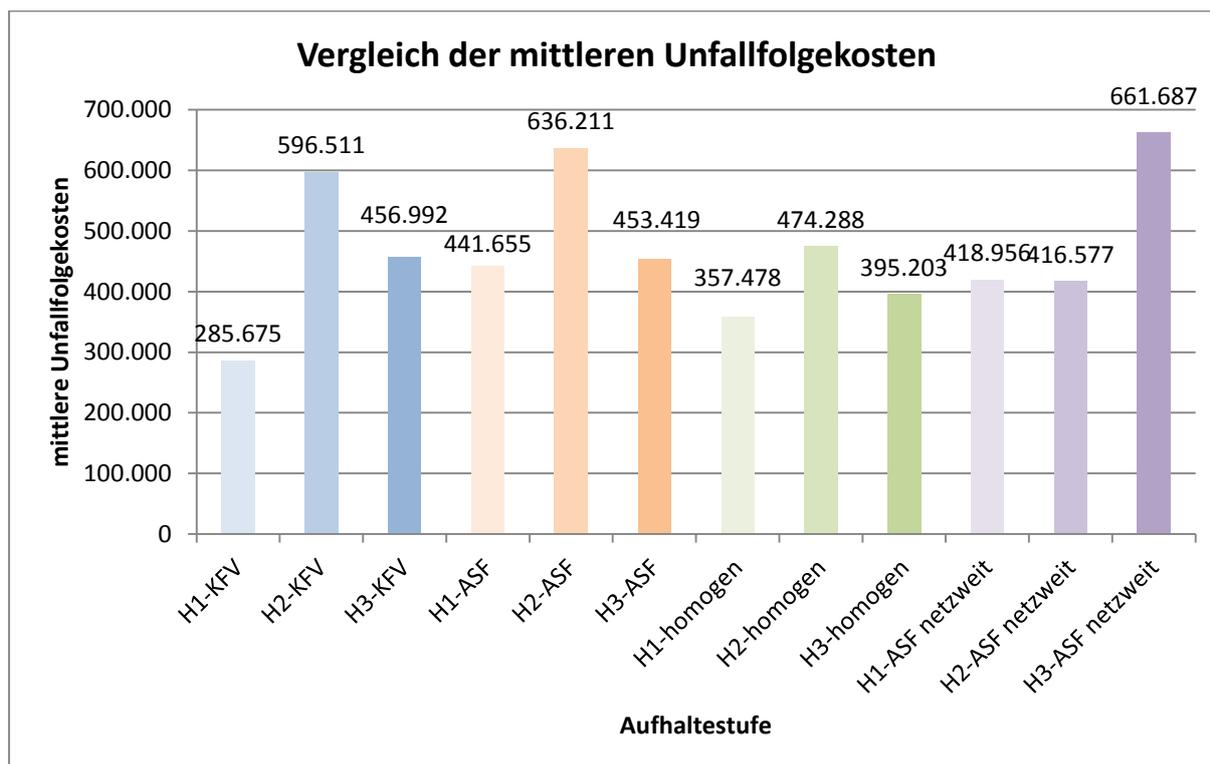


Abbildung 28: Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten der Auswertungen NÖ, Bgld. & Stmk. mit netzweiter Auswertung nach Rückhalteklassen (Zuordnung mit 50m-Toleranz)

Bei der netzweiten Auswertung (auf Grundlage der Asfinag-Daten mit 50 m-Toleranz bei der Zuordnung) ergibt sich ein völlig anderes Bild: die mittleren Unfallfolgekosten nach Anprall an H3 sind hierbei am höchsten, gefolgt von H1, die Rückhalteklasse H2 weist nunmehr nicht die höchsten sondern die geringsten mittleren Unfallfolgekosten auf.

Bei der Auswertung der Werte ohne Toleranz bei der Zuordnung der Leitschienensysteme verstärkt sich der Trend noch.

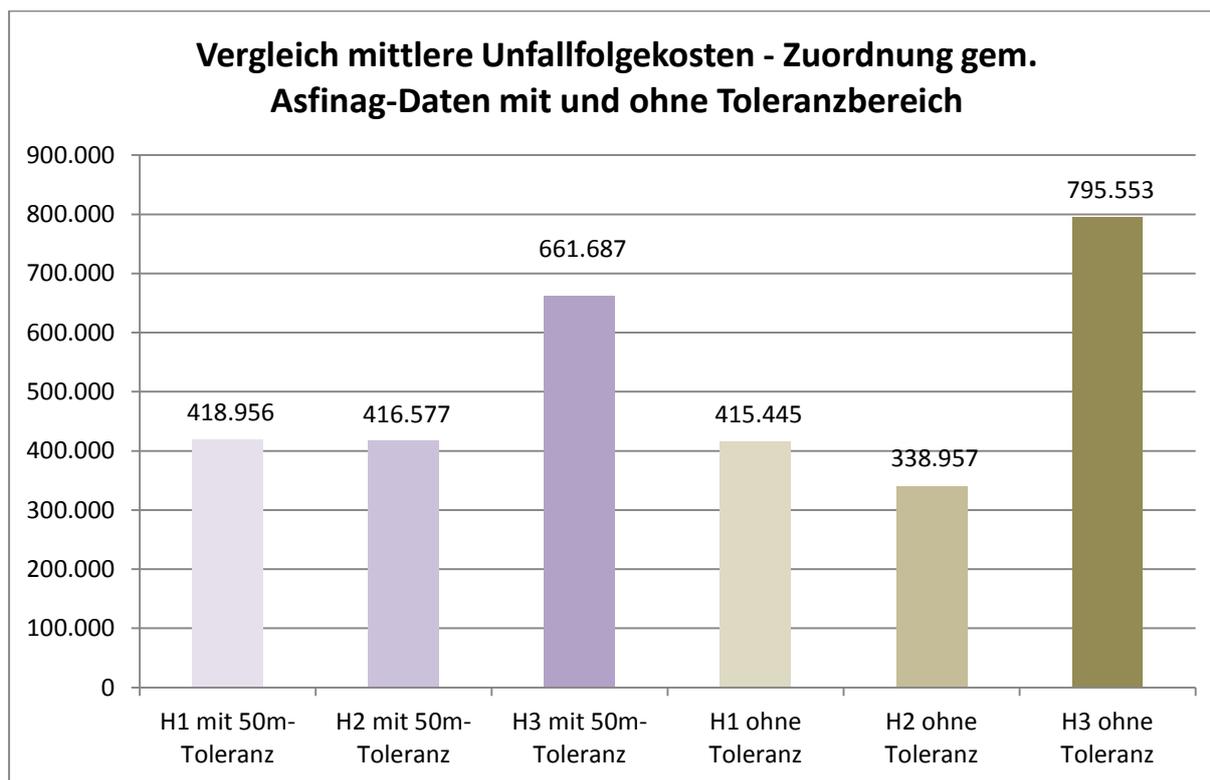


Abbildung 29: Mittlere Unfallfolgekosten der netzweiten Auswertungen nach Rückhalteklassen - Zuordnung mit 50 m-Toleranz bzw. ohne Toleranzbereich

Warum sich das Ergebnis der Auswertungen bei den Bundesländern NÖ, Bgld. und Stmk. von der netzweiten Auswertung unterscheidet ist unklar.

Eine Möglichkeit wäre, dass sich die Anteile der unterschiedlichen Rückhalteklassen in Niederösterreich, im Burgenland und der Steiermark vom Rest Österreichs unterscheiden. Dies ist nach Einschätzung der Asfinag jedoch nicht der Fall. Eine Auswertung der Netzanteile österreichweit sowie von Strecken, die *nicht* in den drei Bundesländern verlaufen (A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14), ergab ebenfalls eine sehr ähnliche anteilmäßige Verteilung der Rückhalteklassen.

Ein weiterer Erklärungsansatz wäre, dass die Stichprobe der Strecken in Niederösterreich, dem Burgenland und der Steiermark zu gering war. Dem steht aber die Anzahl der erhobenen Unfallstellen entgegen – mehr als die Hälfte der Abkommensunfälle mit dem Unfallumstand 15 ereigneten sich in diesen Bundesländern, bei mehr als 30% aller Unfallstellen wurde die Rückhalteklasse vor Ort erhoben und bei fast 25% der Unfallstellen wurde eine Aufhaltestufe zugeordnet. Im Vergleich dazu wurden bei der netzweiten Auswertung bei Zuordnung der Aufhaltestufe ohne Toleranzbereich rd. 50% aller Unfallstellen eine Aufhaltestufe zugeordnet, die ursprüngliche Auswertung umfasste demnach die Hälfte der Stellen dieser netzweiten Auswertung.

Eine weitere Möglichkeit wäre eine unterschiedliche Qualität der Asfinag- Aufhaltestufe-Daten in den einzelnen Bundesländern. Nachdem die Daten allerdings im Rahmen eines eigenen Projektes erhoben wurden, ist auch das recht unwahrscheinlich. Dem widerspricht

auch die sehr ähnliche Verteilung der Aufhaltestufe netzweit sowie der stichprobenartig betrachteten Strecken außerhalb von Niederösterreich, dem Burgenland und der Steiermark.

Bei den Anteilen der höchsten Verletzungsgrade ist der Unterschied zwischen den Auswertungen in Niederösterreich, dem Burgenland und der Steiermark bzw. netzweit relativ gering (siehe Abbildung 30). Die Tendenzen sind bei den Leichtverletzten und bei den Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten gleich: mit höherer Aufhaltestufe sinkt der Anteil der Leichtverletzten als höchster Verletzungsgrad, der Anteil an Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten steigt mit der Aufhaltestufe. Unterschiedlich ist der Anteil der Getöteten. Hier lag in Niederösterreich, dem Burgenland und der Steiermark. meist bei H2 der höchste Anteil, bei der netzweiten Auswertung ist bei H3 der Anteil der Getöteten beim höchsten Verletzungsgrad am höchsten.

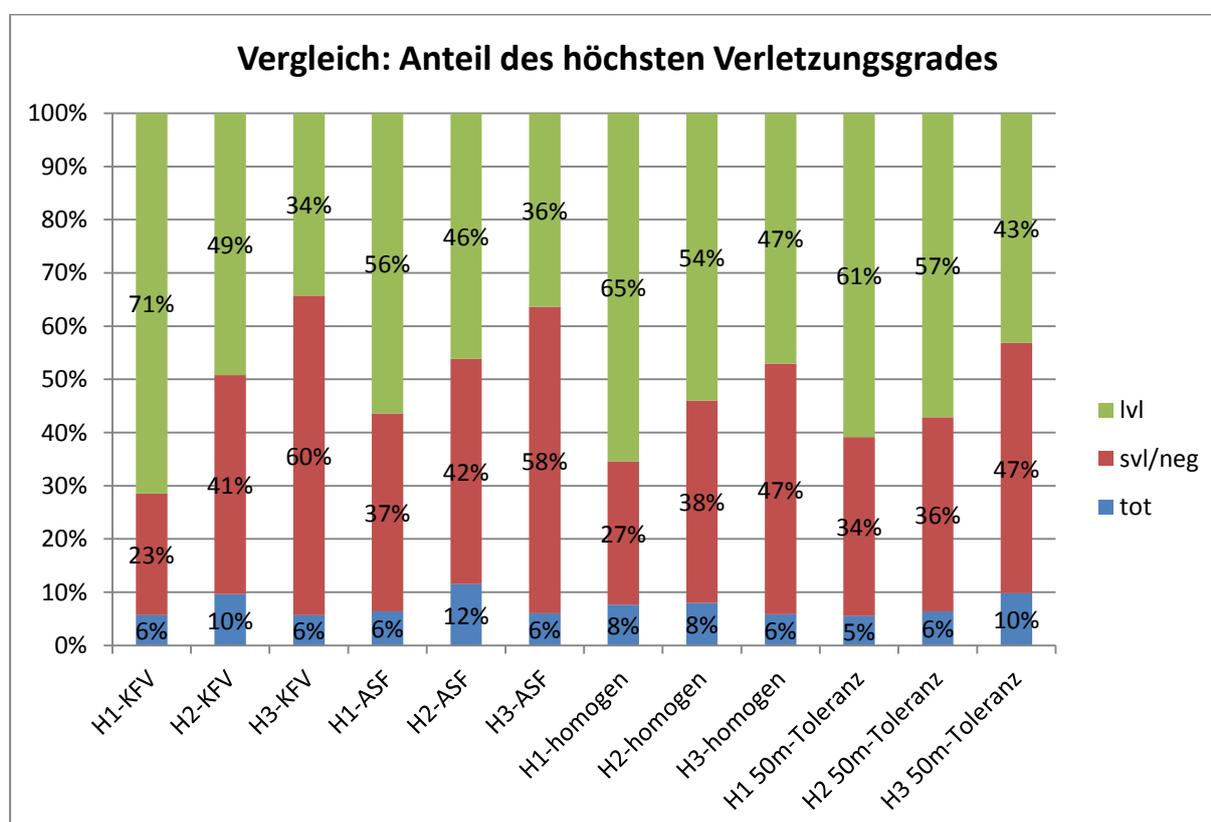


Abbildung 30: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrades der Auswertungen NÖ, Bgld. & Stmk. sowie bei netzweiter Auswertung nach Rückhalteklassen (Zuordnung mit 50 m-Toleranz)

Bei netzweiter Betrachtung und Zuordnung der Rückhalteklasse ohne Toleranzbereich besteht bei den Anteilen der höchsten Verletzungsgrade zwischen H1 und H2 fast kein Unterschied (Abbildung 31).

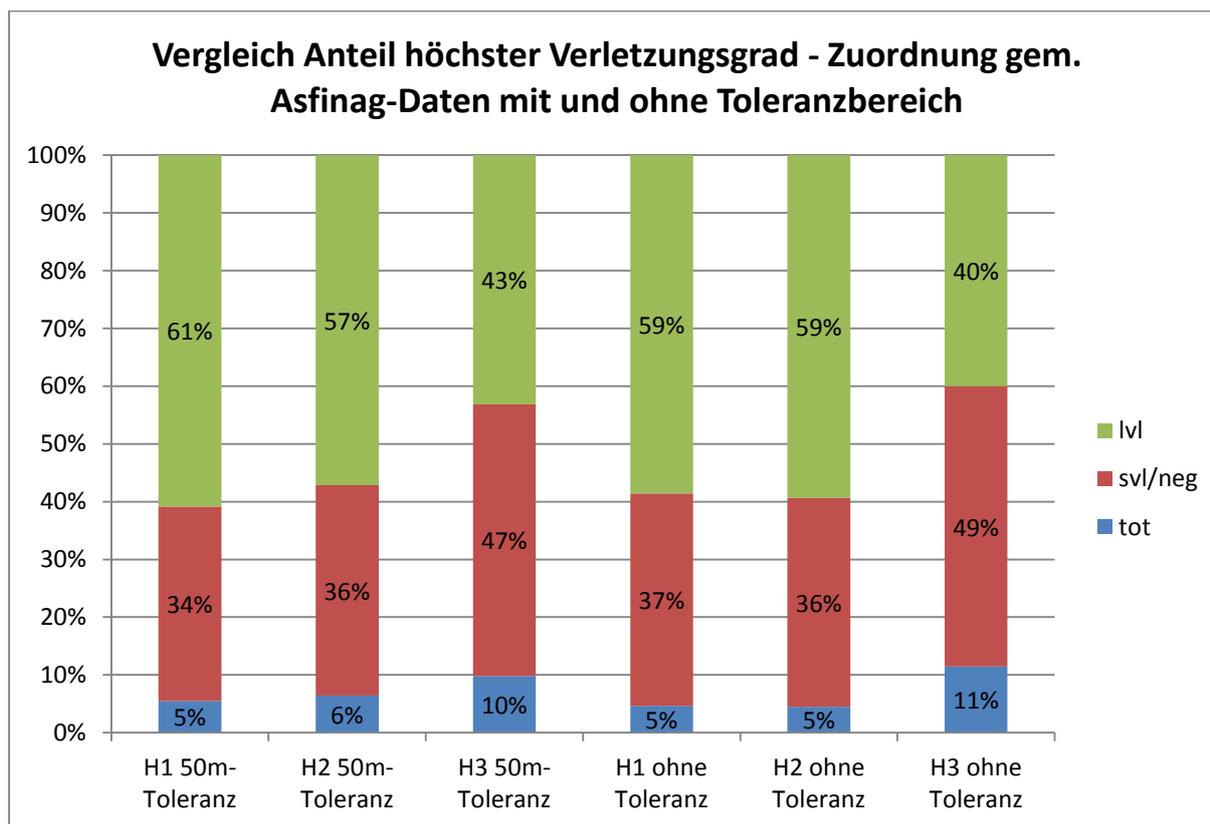


Abbildung 31: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrads der netzweiten Auswertungen nach Rückhalteklassen - Zuordnung mit 50 m-Toleranz bzw. ohne Toleranzbereich

