

Fußgängerunfälle und Fußgängerschutz

Aktueller Stand der Fahrzeugsicherheit mit Fokus auf Sport Utility Vehicle (SUV)

ÖAMTC Unfallforschung

Wien, Oktober 2015



Projektleitung:

Dr. Max Lang

Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. David Nosé

Dipl.-Ing. Felix Etl

Christoph Schönlechner

Version 1.0

Wien, 22.10.2015

1	Ergebnis-Zusammenfassung	3
1.1	Key Story	3
2	ÖAMTC Empfehlungen	4
3	Tipps für den Verbraucher.....	4
4	Test-Durchführung	5
4.1	Darstellung gesetzlicher Grundlagen und Euro NCAP der letzten Jahre.....	5
4.2	Auswertung von Euro NCAP Ergebnisse	5
4.3	Unfallforschung	5
5	Ergebnisse	6
5.1	Unfallgeschehen.....	6
5.2	Bestandsentwicklungen.....	23
5.3	Recherche der gesetzlichen Bestimmung	24
5.4	Recherche zu Anforderungen im Euro NCAP	26
5.4.1	Prüfmethoden	26
5.4.2	Punktewichtung und Erreichungsgrad	28
5.5	Ergebnisse im Euro NCAP Crashtest	31
5.6	Ausblick – weitere Entwicklungen im Euro NCAP	35
6	Quellenverzeichnis	36

1 Ergebnis-Zusammenfassung

1.1 Key Story

Unfälle zwischen Kraftfahrzeugen und Fußgängern sind sehr gefährlich und enden häufig mit schweren oder tödlichen Verletzungen. Obwohl es in den letzten Jahren einige positive Entwicklungen im Fußgängerschutz gab, sind auch bei aktuellen Fahrzeugen noch erhebliche Verbesserungen möglich.

Sorgenkinder der letzten Jahre waren Geländewagen und SUV, da hier keine gesetzlichen Vorgaben zum Fußgängerschutz vorhanden waren. Das Euro NCAP Prüfverfahren lieferte dementsprechend schwache Ergebnisse. Doch wie sieht es heute aus? Hat sich die Sicherheit verbessert? Wohin gehen die aktuellen Entwicklungen?

Die aktuellen Testergebnisse im Euro NCAP geben Anlass zur Hoffnung. Das konsequente Testen der letzten Jahre zahlt sich aus. So hat sich das **Sicherheitsniveau der SUV im Test sehr gut etwa an die Kompaktklasse angenähert.**

Passive Schutzmaßnahmen können beim Fußgängerunfall nie eine 100-prozentige Sicherheit bieten, denn neben dem **primären Aufschlag auf der Frontstruktur des Fahrzeuges** kommt es in fast jedem dritten Fall zu schwerwiegenden Verletzungen durch einen **sekundären Aufprall auf der Straße**. Deshalb ist das wichtigste Ziel für eine Erhöhung der Sicherheit, die deutliche **Senkung der Aufprallgeschwindigkeit** – etwa durch automatische Bremssysteme mit Fußgängererkennung. Durch die Reduktion der Geschwindigkeit kann das Risiko schwerer oder tödlicher Verletzungen sehr stark minimiert werden.

Den Verbraucherschützern ist dies bewusst. Aus diesem Grund testet Euro NCAP ab 2016 Systeme, welche einen Zusammenstoß vermeiden können und implementiert dies in die Fußgängerschutzbewertung.

2 ÖAMTC Empfehlungen

- Fahrzeughersteller müssen auch weiterhin den Fußgängerschutz mit einer hohen Priorität in der Entwicklung angehen:
 - **Effizienz der Fahrerassistenzsysteme (FAS)** weiter erhöhen
 - Sensoren und Umfelderkennung
 - Aktuatorik und Fahrzeugreaktionen
 - **Passive Maßnahmen** weiter optimieren (vor allem kritische Bereiche)

3 Tipps für den Verbraucher

Ab 50 km/h Aufprallgeschwindigkeit eines Fußgängers steigt das Sterblichkeitsrisiko deutlich an!

- Als **Fußgänger** sollte man:
 - auf eine gute Erkennbarkeit (vor allem bei Dämmerung und Dunkelheit) achten, damit die Autofahrer rechtzeitig reagieren können (Kleidung, Reflektoren,...)
 - beim Betreten der Fahrbahn den Anhalteweg von Autos bedenken
 - die Straße an übersichtlichen Stellen queren, nach mehrfachem Seitenblick (links-rechts-links)
- Als **Autofahrer** sollte man:
 - in bestimmten Situationen / Gegenden (Wohngebiete, Schulen, Kindergärten) besonders wachsam und vorsichtig sein. Es kann jederzeit ein Fußgänger auf die Straße treten
 - an Haltestellen langsam / vorsichtig fahren, da jederzeit eilende Fahrgäste die Straße unachtsam betreten können
 - bedenken, dass die Folgen eines Fußgängeraufpralls sehr stark von der Geschwindigkeit abhängt. Hier gilt: jeder km/h weniger kann Leben retten.
- Beim **Autokauf** kann man selbst zur Erhöhung der allgemeinen Sicherheit einen Beitrag leisten: durch Fahrzeuge mit aktuellen Fahrerassistenzsystemen

4 Test-Durchführung

Immer wieder wurden in den letzten Jahren die Besonderheiten im Fußgängerschutz von SUV untersucht. Speziell bei großen Geländefahrzeugen gab es hier Sicherheitsprobleme, z. B. beim Chrysler Jeep Grand Cherokee (2005) oder beim Hyundai Santa Fe (2006) mit jeweils Null von 36 möglichen Punkten.

Neben den großen Fahrzeugen steigt die Anzahl an verfügbaren Kompakt-SUV stetig an. In diesem Feld sind VW Tiguan, Ford Kuga, Audi Q5, BMW X1 und viele weitere Fahrzeuge verfügbar. Insgesamt nimmt die Sicherheit der SUV beim Fußgängerschutz zu, wie anhand der NCAP Ergebnisse dargestellt und diskutiert wird.

Parallel dazu werden die Änderungen der Gesetzgebung im Fußgängerschutz sowie des Verfahrens der Euro NCAP Bewertung aufgezeigt.

Diese Faktoren haben den passiven Fußgängerschutz besonders im Segment der Geländewagen in den letzten Jahren beeinflusst. Eine Auswertung der Unfalldaten soll die Trends aufzeigen, die sich im Realunfallgeschehen zeigen, vor allem im Hinblick auf das Unfallgeschehen zwischen SUV und Fußgänger.

4.1 Darstellung gesetzlicher Grundlagen und Euro NCAP der letzten Jahre

In diesem Teil der Auswertung werden die Anforderungen an Fahrzeuge (ggf. speziell SUV) von gesetzlicher und Verbraucherschutz-Seite betrachtet. Es werden in einer kleinen Übersicht die Entwicklung der letzten Jahre dargestellt und die steigenden Anforderungen aufgezeigt.

4.2 Auswertung von Euro NCAP Ergebnisse

Anhand der Auswertung der Euro NCAP Ergebnisse der letzten Jahre zum Fußgängerschutz von SUV und Kompakt-SUV wird ein Überblick über die Sicherheitsleistung der Fahrzeuge gegeben.

4.3 Unfallforschung

Dieser Beitrag wird Großteils Erkenntnisse aus der ÖAMTC Unfallforschung aufzeigen. Durch die Auswertung der Daten und Erkenntnisse aus Fachkreisen der Unfallforschung mit dieser Charakteristik und eventuellen Besonderheiten sollen Ansatzpunkte zur Verbesserung erarbeitet werden.

Durch Auswertungen, Statistiken, Bildern sowie der Erstellung von Verbesserungsansätzen soll das Thema plakativ dargestellt werden.

Methodik:

- Auswertung der ÖAMTC Unfallforschungsdatenbank bezüglich der Problematik von Verkehrsunfällen zwischen Fußgängern und SUV:
 - Häufigkeit
 - Ursachen
 - Einflüsse
- Abgleich der Erkenntnisse mit weiteren Statistiken, Studien, Untersuchungen
- Erarbeitung von Verbesserungsansätzen

5 Ergebnisse

5.1 Unfallgeschehen

Fußgängerunfälle in Österreich – Daten der Statistik Austria

Im Jahr 2014 ereigneten sich **37.957 Unfälle mit Personenschaden** in Österreich. Die Zahlen der Statistik Austria [2] zeigen, dass sich dabei rund 83,5% der Verunglückten leichte Verletzungen und 15,5% schwere Verletzungen zuzogen. Rund 1% der Verunglückten erlitten tödliche Verletzungen.

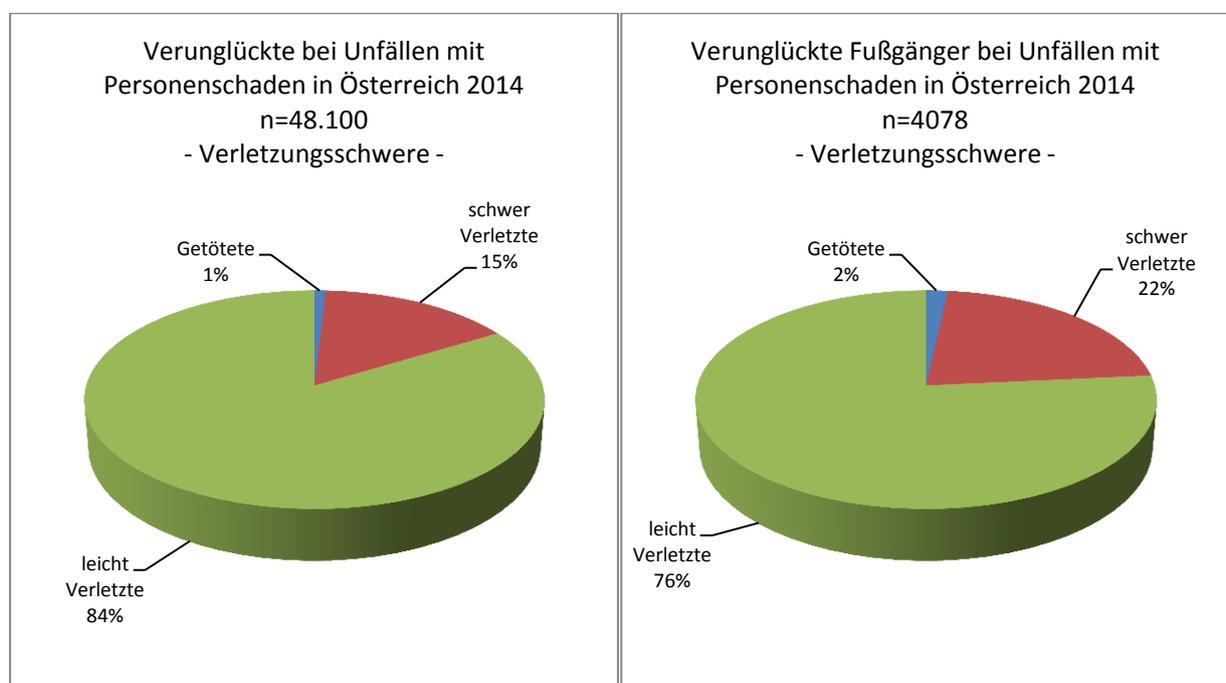


Abbildung 1: Verunglückte bei Unfällen mit Personenschaden in Österreich 2014 [2]

Fußgänger zählen zu den „ungeschützten“ Verkehrsteilnehmern. Dies zeigt sich auch in den Zahlen des Unfallgeschehens. So sind in Österreich rund 2% der Fußgängerunfälle mit tödlichem Ausgang (71 getötete Fußgänger). Bei rund 22% der Unfälle wurden schwere Verletzungen dokumentiert.

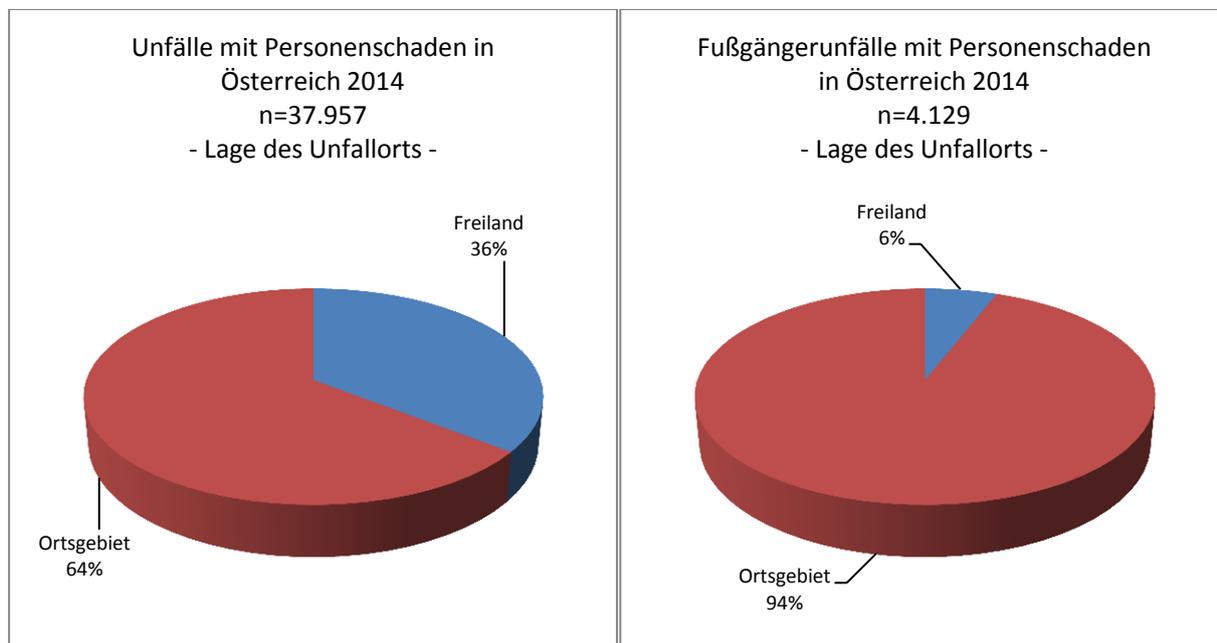


Abbildung 2: Ortslage bei Unfällen mit Personenschaden in Österreich 2014 [2]

Im Unfallgeschehen treten Fahrzeuganpralle mit Fußgängern in rund 11% der Unfälle auf. Hauptsächlich kommen hierbei die Fußgänger in Österreich innerorts (94%) zu Schaden.

