



GDV  
Unfallforschung  
der Versicherer

FORSCHUNGSBERICHT NR. 102

# **Insassen- merkmale und Verletzungsschwere**

Michael Jänsch  
Heiko Johannsen  
Dennis Holzwart  
Axel Malczyk

im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV)  
Forschungsbericht Nr. 102

Insassenmerkmale und Verletzungsschwere

**Bearbeitet durch:**

Medizinische Hochschule Hannover  
Verkehrsunfallforschung



Medizinische Hochschule  
Hannover  
**Verkehrsunfallforschung**

Michael Jänsch  
Dr.-Ing. Heiko Johannsen  
Dennis Holzwart

**Projektleitung bei der UDV:**

Dr.-Ing. Axel Malczyk

**Herausgeber**

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.  
Unfallforschung der Versicherer  
Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin  
Tel. 030 / 20 20 - 50 00, Fax 030 / 20 20 - 60 00  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [berlin@gdv.de](mailto:berlin@gdv.de)  
[www.udv.de](http://www.udv.de), [unfallforschung@gdv.de](mailto:unfallforschung@gdv.de)  
[www.youtube.com/unfallforschung](http://www.youtube.com/unfallforschung)

**Redaktion**

Dr.-Ing. Axel Malczyk

**Bildnachweis**

Die Nutzungsrechte der in dieser Broschüre abgebildeten Fotos liegen bei der Unfallforschung der Versicherer

**Erschienen**

12/2025

**ISBN-Nr.:**

978-3-948917-33-3

**Alle Ausgaben**

auf [UDV.de](http://UDV.de)

**Disclaimer**

Die Inhalte wurden mit der erforderlichen Sorgfalt erstellt. Gleichwohl besteht keine Gewährleistung auf Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Angemessenheit der darin enthaltenen Angaben oder Einschätzungen.

## Inhalt

Inhalt .....	1
Kurzfassung .....	2
Abstract .....	3
1 Einleitung .....	5
2 Literaturrecherche .....	7
3 Deskriptive Datenanalyse der GIDAS Daten .....	9
3.1 Verletzungsschwere in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	11
3.2 Unfallcharakteristika in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	13
3.3 Kollisionsszenarien.....	17
3.4 Verletzte Körperregionen von Männern und Frauen bei Frontalkollisionen .....	21
3.5 Verletzungsschwere bei fortgeschrittenem Alter .....	23
3.6 Verletzungsschwere in Abhängigkeit vom Körpergewicht.....	24
3.7 Verletzungsschwere in Abhängigkeit von der Körpergröße .....	26
3.8 Verletzungsschwere in Abhängigkeit vom BMI .....	27
3.9 Relevante Vorerkrankungen.....	28
4 Inferenzstatistische Auswertung der GIDAS Daten .....	29
4.1 Univariate Datenanalyse .....	29
4.1.1 Körperregionen .....	34
4.2 Multivariate Datenanalyse .....	45
4.2.1 Multivariate Datenanalyse für die Körperregionen.....	54
4.2.2 Zusammenfassung der multivariaten Datenanalyse.....	58
5 Anforderungen an zukünftige Tests .....	60
5.1 Überblick aktueller europäischer Tests zur Bewertung der Pkw-Sicherheit.....	60
5.1.1 Frontalaufpralltest mit Teilüberdeckung.....	60
5.1.2 Frontalaufpralltest mit voller Überdeckung .....	61
5.1.3 Seitenaufpralltest mit Stoßwagen .....	61
5.1.4 Seitlicher Pfahlaufpralltest .....	62
5.2 Vorschläge für Forderungen an zukünftige Tests zur Bewertung der Pkw-Sicherheit.....	63
5.2.1 Erhöhung des Insassenschutzes für ältere Fahrzeuginsassen .....	63
5.2.2 Erhöhung des Insassenschutzes auf dem Beifahrersitz .....	64
5.2.3 Verbesserung des Insassenschutzes für Frauen bzw. kleine Menschen .....	64
Literaturverzeichnis .....	65
Abbildungsverzeichnis .....	68
Anlagen .....	71

## Kurzfassung

Die Sicherheitsbewertung von Kraftfahrzeugen basiert auf standardisierten Crashtests, die typische Unfallszenarien simulieren, um die Einhaltung von Grenzwerten für Insassenbelastungen zu überprüfen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass Fahrzeuge speziell auf diese Tests optimiert werden und bei realen Unfällen schlechter abschneiden. Aktuell wird diskutiert, dass Frauen und andere Personengruppen in der Fahrzeugsicherheitsforschung unzureichend berücksichtigt werden. Crashtests verwenden überwiegend Dummies, die einem durchschnittlich großen Mann entsprechen, während Dummies, die Frauen oder andere Körperkonstitutionen repräsentieren, selten zum Einsatz kommen. Dabei spielen körperliche Unterschiede, wie beispielsweise die häufigere Osteoporose bei Frauen, eine wesentliche Rolle für das Verletzungsrisiko. Frühere Studien zu diesem Thema differenzierten oft nicht ausreichend nach Fahrzeugtyp, Sitzposition oder weiteren Insassenmerkmalen wie Größe, Gewicht und Vorerkrankungen. Unterschiedliche Testmethoden in Europa und den USA erschweren zudem internationale Vergleiche. Ziel dieses Projekts ist es, auf Basis aktueller Unfalldaten den Einfluss individueller Insassenmerkmale auf das Verletzungsrisiko zu analysieren und daraus Empfehlungen für zukünftige Sicherheitsanforderungen abzuleiten.

In einem ersten Schritt wurde eine deskriptive Analyse der GIDAS Unfalldaten der Jahre 2000 bis 2019 mit Fahrzeugen durchgeführt, die der UN-Regelung 94 Revision 1 entsprachen. Hier zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Verletzungsschwere, wobei Frauen häufiger leicht oder mäßig schwer verletzt werden. Diese Unterschiede lassen sich nicht durch Variationen im Unfallgeschehen (z. B. Delta-v, Airbag-Auslösung) erklären. Relevante Einflussfaktoren könnten jedoch die Fahrzeugklasse bzw. das Fahrzeuggewicht sowie der Körperbau (Größe, Gewicht) sein, welche in der Inferenzanalyse kontrolliert werden.

Bei der univariaten Analyse zeigt sich, dass bei Frontalkollisionen verschiedene Faktoren die Wahrscheinlichkeit mindestens mäßig schwerer Verletzungen (MAIS 2+) beeinflussen: Hier haben Frauen, ältere Personen, Personen mit höherem BMI und geringerer Körpergröße ein signifikant höheres Risiko. Aber auch kollisionsbezogene Faktoren wie eine höhere Geschwindigkeitsänderung (Delta-v), stärkere Fahrzeugdeformation, ein Nutzfahrzeug oder ein Objekt als Unfallgegner erhöhen die Verletzungswahrscheinlichkeit. Ein höheres Fahrzeuggewicht und ein neueres Baujahr senken hingegen das Risiko. Beifahrer und Rücksitzpassagiere sind stärker gefährdet als Fahrer. Für mindestens schwere Verletzungen (MAIS 3+) ist das Geschlecht kein signifikanter Faktor mehr, ein höheres Alter hingegen erhöht das Risiko signifikant. Die Effekte von Delta-v, Fahrzeugdeformation, Unfallgegner und Kollisionskompatibilität bleiben auch hier signifikant und nur Beifahrer haben ein signifikant höheres Risiko im Vergleich zu Fahrern. Hinsichtlich der verletzten Körperregionen hat nur das Alter einen signifikanten Einfluss auf das MAIS 2+ Thorax-, Arm- und Beinverletzungsrisiko. Der BMI hat einen signifikanten Einfluss auf das MAIS 2+ Kopf- und Armverletzungsrisiko (höherer BMI ist mit höheren Verletzungsrisiken verbunden), und die Körpergröße hat einen signifikanten Einfluss auf das MAIS 2+ Arm- und Beinverletzungsrisiko (geringere Körpergröße ist mit höherem Verletzungsrisiko verbunden).

Die hierauf basierende multivariate Analyse für den Frontalaufprall zeigt, dass weibliches Geschlecht, höheres Alter, höheres Delta-v, inkompatible Frontalkollision, ein Nutzfahrzeug als Unfallgegner sowie das Sitzen auf dem Beifahrersitz mit einer signifikanten Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einhergehen, MAIS 2+-Verletzungen zu erleiden. Für MAIS 3+-Verletzungen hingegen zeigten sich das Geschlecht und die Sitzposition nicht mehr als signifikant. Auf dem Beifahrersitz hat das weibliche Geschlecht einen stark signifikanten Einfluss (OR 2,01) auf MAIS 2+, während für MAIS 3+-Verletzungen auf dem Beifahrersitz das Geschlecht (trotz ähnlichem OR wie bei MAIS 2+) nicht signifikant ist. Einen Einfluss auf die Verletzungswahrscheinlichkeit (MAIS 2+) der Körperregionen bei einem Frontalaufprall haben unter anderem Delta-v (auf alle Körperregionen), ein Objekt als Unfallgegner (auf alle Körperregionen außer Kopf und Becken), das Alter (auf Thoraxverletzungen), die Sitzposition auf dem Beifahrersitz (auf die oberen Extremitäten) sowie das Körpergewicht (auf die Beine).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Aufprallschwere (Delta-v) und das Alter durchgehend die wichtigsten Einflussfaktoren für schwere Verletzungen darstellen. Das Geschlecht ist nur in bestimmten Szenarien ein signifikanter Faktor, insbesondere auf der Beifahrerposition und bei leichteren Verletzungen (MAIS 2+). Der Sitzplatz, der Unfallgegner (z. B. Objekt oder Nutzfahrzeug) sowie Fahrzeugparameter wie das Gewicht spielen kontextabhängig ebenfalls eine Rolle.

Basierend auf den Analyseergebnissen lassen sich für zukünftige Sicherheitstests einige Verbesserungen empfehlen, um den Schutz aller Fahrzeuginsassen weiter zu optimieren. Einerseits sollte der Schutz älterer

Insassen verbessert werden, da diese besonders verletzungsgefährdet sind, vor allem im Brustkorbbereich. Hier empfiehlt sich der Einsatz von THOR-Dummys sowie die Einführung eines zusätzlichen Crashtests mit niedrigerer Geschwindigkeit, der jedoch höhere Anforderungen an die Rückhaltesysteme stellt. Außerdem gilt es, den Schutz auf dem Beifahrersitz zu erhöhen, da Frauen dort bei Frontalcrashes häufiger schwere Verletzungen erleiden. Daher sollte beim Euro NCAP Test mit voller Überdeckung obligatorisch ein Dummy auch auf dem Beifahrersitz platziert werden. Ferner ist eine Verbesserung des Schutzes kleiner Menschen und Frauen notwendig, da der aktuelle 5. Perzentil-Dummy in einer nicht repräsentativen Sitzposition, sehr weit vorne, getestet wird. Es wird empfohlen, die Sitzposition dieses Dummys auf eine realistischere mittlere oder hintere Einstellung anzupassen, um die Rückhaltesysteme unter praxisnäheren Bedingungen zu bewerten.

## Abstract

The safety assessment of motor vehicles is based on standardised crash tests that simulate typical accident scenarios in order to verify compliance with limit values for occupant loads. However, it is possible that vehicles are specifically optimised for these tests and perform worse in real accidents. There is currently a debate about whether women and other groups are adequately represented in vehicle safety research. Crash tests mainly use dummies that correspond to an average-sized male, while dummies representing women or other body types are rarely used. Physical differences, such as the higher incidence of osteoporosis in women, play a significant role in the risk of injury. Previous studies on this topic often did not differentiate sufficiently between vehicle type, seat position or other passenger characteristics such as height, weight and pre-existing conditions. Different test methods in Europe and the USA also make international comparisons difficult. The aim of this project is to analyse the influence of individual passenger characteristics on the risk of injury based on current accident data and to derive recommendations for future safety requirements.

In a first step, a descriptive analysis of GIDAS accident data from 2000 to 2019 was carried out for vehicles that complied with UN Regulation 94 Revision 1. This revealed gender-specific differences in the severity of injuries, with women more frequently suffering minor or moderate injuries. These differences cannot be explained by variations in accident circumstances (e.g. delta-v, airbag deployment). However, relevant influencing factors could be the vehicle class or vehicle weight and body type (height, weight), which are controlled for in the inference analysis.

The univariate analysis shows that various factors influence the probability of at least moderate injuries (MAIS 2+) in head-on collisions: women, older people, people with a higher BMI and shorter stature have a significantly higher risk. However, collision-related factors such as a higher speed change (delta-v), greater vehicle deformation, a commercial vehicle or an object as the other party involved in the accident also increase the probability of injury. On the other hand, a higher vehicle weight and a newer model year reduce the risk. Front seat passengers and rear seat passengers are more at risk than drivers. Gender is no longer a significant factor for at least serious injuries (MAIS 3+), but older age significantly increases the risk. The effects of delta-v, vehicle deformation, other vehicles involved in the accident and collision compatibility remain significant here too, and only front seat passengers have a significantly higher risk compared to drivers. In terms of the body regions injured, only age has a significant influence on the MAIS 2+ risk of chest, arm and leg injuries. BMI has a significant influence on the MAIS 2+ head and arm injury risk (higher BMI is associated with higher injury risks), and body size has a significant influence on the MAIS 2+ arm and leg injury risk (lower body size is associated with higher injury risks).