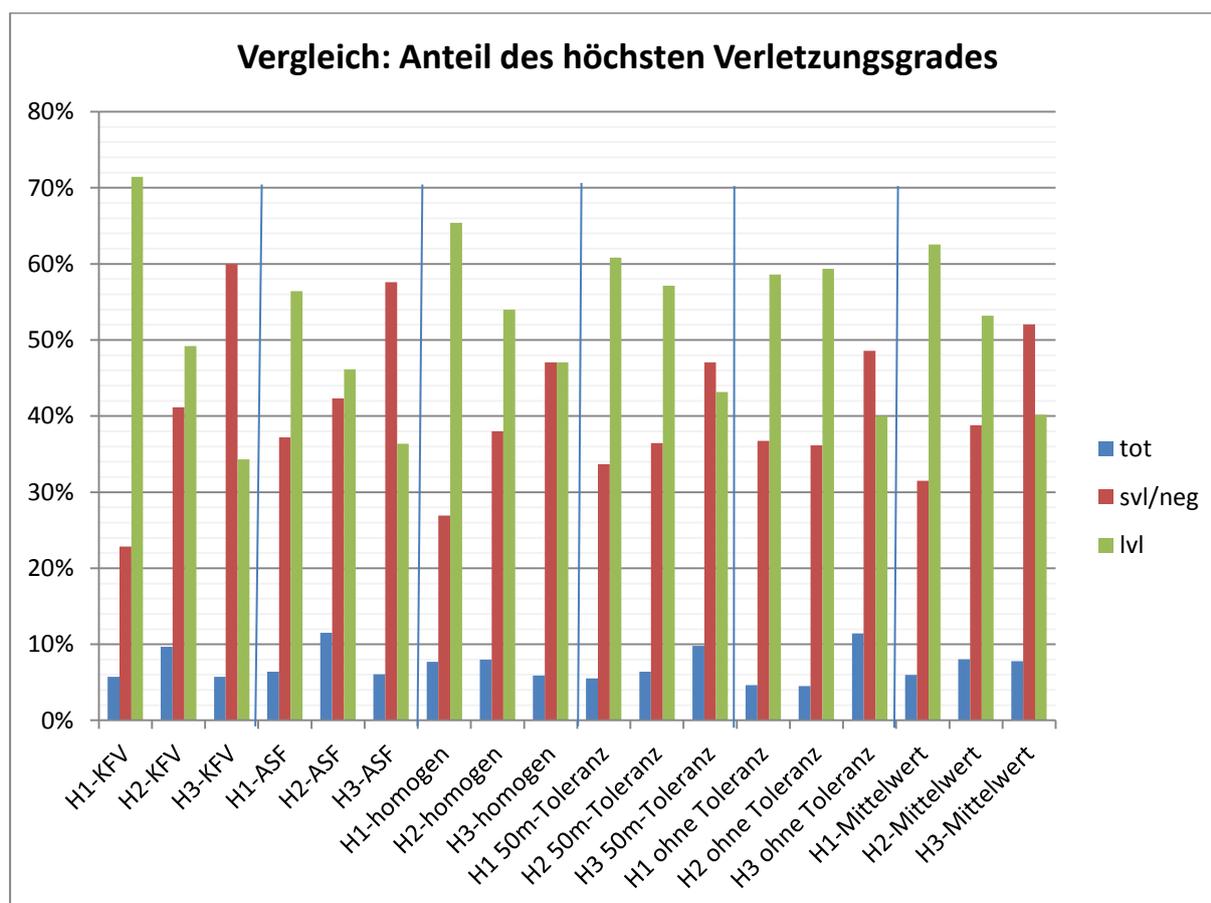


Abbildung 32: Vergleich des Anteils des höchsten Verletzungsgrades der netzweiten Auswertungen nach Rückhalteklassen – alle Auswertungen inkl. Mittelwert über alle Auswertungen

6.6.4 Unfallumstand 22 „Schleudern, Rutschen“

Im Unfallzählblatt war bei 376 Unfällen auch der Unfallumstand 22 „Schleudern, Rutschen“ angegeben (rd. 47% der Unfälle).

Wenn der Unfallumstand 22 angegeben war, waren weitaus geringere Unfallfolgekosten zu verzeichnen. Mit Angabe von „Schleudern, Rutschen“ (376 Unfälle) betragen die mittleren Unfallfolgekosten € 247.156, ohne Angabe des Unfallumstands 22 (429 Unfälle) lag dieser Wert bei € 620.455, also beim 2,5-fachen.

Betrachtet man die einzelnen Rückhalteklassen, so sind bei den Unfällen ohne Schleudern unterschiedliche Werte bei den unterschiedlichen Rückhalteklassen zu bemerken, bei den Unfällen mit Schleudern liegen die Werte durchwegs in einem ähnlichen Bereich.

Tabelle 36: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011; Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten bei unterschiedlichen Rückhalteklassen bei Unfällen mit bzw. ohne Angabe des Unfallumstands 22 „Schleudern, Rutschen“; beteiligte Fahrzeuge: alle

Rückhalteklasse	Anzahl	mittlere Unfallfolgekosten Alleinunfälle mit Unfallumstand 15, ohne Unfallumstand 22 Beteiligte Fahrzeuge: alle [€]	Anzahl	mittlere Unfallfolgekosten Alleinunfälle mit Unfallumstand 15, mit Unfallumstand 22 Beteiligte Fahrzeuge: alle [€]
H1	145	580.555	146	258.463
H2	111	553.404	92	251.492
H3	33	904.713	18	216.139

Tabelle 37: Abkommensunfälle (UPS) nach rechts mit Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene im Asfinag-Netz im Zeitraum 2007-2011; Vergleich der mittleren Unfallfolgekosten bei unterschiedlichen Rückhalteklassen bei Unfällen mit bzw. ohne Angabe des Unfallumstands 22 „Schleudern, Rutschen“; beteiligte Fahrzeuge: Pkw

Rückhalteklasse	Anzahl	mittlere Unfallfolgekosten Alleinunfälle mit Unfallumstand 15, ohne Unfallumstand 22 Beteiligte Fahrzeuge: Pkw [€]	Anzahl	mittlere Unfallfolgekosten Alleinunfälle mit Unfallumstand 15, mit Unfallumstand 22 Beteiligte Fahrzeuge: Pkw [€]
H1	134	482.387	132	228.587
H2	93	601.352	83	252.542
H3	32	921.064	15	253.989

Anmerkung: die Zuordnung der Rückhalteklassen in Tabelle 36 und in Tabelle 37 erfolgte jeweils auf Basis der Asfinag-Daten mit einer Zuordnungstoleranz von 50 m.

6.6.5 Resümee der statistischen Auswertungen

Aus den durchgeführten statistischen Auswertungen lässt sich kein eindeutiges Bild ableiten. Nimmt man die Mittelwerte der fünf verschiedenen Auswertungen, so ergibt sich, dass die Unfallfolgekosten mit Zunahme der Aufhaltstufe steigen. Dies spiegelt sich auch bei den Anteilen der höchsten Verletzungsgrade wieder: der höchste Anteil an Leichtverletzten findet sich bei H1, gefolgt von H2 und H3, der höchste Anteil an Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten ist umgekehrt bei H3, gefolgt von H2 und H1. Der Anteil der Getöteten ist bei H1 am geringsten, bei H2 und H3 etwa gleich.

Das entspricht der Annahme, dass die Unfallfolgen mit höherer Steifigkeit und höherer Rückhaltefähigkeit des Rückhaltesystems, das bei höheren Gefährdungen hinter dem Fahrzeurückhaltesystem erforderlich ist, steigen.

Die Tendenzen beim höchsten Verletzungsgrad waren über die Auswertungen gesehen bei den Verletzten durchwegs ähnlich: der Anteil der Leichtverletzten war bei H1 am höchsten, gefolgt von H2 und H3. Der Anteil der Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten war bei H3 am höchsten, gefolgt von H2 und H1. Bei einer Variante (Zuordnung netzweit aufgrund Asfinag-Daten, Zuordnung ohne Toleranzbereich) waren die Anteile der Verletzten bei H1 und H2 praktisch gleich hoch.

Die Tendenzen bei den Anteilen der Unfälle mit Getöteten waren unterschiedlich, möglicherweise auch aufgrund der geringeren Fallzahlen.

Bei den mittleren Unfallfolgekosten traten bei den verschiedenen Auswertungen auch unterschiedliche Tendenzen auf. Die Auswertungen, die auf die Bundesländer Niederösterreich, Burgenland und die Steiermark beschränkt waren, zeigten mittlere Unfallfolgekosten von $H1 < H3 < H2$. Die netzweiten Auswertungen ergaben mittlere Unfallfolgekosten von $H2 < H1 < H3$ – die Aufhaltstufe H2 wies demnach einmal die höchsten, ein andermal die niedrigsten mittleren Unfallfolgekosten auf.

Aus obigem folgt, dass aus den Auswertungen keine signifikanten Unterschiede bei den Unfallfolgen nach Anprall an unterschiedliche Rückhalteklassen von Leitschienen ableitbar sind.

Wesentliche Daten, welche die Unfallschwere beeinflussen, lagen in der vorliegenden Auswertung nicht vor (z.B. Abkommensgeschwindigkeit, Abkommenswinkel, gesicherte Angaben betreffend vorhandenes Rückhaltesystem). Ein kausaler Schluss von der Art des Rückhaltesystems auf die Gesamtunfallkosten kann daher nicht gezogen werden.

Bemerkenswert sind jedenfalls die deutlich geringeren mittleren Unfallfolgekosten bei den Abkommensunfällen nach rechts mit Unfallumstand 15 „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“ und Unfallumstand 22 „Schleudern, Rutschen“ im Vergleich zu den Abkommensunfällen nach rechts, bei denen im Unfallzählblatt nur der Unfallumstand 15 angegeben war. Die Werte bei Angabe von „Schleudern, Rutschen“ sind durchwegs mindestens nur halb so hoch wie die Werte ohne diese Angabe.

7. TIEFENANALYSE VON REALUNFÄLLEN

In den Tiefenanalysen von Realunfällen sollen tiefergehende Informationen ausgewertet werden, als dies mit den Daten der nationalen Statistik möglich ist.

7.1 Informationen zur Realunfalldatenbank ZEDATU

Die für die Auswertung von Realunfällen herangezogenen Basisdaten sind der In-Depth Datenbank ZEDATU (Zentrale Datenbank zur Tiefenanalyse von Verkehrsunfällen) entnommen. Jeder individuelle Verkehrsunfall wurde in der ZEDATU unfalltechnisch mit dem Unfallrekonstruktionsprogramm PC Crash rekonstruiert und gespeichert. Aus den Unfallberichten, welche aus verschiedenen Teilen bestehen (Polizeibericht, Medizinische Berichte, Lichtbildbeilage, fotogrammetrische Auswertung der Unfallstelle,...), werden beispielsweise Ausgangs- und Kollisionsgeschwindigkeiten, Reaktionszeitpunkte, Fahrzeiten und Wege etc. berechnet. Notwendige Informationen zur seitlichen Infrastruktur für eine Kollisionsbetrachtung sind ebenfalls in der ZEDATU verfügbar. Auszugsweise sind hier Kollisionsobjekte (Bäume, Überkopfwegweiser, Leitschienen etc.), seitliche Abstände, Kurvenradien, fallende oder steigende Böschungen etc. zu nennen.

Die Datenfeldgrundlage der ZEDATU ist auf das sogenannte STAIRS Protokoll (Standardisation of Accident and Injury Registration System)³⁴ zurückzuführen, welches im gleichnamigen EU Projekt entwickelt wurde. Aufbauend auf dem STAIRS Protokoll wurden die Datenfelder mit den Informationen aus den EU Projekten PENDANT (Pan-European Coordinated Accident and Injury Databases)³⁵, RISER (Roadside Infrastructure for Safer European Roads)³⁶ und ROLLOVER (Improvement of rollover safety for passenger vehicles)³⁷ erweitert. Weiters sind auch die Datenfelder der nationalen Statistik integriert, um eine direkte Verbindung zur nationalen Statistik zu ermöglichen.³⁸

Der wesentliche Unterschied zu Auswertungen der nationalen Statistik besteht in der Gesamtunfallbetrachtung durch die vollständige Unfallrekonstruktion (Vorkollisionsphase, Kollisionsphase, Nachkollisionsphase) und den darin ermittelten Parametern. Diese können statistisch aufbereitet werden und dienen beispielsweise als Randbedingungen für die Auslegung von Rückhaltesystemen oder als Inputdaten für die Festlegung von Richtlinien und Standards.

³⁴ Vallet G, Laumon B, Martin JL, Lejeune P, Thomas P, Ross R, Kossmann I, Otte D, and Sexton B: STAIRS - Standardisation of Accident and Injury Registration Systems; Report no: Final Report, 1999

³⁵ Thomas P, Morris A, Tomasch E, and Vallet G: PENDANT - Pan-European Co-ordinated Accident and Injury Databases; Report no: Final Report, 2006

³⁶ RISER: Final Report - Roadside Infrastructure for Safer European Roads; Report no: Final Report, 2006, (Report)

³⁷ Gugler J and Steffan H: ROLLOVER - Improvement of Rollover Safety for Passenger Vehicles; Report no: Final Report, 2005

³⁸ Statistik Austria: Erläuterungen und Definitionen zum Zählblatt über einen Straßenverkehrsunfall, Ausgabe 2007

7.2 Verhalten von Schutzeinrichtungen beim Anprall

7.2.1 Anforderungen und Verhalten im Realunfallgeschehen

Normative Anforderungen

In der EN 1317 sind Anforderungen an das Verhalten von Schutzeinrichtungen festgelegt. Dabei muss die Schutzeinrichtung ohne vollständigen Bruch der Hauptlängselemente des Systems das Fahrzeug aufhalten und zurückleiten. Während oder nach dem Anprall darf nicht mehr als ein Rad des Fahrzeugs die Schutzeinrichtung vollständig über- oder unterqueren und das Fahrzeug darf sich während oder nach dem Anprall nicht überschlagen (oder auf die Seite kippen). Bei Prüfungen mit Lkw und Bussen dürfen sich während der Prüfung bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Radspuren des Fahrzeugs den Abprallbereich verlassen, nicht mehr als 5% des Ballast lösen, auslaufen oder verschüttet werden. Wie kann nun im Realunfallgeschehen das Verhalten von Schutzeinrichtungen zusammengefasst werden? Kann dieses Verhalten auch im realen Unfallgeschehen identifiziert werden? In weitere Folge sind drei Hauptgruppen von Kollisionen mit Schutzeinrichtungen zusammengefasst (diese stellen nur einen Auszug an Abkommensunfällen dar). Betrachtet wurden nur Alleinunfälle mit Pkw bzw. Lkw<3,5t.