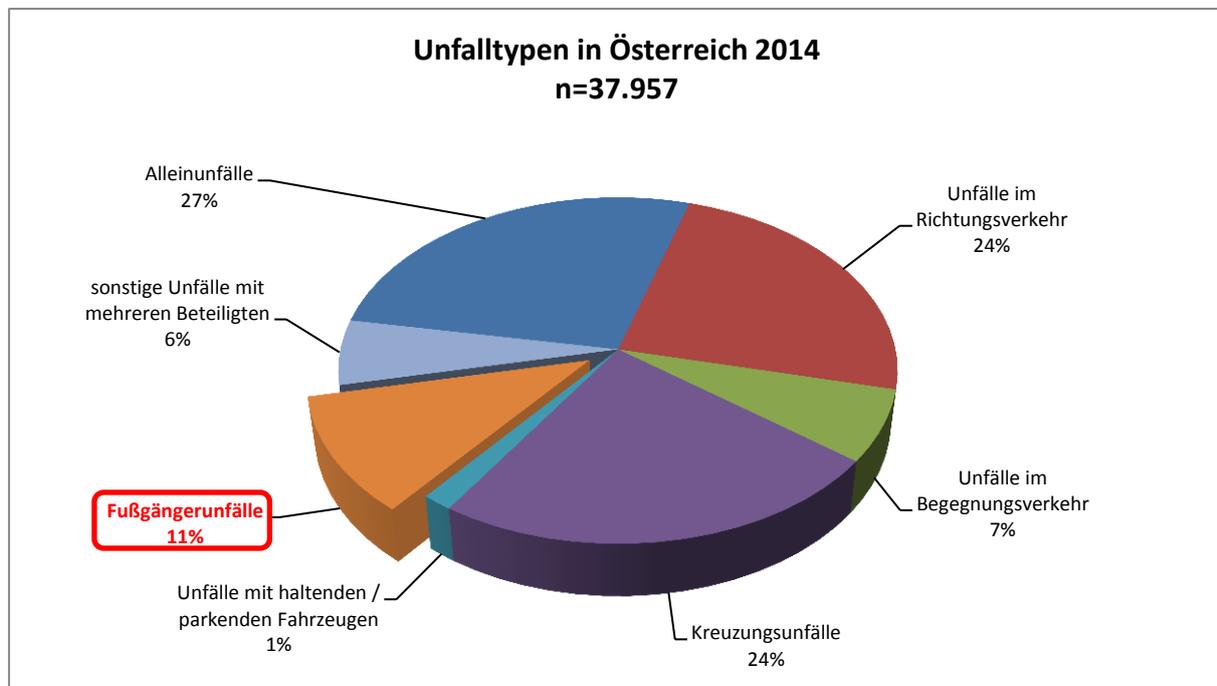


Abbildung 3: Unfallarten in Österreich 2014 [2]

Hauptunfallgegner der Fußgänger sind Pkw mit 78%. Bemerkenswert sind die Anpralle mit Fahrrädern, welche in 7,5% der Fälle eintreten, was vor allem darauf zurückzuführen ist, dass Radfahrer durch die kaum vorhandenen Fahrgeräusche leicht übersehen bzw. überhört werden. Weiters kommt es auf gemeinsam genutzten Verkehrsflächen (gemischte Fußgänger- und Radwege) oft zu Konflikten und Kollisionen zwischen Fußgänger und Radfahrer.

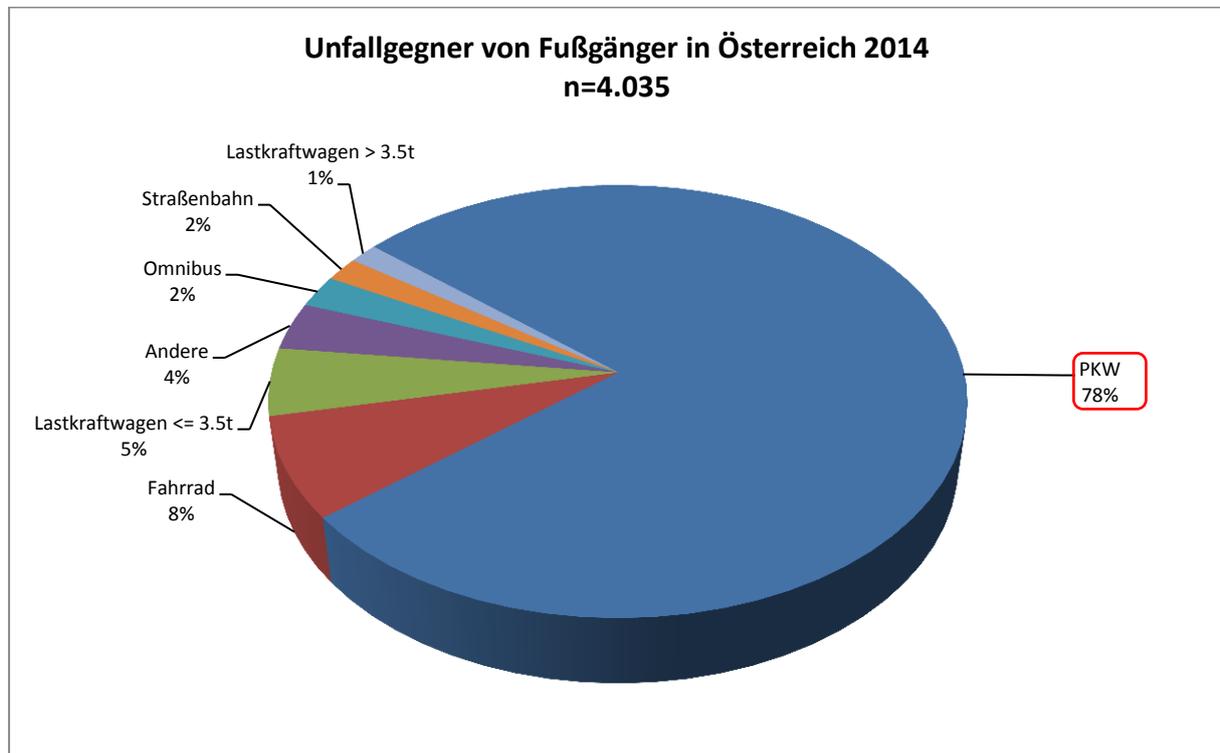


Abbildung 4: Unfallgegner von Fußgängern in Österreich [2]

Sehr oft werden Fußgänger von anderen Verkehrsteilnehmern übersehen oder sehr spät registriert. Die **Lichtverhältnisse spielen dabei eine sehr große Rolle**. So wurden rund 25% aller Unfälle mit Verletzungen bei Dämmerung oder Dunkelheit aufgenommen. Fußgängerunfälle mit Verletzungen hingegen traten 2014 in 32%, mit Getöteten in 51% bei Dämmerung oder Dunkelheit auf.

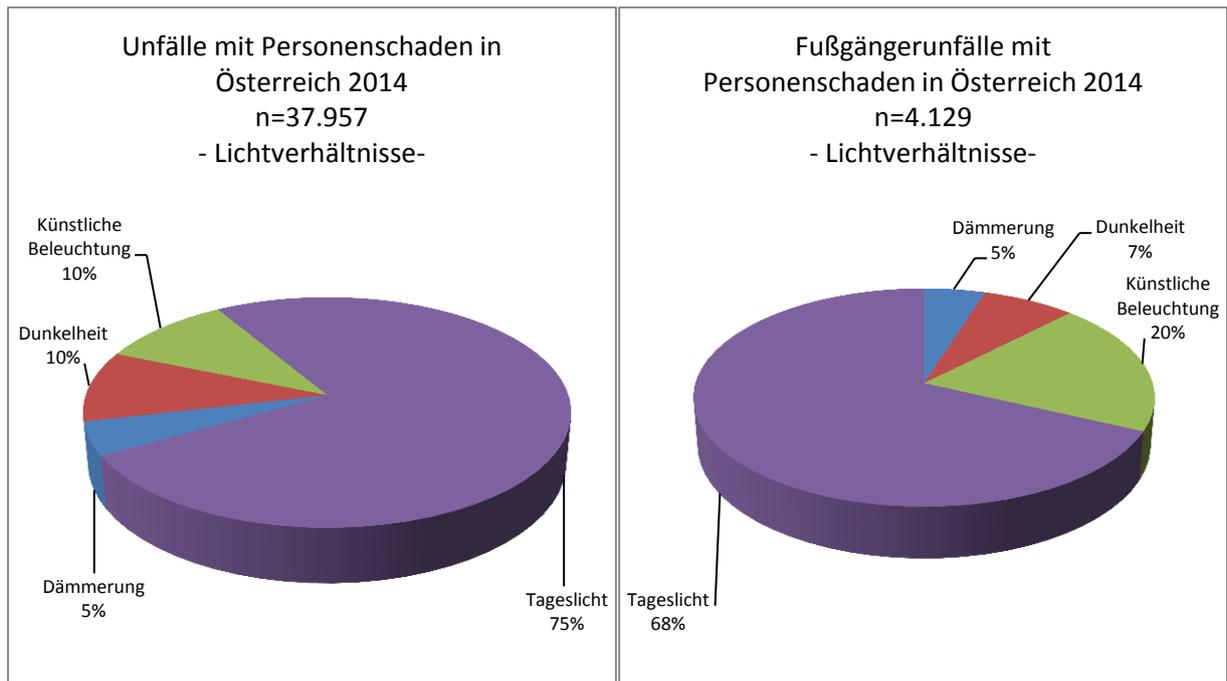


Abbildung 5: Lichtverhältnisse bei Unfällen mit Verletzungen in Österreich [2]

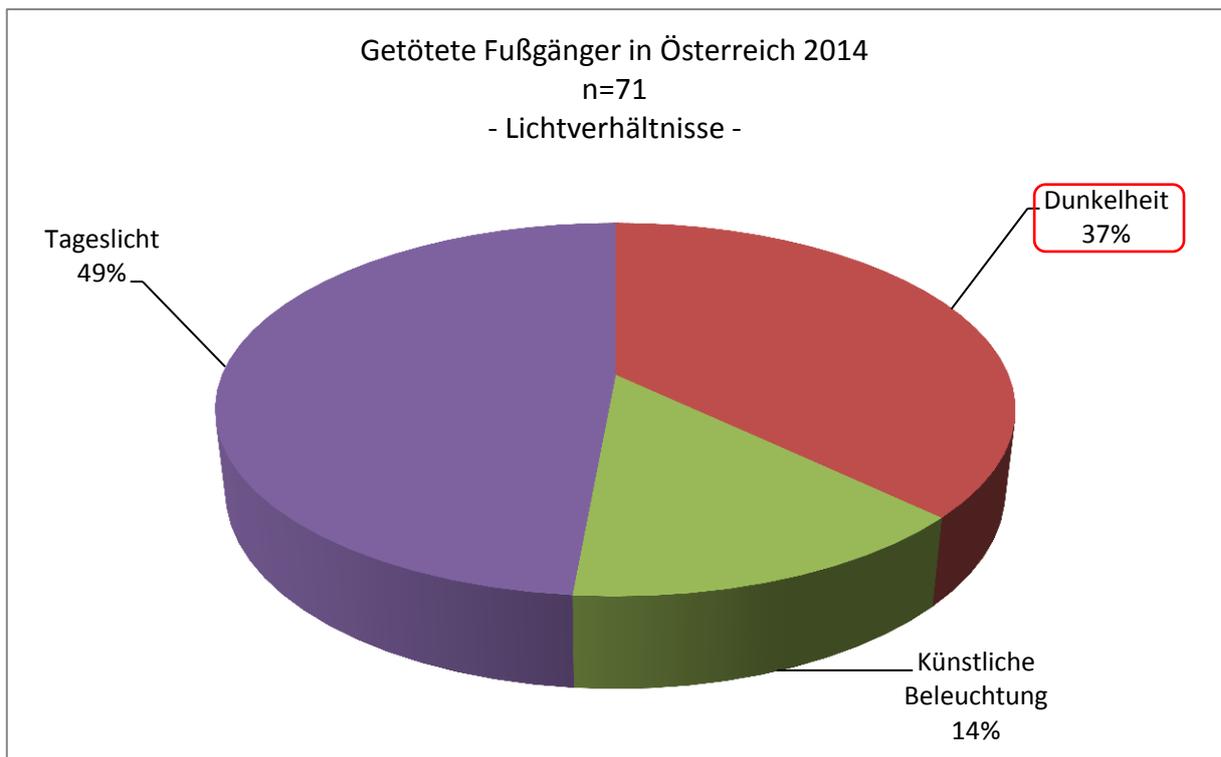


Abbildung 6: Lichtverhältnisse bei tödlichen Fußgängerunfällen in Österreich [2]

Fußgängerunfälle in der ÖAMTC Unfallforschung

Die ÖAMTC Unfallforschung untersucht schwere Unfälle, welche durch die Hubschrauber des ÖAMTC Christophorus Flugrettungsverein (CFV) angefliegen wurden (siehe Abb. 7). Die nachfolgenden Grafiken verdeutlichen dies sehr eindrucksvoll. So gehen 90% der Unfälle in der ÖAMTC Unfallforschung mit schweren oder tödlichen Verletzungen einher- bei Fußgängerunfällen sogar 94%.