The multivariate analysis for frontal collisions based on this data shows that female gender, older age, higher delta-v, incompatible frontal collisions, a commercial vehicle as the other vehicle involved in the accident, and sitting in the front passenger seat are associated with a significant increase in the probability of sustaining MAIS 2+ injuries. For MAIS 3+ injuries, however, gender and seating position were no longer significant. In the front passenger seat, female gender has a highly significant influence (OR 2.01) on MAIS 2+, while for MAIS 3+ injuries in the front passenger seat, gender is not significant (despite a similar OR to MAIS 2+). Factors that influence the probability of MAIS 2+ injury to body regions in a head-on collision include delta-v (to all body regions), a collision with an object (to all body regions except the head and pelvis), age (to chest injuries), the seating position in the front passenger seat (to the upper extremities) and body weight (to the legs).

In summary, it can be said that the severity of the impact (delta-v) and age are consistently the most important factors influencing serious injuries. Gender is only a significant factor in certain scenarios, particularly in the passenger seat and in the case of moderate injuries (MAIS 2+). The seating position, a collision with an object or commercial vehicle and vehicle parameters such as weight also play a role depending on the context.

Based on the analysis results, a number of improvements can be recommended for future safety tests in order to further optimise the protection of all vehicle occupants. On the one hand, protection for older occupants should be improved, as they are particularly vulnerable to injury, especially in the chest area. The use of THOR dummies and the introduction of an additional crash test at lower speeds, which places higher demands on restraint systems, are recommended here. In addition, protection on the front passenger seat needs to be improved, as women are more likely to suffer serious injuries there in frontal crashes. Therefore, a dummy should also be placed on the front passenger seat in the Euro NCAP test with full overlap. Furthermore, protection for small people and women needs to be improved, as the current 5th percentile dummy is tested in a non-representative seating position, quite far forward. It is recommended that the seating position of this dummy be adjusted to a more realistic middle or rear position in order to evaluate the restraint systems under more realistic conditions.

# Insassenmerkmale und Verletzungsschwere

## 1 Einleitung

Das Prinzip der Sicherheitsbewertung von Kraftfahrzeugen beruht im Wesentlichen darauf, dass unter Berücksichtigung repräsentativer Unfallszenarien standardisierte Tests durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob insbesondere die festgelegten Grenzwerte für Insassenbelastungen eingehalten werden. Bei dieser Vorgehensweise besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass ein Fahrzeug speziell auf die Testbedingungen hin optimiert werden könnte und dann eventuell schon bei geringen Abweichungen der Unfallumstände deutlich schlechter abschneiden würde.

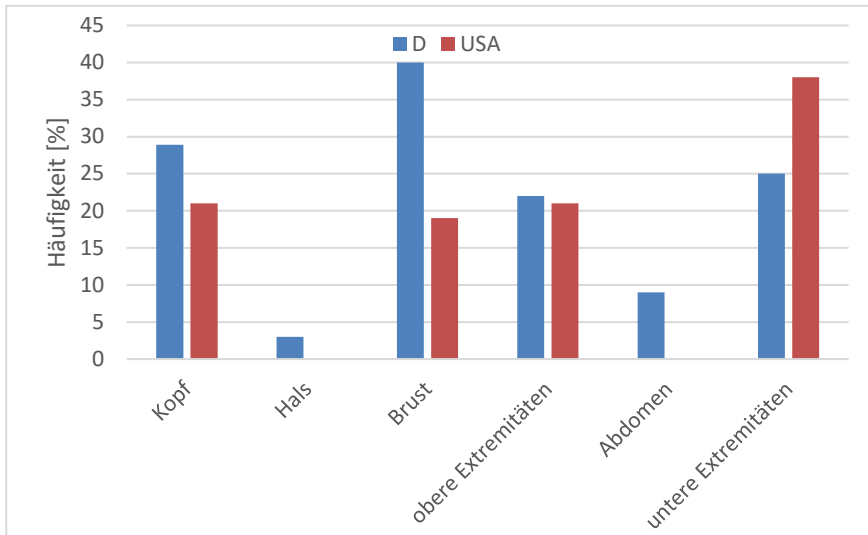
In der öffentlichen Diskussion wird aktuell insbesondere thematisiert, ob Frauen in Forschung und Entwicklung von Produkten unzureichend berücksichtigt werden. Dieses Thema wird auch im Bereich der Fahrzeugsicherheit diskutiert. Als Argument wird oftmals angeführt, dass in den meisten Crashtestverfahren hauptsächlich Dummies verwendet werden, die in Größe und Gewicht einem durchschnittlich großen Mann entsprechen. Während in einigen Aufpralltests auch ein Dummy verwendet wird, der hinsichtlich Körpergröße und -masse eine kleine Frau repräsentieren soll, existiert keine Testpuppe mit Größe und Gewicht einer durchschnittlich großen Frau [Harloff, 2022]. Dies gilt auch für Personengruppen, die nicht dem durchschnittlichen Körpergewicht oder der durchschnittlichen Körpergröße entsprechen. Zudem kommen neben anderen denkbaren Parametern, die die Verletzungsschwere mitbestimmen, wie Unfallschwere, Sitzposition im Fahrzeug oder Fahrzeuggröße, auch Merkmale der Insassen selbst als Einflussfaktoren in Frage. Unter anderem sind bei dem Vergleich der Verletzungshäufigkeit von Männern und Frauen bekannte körperliche Unterschiede zu berücksichtigen. So ist bekannt, dass insbesondere die schwächere Wirbelsäulenmuskulatur das Risiko für Distorsionen der Halswirbelsäule z.B. beim Heckaufprall bei Frauen deutlich erhöht [Mordaka et al., 2003]. Des Weiteren leiden Frauen deutlich häufiger an Osteoporose (8 % der Frauen über 18 Jahre geben an, an Osteoporose zu leiden im Vergleich zu 2 % der Männer), wodurch das Risiko für Frakturen erhöht ist [Fuchs et al, 2017].

Ein weiterer bekannter Einfluss auf das Verletzungsrisiko ist das Alter. So erhöht sich mit dem Alter nicht nur das Letalitätsrisiko [Johannsen et al. 2013] sondern auch das Risiko für schwere Verletzungen (AIS 2+) bei allen Körperteilen [Otte et al., 2012].

Bisherige Datenanalysen waren häufig nicht ausreichend differenziert, um eindeutige Aussagen zum Einfluss der Insassenmerkmale machen zu können. So wurden z.B. sehr alte Fahrzeuge, die die heutigen Sicherheitsstandards nicht erfüllen, zusammen mit neuen Fahrzeugen betrachtet (z.B. Kahane et al., 2013), es wurde keine Differenzierung der Sitzposition im Auto (z.B. Fahrerplatz vs. Beifahrerplatz) durchgeführt oder es wurden keine relevanten Nebeneffekte berücksichtigt. Hinsichtlich der Insassenmerkmale konzentrieren sich viele Studien auf das Geschlecht, während weitere persönliche Merkmale, wie das Alter, die Größe, das Gewicht, das Vorhandensein von Vorerkrankungen etc. nicht berücksichtigt werden.

Hinzu kommt, dass viele der Untersuchungen aus den USA stammen, deren Ergebnisse im Vergleich zu Europa aufgrund einer anderen Fahrzeugflotte möglicherweise abweichen.

Beispielsweise wurde in den USA die Frontalaufprallsicherheit über einen langen Zeitraum nur mit Hilfe eines Tests mit voller Überdeckung überprüft, während in Europa ausschließlich ein Test mit 40% Überdeckung herangezogen wurde. Frontalaufpralltests mit voller Überdeckung sind besonders gut geeignet, um die Leistungsfähigkeit der Rückhaltesysteme zu testen, während Tests mit geringer Überdeckung eine besondere Herausforderung für die Stabilität der Fahrgastzelle darstellen. Beim Vergleich der Verletzungsmuster in den USA und Deutschland zeigt sich, dass in Deutschland anteilig deutlich mehr mäßige und schwere Kopf- und Thoraxverletzungen zu beobachten waren als in den USA, siehe Abbildung 1.



**Abbildung 1: Vergleich der Häufigkeiten von AIS 2+ Verletzungen verschiedener Körperregionen beim Frontalaufprall. D [Thompson, 2014], USA [Hollowell 2002]**

Auch wenn zwischen den Studien ca. 12 Jahre liegen, kann dies als Indiz für seinerzeit bessere Rückhaltesysteme in den USA gewertet werden, wo Frontalairbags schon in einem großen Teil der Fahrzeugflotte vorhanden waren. Auf der anderen Seite waren schwere Beinverletzungen in den USA deutlich häufiger zu beobachten als in Europa, was als Indiz für schlechtere Fahrgastzellenintegrität in den USA zum Untersuchungszeitpunkt gewertet werden kann. Zwischenzeitlich wurde auch in Europa ein Frontalaufpralltest mit voller Überdeckung eingeführt.

In diesem Zusammenhang muss auch untersucht werden, welche körperlichen Merkmale eines Insassen (z.B. Geschlecht, Größe und Gewicht) bei einem Unfall einen Einfluss auf die Verletzungen haben und wie stark deren Effekt ist. In der Vergangenheit wurden für offizielle Tests (Zulassung und Verbraucherschutz) ausschließlich ein sogenannter 50% Dummy eingesetzt, der dem Durchschnitt der männlichen Bevölkerung entsprechen soll. Außerdem wurden in der Entwicklung bei den verschiedenen Herstellern ein Dummy, der hinsichtlich Körpergröße und -gewicht dem 5. Perzentil der weiblichen Bevölkerung und dem 95. Perzentil der männlichen Bevölkerung entspricht, verwendet [Schneider et al., 1983]. Mit Beginn der Diskussion über die mögliche unzureichende Berücksichtigung von Frauen in der Fahrzeugsicherheit wurde mit Einführung der UN-Regelung 137 sowie der etwa zeitgleichen Überarbeitung des Euro NCAP-Protokolls auch ein Dummy, der dem 5. Perzentil der weiblichen Bevölkerung entspricht, in offiziellen Tests eingeführt.

Ziel dieses Projekts ist es, mit Hilfe von aktuellen Unfalldaten, unter Berücksichtigung von aktuellen Pkw den Einfluss unterschiedlicher Insassenmerkmale auf das Verletzungsrisiko zu ermitteln und von anderen Einflüssen, wie Unfallschwere oder Fahrzeugcharakteristika zu trennen. Basierend auf diesen Ergebnissen sollen abschließend Vorschläge für zukünftige Anforderungen an Sicherheitstest für Pkw erarbeitet werden.

## 2 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche dient der Ermittlung des aktuellen Forschungsstandes, inwieweit verschiedene Dummies (bzw. Dummygrößen) die Gesamtbevölkerung von Fahrzeuginsassen bei einer Kollision repräsentieren. Außerdem soll ermittelt werden, ob bereits Analysen von Realunfalldaten mit Bezug auf das Thema „Gender Gap“ veröffentlicht wurden. Der Begriff Gender Gap bezeichnet eine unzureichende Berücksichtigung von Menschen eines Geschlechts, z.B. bei der Auslegung und Funktion von Rückhaltesystemen in Fahrzeugen. Weitere Insassenmerkmale, die bei der Literaturrecherche ebenfalls berücksichtigt werden, sind der Einfluss von Alter und Gewicht im Unfallgeschehen.

Ergänzend wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, welche im Wesentlichen in Pubmed gelistete Literaturstellen der letzten zehn Jahre berücksichtigt. Die initialen Suchbegriffe waren hierbei „crash gender gap“, „gender vehicle safety“ sowie „crash passenger age“ und „crash obesity“. Zudem wurden die Veröffentlichungen der Enhanced Safety of Vehicles (ESV) International Conference sowie der Konferenz des International Research Council on Biomechanics of Injury (IRCOBI) gesichtet und nach relevanten Beiträgen durchsucht.

Die meisten Studien zum Einfluss von Insassenmerkmalen wie Geschlecht, Alter oder BMI (body mass index) auf das Verletzungsgeschehen bei Verkehrsunfällen stammen aus den USA, was die Übertragbarkeit auf die Situation in Europa aufgrund des abweichenden Unfallgeschehens und der abweichenden Fahrzeugflotte einschränkt.

Basierend auf den Daten von FARS (Fatality Analysis Reporting System) in USA zeigen die Analysen, dass für Frauen bis zu einem Alter von 60 Jahren ein höheres Sterberisiko besteht im Vergleich zu Männern [Evans et al., 2004], dieses höhere Risiko aber mit höherem Alter sinkt [Kahane, 2013 sowie Abrams et al., 2020]. Außerdem sinkt das Sterberisiko von Frauen gegenüber Männern mit modernen Autos und modernen Rückhaltesystemen [Noh et al., 2022]. Abrams et al., 2022 zeigen, dass insbesondere junge weibliche Insassen ein erhöhtes Risiko haben schwere und tödliche Verletzungen des Kopfes (20 bis 30% erhöhtes Risiko) und des Abdomens (35 bis 50% erhöhtes Risiko) zu erleiden. Nutbeam (2022) analysierte Krankenhausdaten aus dem Vereinigten Königreich von in Fahrzeugen eingeschlossenen Insassen und beschreibt, dass Frauen hinsichtlich der Überlebensrate nach 30 Tagen bessere Ergebnisse erzielten als Männer.