Realsituation

Bei Abkommensunfällen kommen die Fahrzeuge häufig schleudernd in die Kollision. Dies wurde bereits in der allgemeinen statistischen Analyse (siehe Kapitel 6) festgestellt und kann auch aus der Tiefenanalyse in Kapitel 7.3 abgeleitet werden. Im Zulassungstest muss das Fahrzeugrückhaltesystem nur translatorische Energien aufnehmen. Im realen Unfallgeschehen hingegen sind zusätzliche Belastungen durch Rotationsenergien vorliegend. Es kommt dabei häufig auch noch zu Mehrfachkollisionen durch das sich drehende Fahrzeug. Dadurch wird auf das Fahrzeugrückhaltesystem eine zusätzliche Belastung ausgeübt, die im normativen Testablauf nicht auftritt. Zusätzlich erfolgen meist Mehrfachkollisionen, wo zunächst das Fahrzeugheck abermals mit dem Fahrzeugrückhaltesystem kollidiert. Dies mit niedrigerer Geschwindigkeit, allerdings auf das durch die Erstkollision schon vorher belastete System. Die Höhe des weiteren Energieeintrags durch nachfolgende Kollisionen hängt im Wesentlichen von der Erstanprallsituation (Geschwindigkeit, Winkel etc.) und der Energieaufnahme durch das System ab. Zu welchem exakten Zeitpunkt (Erstkollision, nachfolgende Kollision) die Leitschiene durchbrochen wird, kann aus der Unfallrekonstruktion nicht nachvollzogen werden.

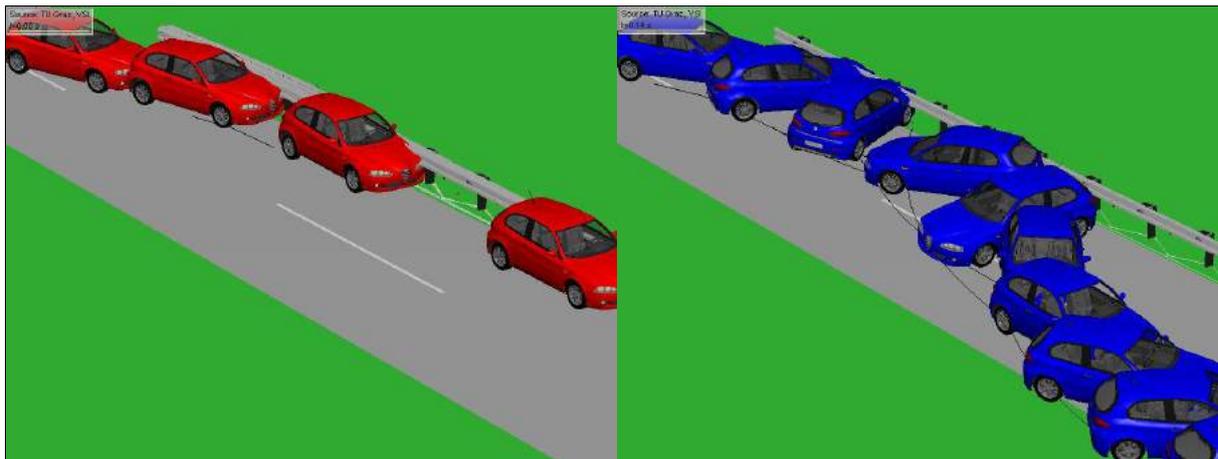


Abbildung 33: Bewegungsablauf beim Anprall eines Fahrzeugs an eine Leitschiene im normativen Testfall und in der Realsituation mit einer Rotationsbewegung

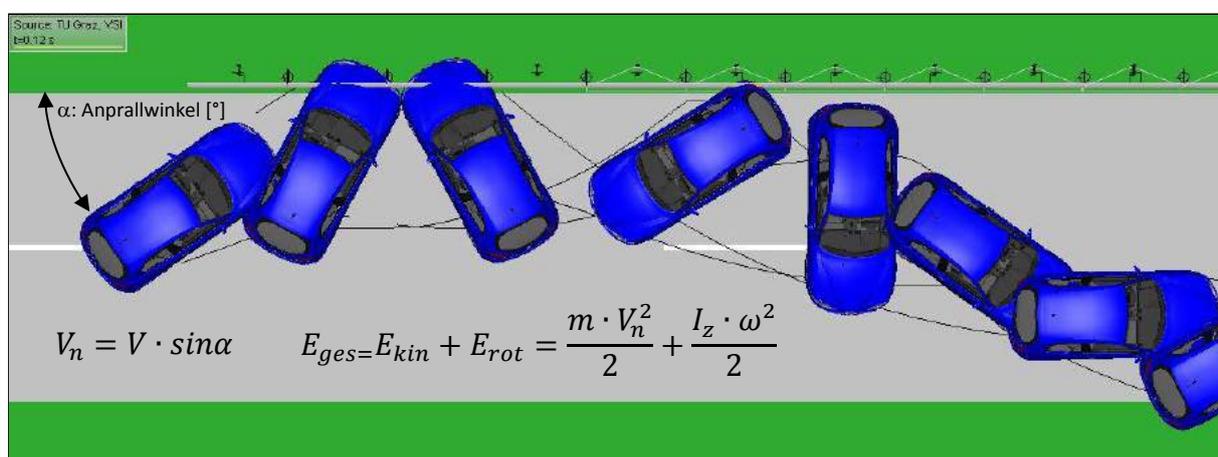


Abbildung 34: Möglicher Kollisionsverlauf bei einem Realunfall

7.2.2 Anprall an eine Schutzeinrichtung

Kein Durchbruch durch die Schutzeinrichtung

In Abbildung 35 ist festzustellen, dass das Fahrzeug durch die Schutzeinrichtung auf der Fahrbahn gehalten wird, obwohl die Schutzeinrichtung teilweise völlig zerstört wird. Wesentlich hierbei ist aber auch die Tatsache, dass sich Fahrzeuge nach dem Anprall überschlagen können, selbst wenn das Leitschienenband nicht durchtrennt wurde. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist die Verankerung der Leitschienensteher im Untergrund. Sofern die Leitschienensteher das Leitschienenband nach unten ziehen, ist ein Überfahren durch das Fahrzeug möglich, was in Abbildung 37 zu erkennen ist.



Abbildung 35: Kollisionen mit Schutzeinrichtungen ohne Fahrzeugdurchbruch

Durchbruch durch die Schutzeinrichtung

Im linken Bild von Abbildung 36 wurde das Leitschienenband durchbrochen. Die Unfallsituation ist ähnlich dem linken Bild von Abbildung 35. Allerdings wurde dabei der Leitschienensteher aus dem Boden gezogen. Das rechte Bild zeigt eine völlige Auflösung des Leitschienenbandes. Ein sehr großes Problem ist das Einklemmen von den Fahrzeugrädern unter dem Leitschienenband. Dadurch werden sehr hohe Belastungen ausgelöst und dieses kann einreißen. Sobald dies eintritt verläuft der Riss bis zum kompletten Durchriss der Leitschiene.



Abbildung 36: Kollisionen mit Schutzeinrichtungen mit Fahrzeugdurchbruch

Sonderfälle

Als Sonderfälle wurden jene Situationen deklariert, in denen die Leitschienensteher das Leitschienenband soweit nach unten ziehen, dass ein Fahrzeug über die Leitschiene fahren kann und mit der Seiteninfrastruktur kollidiert. Ein weiterer Fall ist eine Situation, in der die Leitschiene sich soweit verformt, dass bei einer fallenden Böschung das Fahrzeug das Leitschienenband unterfahren kann.



Abbildung 37: Kollisionen mit Schutzeinrichtungen mit Fahrzeugdurchbruch

7.3 Allgemeine Analyse von Pkw und Lkw<3,5t Alleinunfällen

7.3.1 Fahrzeugmassen bei Realunfällen

Eine Auswertung der Fahrzeugmassen bei Verkehrsunfällen ist in Abbildung 38 dargestellt. Die rote durchgezogene Linie kennzeichnet das Fahrzeuggewicht von Pkw und die blaue jenes von Lkw<3,5t. Um das gesamte Fahrzeuggewicht inklusive Insassen zu berücksichtigen wurde angenommen, dass sich vier Fahrzeuginsassen in einem Pkw befinden. In Summe würde das etwa 300 kg Zuladung bedeuten und ist durch die rote strichlierte Linie dargestellt. Deutlich zu erkennen ist das höhere Gewicht für Lkw<3,5t, wo auch die Mehrheit der Fahrzeuge ein Gewicht von über 1.750 kg hat. Bei Pkw liegt das häufigste Gewicht zwischen 1.000 und 1.500 kg. 95% der Pkw haben ein Gewicht von bis zu 1.773 kg und die 99% Perzentile schließt ein Gewicht von bis zu 2.152 kg ein. Wird das Gewicht der Insassen mit ca. 300 kg (entspricht in etwa vier Insassen) berücksichtigt, so würden Pkw ein Kollisionsgewicht von ca. 2.450 kg aufweisen.

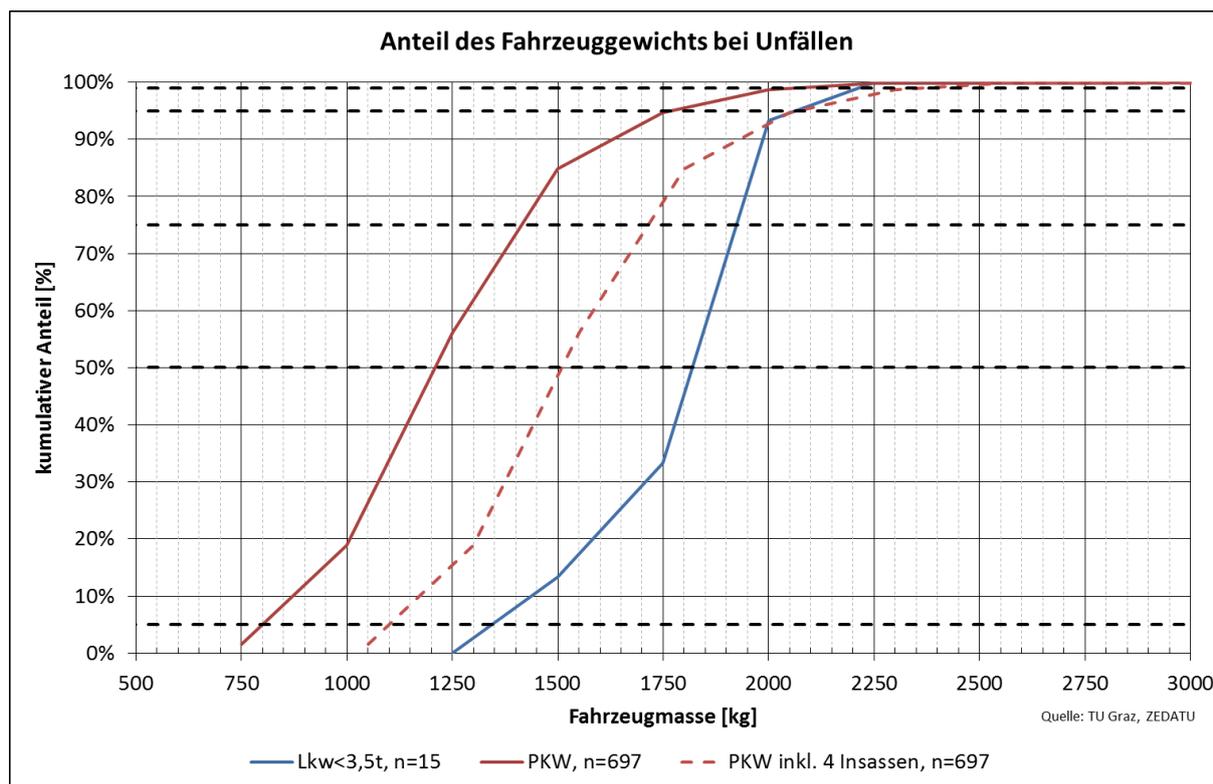


Abbildung 38: Fahrzeuggewicht bei Unfällen

7.3.2 Theoretische Überlegungen zu Abkommenswinkel und -geschwindigkeit

Hoschopf et al³⁹ hat in seiner Studie über die Aufstelllängen von Leitschienen die Bewegungsbahn des Massenmittelpunkts eines Fahrzeugs beim Abkommen von der Straße als Funktion des seitlichen Abstands zum Straßenrand und der Geschwindigkeit ausgedrückt, mit der Bedingung dass das Verhalten des Fahrzeugs nur vom Steuersystem abhängig ist. Der maximale Abkommenswinkel (entspricht dem Geschwindigkeitswinkel des Fahrzeugs beim Abkommen) kann dabei über die Zentripetalbeschleunigung und den maximalen seitlichen Reibungskoeffizienten abgeleitet werden. Es wurde dabei festgestellt, dass sich der Abkommenswinkel mit steigendem Reibungskoeffizienten und größer werdenden seitlichen Abstand vergrößert, jedoch mit zunehmender Geschwindigkeit kleiner wird. Zusätzlich zu diesen Überlegungen wurde ein Zusammenhang vom Fahrzeugabstand zur Fahrbahnseite bezogen auf den Kurvenradius hergestellt. Der Abkommenswinkel lässt sich in Kurven als Funktion von Kurvenradius und Seitenabstand, unter der Annahme, dass das Fahrzeug nicht nach Kurvenaußen gelenkt wird, ermitteln.

³⁹ Hoschopf et al: Ermittlung der notwendigen Aufstelllängen für Leitschienen [...]

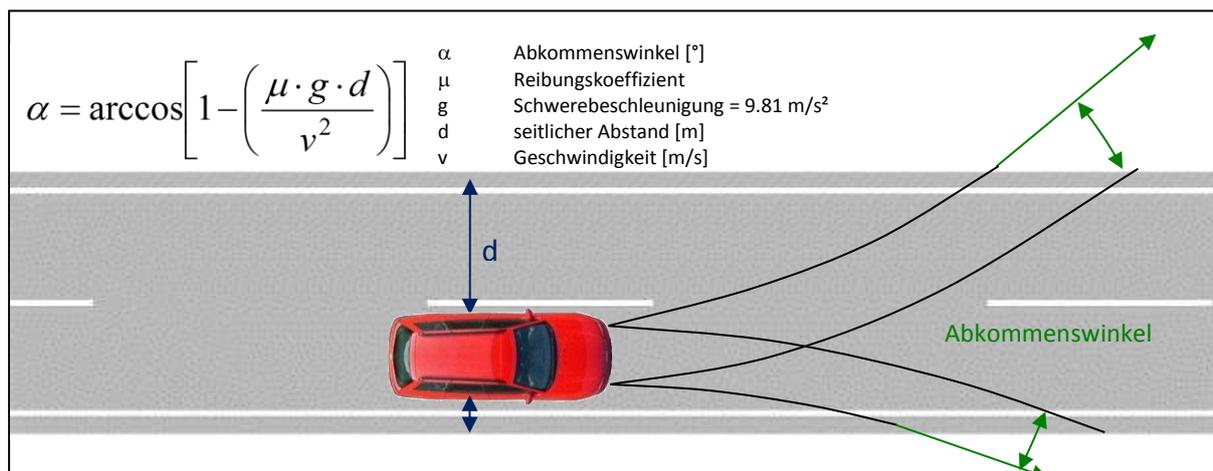


Abbildung 39: Theoretischer Abkommenswinkel in Bezug zum Seitenabstand auf gerader Fahrbahn