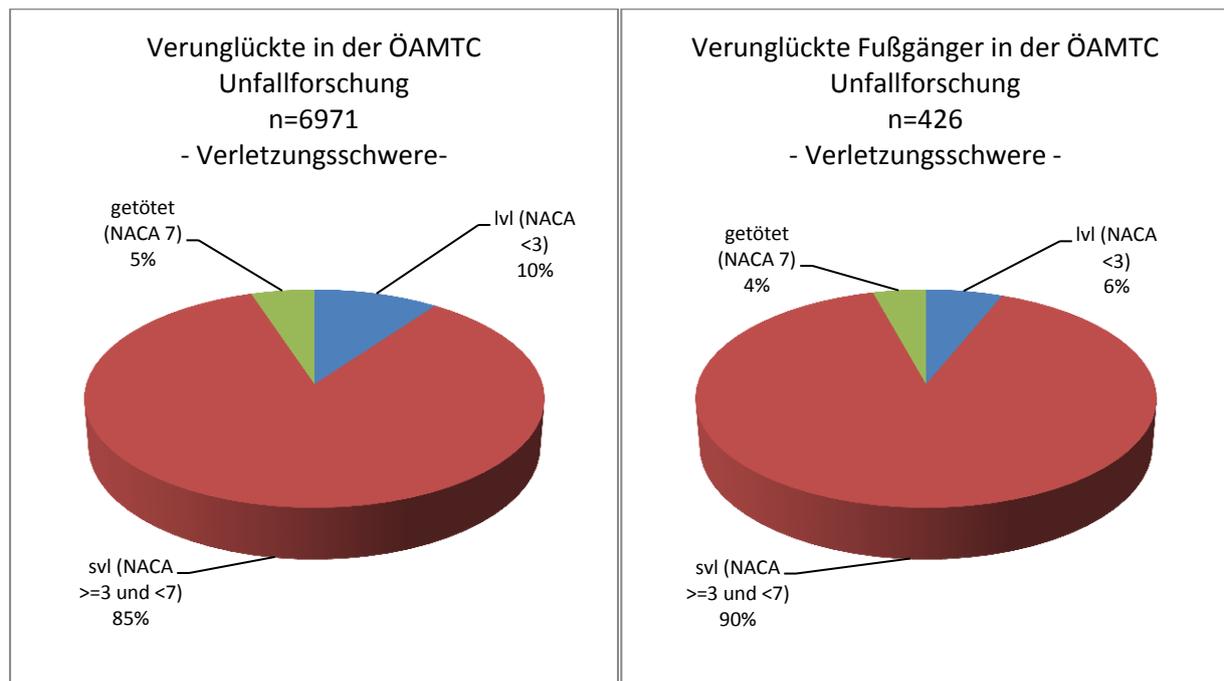


Abbildung 7: Verletzungsschwere in der ÖAMTC Unfallforschung

Aufgrund der Methodik des Projektes werden vergleichsweise wenige Fußgängerunfälle dokumentiert, da Überland-Fußgängerunfälle seltener auftreten als innerorts. Nur rund 7% der Fälle gehen mit Fahrzeug – Fußgänger Kollisionen einher.

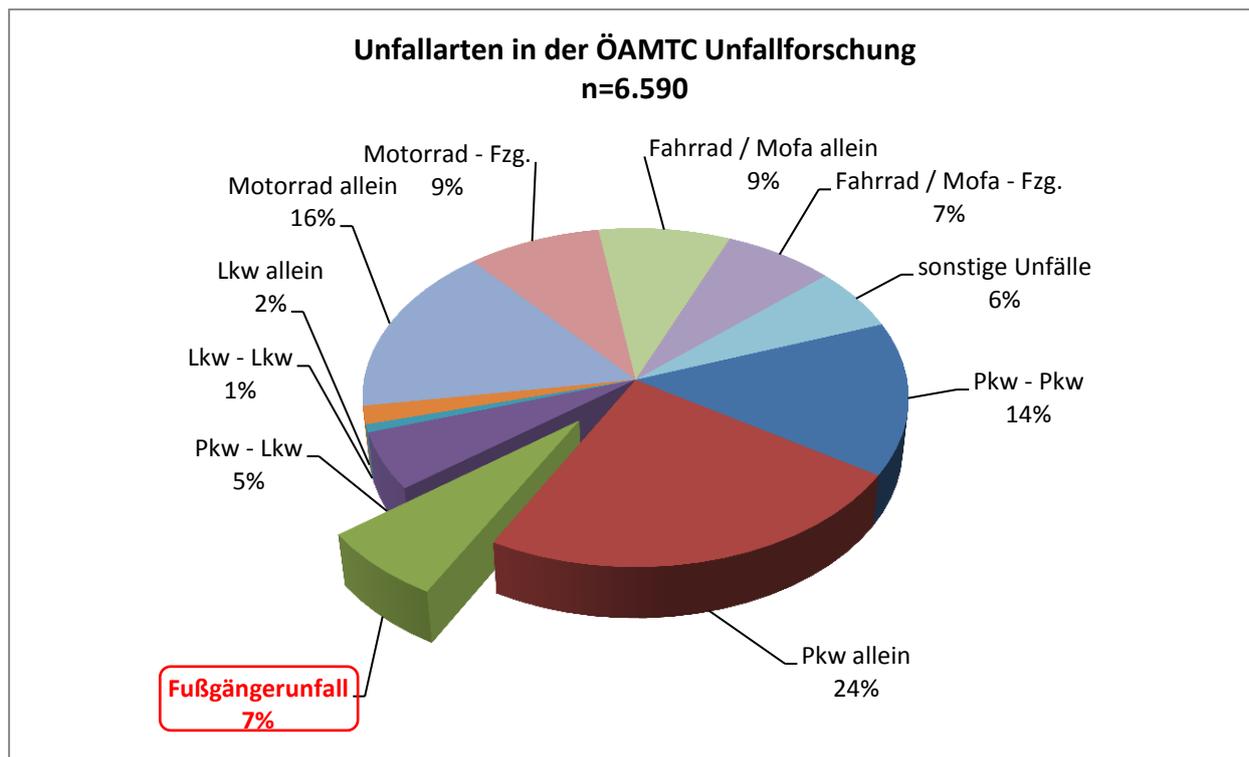


Abbildung 8: Unfallarten in der ÖAMTC Unfallforschung

Auch die Ortslage der hier dokumentierten Fälle unterscheidet sich deutlich vom Gesamtgeschehen in Österreich. So liegen insgesamt nur 19,5% der angeflogenen Unfälle innerhalb von Ortschaften. Bei Fußgängerunfällen sind es 68%. Trotz der Unterschiede zum allgemeinen Unfallgeschehen in Österreich ist es interessant diese besonders schweren Unfälle näher zu betrachten. Auf Freilandstraßen sind die Folgen von Zusammenstößen zwischen Fahrzeugen und Fußgängern oftmals besonders dramatisch.

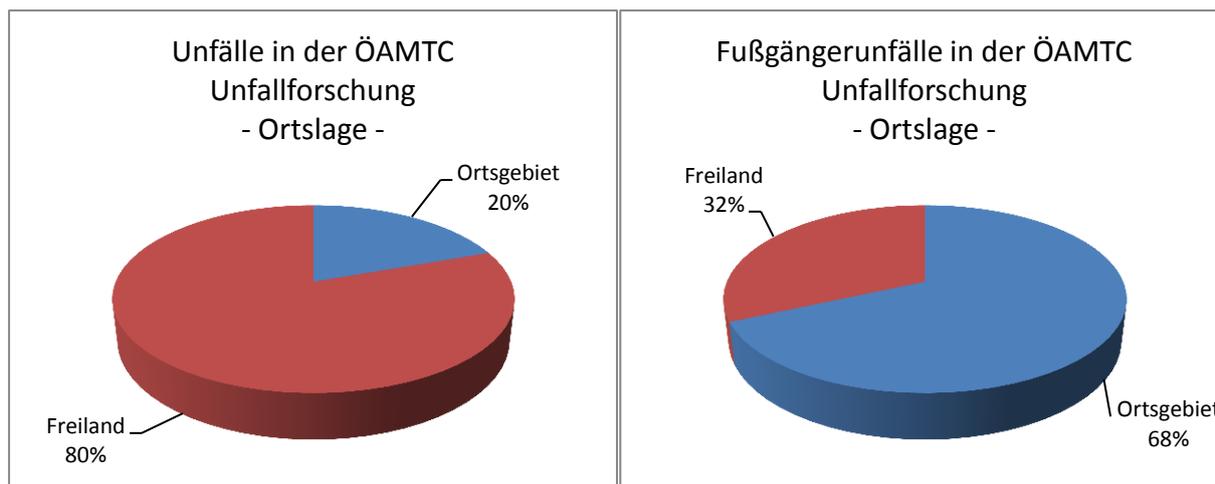


Abbildung 9: Ortslage in der ÖAMTC Unfallforschung

Die ausgewerteten Daten der ÖAMTC Unfallforschung zeigen die Verhältnismäßigkeiten der beteiligten Fahrzeuge. Insgesamt sind Pkw am Häufigsten vertreten (56%). Im Gesamtgeschehen sind des Weiteren Motorräder und Lkw oftmals an den Unfällen beteiligt. Bei den Unfällen mit Fußgängeranprall sind Pkw noch dominanter involviert. Rund **67% der Anpralle erfolgen zwischen Pkw und Fußgänger**.

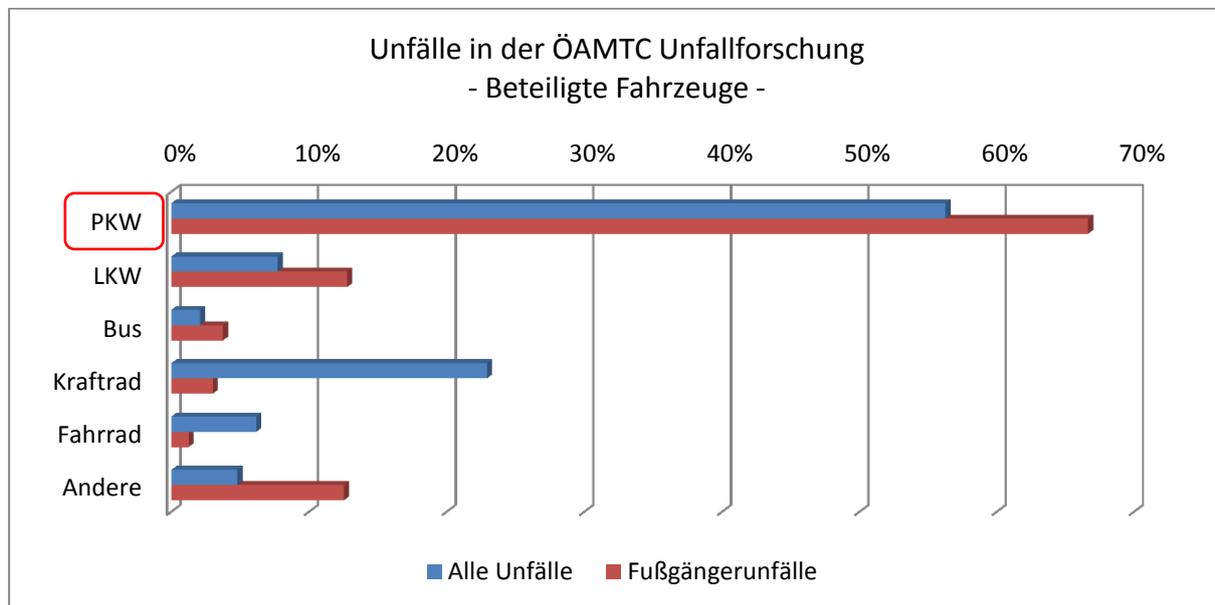


Abbildung 10: Beteiligte Fahrzeuge in der ÖAMTC Unfallforschung

Die Frage nach der Karosserieform (Aufbauform) der Pkw in den Fußgängerunfällen ist eine wesentliche für das Verständnis der schweren Unfälle. Abbildung 11 zeigt die Verteilung der Karosserieformen gegenübergestellt. So ist zu erkennen, dass **Geländewagen und Großraumlimousinen** in der Unfallstatistik in Bezug mit Fußgängerkollisionen deutlich häufiger auftreten, als im gesamten Unfallgeschehen der ÖAMTC Unfallforschung.

Die genauere Betrachtung der Unfälle hat ergeben, dass das **Risiko schwerer bis tödlicher Verletzungen der Fußgänger mit dem Fahrzeugalter der involvierten Fahrzeuge steigt**, was darauf zurückzuführen ist, dass die Hersteller erst in den letzten 10 Jahren konkrete Maßnahmen zur Steigerung der passiven Fußgängersicherheit ergriffen haben. Besonders gefährdet werden Fußgänger durch **harte und unnachgiebige Strukturen an der Fahrzeugfront**, welche besonders **ausgeprägt bei Geländewagen und SUV** auftreten. Aus diesem Grund wird in diesem Projekt der Aspekt der Fußgängersicherheit speziell im Hinblick auf Geländewagen / SUV beleuchtet.

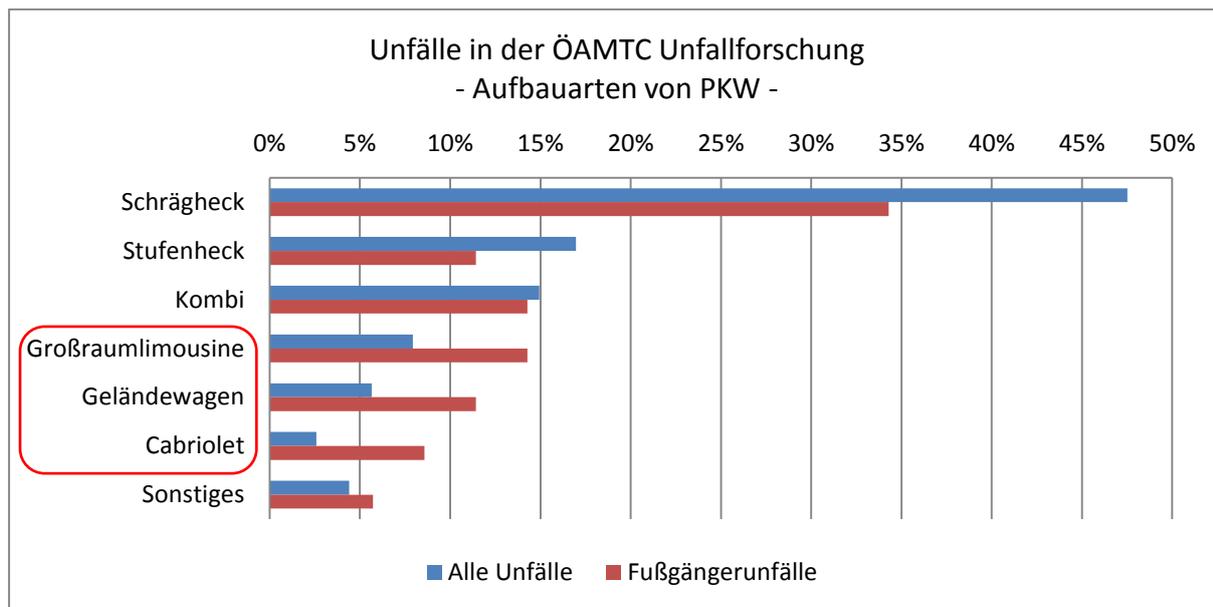


Abbildung 11: Karosserieform der Pkw bei Fußgängerunfällen in der ÖAMTC Unfallforschung

Die Fahrzeugstrukturen, mit denen die Fußgänger im Falle einer Kollision am häufigsten in Berührung kommen, sind die frontalen Strukturen. Hierzu gehören die Frontscheibenrahmen, Motorhaube, der Kühlerbereich sowie der Stoßstangenbereich. In der ÖAMTC Unfallforschung treten in 79% der Unfälle Kollisionen mit diesen Fahrzeugregionen auf.