Auch schwere Verletzungen (MAIS 3+) erleiden Frauen signifikant häufiger als Männer auf der Fahrerposition gemäß der Auswertung von Daten des US-amerikanischen National Automotive Sampling System Crashworthiness Data System (NASS CDS) [Bose et al., 2011]. Bei der Betrachtung aller Frontinsassen bei einem Frontalaufprall haben Frauen ein 19% höheres Risiko, MAIS 3+ oder tödliche Verletzungen zu erleiden als Männer [Parenteau et al., 2013]. Allerdings haben Frauen gemäß dieser Studie eine geringere Wahrscheinlichkeit, MAIS 3+ Verletzungen des Abdomens und des Kopfes zu erleiden, wohingegen für Wirbelsäule, Thorax und Extremitätenverletzungen ein höheres Verletzungsrisiko für Frauen beobachtet wurde. Betrachtet man auch mäßige Verletzungsschweren (MAIS 2+), so weisen auch hier Frauen häufiger AIS 2+ Verletzungen auf als Männer. [Forman, 2019]. Wobei hier weder die Sitzposition noch der Kollisionstyp berücksichtigt wurde. Bei differenzierter Betrachtung der Unfallkonstellation „Frontalanprall, nur Fahrer“ und der Konstellation „Seitenanprall, nur Frontinsasse auf stoßzugewandter Seite“ findet Brumbelow [Brumbelow et al., 2021] ebenfalls, dass Frauen ein signifikant höheres Risiko für MAIS 2+ (und MAIS 3+) Verletzungen beim Frontalaufprall haben. Allerdings war der Unterschied nicht mehr signifikant, wenn kompatible Kollisionen verglichen wurden. Das Risiko, Verletzungen der Extremitäten zu erleiden, blieb bei Frauen weiterhin signifikant höher. Auch Forman [Forman et al., 2019] zeigt, dass Frauen ein höheres Risiko für Verletzungen der unteren Extremitäten aufweisen. In diesem Zusammenhang zeigt sich allerdings, dass insbesondere bei Unfällen mit Frontalanprall, aber auch bei anderen Unfällen ein höheres Verletzungsrisiko für Beifahrer als für Fahrer besteht [Malczyk et al., 2022]. Heckauffahrunfälle gehen für die Insassen des Fahrzeugs, auf welches aufgefahren wurde, häufig glimpflich aus. Hier werden Distorsionen der Halswirbelsäule (sogenanntes „Schleudertrauma“) am häufigsten beklagt. Bei diesen Insassen sind hinsichtlich Schmerzsymptomen an der Halswirbelsäule keine Unterschiede in Bezug auf das Geschlecht, das Alter das Gewicht oder auf die Größe erkennbar [Linder et al., 2012]. Betrachtet man das nationale Unfallgeschehen in Bezug auf die amtliche Verletzungsschweredefinition „schwerverletzt“, ist in Deutschland der Anteil von schwerverletzten Frauen unter allen verunglückten Frauen sogar geringer als bei den Männern, wenn weitere Unfallrandbedingungen wie Sitzposition oder Kollisionstyp unberücksichtigt bleiben [Malczyk et al. 2022].

Neben dem Geschlecht hat auch das Alter einen Einfluss auf das Verletzungsrisiko bei Pkw-Insassen bei einem Verkehrsunfall. So beschreiben Otte et al, 2012 nach der Auswertung der GIDAS Datenbank, dass ältere Fahrer

sowohl mit einer höheren Wahrscheinlichkeit verletzt werden im Vergleich zu jüngeren Fahrern als auch häufiger schwere Verletzungen erleiden. Dabei wurde bei älteren Fahrern im Vergleich zu jüngeren Fahrern ein höheres Risiko für Verletzungen im Bereich des Brustkorbs und der Beine festgestellt. Auch die Analyse der Unfalldatenbank der Versicherer zeigte ein höheres Verletzungsrisiko für ältere Insassen im Vergleich zu jüngeren Insassen [Malczyk et al. 2022]. Und auch Augenstein et al., 2011 belegen, dass die Gruppe der über 55-Jährigen überrepräsentiert ist bei schweren Verletzungen (MAIS 3+) bei Frontalkollisionen.

In Bezug auf das Körpergewicht der Insassen zeigt sich, dass übergewichtige Pkw-Insassen bei einer Kollision gefährdeter sind als normalgewichtige Insassen. Es wurden keine Studienergebnisse gefunden, die darauf hindeuten, dass besonders leichte oder untergewichtige Insassen einem erhöhten Verletzungsrisiko ausgesetzt sind. Basierend auf Daten von NASS CDS haben adipöse Fahrer (BMI zwischen 30 und 35 kg/m<sup>2</sup>) bei einem Unfall ein 97% höheres Risiko zu versterben als Fahrer mit einem normalen BMI, und adipöse Beifahrer haben ein 40% höheres Risiko zu versterben als Beifahrer mit einem normalen BMI [Viano et al., 2008]. Auch die Wahrscheinlichkeit, schwere Verletzungen (MAIS 3+) zu erleiden, steigt bei adipösen Fahrern um 17% und bei adipösen Beifahrern um 40%, so Viano. Ebenfalls basierend auf NASS CDS Daten zeigt Rupp [Rupp et al. 2013], dass ein steigender BMI mit einem Anstieg des Risikos von AIS 3+ Verletzungen der unteren Extremitäten bei Frontalunfällen in Verbindung gebracht wird, aber mit einem Rückgang des Risikos von Verletzungen der unteren Extremitäten bei Seitenkollisionen auf der stoßzugewandten Seite. Im Allgemeinen ist der Anstieg des Risikos von AIS 3+ Verletzungen mit hohem BMI bei Frontalunfällen größer als bei Seitenkollisionen und das Risiko steigt bei Männern stärker als bei Frauen. Joodaki [Joodaki et al., 2020] beschreibt, dass insbesondere Verletzungen (AIS 2+) des Thorax, der Wirbelsäule und der Extremitäten bei adipösen Insassen in Frontalkollisionen häufiger auftreten. Eine Übersicht der ausgewerteten Literatur u.a. mit den Hauptaussagen befindet sich im Anhang (Anlage 5)

### 3 Deskriptive Datenanalyse der GIDAS Daten

Bei der deskriptiven Statistik werden die Beobachtungen beschrieben, ohne Zusammenhänge zu untersuchen. So wäre es zum Beispiel denkbar, dass eine Gruppe von Insassen besonders schwere Unfälle hat und dadurch schwerer verletzt wird. Bei der deskriptiven Statistik ist es nicht ohne Weiteres möglich, die Unfallschwere mit einfließen zu lassen, und dadurch könnte der Eindruck entstehen, dass diese Gruppe einem höheren Verletzungsrisiko ausgesetzt ist. Solche Zusammenhänge lassen sich leichter in der analytischen Statistik (hier: multivariate Regression) berücksichtigen. Die deskriptive Statistik soll insbesondere helfen, mögliche Einflussfaktoren für die spätere multivariate Regression zu ermitteln.

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes werden die Realunfalldaten der GIDAS-Datenbank [Johannsen et al. 2017] ausgewertet, um zunächst das Unfallgeschehen und den Einfluss von körperlichen Eigenschaften der Insassen und von verschiedenen Unfallcharakteristika auf die Verletzungsschwere zu beschreiben. Bei GIDAS wurden in den Jahren 1999 bis 2019 Daten von Verkehrsunfällen mit Personenschaden an zwei Standorten (Dresden und Hannover) am Unfallort (on-scene) nach polizeilicher Alarmierung unmittelbar nach dem Unfall erhoben. Dabei wurde mit jeweils zwei alternierenden 6-Stunden-Schichten täglich, an sieben Tagen in der Woche bei beiden Standorten zusammen jede Tageszeit gleich abgedeckt. Im Anschluss an die Dokumentation der technischen und medizinischen Daten des Unfalls erfolgt eine Rekonstruktion des Unfalls, um weitere Unfalldaten, wie die Fahrzeugbewegung, zu ermitteln. Es wurden ca. 2000 Unfälle jährlich mit jeweils ca. 3000 Einzeldaten in GIDAS zusammengetragen.

Die GIDAS-Datenbank eignet sich für diese Analyse gut, da detaillierte Informationen u.a. zu den Beteiligten, den Insassen, zu Verletzungen, zu den beteiligten Fahrzeugen und zum Unfallablauf vorhanden sind. Durch die Auswahl der Erhebungsgebiete und das Stichprobenverfahren bei der Fallauswahl zeichnet das GIDAS-Fallkollektiv eine gute Repräsentativität für das Unfallgeschehen in Deutschland aus.

Für die vorliegende Studie wurden Fälle der GIDAS-Datenbank der Jahre 2000-2019 ausgewählt. Diese Fälle umfassen 46.565 beteiligte PKW. Um ältere, nicht mehr dem Stand der Sicherheitsentwicklung entsprechende Fahrzeugmodelle auszuschließen, wurden nur unfallbeteiligte PKW, die der UN-Regelung 94 Revision 1 (Frontalaufprallprüfung) entsprachen, für die Analyse ausgewählt. Hierbei handelt es sich um PKW mit einer Erstzulassung ab Oktober 2003 oder ältere Modelle, welche nach Oktober 2003 noch auf dem Markt verfügbar war. Die UN-Regelung 94 wurde am 16. Oktober 1995 zunächst mit einem Frontalaufpralltest mit voller Überdeckung gültig. In der Revision 1 wurde das 40%-Offset-Testverfahren am 12. August 1998 eingeführt. Ab diesem Datum konnten neu homologierte (neue Typzulassung) Fahrzeuge entsprechend der geänderten Regel geprüft werden. Ab 1.10.2002 wurden die Anforderungen für neu homologierte Fahrzeuge verbindlich und ab Oktober 2003 für neu zugelassene Fahrzeuge. Des Weiteren wurden bei der Analyse transporterähnliche Fahrzeuge, unabhängig von einer möglichen Art der Zulassung als Pkw (z.B. VW Bus, Ford Transit etc.) ausgeschlossen. Diese Auswahl lieferte 26.321 UN-R 94-konforme PKW. Für die Vergleichbarkeit innerhalb der Studie wurden PKW mit mehreren Kollisionen ebenfalls ausgeschlossen, sodass 21.217 PKW (M1-Fahrzeuge) mit nur einer Kollision für die Auswertung zur Verfügung standen. In diesen Fahrzeugen befanden sich 30.036 Insassen. Für die Analyse wurden hiervon nur Insassen ausgewählt, die einen Gurt genutzt hatten, über 17 Jahre alt waren und deren PKW eine Kollision gegen einen anderen PKW, ein Nutzfahrzeug (inklusive Busse) oder ein Objekt hatte (Ausschluss von Kollisionen gegen ungeschützte Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger, Radfahrer oder motorisierte Zweiräder). Hieraus ergaben sich **12.373 Insassen**, die für die deskriptive Analyse herangezogen wurden.

Bei der Auswertung wurden die folgenden, in GIDAS vorhandenen, persönlichen Merkmale der Insassen berücksichtigt:

- Geschlecht
- Alter
- Gewicht
- Body Mass Index BMI
- Größe
- Relevante Vorerkrankungen
- Sitzposition (bei der Analyse teilweise durch eigene Kollisionsszenarien repräsentiert)

Um Nebenfaktoren aus den Unfallcharakteristika zu berücksichtigen, wurden die folgenden Merkmale bei der Auswertung hinzugezogen:

- Airbagauslösung
- Fahrzeugklasse
- Leergewicht des Fahrzeugs
- Fahrzeug Erstzulassung
- Fahrzeugalter
- Unfallart
- Kollisionsschwere Delta-v (Geschwindigkeitsänderung infolge Anprall)
- Maximale Deformation
- Crashkompatibilität bei Frontalkollisionen (Unterfahren, beispielsweise gegen das Heck eines Lkw-Anhängers) oder bei Seitenkollisionen (starken Intrusionen, wenn der Fahrzeugschweller wenig Energie aufnehmen konnte)

Die Auswertung der Verletzungsschwere erfolgte gemäß der Verletzungsschwereklassifikation AIS (Abbreviated Injury Scale), Version 2005 mit Update 2008. Der AIS ist eine wissenschaftliche Bewertungsskala für die Letalität von Einzelverletzungen [Johannsen, H., 2013]. Dabei hat die Skala folgende Ausprägungen:

AIS 0 (unverletzt)

AIS 1 (geringe Verletzungen, wie z.B. Schürfwunden und Prellungen)

AIS 2 (mäßige Verletzungen, wie z.B. geschlossene Frakturen an Arm od. Unterschenkel)

AIS 3 (schwere Verletzungen, nicht lebensgefährlich, wie z.B. offene Brüche der Extremitäten, traumatische Amputation oberhalb des Handgelenks)

AIS 4 (lebensgefährlich, Überleben wahrscheinlich, wie z.B. offene Schädeldachfraktur, komplette traumatische Amputation einer Extremität)

AIS 5 (kritische Verletzungen, Überleben unsicher, wie z.B. ausgedehnte Gehirnkontusion)

AIS 6 (maximale Verletzungsschwere – nicht behandelbar, wie z.B. Aortenruptur)

Der MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale) beschreibt die maximale Verletzungsschwere eines Patienten, d. h. er gibt den AIS-Wert der schwersten Einzelverletzung eines Patienten mit mehreren Verletzungen an.