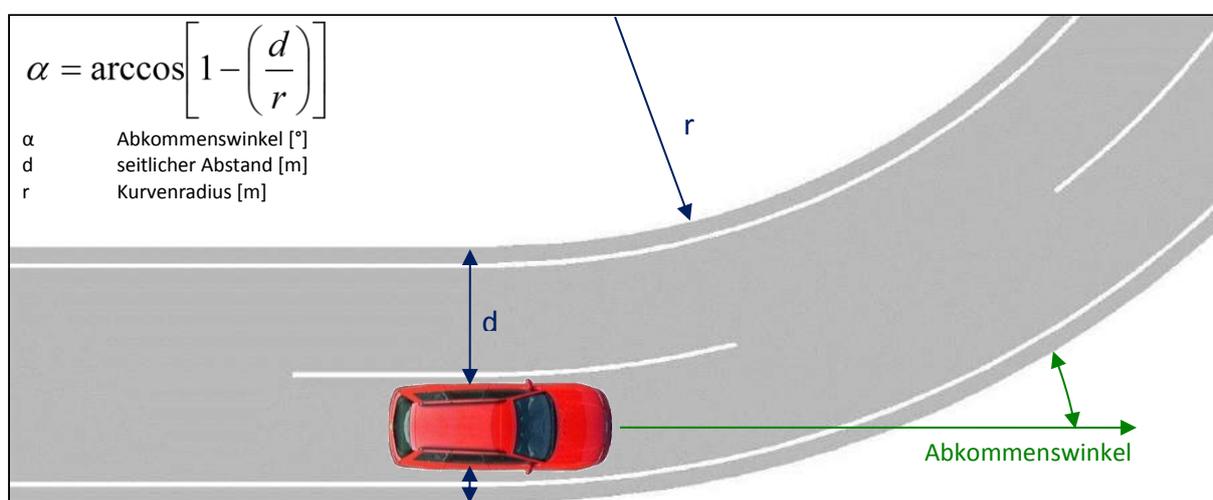


Abbildung 40: Theoretischer Abkommenswinkel in Bezug zum Seitenabstand bei Kurven

Aus den theoretischen Überlegungen und den Realunfalldaten lässt sich eine gute Übereinstimmung erkennen (Abbildung 41). Wie bei der theoretischen Überlegung sinkt mit zunehmender Abkommengeschwindigkeit der jeweilige Abkommenswinkel. Als Seitenabstand für den theoretischen Ansatz wird jener Abstand zum unbefestigten Seitenbereich bezeichnet, welcher sich beim Befahren des ersten Fahrstreifens (ein Meter ohne Pannestreifen, vier Meter mit Berücksichtigung des Pannestreifens), des zweiten Fahrstreifens (Seitenabstand sieben Meter) etc. ergibt. Mit zunehmendem Abstand des Fahrzeugs zum Seitenrand nimmt auch der theoretisch mögliche Abkommenswinkel zu. In der Abbildung stellt jeder Punkt einen Realunfall dar, wobei dabei auch durchaus mehrere Unfälle durch einen Punkt repräsentiert sein können. In der Abbildung sind Abkommensunfälle dargestellt, unabhängig davon ob es zu einer Kollision mit einem Fahrzeugrückhaltesystem, Anprall an ein Hindernis oder Überschlag gekommen ist. Es soll der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Winkel aufgezeigt werden.

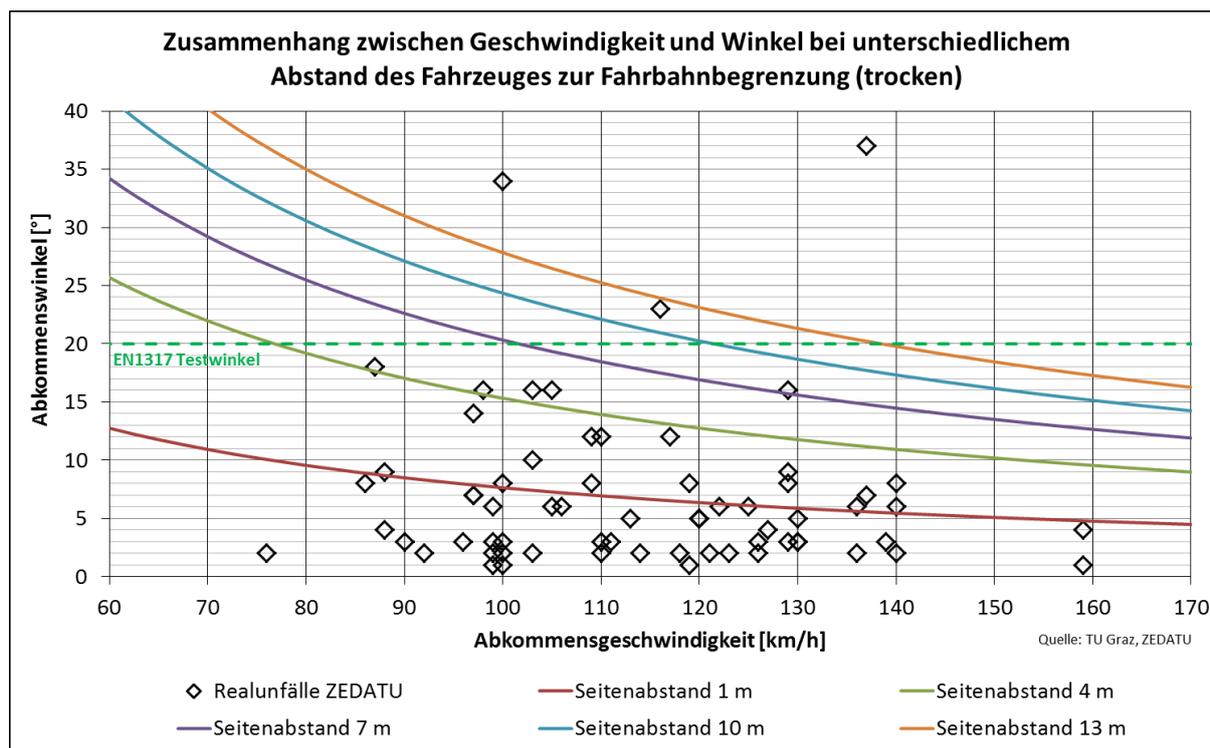


Abbildung 41: Zusammenhang zwischen der Abkommensgeschwindigkeit und dem Abkommenswinkel von Pkw und Lkw<3,5t bei unterschiedlichem Abstand des Fahrzeuges zur Fahrbahnbegrenzung und trockenem Straßenzustand

Der arithmetische Mittelwert der Ausgangsgeschwindigkeit der Fahrzeuge ergibt sich zu rund 122 km/h (SD=16,7) bei einem arithmetischen Mittelwert der Abkommensgeschwindigkeit von rund 113 km/h (SD=17,9). Dabei ist der arithmetische Mittelwert des Abkommenswinkels bei rund 6,9 ° (SD=7,1). Der Median⁴⁰ der Ausgangsgeschwindigkeit ergibt sich zu rund 125 km/h mit einer Medianabkommensgeschwindigkeit von rund 112 km/h. Die Abkommensgeschwindigkeit reduziert sich bezogen zur Ausgangsgeschwindigkeit bei Unfällen mit einem Schleudervorgang um rund 12% und für Unfälle, welchen kein Schleudervorgang vorausgegangen ist um rund 4%.

7.3.3 Gierwinkel bei Alleinunfällen und Abkommen von Pkw und Lkw<3,5t

Die zwei charakteristischen Winkel beim Abkommen sind der Abkommenswinkel und der Geschwindigkeitswinkel. Der Abkommenswinkel ist der Winkel des Fahrzeuges zum Fahrbahnrand. Der Geschwindigkeitswinkel ist der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor des Massenschwerpunktes des Fahrzeugs und dem Fahrbahnrand. Dieser Geschwindigkeitswinkel entspricht auch dem Anprallwinkel bei Anprallprüfungen nach EN 1317. Bei diesen Anprallprüfungen stimmt allerdings der Geschwindigkeitswinkel

⁴⁰ Der Median teilt eine Liste von Werten genau in zwei gleich große Hälften

mit dem Abkommenswinkel überein (daher beträgt dabei der Gierwinkel Null Grad). Der Gierwinkel (Schwimmwinkel) ist definiert als Winkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und dem Geschwindigkeitsvektor. Er entspricht somit dem Differenzwinkel von Abkommens- und Fahrzeugwinkel. Die Definition des Gierwinkels in der ZEDATU wird zum Zeitpunkt des Abkommens aus der Differenz von Abkommenswinkel und Fahrzeugwinkel gebildet. So lange also der Abkommenswinkel größer als der Fahrzeugwinkel ist, ist auch der Gierwinkel positiv. Diese Definition hat den Vorteil, dass der Gierwinkel bei gleichen Abkommensumständen das gleiche Vorzeichen hat, unabhängig von der Fahrbahnseite auf der das Fahrzeug abkommt.

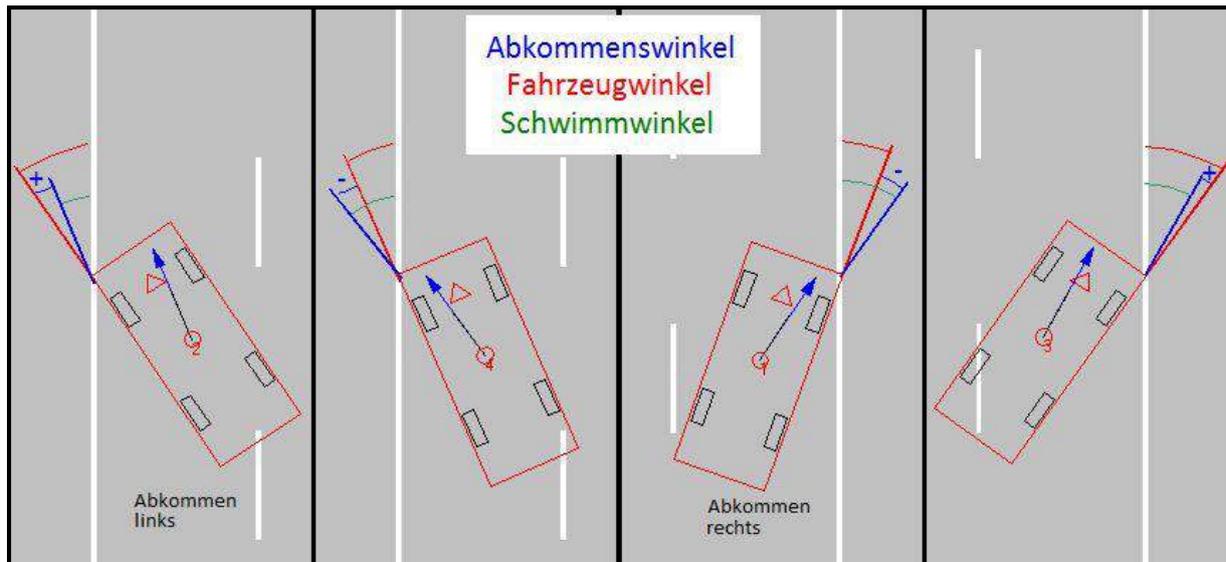


Abbildung 42: Winkel beim Abkommen der Fahrzeuge von der Fahrbahn

Einem beträchtlichen Anteil an Abkommensunfällen am hochrangigen Straßennetz geht eine vorherige Reaktion des Lenkers voraus. In Abbildung 43 ist der Gierwinkel des Fahrzeugs und die Geschwindigkeit dargestellt. Hierbei kommen rd. ein Drittel der Fahrzeuge schleudernd bzw. rutschend in eine Kollision bzw. von der Fahrbahn ab. Der arithmetische Mittelwert des Gierwinkels liegt bei rund $8,3^\circ$ ($SD=19,6$). Der Median liegt allerdings bei 0° .

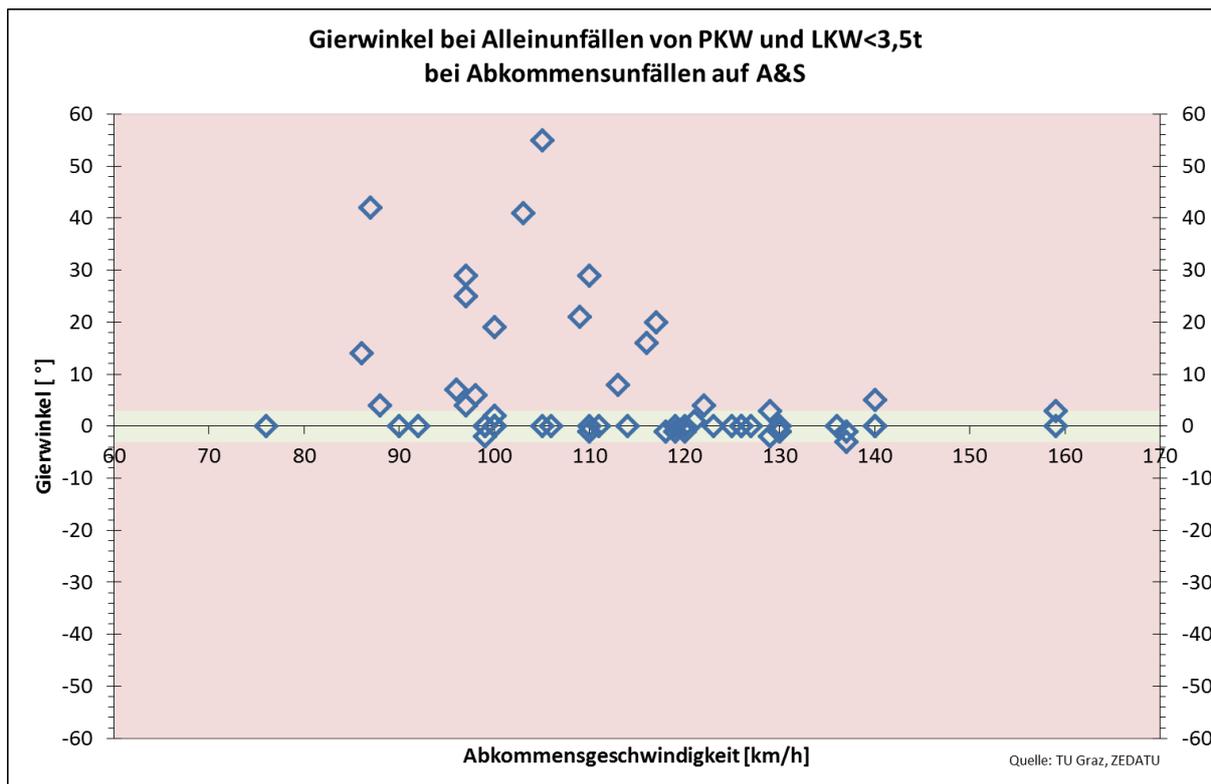


Abbildung 43: Gierwinkel bei Abkommensunfällen von Pkw und Lkw<3,5t auf A+S

7.3.4 Leitschienenenddurchbruch in Zusammenhang mit der Aufhaltestufe

In der ZEDATU sind auf Autobahnen und Schnellstraßen mit einem Abkommen der Fahrzeuge (Pkw und Lkw<3,5t) nach rechts 45 Unfälle vorliegend. Bei 21 dieser Unfälle (Tabelle 38) kam es zu einer Kollision mit dem Fahrzeugrückhaltesystem und für 24 Unfälle erfolgte eine Interaktion mit der Seiteninfrastruktur (Kollision mit Objekten, Überschlag etc.). In sieben Unfällen war ein Durchbrechen des Fahrzeugrückhaltesystems festzustellen. Durch die sehr schwierige Zuordnung einer Aufhaltestufe zu den Unfällen ist nur für vier Leitschienenenddurchbrüche auch die Aufhaltestufe bekannt. Bei den 14 Unfällen mit Kollisionen an einer Leitschiene ist bei fünf Unfällen die Aufhaltestufe unbekannt.

Die Geschwindigkeitswinkel der beiden Unfälle mit bekannter Zuordnung der Aufhaltestufe betragen bei H1 12° (Gierwinkel 20°) bzw. 16° (Gierwinkel 59°) bei Geschwindigkeiten von 117 km/h bzw. 103 km/h. Beide Unfälle wären prinzipiell unter dem Energieeintrag nach EN 1317, weisen aber einen hohen Gierwinkel auf. Bei der Aufhaltestufe H2 waren die Geschwindigkeitswinkel der beiden Unfälle bei 14° (Gierwinkel 25°) bzw. 8° (Gierwinkel 3°) bei Geschwindigkeiten von 97 km/h bzw. 129 km/h. Ebenfalls ist bei den Unfällen und Kollision an H2 der Energieeintrag unter der theoretischen nach EN 1317. Bei zumindest einem dieser Unfälle war ein sehr hoher Gierwinkel vorliegend.