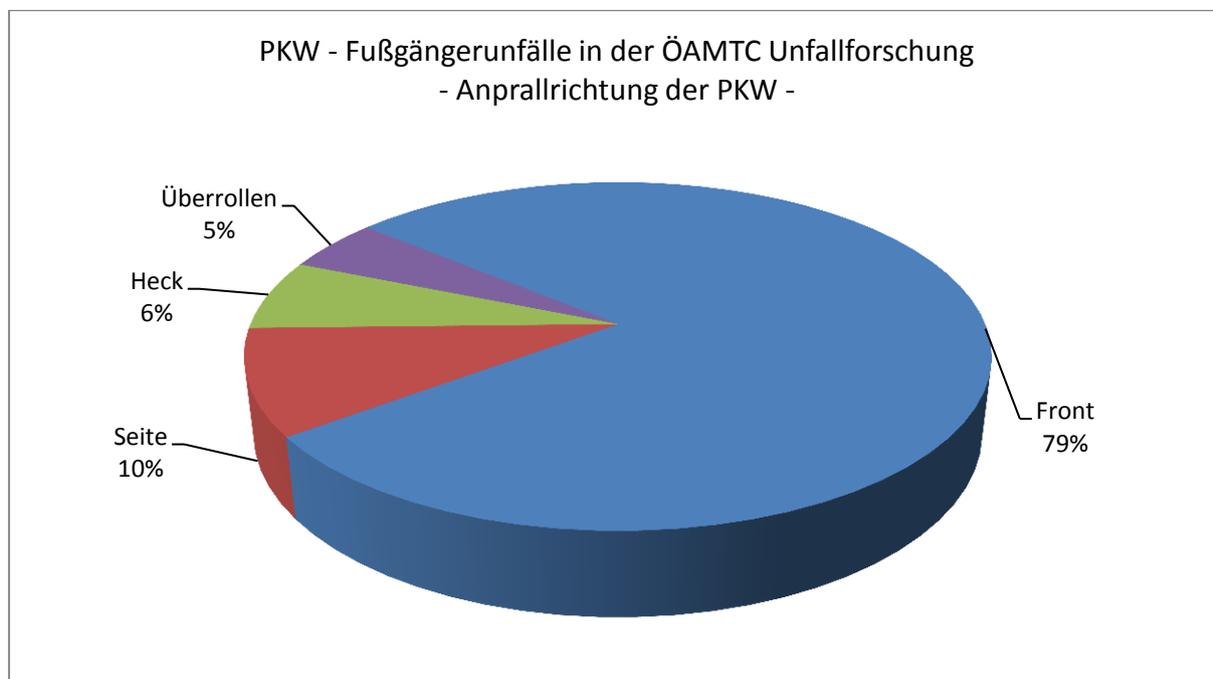


Abbildung 12: Anprallrichtung am Pkw bei Fußgängerunfällen der ÖAMTC Unfallforschung

Maßnahmen zur Unfallvermeidung oder Unfallfolgenminderung müssen diese Konstellation mit hoher Priorität berücksichtigen. **Aufgrund der Kinematik der Fußgänger im Unfall prallen Kopf, Beine und Brust auf das Fahrzeug auf und werden sehr oft schwer verletzt** (siehe: Abbildung 12 und 13).

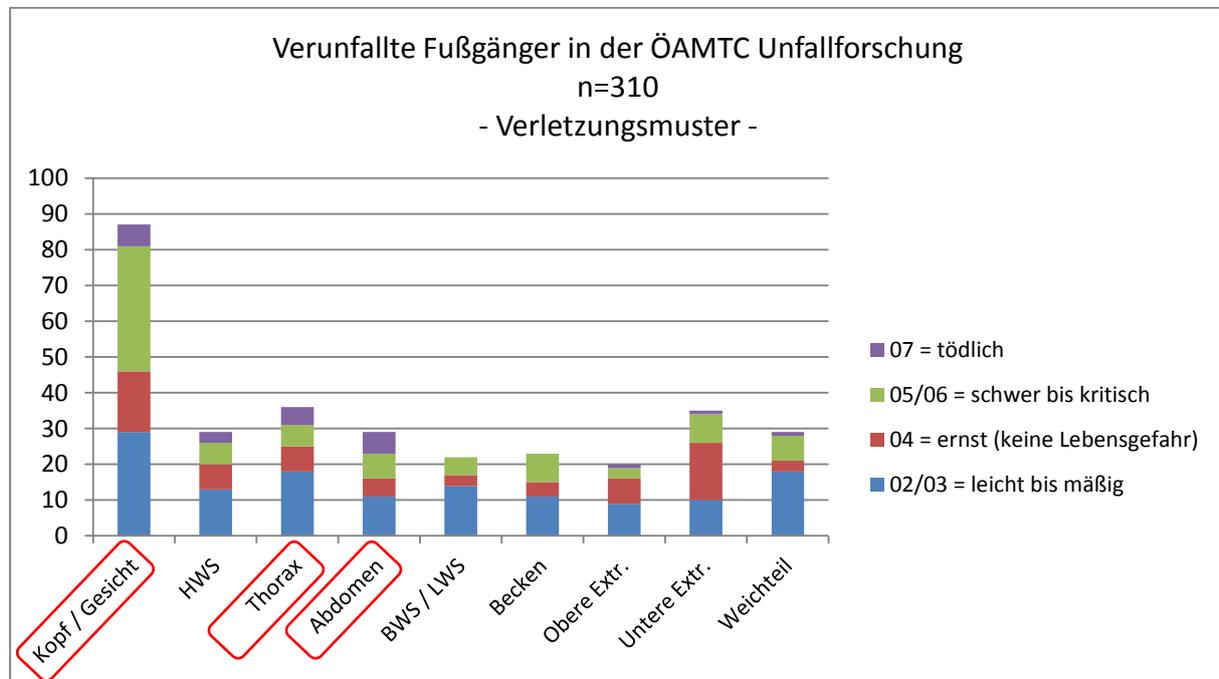


Abbildung 13: Verletzungsmuster der Fußgänger in der ÖAMTC Unfallforschung

Weitere Aspekte der Fußgängerunfälle aus der Literatur

Neben den **Primäranstößen** der Fußgänger an das Fahrzeug, kann das Auftreffen auf die Straße (**Sekundäranprall**) ebenfalls zu schweren Verletzungen führen. So sind nach [6] 30% der Verletzungen (AIS2+) durch den Sekundäranprall verursacht (Abbildung 14).

Ursachen von AIS 2+ Verletzungen	head / face	neck	thorax	abdomen	spine	upper extremities	lower extremities	TOTAL
window frame	31	-	6	-	3	5	-	45
windscreen	74	-	1	-	3	5	-	83
bonnet	15	1	7	4	5	8	5	45
BLE	1	-	-	6	-	1	17	25
bumper	-	-	-	1	1	-	134	136
other	3	-	5	2	3	3	12	28
ground impact	92	-	18	-	7	27	11	155
TOTAL	216	1	37	13	22	49	179	517

Ursachen von AIS 3+ Verletzungen	head / face	neck	thorax	abdomen	spine	upper extremities	lower extremities	TOTAL
window frame	19	-	5	-	1	-	-	25
windscreen	31	-	1	-	1	-	-	33
bonnet	-	1	2	1	1	1	2	8
BLE	-	-	-	1	-	-	7	8
bumper	-	-	-	1	-	-	32	33
other	-	-	5	-	-	-	3	8
ground impact	18	-	14	-	4	7	2	45
TOTAL	68	1	27	3	7	8	46	160

Legende:

head/face	Kopf/Gesicht	window frame	Fesnterrahmen
neck	Nacken/Hals	windscreen	Windschutzscheibe
thorax	Brust	bonnet	Motorhaube
abdomen	Bauch	BLE	Haubenvorderkante
Spine	Wirbelsäule	bumper	Stoßfänger
upper/lower extremities	Arme, Beine	other	Andere
		ground impact	Bodenaufprall

Abbildung 14: Verletzungsursachen bei Fußgängerunfällen [6]

In einer weiteren Untersuchung [7] wurde der **Einfluss der Fahrzeugkonturformen** auf die Folgen in einem Fußgängerunfall untersucht. Dabei wurde im Rahmen einer numerischen Simulation sowohl der Primär-, als auch der Sekundäraufprall untersucht (Abbildung 15 und Abbildung 16)

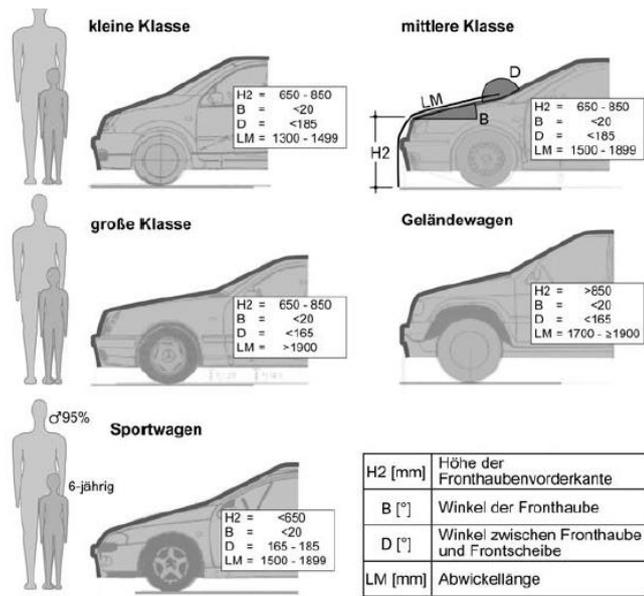


Abbildung 15: Einteilung der Fahrzeuggeometrie nach [7]

Die Auswertung dort zeigt, dass der **Primäraustoß bei Geländewagen hauptsächlich an harten Strukturen** erfolgt, vor allem bei kleineren Fußgängern (Kindern). Die harten Strukturen sind an der Haubenvorderkante und hier speziell im Bereich des Haubenschlosses zu finden. Die Fahrzeuge der „mittleren Klasse“ zeigen, dass die Anprallbereiche dort in der Hauben- und Frontscheibenregion liegen, und damit eine vergleichsweise „weichere“ Charakteristik aufweisen (Abbildung 16).

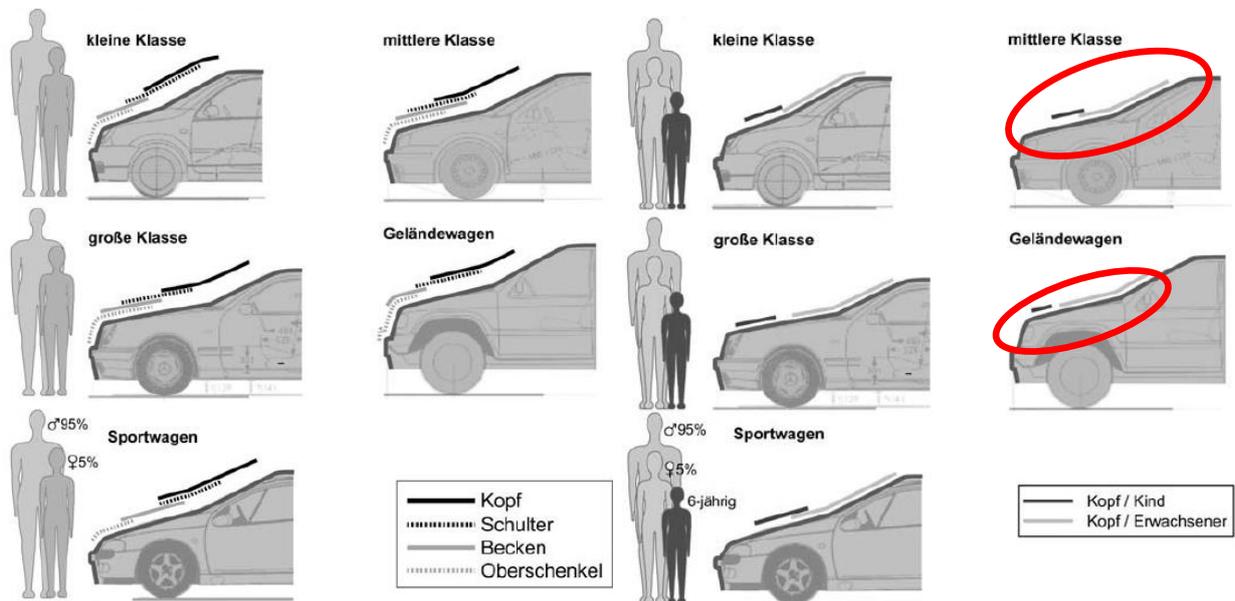


Abbildung 16: Anprallzonen in Abhängigkeit der Fahrzeugkontur [7]

Die Fahrzeugkontur hat neben dem Primäraufprallbereich auch Einfluss auf den weiteren Verlauf des Unfalls.