Die Verteilung der Verletzungsschwere bei den PKW-Insassen ist in Tabelle 1 dargestellt. Mit 47,3% bleiben etwas weniger als die Hälfte der Insassen unverletzt. Für Analysen werden Verletzungen, die einen festgelegten Verletzungsschweregrad erreichen und überschreiten, häufig zu Verletzungsschweregruppen zusammengefasst. In diesem Zusammenhang bedeutet MAIS 2+, dass Personen mit einem MAIS von 2 oder schwerer in einer Gruppe zusammengefasst werden. Mäßige Verletzungen oder schwerer (MAIS 2+) erlitten 4,6% der Insassen; schwere Verletzungen oder schwerer (MAIS 3+) erlitten 1,1% der Insassen.

**Tabelle 1: Verteilung der Verletzungsschwere von PKW-Insassen mit bekannten Verletzungsinformationen in GIDAS 2000-2019.**

Verletzungsschwere	Häufigkeit	Anteil der Insassen
MAIS 0 (unverletzt)	5680	47,3%
MAIS 1	5786	48,2%
MAIS 2	416	3,5%
MAIS 3	80	0,7%
MAIS 4	27	0,2%
MAIS 5	21	0,2%
MAIS 6	5	0,0%

### 3.1 Verletzungsschwere in Abhängigkeit vom Geschlecht

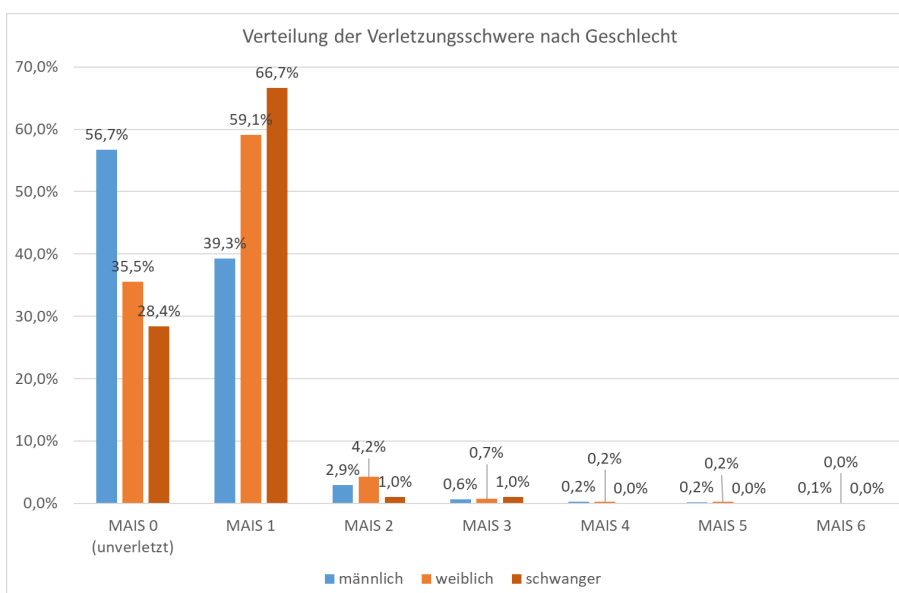
Im Folgenden werden die Daten getrennt nach dem Geschlecht ausgewertet. Dabei gilt bei GIDAS die Ausprägung „weiblich“ für alle die weiblichen Personen, entsprechend auch bei denen, bei denen nicht bekannt ist, ob sie schwanger sind. Nur wenn im Rahmen der Unfallaufnahme bekannt wird, dass eine Person schwanger ist, wird als Geschlecht „schwanger“ kodiert.

Das vorliegende Fallkollektiv verteilt sich für Personen mit mindestens mäßigen (MAIS 2+) und mindestens schweren (MAIS 3+) Verletzungen wie in Tabelle 2 dargestellt auf die Geschlechter. Frauen haben mit 5,4% einen höheren Anteil von MAIS 2+ Verletzungen als Männer mit 4,0%. Aufgrund der geringen Fallzahlen bei den Schwangeren sind hier die Anteile von MAIS 2+ und MAIS 3+ wenig aussagekräftig.

**Tabelle 2: Fallzahlen nach Geschlechtern und Anteil von MAIS 2+ bzw. MAIS 3+ Verletzten.**

	Männlich	Weiblich	Schwanger
n	6.658	5.249	99
Anteil MAIS 2+	265 (4,0%)	282 (5,4%)	2 (2,0%)
Anteil MAIS 3+	72 (1,1%)	60 (1,1%)	1 (1,0%)

Zudem zeigt sich auch, dass Männer im Vergleich zu Frauen häufiger unverletzt sind (siehe Abbildung 2). Entsprechend haben Frauen häufiger MAIS 1 Verletzungen mit 59,1% (Männer 39,3%) und MAIS 2 Verletzungen mit 4,2% (Männer 2,9%). Noch ausgeprägter ist dieser Unterschied bei der Gruppe der schwangeren Frauen. Nur 28,4% waren unverletzt und zwei Drittel hatten MAIS 1 Verletzungen. Aufgrund der geringen Fallzahlen bei den schwangeren Insassen sind Abweichungen auch hier bei höheren Verletzungsschweren nicht aussagekräftig. Da auch bei den folgenden Analysen keine signifikanten Ergebnisse bei schwangeren Frauen zu erwarten sind, werden in den folgenden Analysen schwangere Frauen nicht weiter betrachtet.



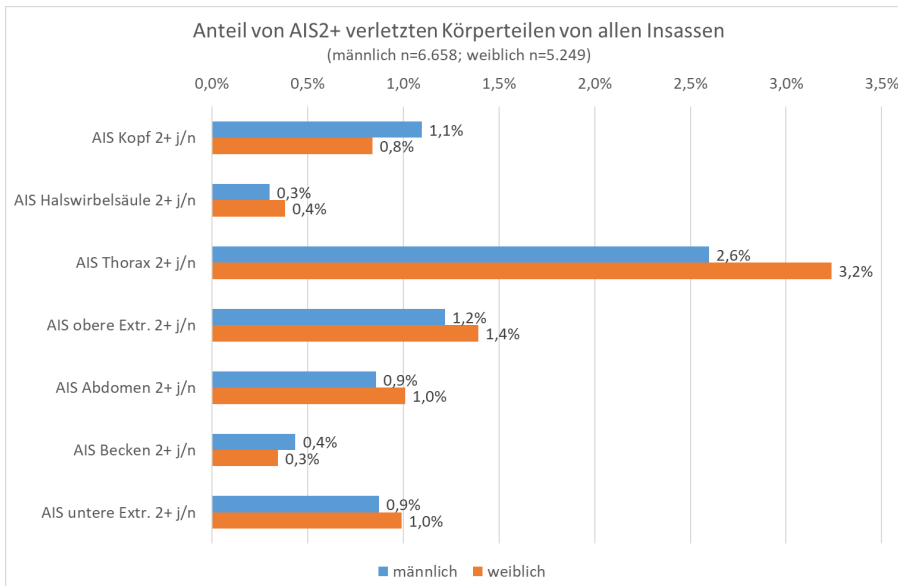
**Abbildung 2:** Verteilung der Verletzungsschwere von PKW-Insassen nach Geschlecht.

Neben der Verletzungsschwere nach MAIS eignet sich auch der Injury Severity Score (ISS), um die Gesamtverletzungsschwere bei mehreren Verletzungen abzubilden. Hierbei werden die höchsten AIS-Werte der drei am schwersten verletzten Körperregionen (Kopf und Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen, Extremitäten, äußere Verletzungen) quadriert und anschließend summiert. Dabei deuten höhere ISS-Werte bei gleicher MAIS-Verletzungsschwere auf eine höhere Anzahl von (schweren) Verletzungen bei einem Insassen hin. Es zeigt sich allerdings, dass die höhere Verletzungsschwere von Frauen bei MAIS 2+ verletzten Insassen bei der Auswertung des ISS nicht abbilden lässt, da die Unterschiede der Perzentile recht gering sind (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Perzentile vom Injury Severity Score ISS für MAIS 2+ verletzte Insassen und für MAIS 3+ verletzte Insassen, nach Geschlecht.**

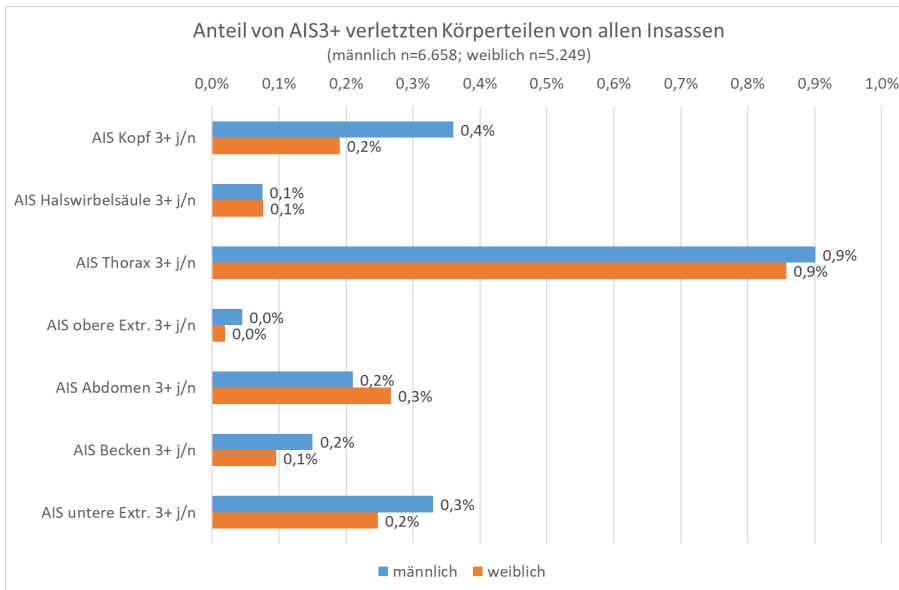
Perzentile von ISS	Männer mit MAIS 2+ Verletzungen	Frauen mit MAIS 2+ Verletzungen	Männer mit MAIS 3+ Verletzungen	Frauen mit MAIS 3+ Verletzungen
25%	5	5	13	12
50% (Median)	6	5	18	17
75%	10	9	29	29

Die Anteile von AIS 2+ verletzten Körperteilen bei allen unfallbeteiligten Personen zeigt Abbildung 3. Erkennbar ist, dass bei den AIS 2+ Verletzungen Thorax-Verletzungen (männlich 2,6%; weiblich 3,2%) am häufigsten sind, gefolgt von Verletzungen der oberen Extremitäten (männlich 1,2%; weiblich 1,4%). AIS 2+ Verletzungen der Halswirbelsäule und des Beckens traten bei beiden Geschlechtern am seltensten in Erscheinung. Während Thoraxverletzungen bei Frauen häufiger waren als bei Männern, traten AIS 2+ Kopfverletzungen bei Männern häufiger auf als bei Frauen.



**Abbildung 3:** Anteil der AIS 2+ verletzten Körperregionen, nach Geschlecht.

Auch bei der Auswertung der Anteile von AIS 3+ verletzten Körperteilen (Abbildung 4) zeigte sich, dass der Thorax am häufigsten verletzt wurde, sowohl bei Männern als auch bei Frauen. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind bei den AIS 3+ Kopfverletzungen am größten (männlich 0,4%; weiblich 0,2%). Aufgrund der geringen Fallzahlen der Körperregionen mit AIS 3+ Verletzungen kann diese Differenz aber allenfalls als Tendenz gelten.



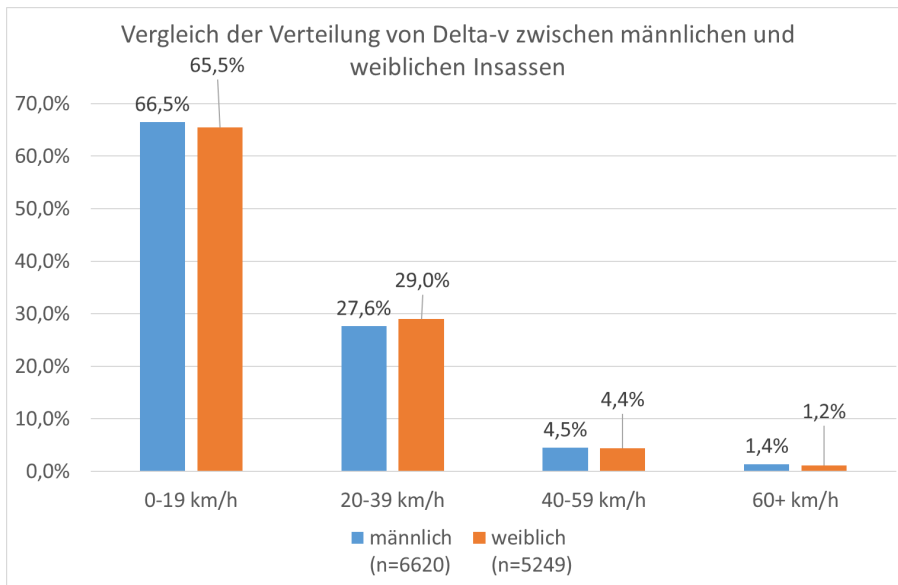
**Abbildung 4:** Anteil der AIS 3+ verletzten Körperregionen nach Geschlecht.