Tabelle 38: Kollisionen von Pkw und Lkw<3,5t mit Leitschienen

Rückhalteklasse	durchbrochen	kollidiert	Gesamtergebnis
H1	2	6	8
H2	2	2	4
H3	0	1	1
unbekannt	3	5	8
Gesamt	7	14	21

8. RÜCKHALTEKLASSEN UNTER REALUNFALLBEDINGUNGEN

Hier werden theoretische Überlegungen unter Berücksichtigung von Realunfällen zur Betrachtung der Anprallsituation und des Energieeintrags in das FRS angestellt.

8.1 Theoretische Energieaufnahme eines Fahrzeurückhaltesystems

8.1.1 Beschreibung der Methodik für die theoretische Energieaufnahme beim Anprall

Aufgrund der geringen Anzahl an Kollisionen mit FRS und Durchbrüchen wird eine Energiebetrachtung vorgenommen, welche alle Alleinunfälle mit Abkommen nach rechts und Pkw sowie Lkw<3,5t Beteiligung auf Autobahnen und Schnellstraßen berücksichtigt. Wie bereits erwähnt, kommen sehr viele Fahrzeuge schleudernd von der Fahrbahn ab und haben daher auch einen Rotationsanteil, welcher in der Energiebetrachtung zu berücksichtigen wäre. Ebenfalls ist beim Durchfahren einer Kurve eine Gierbewegung des Fahrzeugs um die Hochachse vorliegend und wäre als Rotationsenergie im Falle einer Kollision zu berücksichtigen.

Für diese Alleinunfälle mit Abkommen werden die in den realen Verkehrsunfällen der ZEDATU beteiligten Fahrzeuge durch Klein-Lkw mit einer Masse von 3.500 kg bzw. Pkw mit einer Masse von 2.500 kg ersetzt. Dies stellt das höchstzulässige Gesamtgewicht von Klein-Lkw dar, sowie ein Pkw-Gewicht inklusive vier Insassen und Zuladung. Für Lkw<3,5t wird die Geschwindigkeit auf eine real gefahrene Geschwindigkeit angepasst. Pumberger et al.⁴¹ hat für die Fahrgeschwindigkeit von Lkw<3,5t eine v_{85} von 123,6 km/h ermittelt. Als mittleres Trägheitsmoment für einen Klein-Lkw wird ein $I_z=9.000 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ angenommen und eine Giergeschwindigkeit von $\omega=4 \text{ rad/s}$ während eines Schleudervorgangs zum Zeitpunkt des Anpralls berücksichtigt und für einen Pkw das Trägheitsmoment $I_z=4.000 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ angenommen und eine Giergeschwindigkeit von $\omega=4 \text{ rad/s}$. Es wird weiters davon ausgegangen, dass sich das Fahrzeug am ersten Fahrstreifen befindet und somit einen Seitenabstand zum Bankett von etwa 4 m einhält. Die sich daraus ergebenden theoretischen Abkommenswinkel sind in Abbildung 41 dargestellt und werden in der Energiebetrachtung berücksichtigt.

- a) Fall (a) Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Lkw-Gewicht von 3,5t:
- Fahrzeuge von Realunfällen mit bekanntem Abkommenswinkel werden mit Lkw mit einer Masse von 3.500 kg ersetzt
 - v_{85} bei Lkw<3.5t = 123,6km/h (Pumberger et. al. 2011)
 - Rotationsbewegung mit $\omega=4\text{rad/s}$ ^{42,43}

⁴¹ Pumberger et al.: LKW-Geschwindigkeitsverhalten auf Autobahnen – Erhebung und Analyse der LKW Geschwindigkeiten auf ausgewählten Streckenabschnitten österreichischer Autobahnen; Verkehr und Infrastruktur Nr. 44; 2011

⁴² Sporrer et al.: Realsimulation von Spurwechselvorgängen im Straßenverkehr; Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik; 1998

⁴³ Sattel - Automatisches Ausweichen in dynamischer Umgebung für FAS zur Kollisionsvermeidung; www.ftm.mw.tum.de/uploads/media/33g_sattel.pdf (Access to website: 2013-06-25)

- Trägheitsmoment Lkw: $I_z=9.000 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
- Theoretischer Anprallwinkel bei Seitenabstand von 4 m
- b) Fall (b) Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Pkw-Gewicht von 2,5t:
 - Fahrzeuge von Realunfällen mit bekanntem Abkommenswinkel werden mit Pkw mit einer Masse von 2.500 kg ersetzt
 - Rotationsbewegung mit $\omega=4\text{rad/s}^{4445}$
 - Trägheitsmoment Lkw: $I_z=4.000 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
 - Theoretischer Anprallwinkel bei Seitenabstand von 4 m

8.1.2 Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit einem Lkw-Gewicht von 3,5t - Fall (a)

In Abbildung 44 entspricht jeder Punkt zumindest einem Abkommensunfall, wobei einzelne Punkte auch mehrere Unfälle abbilden können. Jeder Unfall wurde nun mit der in 8.1.1 beschriebenen Methodik energetisch betrachtet.

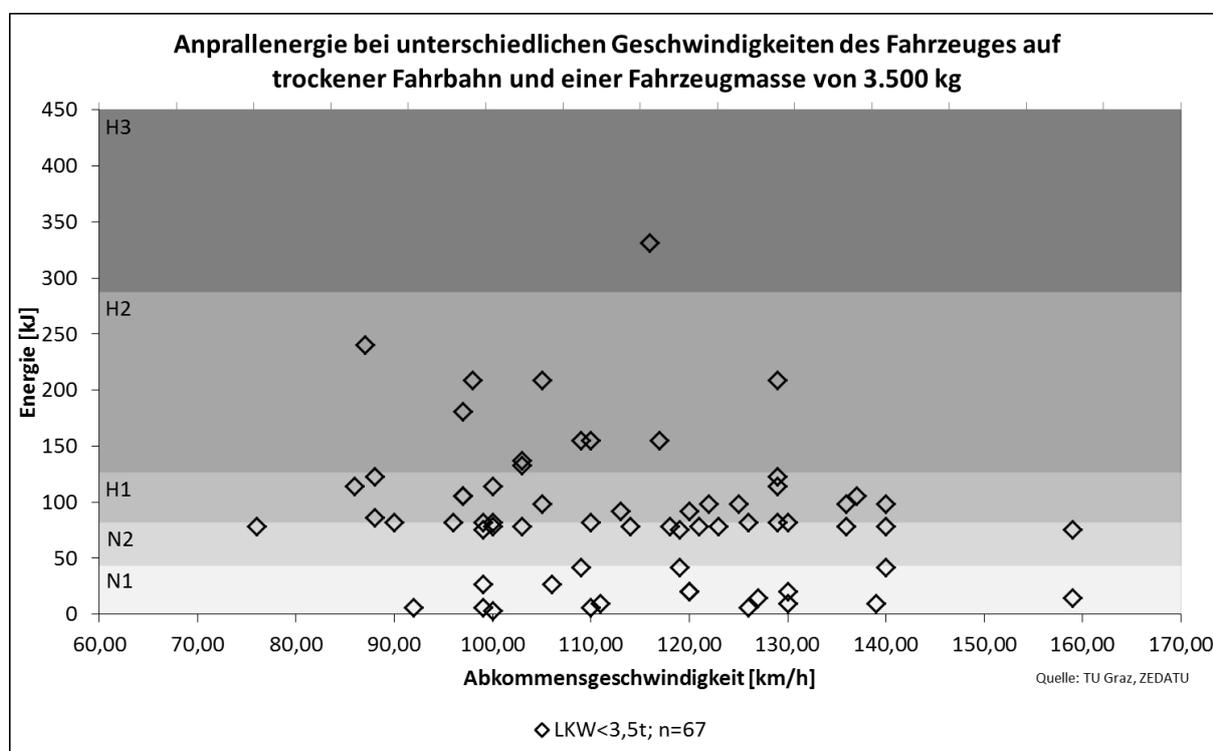


Abbildung 44: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie bei einer Fahrzeugmasse von 3.500 kg auf trockener Fahrbahn und einem Abstand des Fahrzeugs zur Straßenseite von 4 m

⁴⁴ Sporrer et al.: Realsimulation von Spurwechselvorgängen im Straßenverkehr; Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik; 1998

⁴⁵ Sattel - Automatisches Ausweichen in dynamischer Umgebung für FAS zur Kollisionsvermeidung; www.ftm.mw.tum.de/uploads/media/33g_sattel.pdf (Access to website: 2013-06-25)

8.1.3 Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Pkw-Gewicht von 2,5t - Fall (b)

So wie in der vorherigen Abbildung entspricht auch in Abbildung 45 jeder Punkt zumindest einem Abkommensunfall, wobei einzelne Punkte auch mehrere Unfälle abbilden können. Jeder Unfall wurde nun mit der in 8.1.1 beschriebenen Methodik energetisch betrachtet.

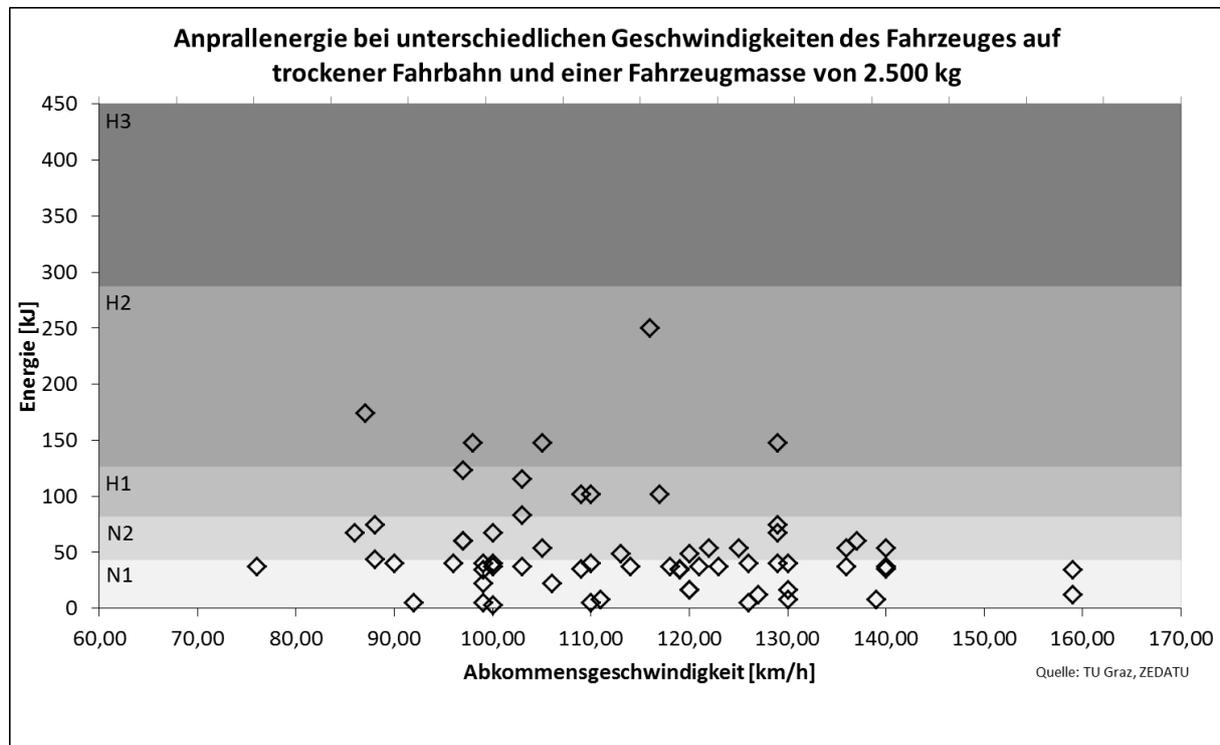


Abbildung 45: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie bei einer Fahrzeugmasse von 2.500 kg auf trockener Fahrbahn und einem Abstand des Fahrzeugs zur Straßenseite von 4 m

8.2 Theoretische Energieaufnahme eines Fahrzeugrückhaltesystems bei unterschiedlichem Abstand des Fahrzeugs zum Straßenrand

8.2.1 Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Lkw-Gewicht von 3,5t

Für eine weitere Betrachtung wurden unterschiedliche Abstände eines Lkw mit einer Gesamtmasse von 3,5t zum Straßenrand untersucht. Das heißt, der Lkw fährt auf dem ersten Fahrstreifen (Abstand zum Straßenrand ca. vier Meter), auf dem zweiten Fahrstreifen (Abstand zum Straßenrand ca. sieben Meter) etc. (siehe Abbildung 46). Es gelten auch hierbei wiederum die vorher getroffenen Annahmen, jedoch um die Fahrposition des Lkw erweitert. Hier zeigt die theoretische Betrachtung, dass bei einem Seitenabstand von vier Meter die Belastung in den Bereich eines Fahrzeugrückhaltesystems mit einer Aufhaltestufe von H2 gelangt. Befindet sich der Lkw weiter weg vom Straßenrand, z.B. auf dem zweiten Fahrstreifen, dann ist mit einer Belastung des Fahrzeugrückhaltesystems zu rechnen, welche einer Aufhaltestufe H2 entspricht.

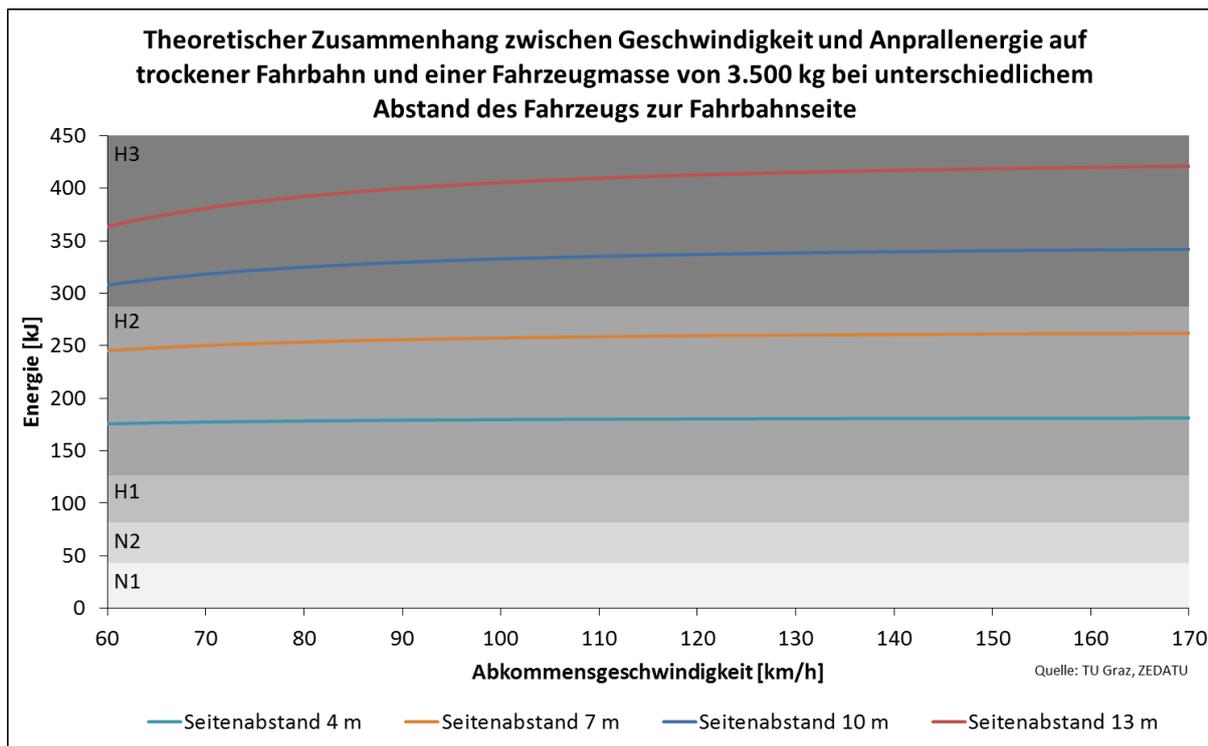


Abbildung 46: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie auf trockener Fahrbahn bei unterschiedlichem Seitenabstand des Fahrzeugs zum Seitenrand mit einer Fahrzeugmasse von 3.500 kg

8.2.2 Energiebetrachtung von Realunfallsituationen mit Pkw-Gewicht von 2,5t

Ebenfalls wurden unterschiedliche Abstände eines Pkw zum Straßenrand untersucht (Abbildung 47). Befindet sich der Pkw auf dem ersten Fahrstreifen, so sind Belastungen im Bereich der Aufhaltestufe H1 zu erwarten. Häufig befinden sich abkommende Fahrzeuge jedoch auf dem zweiten Fahrstreifen. Als Abkommensursache sind hierbei beispielsweise Fehler beim Überholen und Wiedereinordnen etc. festzustellen. Die Anprallenergie für diese Fälle liegt hier im Bereich der Aufhaltestufe H2.