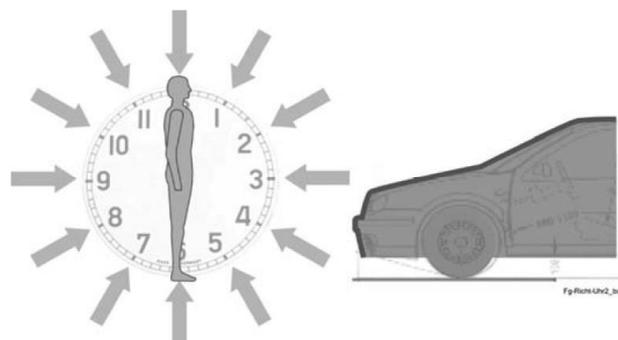


Abbildung 17: Aufprallrichtung am Fußgänger im Uhrensystem beim Sekundäraustritt [7]

Betrachtet man die **Kinematik des Fußgängers beim Sekundäraustritt** (Abbildung 18), so sind die Unterschiede in der Aufprallrichtung (Abbildung 17) ersichtlich. Die kritischen Bereiche für einen Kopfaufprall sind dabei die Werte „10“, „11“, „12“, „1“, „2“. Die Ergebnisse zeigen, dass die Geometrie der „mittleren Klasse“ in der Untersuchung ein **hohes Risiko an Kopfanprallen auf der Straße** (beim Sekundäraustritt) erzeugt, da in sechs der zwölf untersuchten Konstellationen die kritischen Werte erreicht wurden. Bei Geländewagen wurde ein erhöhtes Risiko eines Kopfaufpralles auf die Straße beson-

ders in der Erwachsenenengruppe beobachtet. In vier der zwölf Konstellationen treten hier gefährliche Körperdrehungen auf.

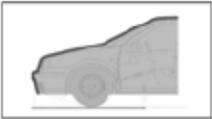
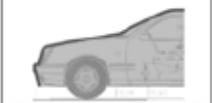
Kategorie	V _k	Kind 6-jährig	Erwachsener		
			5%	50%	95%
mittlere Klasse 	30 km/h	6	4	4	3
	40 km/h	10	10	9	8
	50 km/h	12	2	10	12
große Klasse 	30 km/h	5	3	3	2
	40 km/h	10	10	9	8
	50 km/h	11	1	7	2
Geländewagen 	30 km/h	5	4	5	5
	40 km/h	8	7	10	10
	50 km/h	9	9	1	1

Abbildung 18: Charakteristik des Sekundäranpralles nach Fahrzeugkontur [7]

Bereits ab 45-50 km/h sinken die Überlebenschancen bei Fußgängerunfällen dramatisch. Neben Maßnahmen der passiven Sicherheit (Unfallfolgenminimierung) sollten daher auch Maßnahmen der aktiven Sicherheit (Unfallvermeidung) noch stärker forciert werden (Abbildung 20).

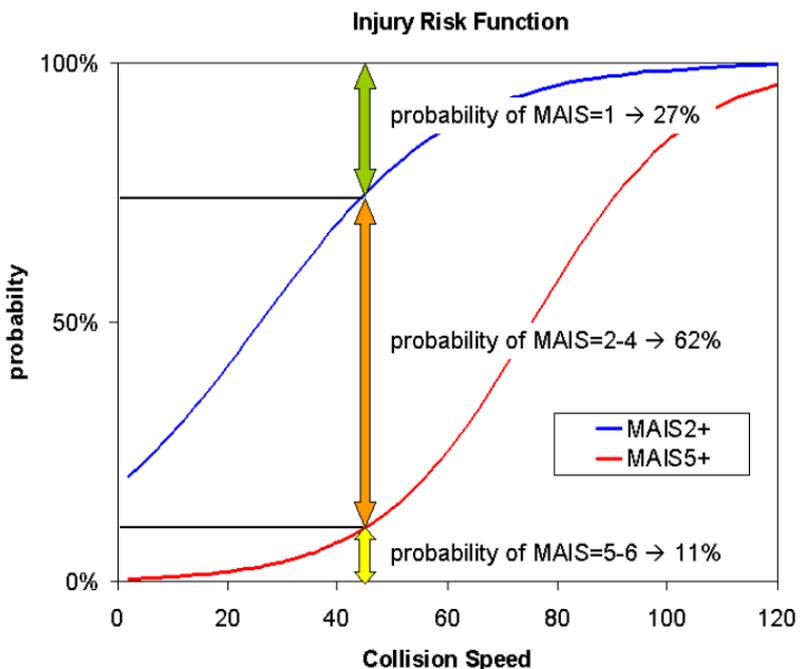


Abbildung 19: Verletzungsrisikokurve bei Fußgängerunfällen [3]

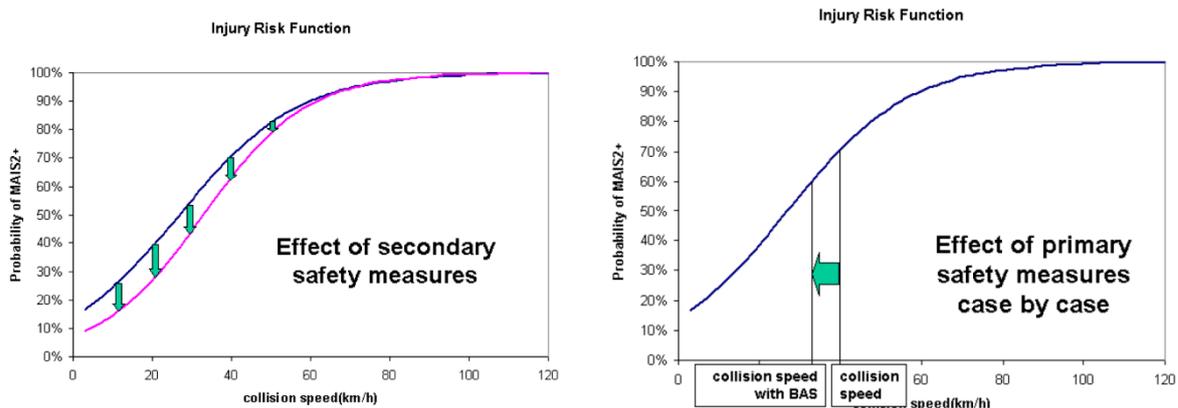


Abbildung 20: Sicherheitsstrategien im Fußgängerschutz [3]

Eine Untersuchung des schwedischen Verkehrssicherheitsinstitutes (SRA) [4] zeigte, dass dieser Effekt im Realunfallgeschehen deutlich messbar ist. So zeigt sich in dieser Studie eine **deutliche Senkung des Risikos von schweren oder tödlichen Verletzungen¹, je mehr Punkte (vor 2009=Sterne) in der Euro NCAP Fußgängerschutzbewertung erreicht wurden** (Abbildung 21).

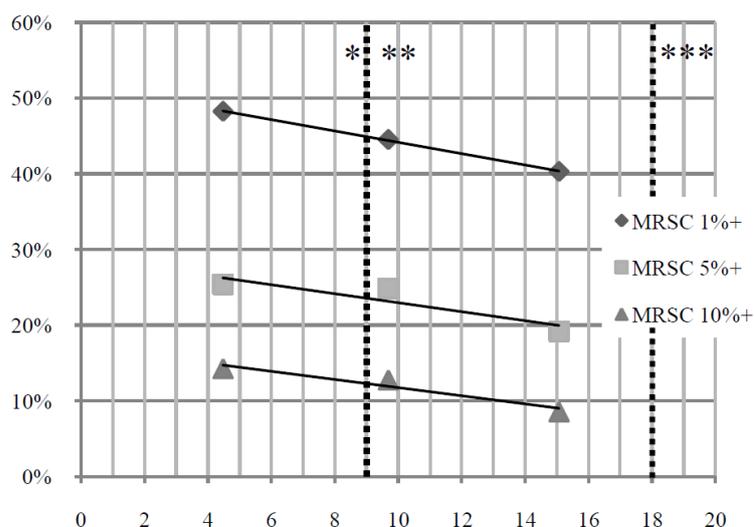


Abbildung 21: Schwere Unfallfolgen in Abhängigkeit der Sternebewertung in Euro NCAP [4]

Dies konnte durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Deutschland in einer Untersuchung [5] des deutschen Unfallgeschehens mit Fußgängerbeteiligung ebenfalls klar gezeigt werden (Abbildung 22).

¹ RSC – Risiko schwerer Konsequenzen (Tod oder bleibende Schäden) – MRSC – Mittleres Risiko

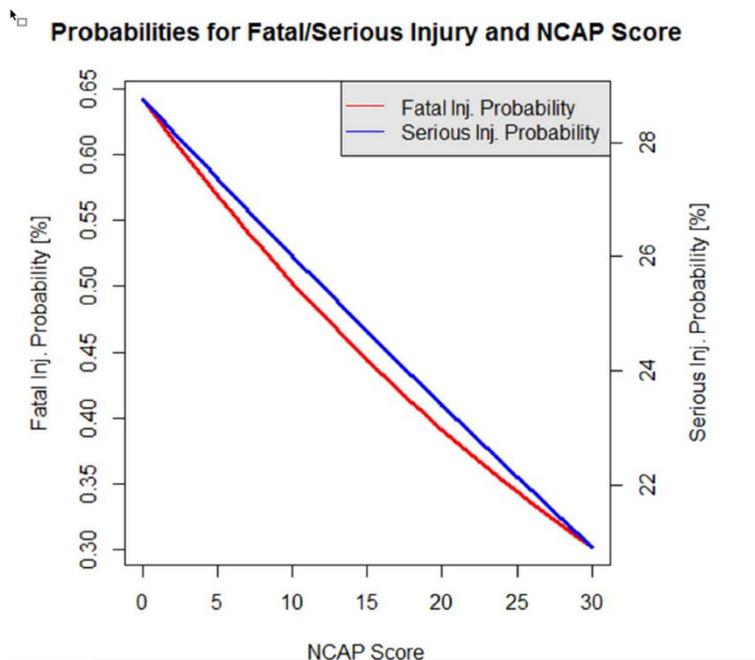


Abbildung 22: Effekt der Euro NCAP Punkte auf Fußgängerunfälle [5]

Die **Verletzungsschwere ist abhängig vom Alter des getroffenen Fußgängers**. So erhöht sich das Risiko tödlicher oder folgenschwerer Verletzungen mit dem Alter erheblich. Es zeigt sich, dass Fahrzeuge mit höheren Sternbewertungen im Euro NCAP Prüfverfahren ein deutlich geringeres Risiko für die Verursachung dieser Verletzungen aufweisen (Abbildung 23). Je älter die anprallenden Fußgänger sind, desto deutlicher ist der Effekt der Verletzungsvermeidung oder -minderung.

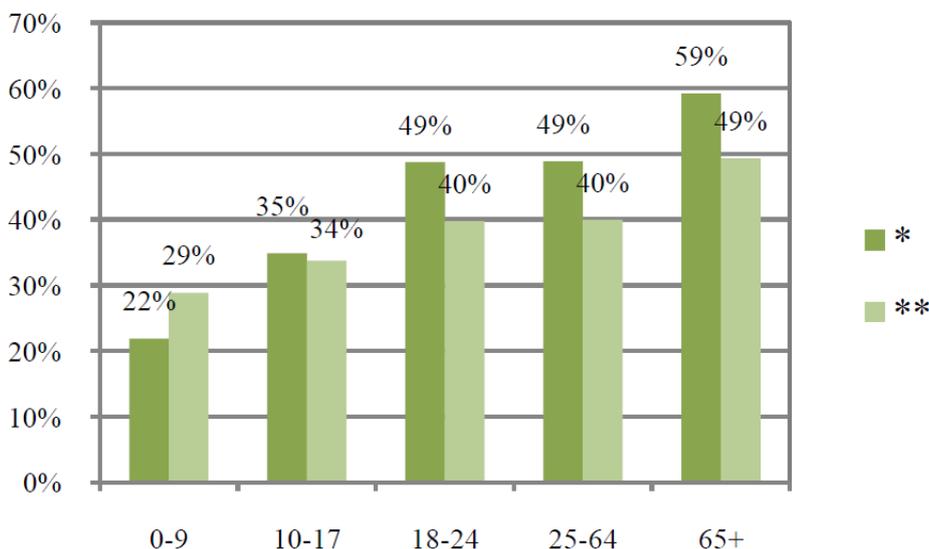


Abbildung 23: Potential passiver Schutzmaßnahmen am Fahrzeug [4]

Neben den passiven Sicherheitsmaßnahmen sind die **Elemente der Unfallvermeidung sehr wichtig**, um die Unfallfolgen zu reduzieren. Bereits eine Bremsassistentz kann zu einer deutlichen Reduktion (-16%) schwerer (AIS3+) Verletzungen führen (Abbildung 24).

	Without BA	With BA	Rel. diff.
No. injuries	839	313	
No. pedestrian	357	129	
AIS2+	40.6% (341)	39.0% (122)	-4%
AIS3+	11.8% (99)	9.9% (31)	-16%
mrsc 1%+	43.5%	42.5%	-2%
mrsc 5%+	22.6%	21.5%	-5%
mrsc 10%+	11.2%	10.8%	-4%

Abbildung 24: Effekt der Bremsassistent beim Fußgängerunfall [4]

Werden die Elemente der passiven und aktiven Sicherheit kombiniert, so ist der maximale Effekt der Sicherheitserhöhung zu erreichen. Beispielsweise liegt bei 1 Sterne (*) Fahrzeugen ohne Bremsassistent das Risiko von schweren Unfallfolgen bei 49%. Weisen die Fahrzeuge eine Bremsassistent und eine 2-Sterne (**) Bewertung im Fußgängerschutz nach Euro NCAP auf, so sinkt dieses Risiko auf 39% ab (Abbildung 25).