### 3.2 Unfallcharakteristika in Abhängigkeit vom Geschlecht

Für die Bewertung von Unterschieden bei der Verletzungsschwere ist die Auswertung der Unfallcharakteristika, die Einfluss auf die Verletzungen haben, unerlässlich.

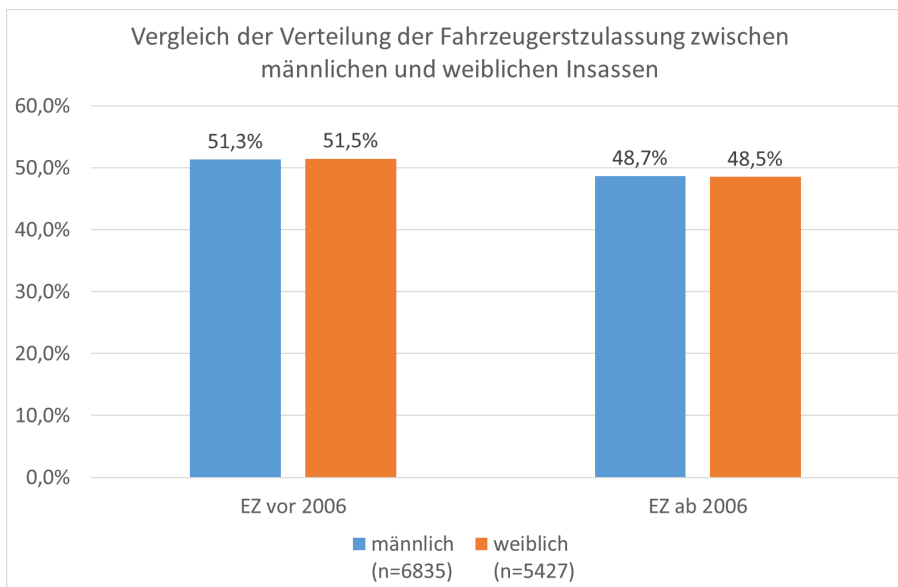
Im Unfallgeschehen zwischen den Geschlechtern existieren beim Anteil der Fahrzeuge mit Airbagauslösung keine Unterschiede. Bei 28,7% der Fahrzeuge der männlichen Insassen und bei 28,6% der Fahrzeuge der weiblichen Insassen erfolgte bei dem Unfall eine Airbagauslösung.

Ein wesentliches Merkmal, welches die Unfallschwere beschreibt, ist der Wert der Geschwindigkeitsänderung Delta-v des Fahrzeugs infolge der Kollision. Für die Klassen von Delta-v ist die Verteilung bei den Geschlechtern in Abbildung 5 dargestellt. Auch hier gibt es keine wesentlichen Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Insassen. Circa zwei Drittel der Insassen hatten eine Kollision mit einem Delta-v von unter 20 km/h und weniger als 30% der Insassen hatten eine Kollision mit einem Delta-v zwischen 20 und 39 km/h.



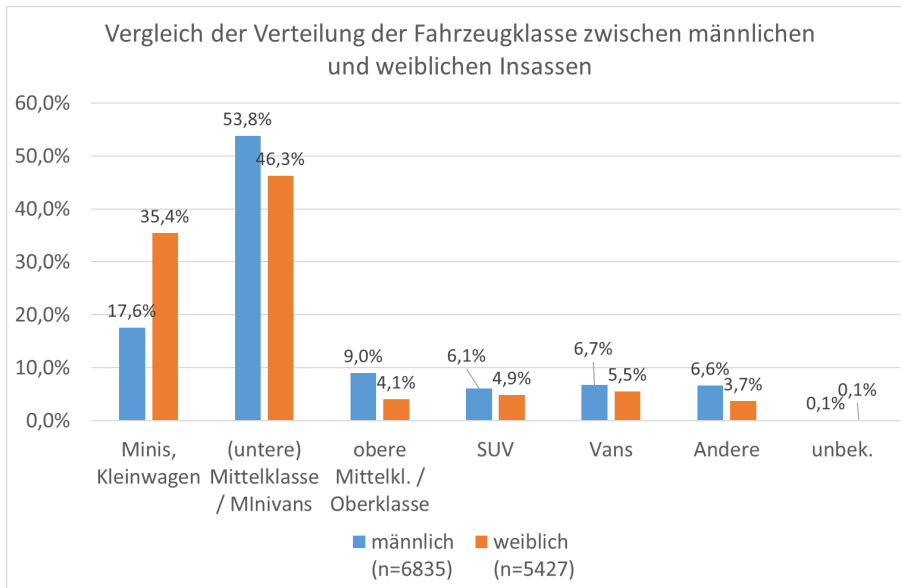
**Abbildung 5:** Verteilung der Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs infolge Kollision (Delta-v) nach Geschlecht.

Das durchschnittliche Erstzulassungsdatum von Pkw liegt im Jahr 2006. Auch hier bestehen keine nennenswerten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Insassen. Über 51% der männlichen und der weiblichen Personen saßen in einem Fahrzeug mit Erstzulassung vor 2006 (Abbildung 6).



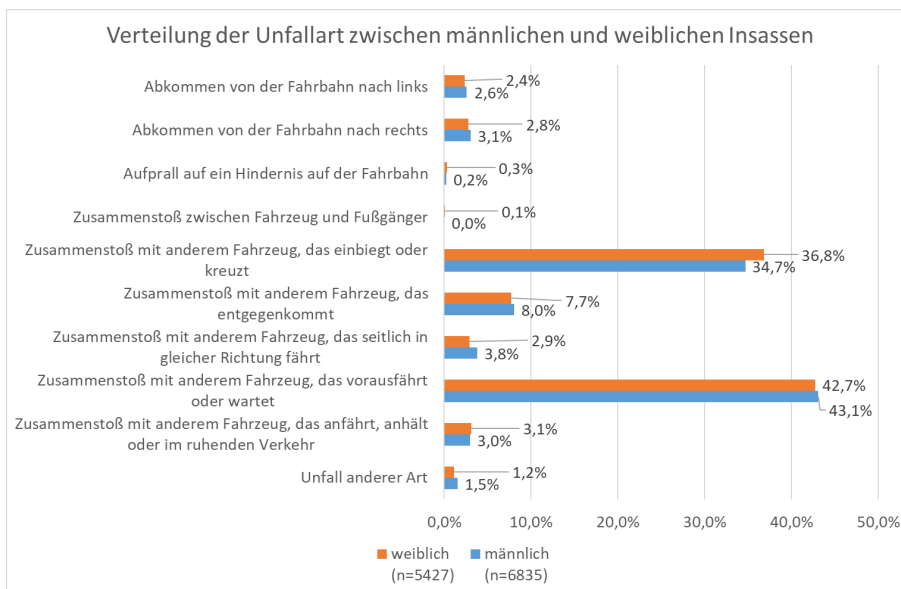
**Abbildung 6:** Anteile von Fahrzeugerstzulassung vor und ab 2006.

Abbildung 7 zeigt allerdings, dass Frauen, was die Fahrzeugklasse angeht, häufiger in „Minis“ oder „Kleinwagen“ unterwegs waren (35,4%) als Männer (17,6%). Ab der Kategorie „untere Mittelklasse“ welche auch die Kompaktwagen enthält, nutzten Männer häufiger Fahrzeuge größerer und schwererer Klassen. Ausgewertet wurden hier zusammengefasste Gruppen von Fahrzeugklassen gemäß der Einteilung des Kraftfahrtbundesamts [KBA 2024].



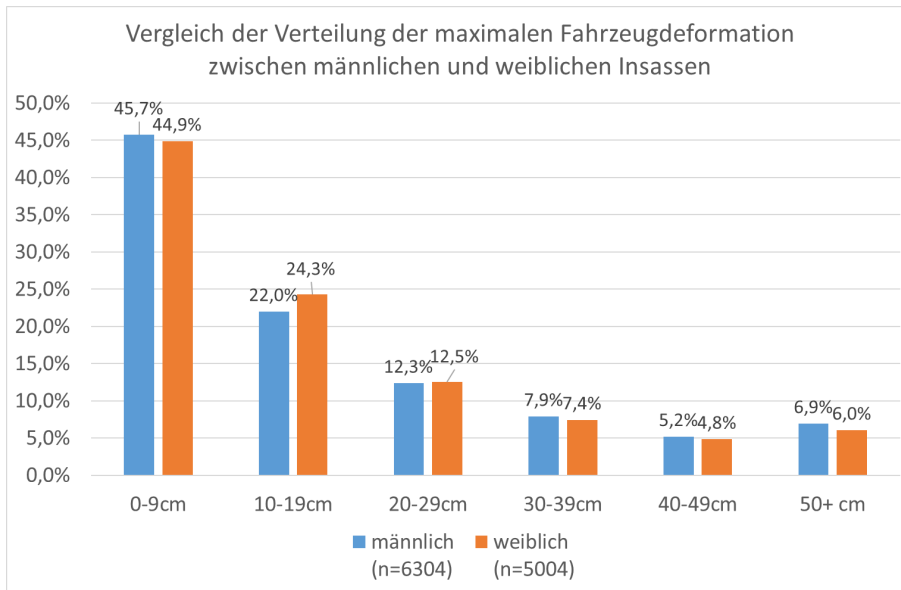
**Abbildung 7:** Verteilung der Fahrzeugklasse bei männlichen und weiblichen Insassen.

Die Unfallarten (Beschreibung der Art der Kollision), an denen die Insassen beteiligt waren, sind in Abbildung 8 dargestellt. Die häufigste Unfallart ist ein Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet, mit ca. 43% bei Männern und Frauen, gefolgt von einem Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt, mit 34,7% bei den Männern und 36,8% bei den Frauen. Die Unterschiede mit Bezug auf die Unfallart sind zwischen männlichen und weiblichen Insassen also vernachlässigbar.



**Abbildung 8:** Verteilung der Unfallart bei männlichen und weiblichen Insassen.

Auch die Verteilung der maximalen Deformation bei den Fahrzeugen ist bei männlichen Insassen und weiblichen Insassen ähnlich, siehe Abbildung 9. Bei den meisten Kollisionen (Männer: 45,7%; Frauen 44,9%) lag die maximale Fahrzeugdeformation unter 10 cm.



**Abbildung 9:** Verteilung der maximalen Fahrzeugdeformation bei männlichen und weiblichen Insassen.

Neben der Deformation der Fahrzeuge ist die Crashkompatibilität der an der Kollision beteiligten Fahrzeuge eine Eigenschaft, die Einfluss auf die Verletzungsschwere der Insassen haben kann. Typische Konstellationen von fehlender Crashkompatibilität sind Unfälle, bei denen ein Fahrzeug unter die steifen Strukturen eines anderen Fahrzeugs fährt, wie dies häufig bei Auffahrunfällen eines PKW auf einen LKW der Fall ist (Unterfahren). Die Analyse der Unfälle zeigt keine großen Unterschiede zwischen den Geschlechtern – in über 96% bei Männern und Frauen fand kein Unterfahren statt (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Fälle fehlender Crashkompatibilität durch Unterfahren in Abhängigkeit vom Geschlecht.**

	Männlich	Weiblich
Kein Unterfahren	96,1%	96,6%
Unterfahren an Front	2,4%	2,0%
Unterfahren am Heck	1,4%	1,3%
Unterfahren o.n.A/andere	0,2%	0,1%

Ergänzend zum Unterfahren wurden die Kollisionen auf inkompatible Frontalkollisionen und inkompatible Seitenkollisionen hin überprüft. Dabei wurden GIDAS Variablen wie der VDI1 (prinzipielle Richtung der Kraft, die den vorliegenden Schaden an dem Fahrzeug verursacht hat – Richtungen gemäß Uhrzeigersinn: 12 = von vorn; 6 = von hinten) und der VDI2 (Lage des betroffenen Fahrzeugteils der Hauptbeschädigung: 1 = Fzg-Front) mit herangezogen.

Die Merkmale dieser inkompatiblen Frontal- bzw. Seitenkollisionen wurden dabei wie folgt definiert:

#### Inkompatible Frontalkollisionen

- Deformation der Fahrzeugfront, tiefer als die Längsträgerdeformation.
- ODER Unterfahren an Fahrzeugfront
- UND VDI1 (Aufprallrichtung) = 11, 12 oder 1.
- UND VDI2 (Fahrzeugteil der Hauptbeschädigung) = 1 (Front)

#### Inkompatible Seitenkollision

- Innenraumintrusion vorhanden an der relevanten Tür des Insassen
- UND der Insasse saß an der stoßzugewandten Seite.