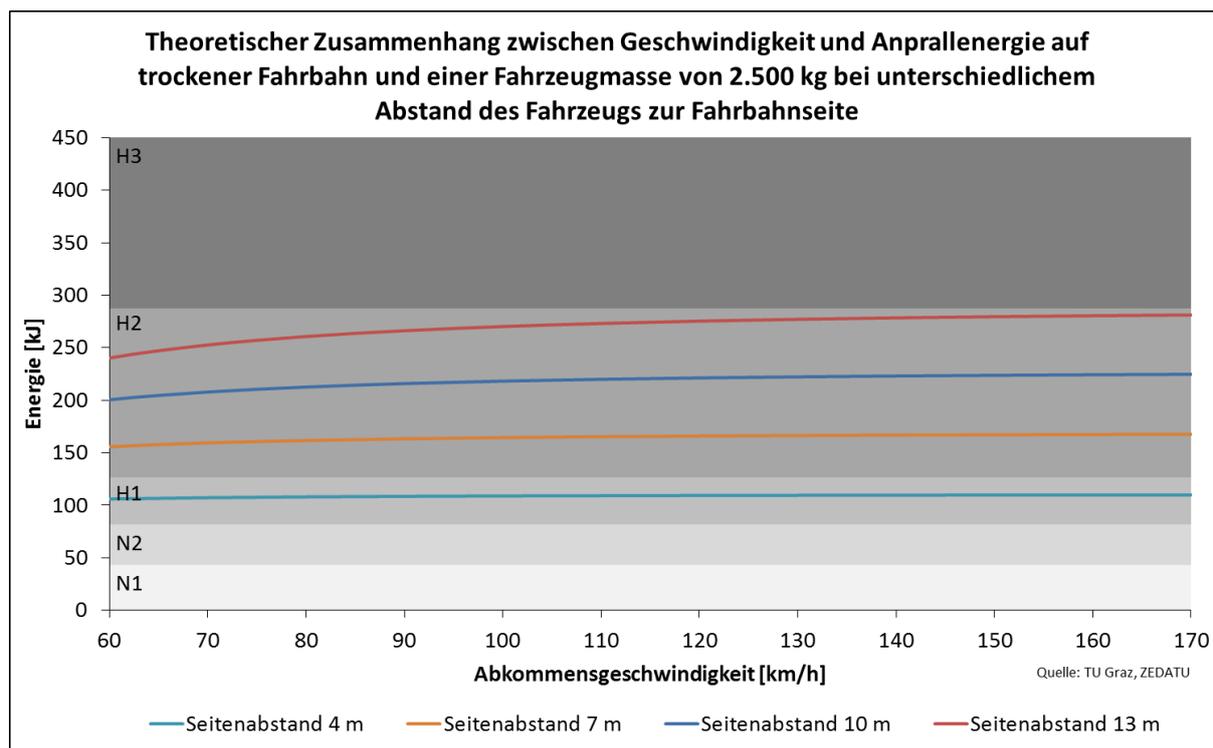


Abbildung 47: Theoretischer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Anprallenergie auf trockener Fahrbahn bei unterschiedlichem Seitenabstand des Fahrzeugs zum Seitenrand mit einer Fahrzeugmasse von 2.500 kg

9. NUTZEN-KOSTEN-BETRACHTUNGEN

Die Ergebnisse der Untersuchungen ergeben kein eindeutiges Bild, mit teilweise auch widersprüchlichen Tendenzen. Dementsprechend schwierig gestalten sich Nutzen-Kosten-Analysen auf der Basis der Ergebnisse.

Eine generelle Absicherung der Seitenräume, d.h. dass 100% der Strecken seitlich abgesichert werden sollten, ist aus gesamtwirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll. Die durchschnittlichen Unfallfolgekosten bei Abkommensunfällen mit Angabe des Unfallumstandes 15 „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“ betragen im Zeitraum 2007 bis 2011 auf dem Asfinag-Netz rd. € 446.000. Demgegenüber lagen diese Kosten bei Abkommensunfällen ohne Angabe des Unfallumstandes 15 bei rd. € 370.000, waren also geringer. Ein möglichst hindernisfreier Seitenraum ohne Erfordernis von Absicherungen ist grundsätzlich die beste Lösung.

Bei den Auswertungen wurden unterschiedliche Werte der Unfallfolgekosten für die einzelnen Rückhalteklassen ermittelt. Es muss an dieser Stelle noch einmal auf die mannigfaltigen Probleme bei der Erhebung der Daten und der Zuordnung der Unfälle zu den einzelnen Rückhalteklassen hingewiesen werden. Dementsprechend ergaben unterschiedliche Zuordnungen und unterschiedliche Datengrundlagen differierende Werte bei den Unfallfolgekosten und auch bei den Verhältnissen der Unfallfolgekosten zueinander. Insgesamt wurden fünf verschiedene Varianten der Zuordnung durchgeführt, wobei die Datengrundlagen unterschiedlich waren (eigene Erhebung der Rückhalteklassen, Asfinag-Daten), die örtliche Betrachtung unterschiedlich war (auf Niederösterreich, das Burgenland und die Steiermark beschränkt oder bundesweit) oder die Art der Zuordnung variiert wurde (Zuordnung bei Asfinag-Daten mit und ohne 50 m-Toleranz). In einem Fall wurden zudem die höchst zulässige Geschwindigkeit und die Sicherung der Fahrzeuginsassen berücksichtigt.

Tabelle 39: Minimale mittlere Unfallfolgekosten, maximale mittlere Unfallfolgekosten sowie durchschnittliche Unfallfolgekosten nach Rückhalteklassen der unterschiedlichen durchgeführten Berechnungsvarianten

Rückhalteklasse	minimale mittlere Unfallfolgekosten [€]	maximale mittlere Unfallfolgekosten [€]	durchschnittliche Werte aller Auswertungen [€]
H1	285.675	441.655	383.842
H2	338.957	636.211	492.509
H3	395.203	795.553	552.571

Über alle Auswertungen hinweg steigen demnach die durchschnittlichen Unfallfolgekosten pro Abkommensunfall nach rechts mit Personenschaden und Anprall an Leiteinrichtung, -schiene (durchschnittliche Werte aller Auswertungen). Das entspricht der Annahme, dass die Unfallfolgen mit höherer Steifigkeit und höherer Rückhaltefähigkeit des Rückhaltesystems, das bei höheren Gefährdungen hinter dem Fahrzeugrückhaltesystem erforderlich ist, steigen.

Es kann daraus allerdings nicht auf die generelle Wahl des Rückhaltesystems oder im Einzelfall geschlossen werden, da dies nur die Unfallfolgekosten betrifft; inwieweit eine andere Rückhalteklasse die Unfallfolgen bei den Unfällen durchschnittlich (oder auch bei Einzelereignissen) erhöht oder verringert hätte, kann aus den Werten nicht abgeleitet werden.

Der gesamtwirtschaftliche Effekt bei großflächigem Austausch (oder zukünftigem Einsatz) von Leitschienen kann daraus dementsprechend ebenfalls nicht bewertet werden. Über alle Auswertungen hinweg wurden, wie oben angemerkt, mit steigender Aufhaltstufe steigende Unfallfolgekosten ermittelt. Dies bestätigt die Annahme, dass steifere Systeme die Unfallfolgekosten erhöhen – diese werden allerdings benötigt, um die Fahrzeuge bei entsprechend größeren Gefährdungen hinter den Fahrzeugrückhaltesystemen aufhalten zu können.

Bei den Auswertungen, die auf die Bundesländer Niederösterreich, Burgenland und Steiermark beschränkt waren, gab es allerdings eine andere Verteilung der Höhe der Unfallfolgekosten bei den einzelnen Aufhaltstufen als bei den netzweiten Auswertungen. Insbesondere lagen die mittleren Unfallfolgekosten bei der Rückhaltstufe H3 bei den auf Niederösterreich, Burgenland und die Steiermark eingeschränkten Auswertungen niedriger als jene bei H2.

Bei den netzweiten Auswertungen waren wiederum die mittleren Unfallfolgekosten von H1 höher als jene von H2.

Ein Beispiel zeigt die Probleme der Nutzen-Kosten-Betrachtung auf: die mittleren Unfallfolgekosten von H1 lagen bei netzweiter Betrachtung auf Basis der Asfinag-Daten und Zuordnung der Unfälle zu den einzelnen Rückhalteklassen ohne Toleranzbereich um € 76.488,- höher als jene von H2 – dies war der Fall mit der höchsten Differenz bei einer Zuordnungsvariante. Es gäbe nunmehr zwei mögliche Annahmen, die allerdings beide nicht letztgültig angesetzt werden können:

- (a) Ersatz der H1-Systeme durch H2-Systeme: die mittleren Unfallfolgekosten – als angesehter Nutzen – wären bei H2 ja geringer, die Errichtungskosten allerdings höher
- (b) Umgekehrt Ersatz der H2-Systeme durch H1-Systeme: Ersparnis durch niedrigere Errichtungskosten, es treten allerdings höhere Unfallfolgekosten auf

Die nächste Frage ist, welche Unfälle bei den beiden Fällen zur Ermittlung der Unfallfolgekosten berücksichtigt werden können oder sollen.

In fünf Betrachtungsjahren gab es 805 Abkommensunfälle nach rechts mit Angabe des Unfallumstandes 15 „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“, demnach durchschnittlich 161 dieser Unfälle pro Jahr. Nicht alle dieser Unfälle „enden“ bei der Rückhalteklasse H1 – nimmt man an, dass die Verteilung der Unfälle den Anteilen der verschiedenen Rückhalteklassen entspricht, so würden sich pro Jahr durchschnittlich 91 Abkommensunfälle nach rechts mit Aufprall auf H1 ereignen und durchschnittlich 48 Unfälle mit Anprall an H2.

Wie im Bericht angemerkt, stellen die 805 Unfälle nicht alle Unfälle mit Anprall an Leitschienen dar. Mehr als 50% des Asfinag-Netzes weisen eine seitliche Absicherung auf. Setzt man demnach 50% der im Betrachtungszeitraum registrierten Abkommensunfälle nach

rechts an (die potentiell einen Anprall an eine Leitschiene aufweisen könnten), so wären das durchschnittlich 234 Unfälle im Jahr. Mit oben angeführtem Ansatz der Verteilung der Rückhaltesysteme H1/H2 wären das pro Jahr etwa 132 Unfälle mit Anprall an H1 und 69 Unfälle mit Anprall an H2. Bei einem Ersatz oder Austausch der Leitschienen würden die Fahrzeuge bei den Unfällen zukünftig – je nach angesetztem Fall – nicht mehr auf ein H1-System prallen sondern auf H2 bzw. umgekehrt.

- **Fall (a), Ersatz von H1 durch H2**

Hier würden nach obigen Ausführungen zukünftig bei 91 bis 132 Unfällen die Fahrzeuge zukünftig auf H2 statt auf H1 prallen. Dies ergäbe fiktiv niedrigere Unfallfolgekosten zwischen € 6,9 Mio. und € 10,1 Mio. pro Jahr. Demgegenüber würden Errichtungskosten von rd. € 116,9 Mio. stehen. Ohne Berücksichtigung von Finanzierungs-, Zinskosten u.dgl. würden gesamtwirtschaftlich die volkswirtschaftlichen Ersparnisse durch Reduktion der Unfallfolgekosten die Mehrkosten der Errichtung in rd. zwölf bis 17 Jahren aufwiegen.

- **Fall (b), Ersatz von H2 durch H1**

Hier würden nach obigen Ausführungen zukünftig bei 48 bis 69 Unfällen die Fahrzeuge zukünftig auf H1 statt auf H2 prallen. Dies ergäbe fiktiv höhere Unfallfolgekosten zwischen € 3,6 Mio. und € 5,3 Mio. pro Jahr. Die Errichtungskosten würden in diesem Fall rd. € 53 Mio. betragen.

Bei den beiden Varianten fallen gesamtwirtschaftlich Kosten an: Errichtungskosten sowie jährliche Unfallfolgekosten. Bei der Nullvariante – die Leitschienen bleiben wie im Bestand – fallen nur die jährlichen Unfallfolgekosten an. Beim Vergleich der Varianten zeigt sich, dass die Ersparnis der geringeren Errichtungskosten bei H1 im Fall (b) binnen 4 bis 6 Jahren durch die höheren Unfallfolgekosten im Beispiel aufgewogen werden würden, ab dann ist der Fall (a) gesamtwirtschaftlich gesehen günstiger. Die Nullvariante wäre im Zeitraum zwölf bis 17 Jahre gesamtwirtschaftlich gesehen die günstigste Variante, je nach Ansatz der Abkommensunfälle nach rechts mit Anfahren an Leitschiene (Grundgesamtheit 161 bzw. 234 Unfälle/Jahr, s.o.). Danach wäre der Fall (a) gesamtwirtschaftlich gesehen der günstigste Fall.

Es ist natürlich unwahrscheinlich, dass ein Tausch der Rückhalteklassen in diesem Maßstab in einem kurzen Zeitraum durchgeführt werden würde (oder könnte). Da den Betrachtungen aber mannigfaltige Annahmen und Unwägbarkeiten zugrunde liegen, wurden zeitliche Einflüsse (Änderung der Errichtungskosten, Änderung der Unfallfolgekosten, Finanzierungskosten etc.) nicht berücksichtigt. Ebenso unberücksichtigt blieben allfällige Kosten für den Abriss und die Entsorgung alter Leitschienen, es wurden nur die mittleren Errichtungskosten der H1- und H2-Leitschienen berücksichtigt. Bei den H3-Systemen wurde im obigen Beispiel angenommen, dass die Situation gleich bleibt.

Die obigen Annahmen (a) und (b) sind, wie erwähnt, der einzige Fall, bei dem die ermittelten mittleren Unfallfolgekosten von H1 größer sind als von H2, sonst waren die mittleren Unfallfolgekosten von $H1 < H2$. In diesen Fällen können die oben angestellten Betrachtungen

nicht angestellt werden, da H2 sowohl höhere Unfallfolgekosten aufweist als auch höhere Errichtungskosten als H1.

Es wird an dieser Stelle noch einmal angemerkt, dass aus den generellen Auswertungen:

- nicht abgeleitet werden kann, wie sich die mittleren Unfallfolgekosten der einzelnen Rückhalteklassen untereinander verhalten, hier gab es sehr unterschiedliche Ergebnisse
- nicht auf die beste Wahl der Rückhalteklasse geschlossen werden kann, da die Effekte einer anderen Aufhaltestufe-Wahl nicht berücksichtigt werden konnten

Ähnlich unzulässig wäre die Folgerung gar keine Fahrzeugrückhaltesysteme mehr anzuordnen, da die Auswertung der Abkommensunfälle nach rechts zeigt, dass die mittleren Unfallfolgekosten bei Abkommensunfällen nach rechts ohne Anprall an Leiteinrichtung, -schiene geringer sind als bei Abkommensunfällen nach rechts mit Anprall an Leiteinrichtung, -schiene, da die FRS in der Regel an Stellen angebracht werden, bei denen Gefährdungen vorliegen. Wären an diesen Stellen keine FRS montiert – somit kein Unfallumstand 15 – so wären die Unfallfolgekosten durch die vorhandene Gefährdung allerdings wahrscheinlich höher, dies ist aus dieser Auswertung jedoch nicht ableitbar.

10. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Im Gesamtunfallgeschehen im hochrangigen Netz (Autobahnen und Schnellstraßen) liegt der Anteil der Abkommensunfälle bei etwa 40%. Der Anteil der bei Alleinunfällen Getöteten betrug zwischen 2007 und 2011 fast 50% aller Getöteten auf dem Asfinag-Netz. Um die Unfallfolgen bei Abkommensunfällen zu reduzieren, werden Fahrzeugrückhaltesysteme angebracht. Diese werden entweder als Mitteltrennung zur Vermeidung von Gegenverkehrsunfällen oder am rechten Fahrbahnrand bei Vorhandensein von Gefährdungen im Seitenraum angeordnet. Etwas mehr als 50% des Streckennetzes der Asfinag weisen am rechten Fahrbahnrand Fahrzeugrückhaltesysteme auf. Je nach Grad der Gefährdung, Geschwindigkeitsniveau und Schwerverkehrsanteil sind dabei gemäß RVS 05.02.31 unterschiedliche Aufhaltestufen vorzusehen. Die eingesetzten Systeme haben die Anforderungen der ÖNORM EN 1317 zu erfüllen.

Aussagen darüber, auf welches Fahrzeugrückhaltesystem mit welcher Aufhaltestufe Fahrzeuge bei Abkommensunfällen anprallten, sind aus den vorhandenen Datengrundlagen nur bedingt möglich. In den Unfallzählblättern der Statistik Austria (ÖSTAT-Zählblätter), die den Auswertungen zugrunde lagen, ist die Angabe des Unfallumstandes 15, Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene, möglich. Die Abkommensunfälle nach rechts mit Angabe dieses Unfallumstandes 15 wurden analysiert.

Mit Hilfe einer Aufstellung der Asfinag sowie durch Befahrungen von Teilen des Asfinag-Netzes wurde versucht, den genannten Unfällen eine Aufhaltestufe zuzuordnen, um so allfällige Unterschiede zwischen den Aufhaltestufen herauszuarbeiten. Berücksichtigt wurden dabei die Stahlleitschienensysteme. Eine Zuordnung war nicht immer möglich, weil teilweise vor Ort kein Rückhaltesystem vorhanden war, bzw. war die Zuordnung stets mit vielen Unsicherheiten behaftet: beispielsweise ungenaue km-Angaben im Zählblatt, mögliche Diskrepanzen zwischen der km-Angabe des Unfalls im Zählblatt und der Örtlichkeit des Anpralls an das Rückhaltesystem, unsichere Angaben oder Bestimmungen der Aufhaltestufe, Änderungen beim Rückhaltesystem seit dem Zeitpunkt des Unfalls. Letztendlich ist auch durch die Angabe des Unfallumstandes 15 nicht bestimmt, ob überhaupt ein Anprall an eine Leitschiene erfolgte. Den Auswertungen gemeinsam war, dass der Anteil der Leichtverletzten mit steigender Aufhaltestufe sank, sowie, dass der Anteil der Schwerverletzten/nicht erkennbaren Grades Verletzten mit höherer Aufhaltestufe anstieg. Beim Anteil der Getöteten gab es unterschiedliche Ergebnisse, hier spielt auch die relativ geringe Zahl eine Rolle.

Über alle durchgeführten Auswertungen hinweg stiegen auch die mittleren Unfallfolgekosten pro Unfall mit höherer Aufhaltestufe. Dies, und die Anteilsverteilungen bei den Leicht- und Schwerverletzten, stützt die Annahme, dass die Unfallfolgen mit höherer Steifigkeit und höherer Rückhaltefähigkeit des Rückhaltesystems, das bei höheren Gefährdungen hinter dem Fahrzeugrückhaltesystem erforderlich ist, steigen. Bei den Einzelauswertungen gab es diesbezüglich allerdings auch widersprechende Ergebnisse, so dass keine letztgültige Aussage getroffen werden kann. Aus den Größen der Unfallfolgekosten bei den einzelnen Aufhaltestufen sowie den Verhältnissen der Werte zueinander kann jedenfalls nicht auf eine Wahl der Rückhaltesysteme geschlossen werden,

da in den Auswertungen nicht berücksichtigt werden konnte, welchen Effekt eine andere Wahl des Rückhaltesystems gehabt hätte.

Wesentliche Faktoren, welche die Unfallschwere beeinflussen, z.B. Abkommensgeschwindigkeit und Abkommenswinkel, konnten aufgrund mangelnder Daten in den generellen Auswertungen nicht berücksichtigt werden. Um gesicherte Aussagen hinsichtlich Unterschiede bei den Unfallfolgekosten tätigen zu können, wären solche Daten und vor allem auch eine gesicherte Angabe des Rückhaltesystems sowie der Aufhaltestufe nötig. Letztendlich ist auch zu berücksichtigen, dass eine fach- bzw. normgerechte Aufstellung der Systeme, insbesondere der Leitschienensteher und ein entsprechendes Bankett, einen erheblichen Anteil an der Funktion der Rückhaltesysteme aufweist.

Gem. RVS 05.02.31 ist bei einem JDTLV > 5.000 und einer zul. Höchstgeschwindigkeit von Pkw > 100 km/h auch bei „normaler Gefährdung“ eine Rückhalteklasse von H2 anzuwenden. Bei der Betrachtung aller Abkommensunfälle nach rechts mit Schwerverkehr ereigneten sich rd. 48% dieser Unfälle auf Strecken, bei denen diese beiden Kriterien zutreffen. Aus diesem Blickwinkel sind die Kriterien der RVS zu hinterfragen.

11. LITERATUR

Eberling et al, Verkehrstechnische Praxisbeispiele – Ausgewählte Fachthemen zum Straßenverkehr in der Schweiz und im Staat Ohio, USA, Bern, 2006

Ellmers, Uwe et al; Anprallversuche an passive Schutzrichtungen mit Pkw und Nutzfahrzeugen bei: IV. Essener Tagung „Kollisionsschutz im Straßenverkehr“, 1995

European Standard EN 1317: Road Restraint Systems; European Committee for Standardization (CEN); 2005

FGSV – Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für passive Schutzrichtungen; Köln, 1998, S. 12f

Flunkert, E.-M., Gerlach, J., Unfälle mit Durchbruch der Schutzrichtungen in Mittelstreifen auf Bundesautobahnen, Zeitschrift für Verkehrssicherheit 56.Jg., Heft 2/2010, S. 85-90.

FSV (Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr), RVS 05.02.31 – Verkehrsführung; Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme; Anforderung und Aufstellung; Wien, November 2007, 2. Abänderung Oktober 2011

Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 08.23.05, Straßenausrüstungen; Rückhaltesysteme; Leitschienen aus Stahl, Wien 2005

FSV (Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr), RVS 08.23.06, Straßenausrüstungen; Rückhaltesysteme; Leitwände aus Beton, Wien 2005

FSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen), RPS, 1989

Gugler J and Steffan H: ROLLOVER - Improvement of Rollover Safety for Passenger Vehicles; Report no: Final Report, 2005

Hoschopf et al: Ermittlung der notwendigen Aufstelllängen für Leitschienen [...]

http://www.bast.de/cIn_005/nn_39148/DE/Qualitaetsbewertung/Listen/Strassenausstattung/pdf/datenblaetter_n2,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/datenblaetter-n2.pdf (Access to website: 2013-02-15)

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/technik/verkehrstechnik/rueckhalt.html> (Access to website: 2013-05-30)

http://www.ftm.mw.tum.de/uploads/media/33g_sattel.pdf (Access to website: 2013-06-25)

<http://www.leitschutz.com/fileadmin/downloads/folder0706.pdf> (Access to website: 2013-05-30)

https://bookstore.transportation.org/item_details.aspx?id=1540 (Access to website: 2013-06-25)

Hülsen, Horst; „Die neuen Richtlinien für passive Schutzrichtungen“ in: Straßenverkehrstechnik – Heft 6/1985

NCHRP Report 350: Recommended Procedure for the Safety Performance Evaluation of Highway Features

Piana A.: Maßnahmenkatalog zur Unfallreduktion und Minimierung der Verletzungsschwere am bestehenden Straßennetz und Vorschläge zur Risikominimierung für neue Abschnitte, Diplomarbeit 2010, TU Graz

Pumberger et al.: LKW-Geschwindigkeitsverhalten auf Autobahnen – Erhebung und Analyse der LKW Geschwindigkeiten auf ausgewählten Streckenabschnitten österreichischer Autobahnen; Verkehr und Infrastruktur Nr. 44; 2011

RISER: Final Report - Roadside Infrastructure for Safer European Roads; Report no: Final Report, 2006, (Report)

Sporrer et al.: Realsimulation von Spurwechselvorgängen im Straßenverkehr; Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik; 1998

Statistik Austria, Erläuterungen und Definitionen zum Zählblatt über einen Straßenverkehrsunfall, Beilage zum Erlass Zl. 53.640/21-II/ 19/ 91, Ausgabe 2007

Statistik Austria: Erläuterungen und Definitionen zum Zählblatt über einen Straßenverkehrsunfall, Ausgabe 2007

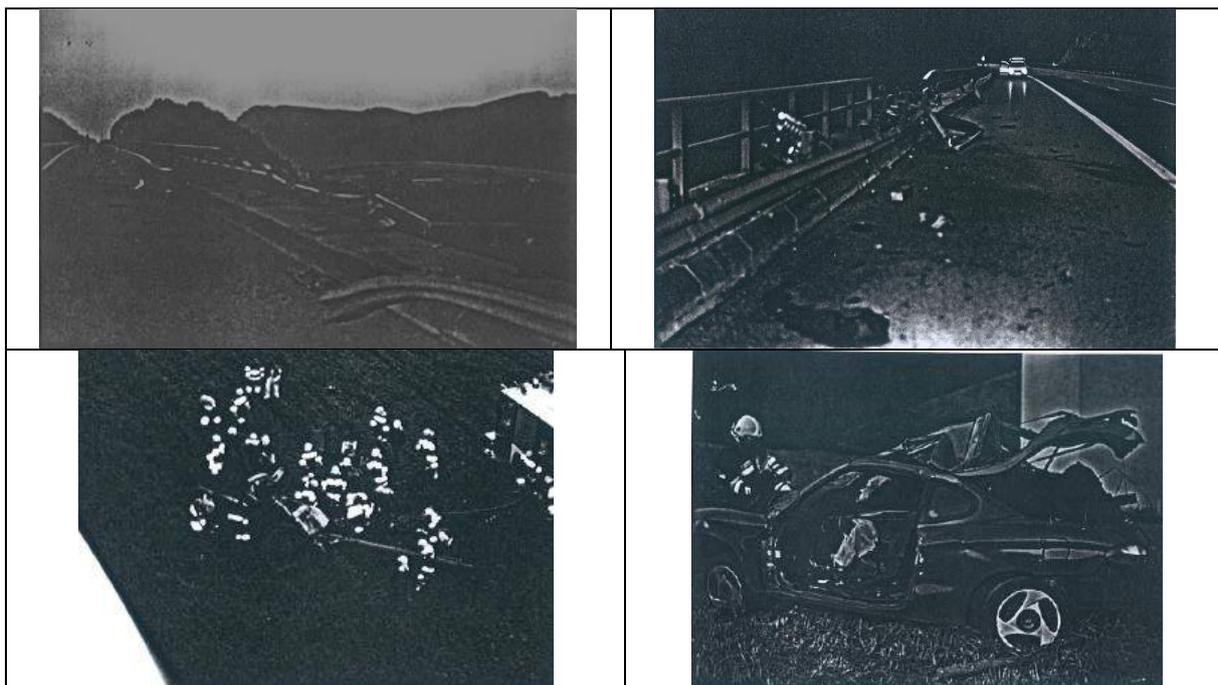
Thomas P, Morris A, Tomasch E, and Vallet G: PENDANT - Pan-European Co-ordinated Accident and Injury Databases; Report no: Final Report, 2006

Vallet G, Laumon B, Martin JL, Lejeune P, Thomas P, Ross R, Kossmann I, Otte D, and Sextion B: STAIRS - Standardisation of Accident and Injury Registration Systems; Report no: Final Report, 1999

APPENDIX DURCHBRUCH

Beispiel 1

Aus unbekannter Ursache kam der/die LenkerIn bei Dämmerung und trockener Fahrbahn auf der Autobahn zuerst rechts auf den Pannestreifen und durchstieß anschließend die Leitschiene und das Brückengeländer. Daraufhin stürzte der Pkw über die dort befindliche ca. 25-30 m hohe Brücke in die Tiefe. Kam anschließend auf dem Feld entgegen der Fahrtrichtung auf den Rädern zum Stillstand.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	012 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Rechtskurve		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenende	Kurvenradius [m]	2357 m
Lichtverhältnisse	Dämmerung	Uhrzeit	04.50
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Heiter
Leitschiene	Fahrzeug hat Leitschiene und anschließendes Brückengeländer vollständig durchbrochen		
Aufhaltestufe	unbekannt		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	160	v exit [km/h]	159
Fahrzeugwinkel [°]	4	Geschw.winkel [°]	1
Schwimmwinkel [°]	3	v Kollision [km/h]	154

Beispiel 2

Der/die LenkerIn des Pkw durchbrach auf der rechten Fahrbahnseite die Leitschiene des Richtungsteilers auf einer Brücke und stürzte in weiterer Folge zwischen den beiden Fahrbahnen ca. 25 m in die Tiefe. Das Fahrzeug kommt auf den Rädern unterhalb der Brücke zum Stillstand.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	031 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen bei einer Kreuzung		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenende- Autobahnausfahrt	Kurvenradius [m]	2.400
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Uhrzeit	05:30
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Nass
Niederschlag	Nieseln	Witterung	Bedeckt
Leitschiene	Fahrzeug durchbricht Leitschiene und das Brückengeländer		
Aufhaltestufe	unbekannt		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	100	v exit [km/h]	93
Fahrzeugwinkel [°]	13	Geschw.winkel [°]	6
Schwimmwinkel [°]	7	v Kollision [km/h]	73

Beispiel 3

Der Pkw war auf dem rechten Fahrbahnstreifen der Autobahn mit einer Geschwindigkeit von ca. 100-110 km/h unterwegs. Aufgrund eines Überholvorganges eines anderen Fahrzeuglenkers/einer anderen Fahrzeuglenkerin kam der Pkw nach einem Lenkmanöver nach rechts und einer leichten Bremsung auf der regennassen Fahrbahn ins Schleudern. Das Fahrzeug durchbrach die Leitschiene auf der rechten Fahrbahnseite und stürzte daraufhin eine ca. 4 m abfallende Böschung hinunter, dabei touchierte es mehrere Bäume und kam am Dach liegend zum Stillstand.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	011 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – auf einer Geraden		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Gerade	Kurvenradius [m]	-
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	15:00
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Nass
Niederschlag	Regen	Witterung	Bedeckt
Leitschiene	Fahrzeug durchbricht vollständig die Leitschiene, Steher wurden dabei aus dem Erdreich gerissen		
Aufhaltestufe	H2		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	110	v exit [km/h]	96
Fahrzeugwinkel [°]	39	Geschw.winkel [°]	14
Schwimmwinkel [°]	25	v Kollision [km/h]	87

Beispiel 4

Der/die LenkerIn des Pkw kam aus unbekannter Ursache ins Schleudern und kollidierte auf der rechten Seite mit der Leitschiene. Dabei wurde diese durchbrochen, wodurch das Fahrzeug gegen die aufsteigende Böschung schleuderte und sich anschließend überschlug.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	012 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Rechtskurve		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenmitte	Kurvenradius [m]	3.000
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	19:36
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Bedeckt
Leitschiene	Leitschiene vollständig durchbrochen		
Aufhaltestufe	H1		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	125	v exit [km/h]	117
Fahrzeugwinkel [°]	32	Geschw.winkel [°]	12
Schwimmwinkel [°]	20	v Kollision [km/h]	114

Beispiel 5

Der/die LenkerIn des verunfallten Pkw kam rechts von der Straße ab und durchstieß die dort montierte Stahlschutzplanke. In weiterer Folge überschlug sich das Fahrzeug und kam nach der abfallenden Böschung, entgegen der Fahrtrichtung zum Stillstand.