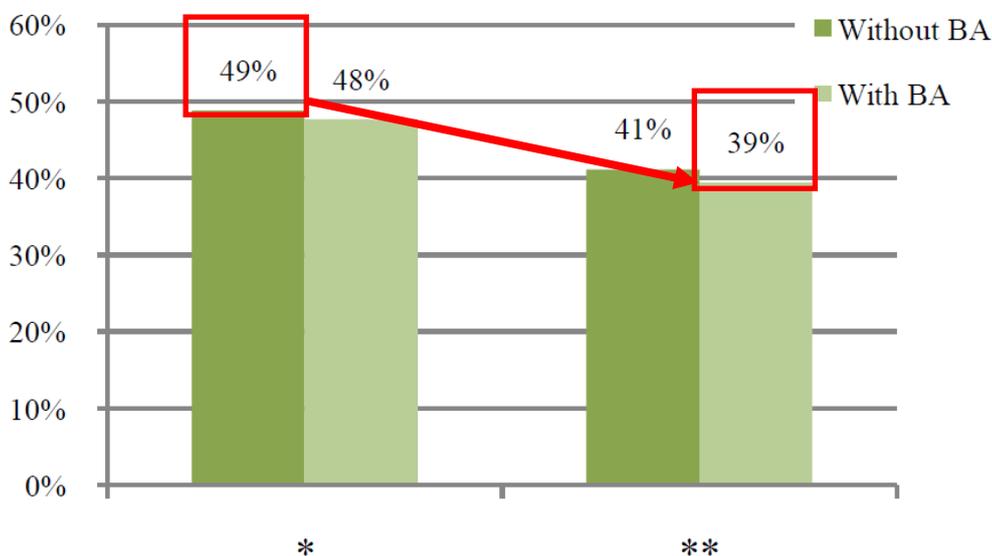


Abbildung 25: Effekt der Bremsassistent + passiver Maßnahmen beim Fußgängerunfall [4]

Die in dieser Studie [4] betrachteten Sicherheitssysteme sind Bremsassistentensysteme, welche durch den Fahrer ausgelöst werden müssen. Es ist zu erwarten, dass Assistenzsysteme mit einer Fußgängererkennung inkl. Warnung und/oder einer selbstständigen aktiven Bremsenleitung zu deutlich höheren Senkungsraten bei den Unfallfolgen bei den Fußgängern führen werden.

Bereits 2013 konnte in einem Systemtest gezeigt werden, dass die **Aufprallgeschwindigkeit durch automatische Bremssysteme deutlich reduziert** werden kann. Beispielsweise wurde hier ein gehendes Kind simuliert, welches aus einer Sichtverdeckung auf die Straße läuft. Dabei trat das Kind ca. 1,4 Sekunden vor dem Zusammenstoß (TTC = Time To Collision) aus der Sichtblende hervor. Um einen Unfall zu vermeiden (bis 50 km/h), muss in dieser Situation der Fußgänger in weniger als 400ms erkannt werden.

In der folgenden Auflistung (Abbildung 26) kann der Stand der Systeme 2013 für diese sehr kritische Situation nachvollzogen werden. So konnten zwei Hersteller Unfälle bis 20 km/h sicher vermeiden, und ein Hersteller (Lexus) in diesem Test bis 50 Km/h die Aufprallgeschwindigkeit deutlich senken.

Hersteller Modellbezeichnung	Lexus LS 600h L	Volvo V40	Mercedes E-Klasse	BMW 3er GT	Mobiley Mobiley 560
Gehendes Kind	2,8	3,7	4,0	3,8	5,0
	Kollisionsgeschwind.	Kollisionsgeschwind.	Kollisionsgeschwind.	Kollisionsgeschwind.	Kollisionsgeschwind.
10 km/h	0,0	0,0	10,0	10,0	10,0
20 km/h	0,0	0,0	14,7	12,4	16,9
30 km/h	16,1	10,9	21,4	19,8	28,7
40 km/h	29,9	40,0	37,5	32,0	40,0
45 km/h	39,7	45,0	38,0	36,6	45,0
50 km/h	42,4	50,0	50,0	45,7	50,0

Abbildung 26: Fußgänger tritt seitlich in den Sicht-Kegel – Detailergebnistabelle aus Test 2013

Das Gesamtergebnis des Tests ist in Abbildung 27 dargestellt. Hier kann man erkennen, dass bereits 2013 viele Situationen von Sensoren erkannt werden können und die Aufprallgeschwindigkeiten reduziert werden.

Hersteller / Typ	ADAC-Urteil Fußgängererkennung	Gesamtnote	Stehender Erwachsener						Gehender Erwachsener						Gehendes Kind						Stoppender Erwachsener	Funktion bei Nacht	Warnung
			10 km/h	20 km/h	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	10 km/h	20 km/h	30 km/h	40 km/h	45 km/h	50 km/h	10 km/h	20 km/h	30 km/h	40 km/h	45 km/h	50 km/h			
Lexus / LS600h	+	2,0	1,0	✓	✓	✓	✓	□	1,1	☒	✓	✓	✓	✓	2,8	✓	✓	□	□	□	3,0	2,0	3,2
Volvo / V40	+	2,1	1,8	✓	✓	✓	✓	□	☒	1,0	✓	✓	✓	✓	3,7	✓	✓	□	☒	☒	2,0	3,0	1,0
Mercedes Benz / E-Klasse	○	3,2	1,0	✓	✓	✓	✓	□	3,1	✓	✓	□	□	4,0	☒	□	□	□	□	4,0	3,0	2,6	
BMW / 3er GT	○	3,5	3,7	□	□	□	□	☒	3,7	☒	□	□	□	3,8	☒	□	□	□	□	2,0	5,0	2,1	
Nachrüstsystem / Mobiley*	⊕	4,3	3,9	✓	✓	✓	✓	☒	4,5	☒	✓	□	□	5,0	☒	□	☒	☒	☒	2,5	5,0	3,4	

*Nachrüstsystem kann nur warnen. Mittels Bremsroboter wurde optimale Bremsung eingespielt. Deshalb max. 50 % der Punkte möglich.

✓ Unfallvermeidung □ Geschwindigkeitsabbau ☒ Kein Geschwindigkeitsabbau

Abbildung 27: Ergebnis des Tests 2013

Die zukünftigen Systeme müssen an diese ersten Schritte der Entwicklung anknüpfen und die Effektivität in der Unfallvermeidung oder -abmilderung weiter verbessern.

5.2 Bestandsentwicklungen

SUV erfreuen sich bereits seit einigen Jahren großer Beliebtheit bei den heimischen Autofahrern. So steigt die Anzahl an Fahrzeugen in der Flotte der Österreicher stetig an. Auch der relative Anteil am Fahrzeugbestand wächst kontinuierlich. Die Aufteilung der Segmente zeigt, dass sich stetig mehr SUV und Geländewagen im Bestand der Fahrzeuge in Österreich befinden. Die Entwicklung der Neuzulassungen der letzten 12 Jahre zeigt den deutlichen Trend. Die jährliche Zahl an Neuzulassungen stieg von rd. 19.000 im Jahr 2003 auf rd. 67.000 im Jahr 2014, das entspricht einer Steigerung von etwa 250%.



Neuzulassungen

Gebiet: Österreich
Segment: Geländewagen

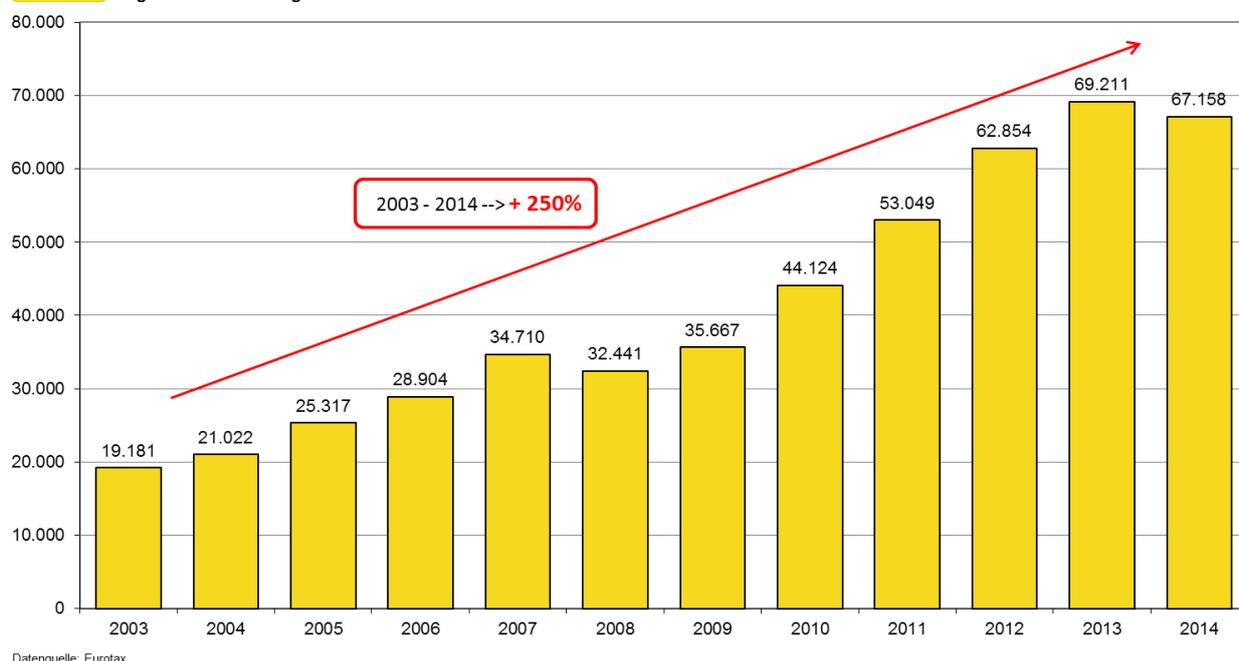


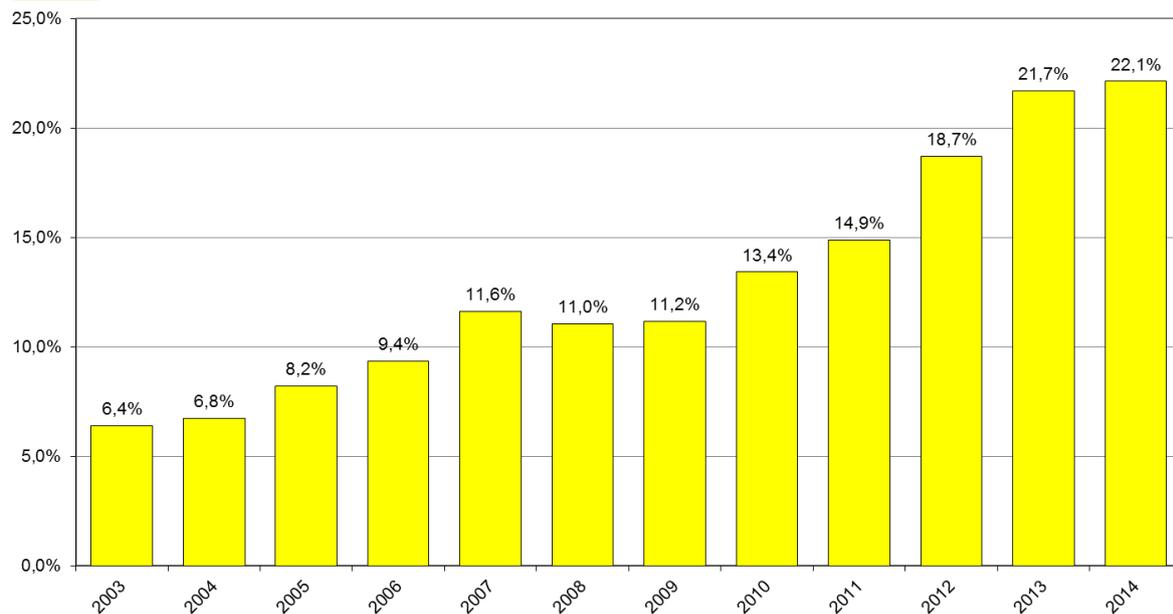
Abbildung 28: Entwicklung der Neuzulassungen von SUV / Geländewagen in Österreich [1]

Der jährliche Anteil an neu zugelassenen SUV / Geländewagen lag 2003 bei nur 6,4% und stieg seither nahezu kontinuierlich auf 22,1% im Jahr 2014. Demnach ist mehr als jeder fünfte neuzugelassene Pkw ein SUV / Geländewagen. Aufgrund des immer größer werdenden Angebots unterschiedlicher Modelle seitens der meisten Hersteller wird sich dieser Trend wohl auch zukünftig in diese Richtung entwickeln.



Neuzulassungen

Gebiet: Österreich



Datenquelle: Eurotax

Abbildung 29: Entwicklung des Anteils an Geländewagen / SUV an allen Neuzulassungen

5.3 Recherche der gesetzlichen Bestimmung

Bereits 2001 wurde der passive Fußgängerschutz im Rahmen einer „freiwilligen Selbstverpflichtung“ von den Europäischen Automobilherstellern berücksichtigt. Allerdings mit wenig Erfolg. 2005 trat daraufhin eine europäische Richtlinie in Kraft.

Seit 2009 ist nun eine europäische Verordnung in Kraft, welche die geplante Phase zwei der Richtlinie ersetzt und zusätzlich aktive, elektronische Helfer fordert, um den Fußgängerschutz zu verbessern. Seitdem wird von Seiten des Gesetzgebers der Bremsassistent gefordert.

Die steigenden Anforderungen der Richtlinie sind über einen Zeitraum von zehn Jahren angelegt. Während die Hersteller früher die Möglichkeit hatten, bereits typgenehmigte Fahrzeuge unbegrenzt weiter zu bauen und zu verkaufen, (Beispiel: Lada Niva, Mercedes M-Klasse etc.) sind nun im Fußgängerschutz Hürden mit Verkaufsverbot für Neufahrzeuge verankert.

So müssen seit Anfang 2013 alle Neufahrzeuge der Klasse M1 bis 2,5t und daraus abgeleitete Fahrzeuge der Klasse N1 (auch bis 2,5t) die Grenzwerte einhalten. Für die Typgenehmigung gelten bereits strengere Werte.

Seit Beginn 2015 gelten die Anforderungen für alle Fahrzeuge, also auch für schwere SUV -sowie LKW bis 3,5 Tonnen, und müssen dann für eine Typgenehmigung die Werte erfüllen.

Ab 2018 dürfen nur noch Fahrzeuge verkauft werden, welche die strengeren Grenzwerte erfüllen. Dies gilt vorerst nur für Fahrzeuge bis 2,5 Tonnen.

Im letzten Schritt dürfen ab 2019 nur noch Neufahrzeuge verkauft werden, welche die strengen Grenzwerte einhalten- dann gilt dies auch für Fahrzeuge über 2,5 Tonnen sowie LKW bis 3,5t (Klasse N1).