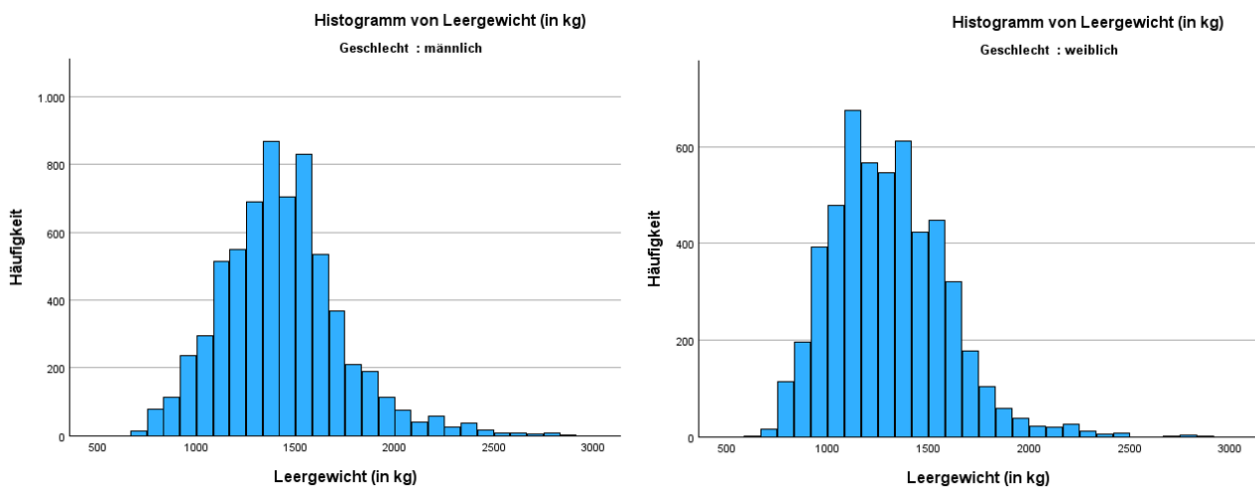
- UND Fahrzeugschweller wurde nicht deformiert.

Aufgrund der geringen Fallzahlen insbesondere bei inkompatiblen Seitenkollisionen kann keine Aussage getroffen werden, ob hier Unterschiede bei den Geschlechtern im Unfallgeschehen vorhanden sind (Tabelle 5). Aber auch bei den Frontalkollisionen mit 19,1% inkompatiblen Kollisionen bei den Männern und 17,9% bei den Frauen sind die Abweichungen eher gering.

**Tabelle 5: Inkompatible Frontal- und Seitenkollisionen in Abhängigkeit vom Geschlecht.**

	Männlich	Weiblich
Inkompatible Frontalkollision	683 von 3.566 Frontalkollisionen (19,1%)	472 von 2.635 Frontalkollisionen (17,9%)
Inkompatible Seitenkollision	26 von 637 relevanten Seitenkollisionen (4,1%)	25 von 537 relevanten Seitenkollisionen (4,7%)

Die Verteilung des Leergewichts des Fahrzeugs bei männlichen und bei weiblichen Insassen zeigt Abbildung 10. Erwartungsgemäß aufgrund der oben analysierten Fahrzeugklassen ist das Leergewicht der Fahrzeuge bei den weiblichen Insassen geringer als bei den männlichen Insassen – hier spiegelt sich der höhere Anteil von Kleinwagen bei den Frauen wider. Der Mittelwert des Fahrzeugleergewichts bei den Männern liegt hier bei 1.433 kg (Std.-Abw.=312), bei den Frauen hingegen liegt der Mittelwert bei 1.304 kg (Std.-Abw.=290).

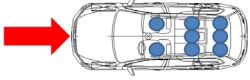
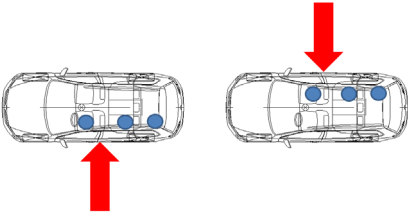
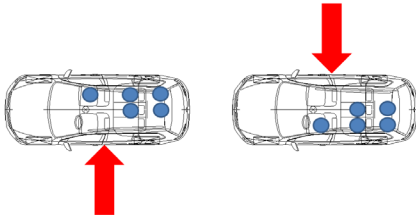
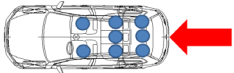


**Abbildung 10:** Histogramm des Leergewichts von PKW bei männlichen und weiblichen Insassen.

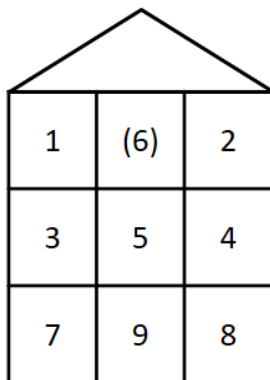
### 3.3 Kollisionsszenarien

Das Erstellen von Kollisionsszenarien erlaubt es vor allem, die Sitzposition der Insassen im PKW, die Aufprallrichtung und die Fahrzeugseite mit der Hauptbeschädigung in die Auswertung zu integrieren. So kann die Exposition im Unfallgeschehen und das Vorhandensein von passiven Sicherheitssystemen wie Seitenairbags berücksichtigt werden. Hierzu werden die in GIDAS gebräuchliche Personenkennziffer (PSKZ), die Aufprallrichtung (VDI1) der Kollision und die Fahrzeugseite mit der Hauptbeschädigung (VDI2) herangezogen (siehe Abbildung 11), um die in Tabelle 6 dargestellten Szenarien zu bilden.

**Tabelle 6: Darstellung der gebildeten Szenarien.**

Szenarien	Darstellung
Szenario 1: Frontal-Anprall; Fahrer Szenario 2: Frontal-Anprall; Beifahrer Szenario 3: Frontal-Anprall; Rücksitz	
Szenario 4: Seiten-Anprall, stoßzugewandte Seite	
Szenario 5: Seiten-Anprall, stoßabgewandte Seite	
Szenario 4: Heckanprall	

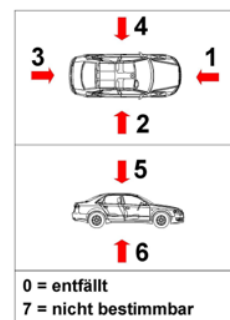
PSKZ (Sitzposition in GIDAS)



VDI1



VDI2



**Abbildung 11:** Ausprägungen der Variablen PSKZ, VDI1 und VDI2.

Basierend auf der Sitzposition im Auto, der Aufprallrichtung und des Fahrzeugbereiches mit der Hauptbeschädigung wurden die folgenden sechs Kollisionsszenarien gebildet:

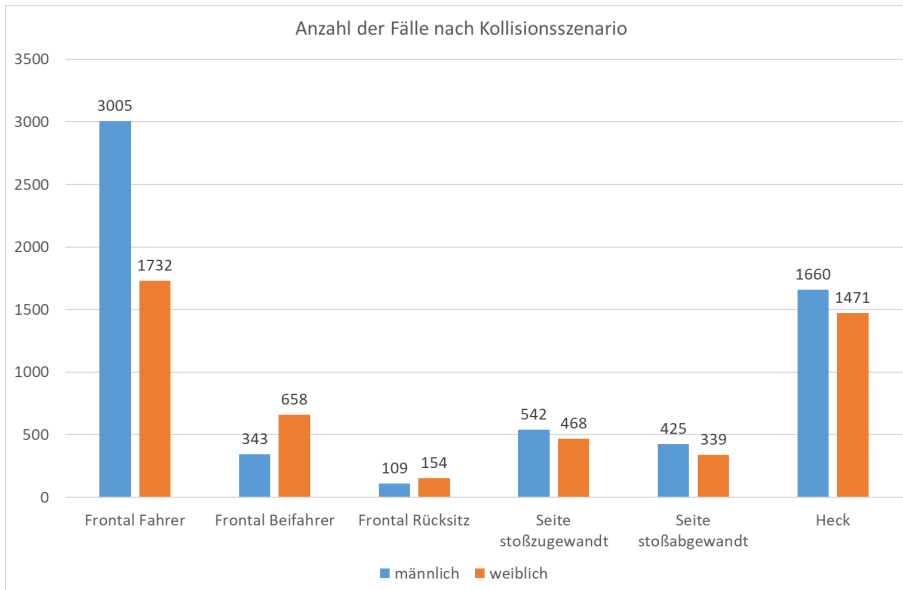
<b>Frontalanprall Fahrer:</b>	PSKZ=1 UND VDI1=11, 12 oder 1 UND VDI2=1
<b>Frontalanprall Beifahrer:</b>	PSKZ=2 UND VDI1=11, 12 oder 1 UND VDI2=1
<b>Frontalanprall Rücksitz:</b>	PSKZ=3..5 oder 7..9 UND VDI1=11, 12 oder 1 UND VDI2=1
<b>Seitenanprall stoßzugewandte Seite:</b>	(PSKZ=2,4 oder 8 UND VDI1=2,3 oder 4) ODER (PSKZ=1,3 oder 7 UND VDI1=8,9 oder 10) UND VDI2=2 oder 4
<b>Seitenanprall stoßabgewandte Seite:</b>	(PSKZ=1,3,7,5 oder 9 UND VDI1=2,3 oder 4) ODER (PSKZ=2,4,8,5 oder 9 UND VDI1=8,9 oder 10) UND VDI2=2 oder 4
<b>Heckaufprall:</b>	PSKZ=3..5 oder 7..9 UND VDI1=11, 12 oder 1 UND VDI2=1

Die Verteilung des Geschlechts bei den verschiedenen Szenarien ist in Tabelle 7 dargestellt. Die größten Unterschiede gibt es zwischen den Fahrer- und Beifahrersitzplätzen (hier bei den Frontalkollisionen; Szenarien 1 und 2) mit über 63% Männern auf dem Fahrersitzplatz und über 66% Frauen auf dem Beifahrersitzplatz.

**Tabelle 7: Verteilung der Geschlechter bei verschiedenen Kollisionsszenarien.**

	Männlich	Weiblich
Frontalanprall Fahrer	63,1%	36,9%
Frontalanprall Beifahrer	33,8%	66,2%
Frontalanprall Rücksitz	39,9%	60,1%
Seitenanprall stoßzugewandte Seite	52,9%	47,1%
Seitenanprall stoßabgewandte Seite	55,1%	44,9%
Heckaufprall	52,4%	47,6%

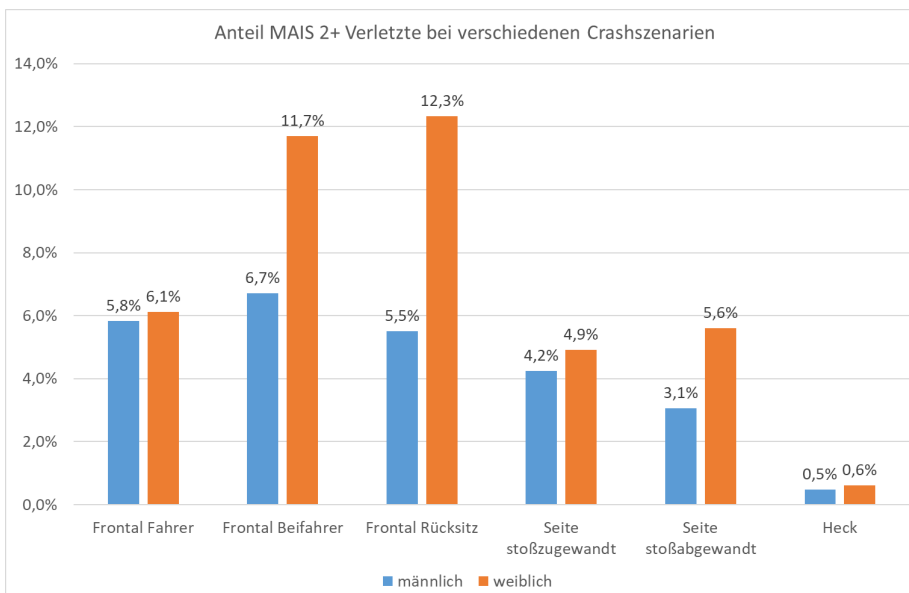
Die Anzahl der Insassen, die sich auf die gebildeten Kollisionsszenarien verteilen, ist in Abbildung 12 dargestellt. Zwar ist sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern das Szenario „Frontal Fahrer“ am häufigsten. Bei Männern ist es allerdings viel stärker ausgeprägt als bei den Frauen. Am zweithäufigsten ist bei beiden Geschlechtern das Heckaufprallszenario. Erkennbar ist, dass Frauen deutlich häufiger im Szenario „Frontal Beifahrer“ vertreten sind als Männer. Bei beiden Geschlechtern tritt bei Seitenkollisionen das Szenario der stoßzugewandten Seite geringfügig häufiger in Erscheinung als das Szenario der stoßabgewandten Seite. Der Grund hierfür ist vermutlich in der höheren Verletzungshäufigkeit der Insassen der stoßzugewandten Seite in Kombination mit dem GIDAS-Fallauswahlkriterium „Unfall mit Verletzten“ zu suchen.