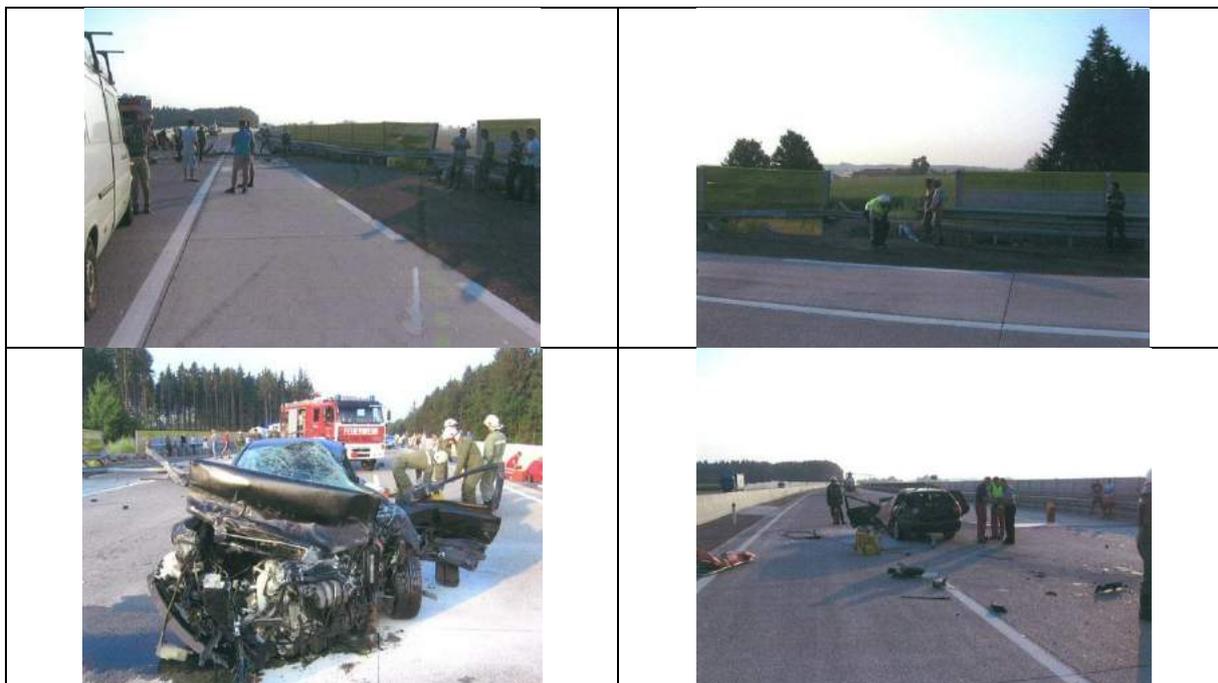


Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	013 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Linkskurve		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenmitte	Kurvenradius [m]	988 m
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Uhrzeit	02.45
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Bedeckt
Leitschiene	Leitschiene vollständig durchbrochen		
Aufhaltestufe	H2		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	Nein	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	130	v exit [km/h]	129
Fahrzeugwinkel [°]	11	Geschw.winkel [°]	8
Schwimmwinkel [°]	3	v Kollision [km/h]	129

Beispiel 6

Der verunfallte Fahrzeuglenker/die verunfallte Fahrzeuglenkerin befuhr den dritten Fahrstreifen, kam ohne ersichtlichen Grund links von der Fahrbahn ab und prallte dort gegen eine Betonleitwand. In weiterer Folge schleuderte das Fahrzeug über drei Fahrstreifen nach rechts, durchstieß die Stahlschutzplanke am rechten Fahrbahnrand, prallte weiters gegen die hinter der Stahlschutzplanke montierte Lärmschutzwand und schleuderte auf den zweiten Fahrstreifen der Fahrbahn zurück, wo es zum Stillstand kam.



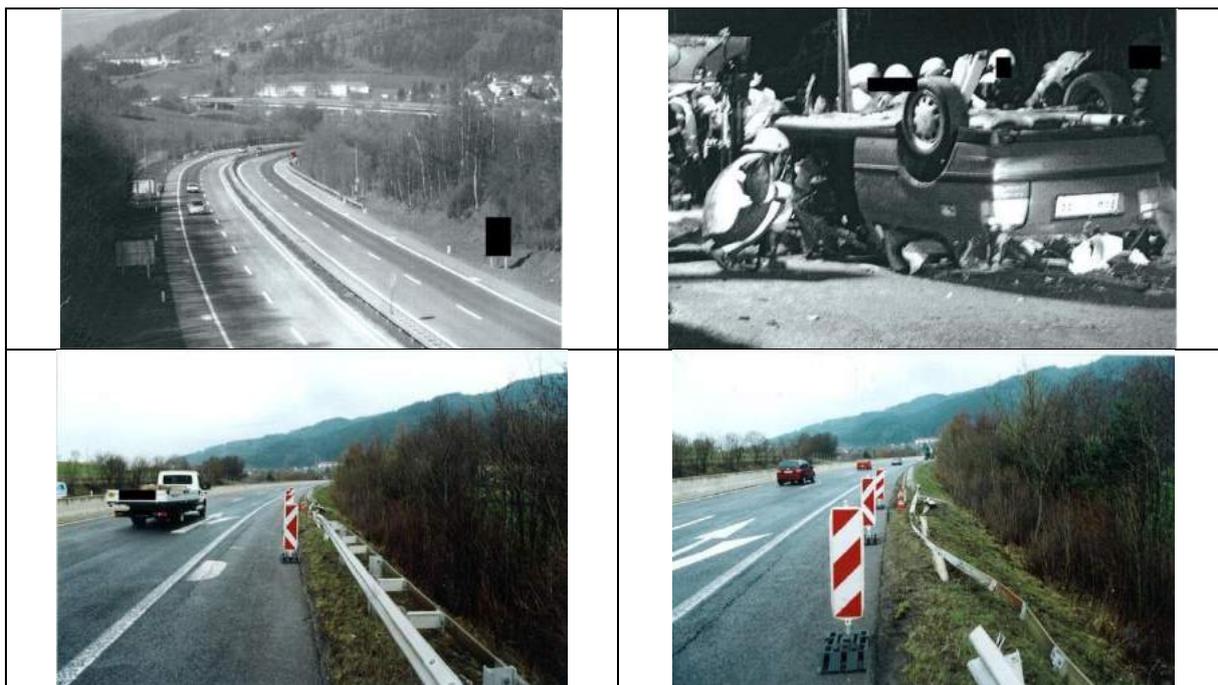
Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	011 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – auf der Geraden		
Ereignis	Mehrfachereignis links und rechts		
Kennzeichnung	-	Kurvenradius [m]	-
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	06:37
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Heiter
Infrastruktur	Leitschiene durchbrochen		
Aufhaltestufe	H1		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	nein
v start [km/h]	138	v exit [km/h]	104
Fahrzeugwinkel [°]	52	Geschw.winkel [°]	67
Schwimmwinkel [°]	15	v Kollision [km/h]	90

APPENDIX KEIN DURCHBRUCH

Beispiel 7

Der Pkw kam in einer rechts Kurve, rechts von der Straße ab. Kollidierte dabei mit der Leitschiene, überschlug sich mehrmals und kam am Dach liegend auf dem ersten Fahrstreifen zum Stillstand. Laut Aussage des/der FahrerIn griff der/die BeifahrerIn ins Lenkrad. Dies soll den Unfall ausgelöst haben. Diese Aussage konnte von den anderen MitfahrerInnen nicht bestätigt werden.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	012 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Rechtskurve		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenmitte	Kurvenradius [m]	750
Lichtverhältnisse	Dämmerung	Uhrzeit	01:00
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	bedeckt
Leitschiene	Nicht durchbrochen		
Aufhaltestufe	H1		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	130	v exit [km/h]	122
Fahrzeugwinkel [°]	10	Geschw.winkel [°]	6
Schwimmwinkel [°]	4	v Kollision [km/h]	114

Beispiel 8

Der/die LenkerIn eines Klein Lkw kam auf der rechten Fahrspur fahrend ins Schleudern, prallte gegen die rechte Stahlschutzplanke und kippte in weiterer Folge linksseitig über.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	013 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Linkskurve		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenende	Kurvenradius [m]	-
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	17:50
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Heiter
Leitschiene	Nicht durchbrochen		
Aufhaltestufe	H1		

Beispiel 9

Das verunfallte Fahrzeug kam aus unbekannter Ursache rechts von der Fahrbahn ab und prallte gegen die dort montierte Stahlleitschiene. Das Fahrzeug wurde im Zuge des Anpralls auf den zweiten Fahrstreifen geschleudert.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	012 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Rechtskurve		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenende	Kurvenradius [m]	unbekannt
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	14:00
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Heiter
Leitschiene	Nicht durchbrochen		
Aufhaltestufe	H1		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	130	v exit [km/h]	124
Fahrzeugwinkel [°]	26	Geschw.winkel [°]	6
Schwimmwinkel [°]	20	v Kollision [km/h]	118

Beispiel 10

Der Klein-Lkw kam links auf das Bankett. Der/die FahrzeuglenkerIn steuerte sein/ihr Fahrzeug zu stark nach rechts, woraufhin der Klein-Lkw ins Schleudern kam. Daraufhin kollidierte das Fahrzeug mit der Leitschiene und überschlug sich in weiterer Folge.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	012 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Rechtskurve		
Ereignis	Mehrfachereignis – rechts - links		
Kennzeichnung	Kurvenbeginn	Kurvenradius [m]	400
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	07:00
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Trocken
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Heiter
Leitschiene	Nicht durchbrochen		
Aufhaltestufe	H1		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	120	v exit [km/h]	98
Fahrzeugwinkel [°]	48	Geschw.winkel [°]	15
Schwimmwinkel [°]	33	v Kollision [km/h]	91

APPENDIX SONDERFÄLLE

Beispiel 11

Zum Zeitpunkt des Verkehrsunfalls herrschte normales Verkehrsaufkommen, leichter Regen und die Fahrbahn war nass. Aus unbekannter Ursache kam der/die LenkerIn des Pkw rechts von der Fahrbahn ab und stieß gegen die Leitschiene. Der Pkw wurde dabei hochgeschleudert und in die angrenzende Wiese geworfen, wo sich das Fahrzeug mehrmals überschlug und dann gegen einen Baum prallte. Der/die LenkerIn, der/die in seinem/ihrem Pkw eingeklemmt war, verstarb an der Unfallstelle.

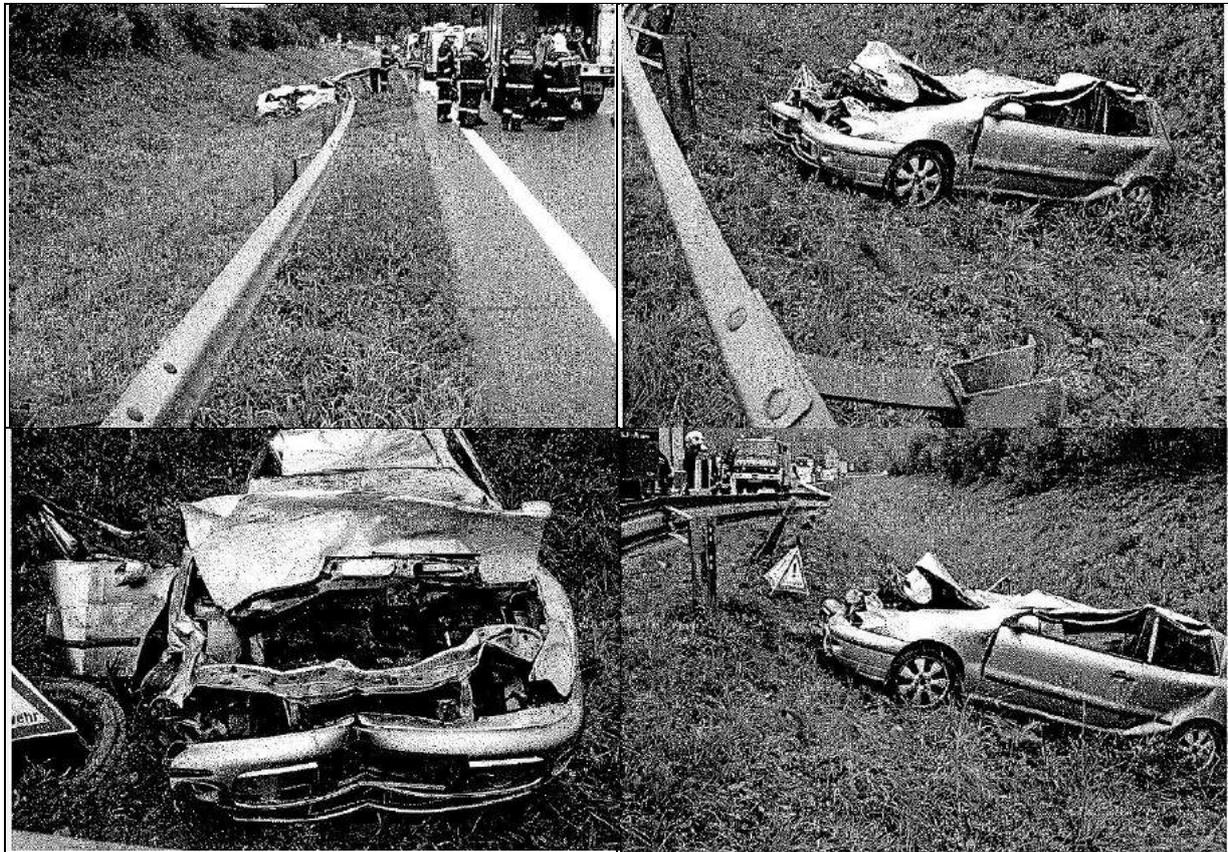


Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	012 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – auf der Geraden		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Gerades Straßenstück	Kurvenradius [m]	-
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	16:10
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	nass
Niederschlag	Regen (Nieseln)	Witterung	bedeckt
Leitschiene	Fahrzeug hat Leitschiene überfahren, Pfosten in Erdreich nicht genügend fixiert		
Aufhaltestufe	H2		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	nein	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	100	v exit [km/h]	35
Fahrzeugwinkel [°]	11	Geschw.winkel [°]	7
Schwimmwinkel [°]	4	v Kollision [km/h]	94

Beispiel 12

Der Pkw touchiert aus ungeklärter Ursache, die Leitschiene am rechten Fahrbahnrand. Schleuderte daraufhin über alle drei Fahrstreifen und durchbrach infolge dessen die Mittelleitschiene. Das Fahrzeug kommt hinter der Mittelleitschiene auf einer abfallenden Böschung auf den Reifen zum Stillstand.



Information zur Unfallstelle			
Unfalltyp	013 - Unfall mit nur einem Beteiligten - Abkommen rechts – in Linkskurve		
Ereignis	Einzelereignis - rechts		
Kennzeichnung	Kurvenmitte	Kurvenradius [m]	1.100
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Uhrzeit	07:50
Straßentyp	Autobahn	Straßenzustand	Nass
Niederschlag	Kein Niederschlag	Witterung	Bedeckt
Aufhaltestufe	H1		

Pre- und Postcrash-Daten			
Reaktion LenkerIn	ja	Fahrzeugüberschlag	ja
v start [km/h]	140	v exit [km/h]	136
Fahrzeugwinkel [°]	2	Geschw.winkel [°]	2
Schwimmwinkel [°]	0	v Kollision [km/h]	129