Zusammenfassung des Zeitplanes der Verordnung 78/2009:

Ab 2009	Typgenehmigung: Bremsassistent (BAS) verpflichtend für PKW	M1 und daraus abgeleitete N1 bis 2,5t
02/2011	Verkaufsverbot für Neufahrzeuge ohne BAS	M1 und daraus abgeleitete N1 bis 2,5t
01/2013	Neufahrzeuge bis 2,5t: Fußgängerschutz (FGS) Grenzwerte sind zu erfüllen.	M1 und daraus abgeleitete N1 bis 2,5t
02/2013	Typgenehmigung bis 2,5t: strengere FGS Grenzwerte sind zu erfüllen	M1 und daraus abgeleitete N1 bis 2,5t
02/2015	Typgenehmigung auch über 2,5t : FGS Grenzwerte sind zu erfüllen	M1 und N1
08/2015	Verkaufsverbot für Neufahrzeuge der Klasse N1 ohne BAS	N1
02/2018	Neufahrzeuge bis 2,5t: Strengere FGS Grenzwerte sind zu erfüllen	M1 und daraus abgeleitete N1
08/2019	Neufahrzeuge auch über 2,5t: Strengere FGS Grenzwerte sind zu erfüllen	M1 und N1

Insgesamt sind Pkw (bis 3,5t) mit diesen Anforderungen deutlich sicherer geworden und es können weitere wichtige Schritte zur Vermeidung von schweren Verletzungen gegangen werden.

5.4 Recherche zu Anforderungen im Euro NCAP

5.4.1 Prüfmethode

Kopfprüfzone

Der Aufprallbereich der Fahrzeugfront, indem die Köpfe der aufprallenden Fußgänger auftreffen, wird im aktuellen Euro NCAP Verfahren durch ein sehr engmaschiges Testnetz untersucht.

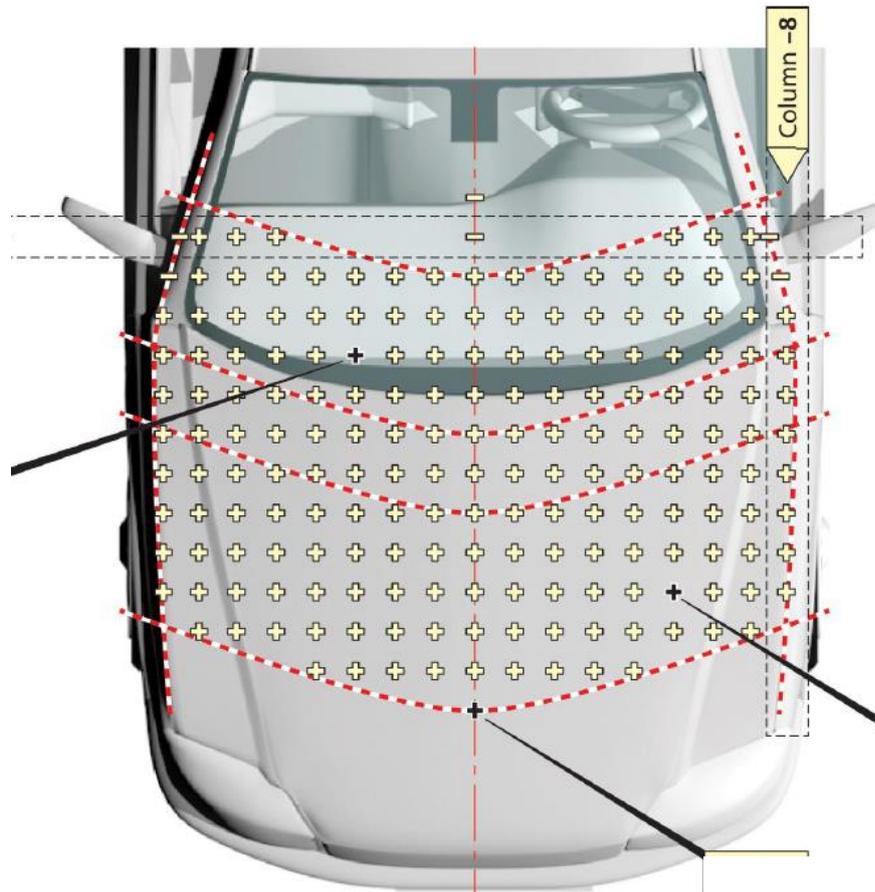


Abbildung 30: Testnetz der Kopfprüfzone nach Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP; Testprotokoll]

Hier werden an Euro NCAP Werte gemeldet, welche durch den Hersteller simuliert werden und die Verletzungswahrscheinlichkeit voraussagt. Durch das Prüflabor werden nun einzelne Punkte zur Validierung mittels Aufprallversuchen getestet und auf die Richtigkeit hin untersucht. Die angegebenen Werte basieren auf den Anprall von Kinder- und Erwachsenen Kopf-Prüfkörper. Die **Anprallgeschwindigkeit beträgt 40 km/h und der Winkel 50° beim Kinderkopfprüfkörper und 65° beim Erwachsenenprüfkörper.**

Die Belastungen auf den Kopf ergeben für jeden einzelnen geprüften / simulierten Punkt ein Verletzungsrisiko, welches durch Farbmarkierungen dargestellt wird.

$HIC_{15} < 650$	= Green
$650 \leq HIC_{15} < 1000$	= Yellow
$1000 \leq HIC_{15} < 1350$	= Orange
$1350 \leq HIC_{15} < 1700$	= Brown
$1700 \leq HIC_{15}$	= Red

Abbildung 31: Codierung der Verletzungsrisiken - Farbmuster [Quelle: Euro NCAP]

Über eine Berechnung werden die Gesamtpunkte der Zone berechnet, maximal können 24 erreicht werden.

Hüftprüfzone / Beinprüfzone

Auch in den Bereichen der Anprallzonen von Bein- und Hüftbereich wird eine Kollisionsgeschwindigkeit von 40 km/h zu Grunde gelegt. Während im Bereich der Hüftanprallzone je nach Geometrie des Fahrzeuges der Prüfkörper in unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Winkeln auf die Fahrzeugfront auftrifft, wird der Beinprüfkörper mit konstant 40 km/h gegen das Fahrzeug geschleudert.

Die einzelnen Prüfpunkte ergeben ein Verletzungsrisiko, welches ebenfalls durch Farben signalisiert wird.

<i>Green</i>	<i>1.000 = grid point score</i>
<i>Yellow</i>	<i>0.999 \geq grid point score > 0.750</i>
<i>Orange</i>	<i>0.750 \geq grid point score > 0.500</i>
<i>Brown</i>	<i>0.500 \geq grid point score > 0.250</i>
<i>Red</i>	<i>0.250 \geq grid point score</i>

Abbildung 32: Codierung der Verletzungsrisiken - Farbmuster [Quelle: Euro NCAP]

Auch hier werden die Punkte der Anprallzonen berechnet, für jede Prüfzone (Bein- und Hüftprüfzone) können maximal 6 Punkte erreicht werden.

5.4.2 Punktwichtung und Erreichungsgrad

In den letzten Jahren ist die Anzahl der erreichbaren Punkte im Fußgängerschutz – Prüfverfahren nach Euro NCAP konstant geblieben. Die Prüfmethode, welche zu den Punktbewertungen führen, wurden jedoch kontinuierlich weiterentwickelt und vorangetrieben. Die **wichtigsten Änderungen des Prüfverfahrens der letzten Jahre sind:**

- 2013 Einführung des „Test grids“ – ein enges Testnetz zur Prüfung der Aufprallzone
- 2014 Verwendung eines neuen Beinprüfkörpers
- 2015 aktualisierter Prüfkörper für den Haubenkantenbereich

Pedestrian Protection

Test	2012	2013	2014	2015
Headform	24	24	24	24
Upper Legform	6	6	6	6
Lower Legform	6	6	6	6
AEB (Pedestrian)				
Total	36	36	36	36

Abbildung 33: Maximale Punktzahl im Fußgängerschutz-Test nach Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

Ab dem Jahr 2016 halten aktive Unfallvermeidungssysteme in den Testszenarien zur Bewertung des Fußgängerschutzes Einzug. Durch solche Systeme können Unfälle vermieden, oder die Folgen minimiert werden. Die schrittweise Einführung der Tests ist wie folgt:

- 2016 – Untersuchung von Fußgängererkennungssystemen
- 2018 – Untersuchung von Radfahrer - Erkennungssystemen

Pedestrian Protection

Test	2016	2017	2018	2019	2020
Headforms	24	24	24	24	24
Upper Legform	6	6	6	6	6
Lower Legform	6	6	6	6	6
AEB VRU-Pe	6	6	6	6	6
AEB VRU-Cy			6	6	6
Total	42	42	48	48	48

Abbildung 34: Maximale Punktzahl im Fußgängerschutz-Test nach Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

Das Fußgängerschutz-Ergebnis geht in die Gesamtbewertung der Sicherheit des geprüften Fahrzeuges mit 20% ein. Für das Erreichen eines bestimmten Gesamtbewertungsniveaus (Sterne) müssen in allen Teilbereichen vorgegebene Erreichungsgrade der Punkte realisiert werden.

	AOP	COP	PP	SA	Total
2012					
For five stars, at least:	80%	75%	60%	60%	80%
For four stars, at least:	70%	60%	50%	40%	70%
For three stars, at least:	40%	30%	25%	25%	60%
For two stars, at least:	30%	25%	15%	15%	55%
For one star, at least:	20%	15%	10%	5%	45%
Weight	50%	20%	20%	10%	
2013					
For five stars, at least:	80%	60%	60%	65%	80%
For four stars, at least:	70%	60%	50%	55%	70%
For three stars, at least:	40%	30%	25%	30%	60%
For two stars, at least:	30%	25%	15%	20%	55%
For one star, at least:	20%	15%	10%	10%	45%
Weight	50%	20%	20%	10%	
2014					
For five stars, at least:	80%	75%	60%	65%	75%
For four stars, at least:	70%	60%	50%	55%	65%
For three stars, at least:	50%	30%	40%	30%	50%
For two stars, at least:	30%	25%	20%	20%	40%
For one star, at least:	20%	15%	10%	10%	30%
Weight	40%	20%	20%	20%	
2015					
For five stars, at least:	80%	75%	65%	70%	75%
For four stars, at least:	70%	60%	50%	60%	65%
For three stars, at least:	50%	30%	40%	40%	50%
For two stars, at least:	30%	25%	20%	20%	40%
For one star, at least:	20%	15%	10%	10%	30%
Weight	40%	20%	20%	20%	

Abbildung 35: Wichtung und Erreichungsgrade im Fußgängerschutz nach Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

	AOP	COP	PP	SA	Total
2016					
For five stars, at least:	80%	75%	60%	50%	69%
For four stars, at least:	70%	60%	50%	40%	58%
For three stars, at least:	60%	30%	40%	25%	43%
For two stars, at least:	50%	25%	30%	15%	34%
For one star, at least:	40%	15%	20%	10%	25%
Weight	40%	20%	20%	20%	
2017					
For five stars, at least:	80%	75%	60%	50%	69%
For four stars, at least:	70%	60%	50%	40%	58%
For three stars, at least:	60%	30%	40%	25%	43%
For two stars, at least:	50%	25%	30%	15%	34%
For one star, at least:	40%	15%	20%	10%	25%
Weight	40%	20%	20%	20%	
2018					
For five stars, at least:	80%	80%	60%	70%	74%
For four stars, at least:	70%	70%	50%	60%	64%
For three stars, at least:	60%	60%	40%	50%	54%
For two stars, at least:	50%	50%	30%	40%	44%
For one star, at least:	40%	40%	20%	30%	34%
Weight	40%	20%	20%	20%	
2019					
For five stars, at least:	80%	80%	60%	70%	74%
For four stars, at least:	70%	70%	50%	60%	64%
For three stars, at least:	60%	60%	40%	50%	54%
For two stars, at least:	50%	50%	30%	40%	44%
For one star, at least:	40%	40%	20%	30%	34%
Weight	40%	20%	20%	20%	
2020					
For five stars, at least:	80%	80%	60%	70%	74%
For four stars, at least:	70%	70%	50%	60%	64%
For three stars, at least:	60%	60%	40%	50%	54%
For two stars, at least:	50%	50%	30%	40%	44%
For one star, at least:	40%	40%	20%	30%	34%
Weight	40%	20%	20%	20%	

Abbildung 36: Wichtung und Erreichungsgrade im Fußgängerschutz nach Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

Man kann in den oben gezeigten Tabellen erkennen, dass im Wesentlichen die grundsätzlichen Verhältnismäßigkeiten von Wichtung und Mindesterreichungsgraden gleich bleibt. Aufgrund der neuen Tests zur aktiven Sicherheit, wird es jedoch immer anspruchsvoller, die vorgegebenen Mindestpunktzahlen zu erreichen.

5.5 Ergebnisse im Euro NCAP Crashtest

Die Crashtest Ergebnisse von SUV im Fußgängerschutz (vor 2009) im europäischen Bewertungsprogramm zeigten einen sehr schleppenden Fortschritt. Die damaligen Teilergebnisse (Fußgängerschutz hatte eine eigene Sternbewertung) lagen im Durchschnitt bei 1 Stern (SUV) und 2 Sternen (Kompakt-SUV) von insgesamt 4 erreichbaren Sternen.