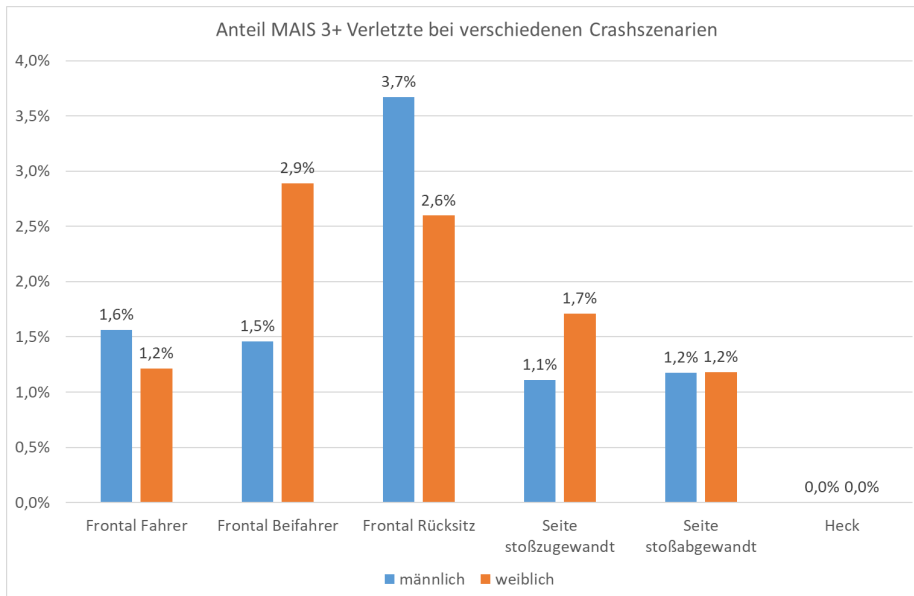
**Abbildung 12:** Insassenverteilung auf die Kollisionsszenarien in Abhängigkeit vom Geschlecht.

Der Anteil der MAIS 2+ verletzten Insassen unter allen Insassen ist bei den männlichen Insassen bei allen Szenarien geringer als bei den weiblichen Insassen (Abbildung 13). Am deutlichsten sind die Unterschiede der Anteile MAIS 2+ verletzter Insassen bei den Frontalkollisionen, bei den weiblichen Insassen gilt das besonders für den Beifahrersitzplatz und den Rücksitz mit 11,7% bzw. 12,3%.

Bei den Anteilen der MAIS 3+ verletzten Insassen überwiegen die der weiblichen gegenüber denen der männlichen Insassen für die Kollisionsszenarien „Frontal Beifahrer“ und „Seite stoßzugewandt“ (Abbildung 14). Für die Szenarien „Frontal Fahrer“ und „Frontal Rücksitz“ ist das Bild hingegen umgekehrt, wobei die generell geringen Fallzahlen MAIS 3+ Verletzter keine Trendaussage gestatten.



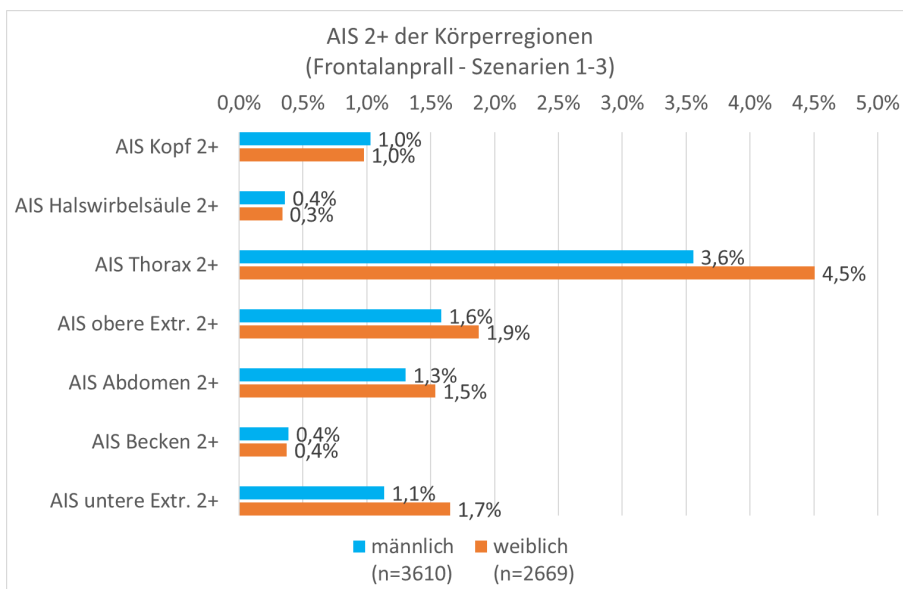
**Abbildung 13:** Anteile von MAIS 2+ verletzten Insassen bei den Kollisionsszenarien in Abhängigkeit vom Geschlecht.



**Abbildung 14:** Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen bei den Kollisionsszenarien in Abhängigkeit vom Geschlecht.

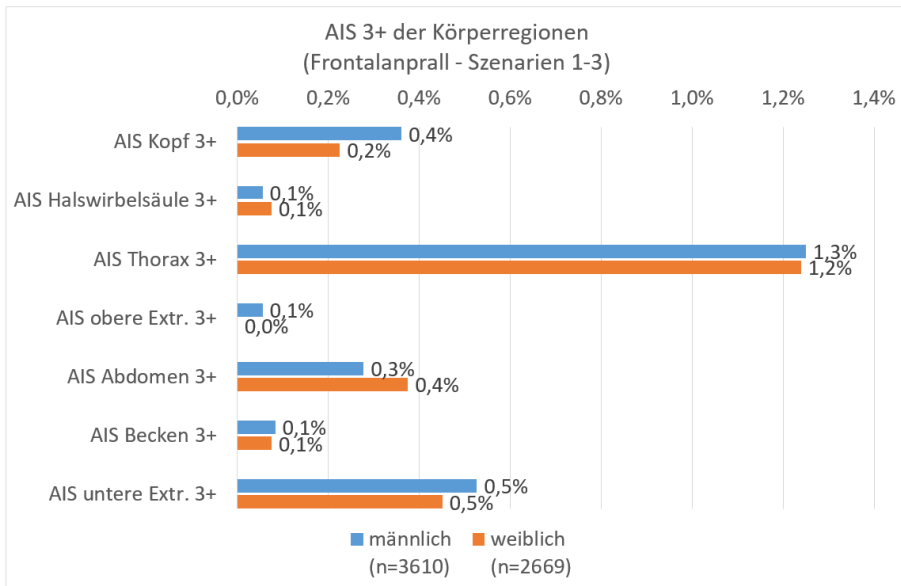
### 3.4 Verletzte Körperregionen von Männern und Frauen bei Frontalkollisionen

Um die Unterschiede des Verletzungsgeschehens zwischen Männer und Frauen näher zu identifizieren, wurde für die Szenarien mit Frontalaufprall (Szenarien 1 bis 3) die Verletzungshäufigkeit verschiedener Körperregionen ausgewertet. Bei der Verteilung der verletzten Körperregionen der Verletzungsschwere AIS 2+ zeigen Frauen insbesondere bei den Thoraxverletzungen mit 4,5% und bei den Verletzungen der unteren Extremitäten mit 1,7% höhere Inzidenzen als Männer mit 3,6% bzw. 1,1%.



**Abbildung 15:** Verletzte Körperregionen mit Verletzungsschwere AIS 2+ in Frontalkollisionen (Szenarien 1-3) in Abhängigkeit vom Geschlecht.

Bei den schwereren Verletzungen der Verletzungsschwere AIS3+ ist diese Tendenz nicht erkennbar. Dabei ist zu beachten, dass bei dieser Verletzungsschwere nur geringe Fallzahlen mit Verletzungen zur Verfügung stehen.



**Abbildung 16:** Verletzte Körperregionen mit Verletzungsschwere AIS 3+ in Frontalkollisionen (Szenarien 1-3) in Abhängigkeit vom Geschlecht.

Die Verletzungsschweren der Körperregionen unterschieden nach den verschiedenen Szenarien der Frontalkollisionen befinden sich im Anhang dieses Berichts. Hier ist erkennbar, dass beim Szenario 1 – Frontalkollision, **Fahrer** (Anlage 1) keine höheren Inzidenzen von AIS 2+ Thoraxverletzungen bei Frauen vorhanden sind. Hingegen ist der Anteil von AIS 2+ Thoraxverletzungen bei dem Szenario 2 – Frontalanprall, **Beifahrer** (Anlage 2) bei den weiblichen Insassen mit 7,2% gegenüber 3,6% bei den männlichen Insassen deutlich erhöht, wie auch AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten (weibliche Insassen 3,5%; männliche Insassen 1,7%) und des Abdomens (weibliche Insassen 2,4%; männliche Insassen 1,4%).

Die höheren Inzidenzen von Verletzungen von Frauen auf dem Beifahrersitz gehen mutmaßlich auf zwei Gründe zurück:

- Frauen, die auf dem Beifahrersitzplatz in eine Frontalkollision involviert waren, waren im Durchschnitt mit 49 Jahren (Median: 49 Jahre) deutlich älter als Männer auf dem Beifahrersitzplatz im Durchschnitt mit 40 Jahren (Median: 34 Jahre). Damit einher geht eine altersbedingt höhere Verletzlichkeit bei Frauen.
- Kleine Insassen müssten, um vom optimalen Zusammenspiel der Insassenrückhaltesysteme Airbag und Gurt im Sinne einer großflächigen Verteilung der Rückhaltekräfte auf den Oberkörper profitieren zu können, den Beifahrersitz in eine Position weiter vorn bringen. Dies würde in erster Linie Frauen betreffen, da diese im Durchschnitt kleiner (und leichter) sind als Männer. Eine Auswertung der Sitzstellung der GIDAS-Daten bei diesem Szenario zeigt allerdings, dass dies auf dem Beifahrersitz nahezu nicht der Fall ist, im Gegensatz zum Fahrersitz, wo eine Sitzeinstellung häufig notwendig ist, um die Pedalerie und andere Bedienelemente betätigen zu können (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Sitzlängseinstellung der vorderen Sitze bei Frontalkollisionen in Abhängigkeit vom Geschlecht.**

Sitzlängseinstellung	Fahrersitz (Szenario 1)		Beifahrersitz (Szenario 2)	
	Männer (n=1091)	Frauen (n=940)	Männer (n=156)	Frauen (n=410)
vorn	9,5%	28,1%	7,7%	9,0%
Mitte	76,2%	66,3%	79,5%	78,5%
hinten	14,2%	5,5%	12,2%	12,2%
andere/nicht verstellbar	0,1%	0,1%	0,6%	0,2%

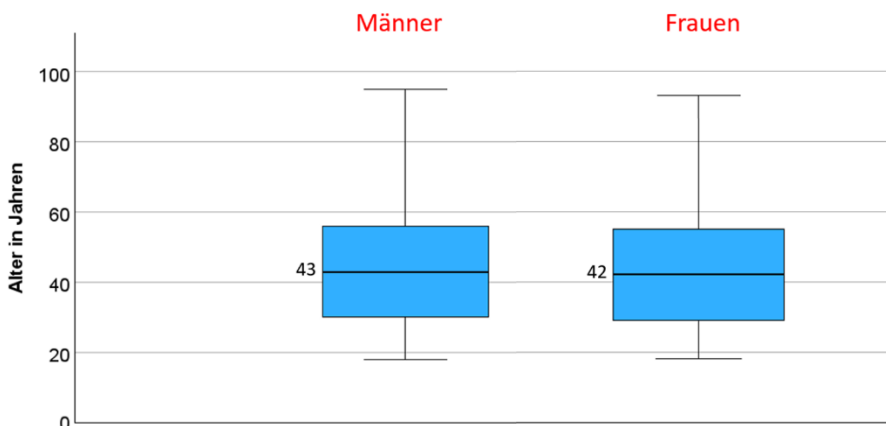
Darüber hinaus wurde eine Auswertung der Thoraxverletzungen bei Frontalkollisionen auf dem Beifahrersitz für Männer und Frauen getrennt nach der Körpergröße durchgeführt (Tabelle 9). Hier zeigt sich, dass auch kleinere Männer mit einer Körpergröße unter 171 cm tendenziell eine ähnliche Inzidenz von AIS2+ Thoraxverletzungen haben (9,6%) wie Frauen unter 171 cm (9,3%). Bei Männern über 170 cm Körpergröße lag die Inzidenz von AIS2+ Thoraxverletzungen mit 4,1% allerdings auf einem geringeren Niveau als bei den Frauen mit 8,5%. Aufgrund der geringen Fallzahlen können diese Ergebnisse allenfalls als Tendenz gewertet werden, zumal beispielsweise die unterschiedliche Altersstruktur männlicher und weiblicher Insassen auf dem Beifahrersitz unberücksichtigt ist.

**Tabelle 9: Häufigkeit von AIS 2+ Thoraxverletzungen bei verschiedenen Körpergrößen im Szenario 2 (Frontalanprall, Beifahrersitz) in Abhängigkeit vom Geschlecht.**

Körpergröße	AIS 2+ Thoraxverletzungen bei Männern	AIS 2+ Thoraxverletzungen bei Frauen
≤170 cm	n=5 (9,6%)	n=32 (9,3%)
>170 cm	n=6 (4,1%)	n=7 (8,5%)

### 3.5 Verletzungsschwere bei fortgeschrittenem Alter

Die Altersverteilung aller männlichen und weiblichen Insassen ist recht ähnlich (Abbildung 17). Der Mittelwert des Alters der Männer liegt bei 44 Jahren (Median: 43 Jahre), der der Frauen bei 43 Jahren (Median: 42 Jahre).