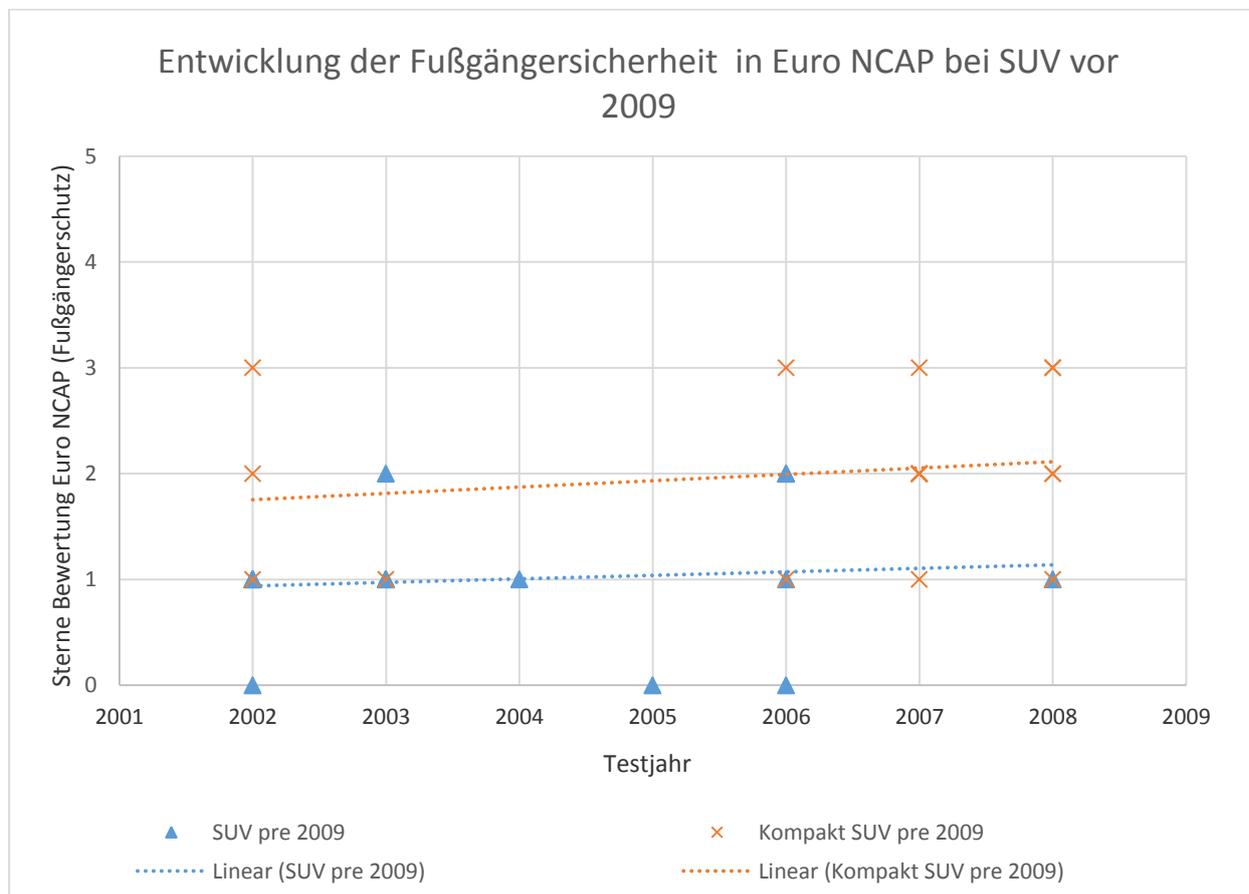


Abbildung 37: Fußgängerschutz Bewertung in Euro NCAP bei SUV vor 2009; Daten: Euro NCAP

Ab 2009 wurde die Bewertung der Fahrzeugsicherheit bei Euro NCAP in eine Gesamtfahrzeugbewertung umgestellt. Hier wurden die Teilergebnisse des Fußgängerschutzes als Prozentwert ausgewiesen. Diese zeigt die erreichte Quote in Bezug zur Gesamtpunktzahl im jeweiligen Teilbereich an.

Seit damals stieg die Punktzahl der SUV stetig an. Trotz steigender Anforderungen (neue Bewertungsmethode, andere Prüfkörper) ist nun ein deutlicher Trend zu höheren Prozentquoten bei SUV erkennbar. **Die Sicherheit der Fahrzeuge wird, in Bezug auf den Fußgängerschutz, seit dieser Zeit deutlich besser und kontinuierlich weiter entwickelt.**

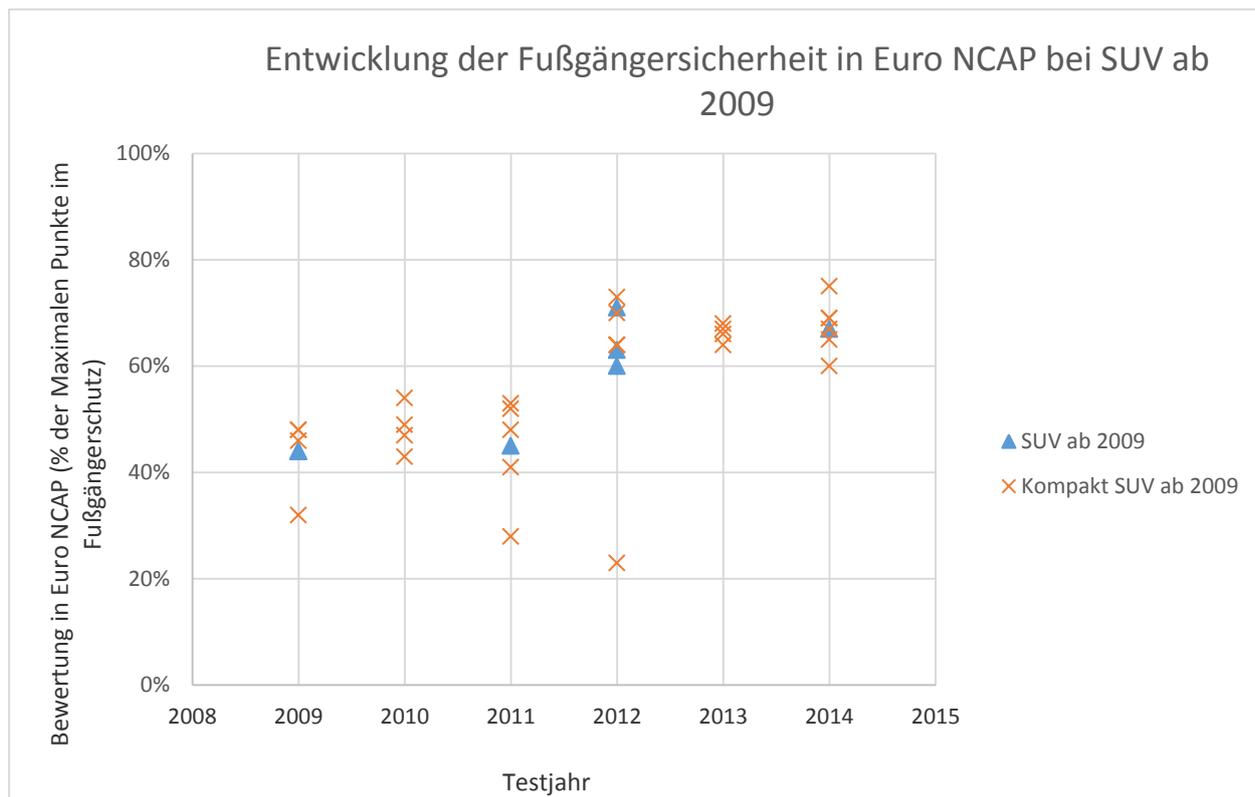


Abbildung 38: Entwicklung der erreichten Punkte (in %) im Euro NCAP Fußgängerschutz bei SUV ab 2009; Daten: Euro NCAP

Aufgrund einiger Aktualisierungen seit 2009 können die Jahresergebnisse nicht ohne weiteres verglichen werden. Dennoch ist der steigende Trend in den Punktequoten ein deutliches Indiz für den Anstieg der Fahrzeugsicherheit, da die Bewertungsmaßstäbe stetig angehoben wurden.

Eine Auflistung der Detaillergebnisse der letzten beiden Jahre zeigt folgende Modelle mit den erreichten Punkten im Fußgängerschutz:

SUV:

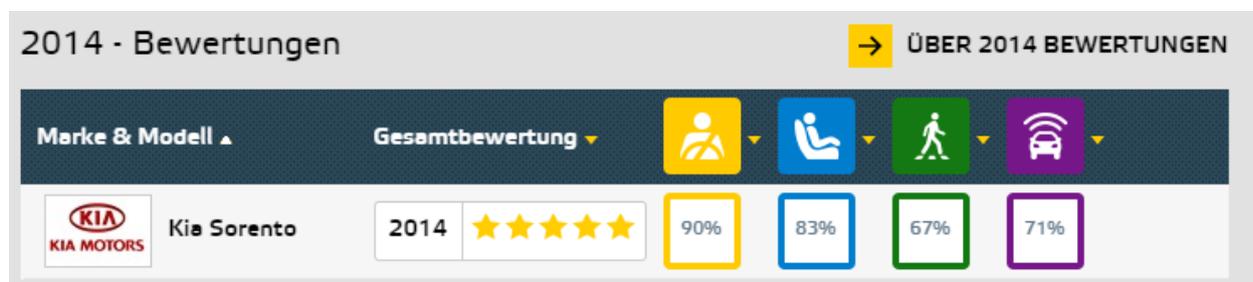


Abbildung 39: Testergebnis SUV 2014 im Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

Kompakt SUV

2013 - Bewertungen → ÜBER 2013 BEWERTUNGEN

Marke & Modell	Gesamtbewertung	ADAC	IIHS	ANCAP	NCAP	Other
Mitsubishi Outlander PHEV	2013 ★★★★★	88%	84%	64%	81%	
Jeep Cherokee	2013 ★★★★★	92%	79%	67%	74%	
Honda CR-V	2013 ★★★★★	93%	74%	68%	66%	
Toyota RAV4	2013 ★★★★★	89%	82%	66%	66%	

Abbildung 40: Testergebnis Kompakt-SUV 2013 im Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

Kompakt SUV

2014 - Bewertungen → ÜBER 2014 BEWERTUNGEN

Marke & Modell	Gesamtbewertung	ADAC	IIHS	ANCAP	NCAP	Other
Jeep Renegade	2014 ★★★★★	87%	85%	65%	74%	
Land Rover Discovery Sport	2014 ★★★★★	93%	83%	69%	82%	
Lexus NX	2014 ★★★★★	82%	82%	69%	71%	
Porsche Macan	2014 ★★★★★	88%	87%	60%	66%	
Nissan X Trail	2014 ★★★★★	86%	83%	75%	75%	
Mercedes-Benz GLA-Class	2014 ★★★★★	96%	88%	67%	70%	

Abbildung 41: Testergebnis SUV 2014 im Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

Im Vergleich dazu sind nachfolgend die Bewertungen von Kompaktwagen dargestellt. Es zeigt sich, dass sich die Fußgängersicherheit von modernen SUV sehr nahe am Sicherheitsniveau von aktuellen Kompaktwagen befindet.

2014 - Bewertungen → ÜBER 2014 BEWERTUNGEN

Marke & Modell ▲	Gesamtbewertung ▼					
 Audi A3 Sportback e-tron	2014 ★★★★★	82%	78%	66%	68%	 
 BMW 2 Series Active Tourer	2014 ★★★★★	84%	85%	60%	70%	
 Nissan Pulsar	2014 ★★★★★	84%	81%	75%	68%	
 Renault Mégane Hatch (reassessment)	2014 ★★★★★☆	83%	78%	60%	56%	
 Citroën C4 CACTUS	2014 ★★★★★☆	82%	79%	80%	56%	
 Citroën C-Elysée	2014 ★★★★★☆☆	71%	75%	54%	33%	
 Renault Mégane Hatch	2014 ★★★★★☆☆	83%	78%	60%	48%	
 Nissan Qashqai	2014 ★★★★★	88%	83%	69%	79%	
 Peugeot 301	2014 ★★★★★☆☆	71%	75%	54%	33%	

Abbildung 42: Testergebnis Kompaktwagen 2014 im Euro NCAP; [Quelle: Euro NCAP]

5.6 Ausblick – weitere Entwicklungen im Euro NCAP

Euro NCAP implementiert aktive Sicherheitselemente in die Fußgängerschutzbewertung ab Anfang 2016. Es werden hier drei Grundscenarien nachgestellt:

- Erwachsener tritt von rechts auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug
- Erwachsener tritt von links auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug
- Kind rennt von rechts (mit Sichthindernis für Fahrzeug) auf die Fahrbahn

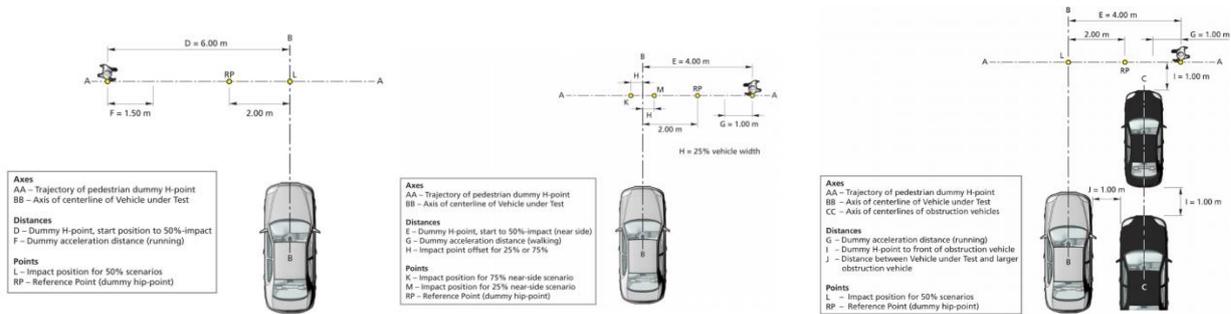


Abbildung 43: Euro NCAP im Fußgängerschutz ab 2016 [Quelle: Euro NCAP, Testprotokoll]

Mit dieser Aktivität wird sich die Sicherheit der Pkw und SUV in den nächsten Jahren auf den Straßen deutlich erhöhen. Der Effekt von aktiven Sicherheitssystemen zur Kollisionsvermeidung ist für den Fußgängerschutz sehr hoch, weshalb eine rasche Ausstattung der Fahrzeugflotte enorm wichtig ist. Vor allem bei Fahrzeugen wie SUV, Geländewagen und Kleintransporter, kann hier die Sicherheit für Fußgänger wesentlich erhöht werden.

6 Quellenverzeichnis

[1] Eurotax

[2] Verkehrsunfallstatistik 2014; Statistik Austria

[3] Hannawald, L; Kauer, F; Equal Effectiveness Study; TU Dresden; 2007

[4] Strandroth, J et.al.; Strandroth 1 THE CORRELATION BETWEEN PEDESTRIAN INJURY SEVERITY IN REAL-LIFE CRASHES AND EURO NCAP PEDESTRIAN TEST RESULTS; Paper 11-0188

[5] Pastor, C; Correlation between pedestrian injury severity in real-life crashes and Euro NCAP pedestrian test results

[6] Liers, H et al.; Extension of the Euro NCAP effectiveness study with a focus on MAIS3+ injured pedestrians; 2010

[7] Kühn, M et al; Fußgängerschutz; Springer Verlag 2007