**Abbildung 17: Altersverteilung von männlichen und weiblichen Insassen.**

Eindeutig ist erkennbar, dass das Alter der unfallbeteiligten Personen einen Einfluss auf die Verletzungsschwere hat. Bei älteren Menschen sind schwere Verletzungen häufiger als bei jüngeren Menschen. Dies spiegelt sich auch bei der Auswertung der Fahrzeuginsassen nach Geschlecht wider, siehe Abbildung 18 und Abbildung 19.

Mit steigendem Alter nimmt der Anteil der MAIS2+ verletzten Insassen kontinuierlich zu. Der Anteil MAIS 2+ Verletzter in Höhe von von 6,1% bei Männern ab 50 Jahren steigt auf 13,5% bei Männern ab 80 Jahren. Bei den Frauen liegen die Anteile bei jeder Altersklasse über denen der Männer. Diese Aussagen gelten auch für die Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen (Abbildung 19), allerdings liegen diese hier erwartungsgemäß auf einem geringeren Niveau im Vergleich zu den MAIS 2+ Verletzten. Die Abbildungen beinhalten allerdings Insassen in allen Kollisionsszenarien und auf allen Sitzplätzen.

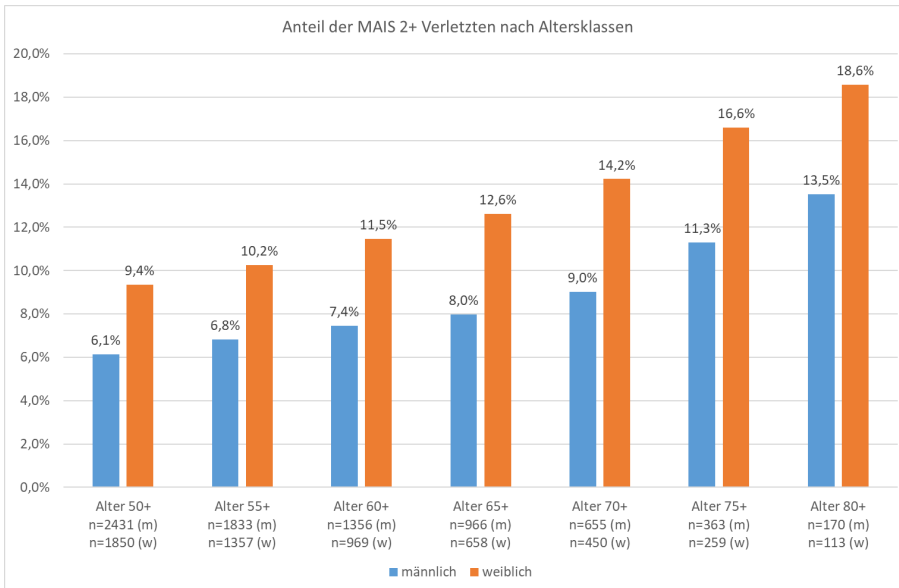


Abbildung 18: Anteile von MAIS 2+ verletzten Insassen in verschiedenen Altersklassen.

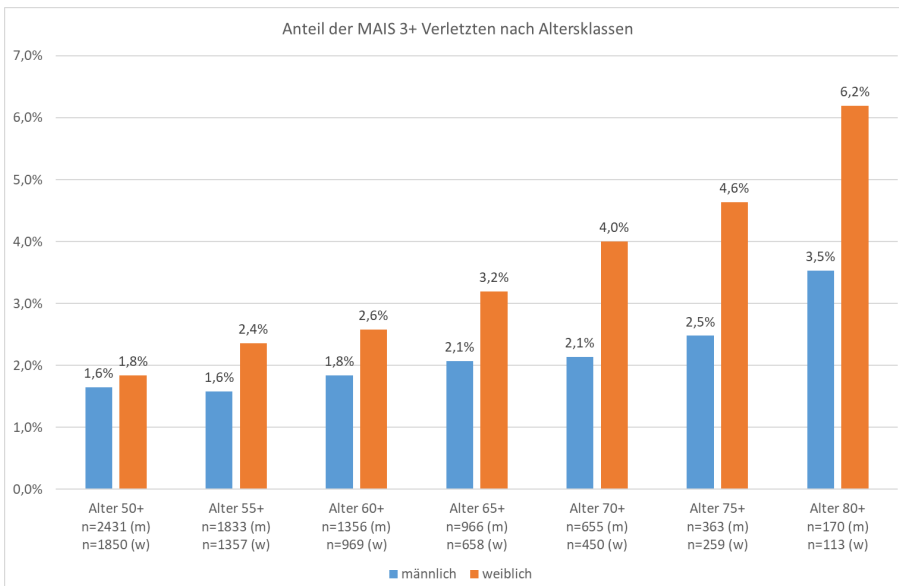


Abbildung 19: Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Altersklassen.

### 3.6 Verletzungsschwere in Abhängigkeit vom Körpergewicht

Um den Einfluss des Körpergewichts auf die Verletzungsschwere zu analysieren, wurden in einem ersten Schritt Klassen von verschiedenen Körpergewichten gebildet. Hierzu wurden die Anteile der PKW-Insassen hinsichtlich ihres Körpergewichts als Perzentile der Gesamtheit errechnet:

#### Perzentile des Gewichts von PKW-Insassen

- 10. Perzentil 58 kg
- 15. Perzentil 60 kg
- 20. Perzentil 64 kg
- 80. Perzentil 90 kg

- 85. Perzentil 94 kg
- 90. Perzentil 99 kg

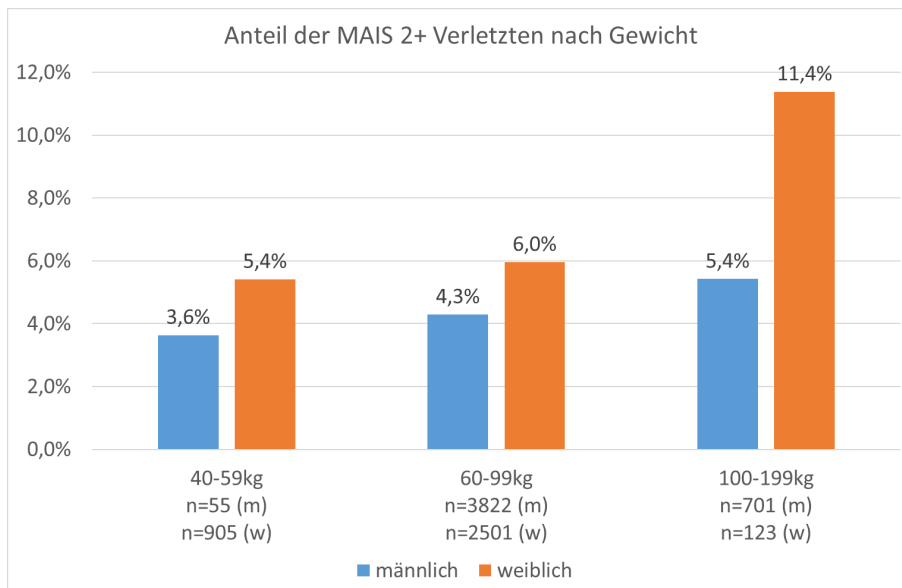
Hieraus wurden dann die folgenden drei Klassen für die weitere Analyse gewählt. Extremwerte, wie Personen mit einem Gewicht unter 40 kg und einem Gewicht über 200 kg, wurden nicht berücksichtigt:

### Gewählte Klassen von Körpergewicht

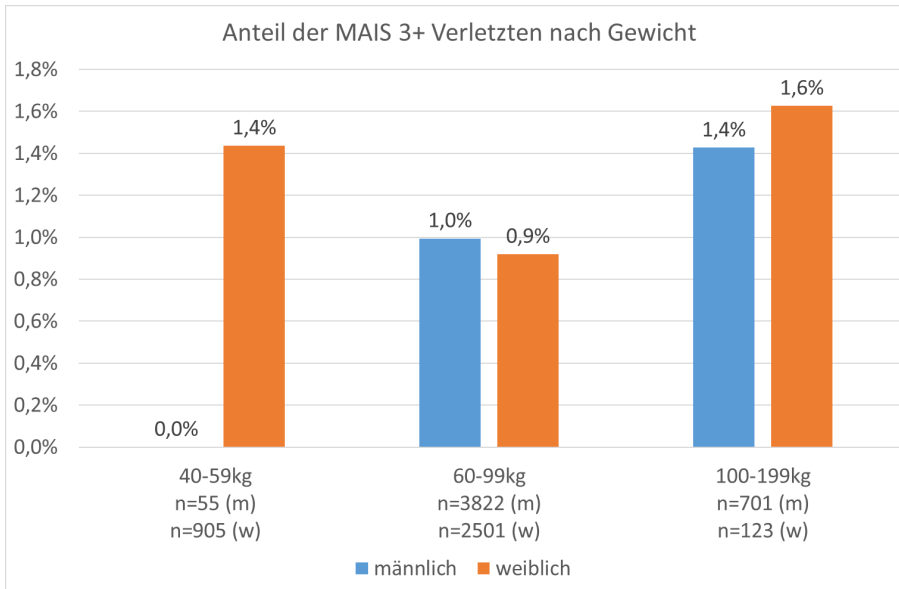
- $\geq 40$  kg und  $< 60$  kg (ungefähr 10. Perzentil)
- $\geq 60$  kg und  $< 100$  kg
- $\geq 100$  kg und  $< 200$  kg (ungefähr 90. Perzentil)

Die Auswertung des Körpergewichts auf die Verletzungsschwere zeigt, dass die Gruppe der Insassen mit 100 kg Körpergewicht oder mehr die höchsten Anteile von MAIS 2+ Verletzten (Abbildung 20) als auch von MAIS 3+ Verletzten (Abbildung 21) aufweist. Dies ist besonders ausgeprägt beim Anteil der MAIS 2+ verletzten Frauen mit 11,4% gegenüber 6,0% bei der mittleren Gewichtsklasse. Für MAIS 2+ Verletzte bei der Gewichtsklasse unter 60 kg ist eine etwas geringere Häufigkeit feststellbar, wobei auf die sehr geringe absolute Anzahl besonders unter Männern hingewiesen werden muss. Der Anteil von MAIS 3+ verletzten Frauen ist in der Gewichtsklasse unter 60 kg (Frauen 1,4%) höher als in der mittleren Gewichtsklasse (Frauen 0,9%).

Im Allgemeinen zeigt sich hier eine generell höhere Inzidenz von MAIS 2+ Verletzten bei den Frauen als bei den Männern. Aufgrund der geringen Fallzahlen können daraus besonders bei MAIS 3+ Verletzten noch keine Schlussfolgerungen gezogen werden.



**Abbildung 20:** Anteile von MAIS 2+ verletzten Insassen in verschiedenen Gewichtsklassen.



**Abbildung 21:** Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Gewichtsklassen .

### 3.7 Verletzungsschwere in Abhängigkeit von der Körpergröße

Analog zur Auswertung des Körpergewichts wurden bei der Auswertung der Körpergröße drei verschiedene Klassen von Körpergrößen bei den Insassen gebildet. Die Anteile der Körpergröße als Perzentile der Gesamtheit aller PKW-Insassen sind im Folgenden dargestellt:

#### Perzentile der Körpergröße von PKW-Insassen

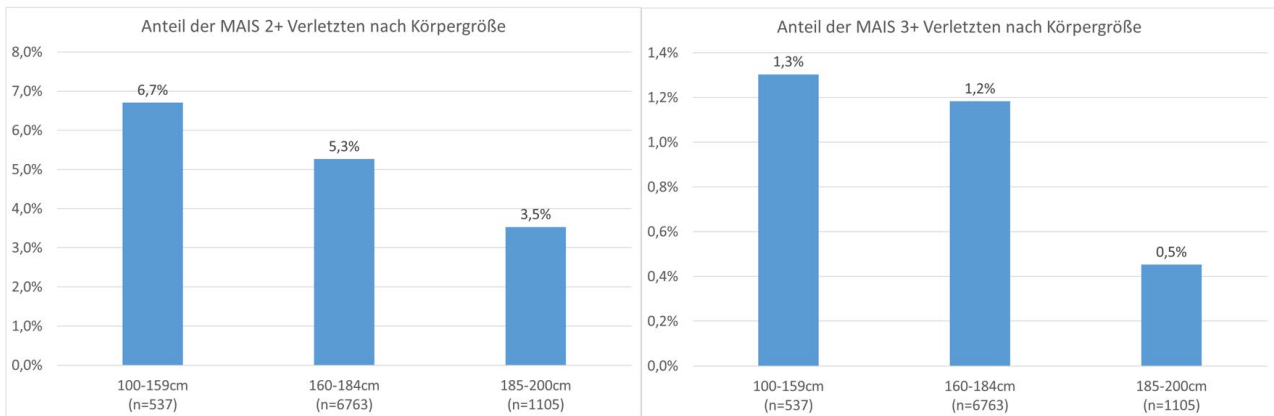
- 10. Perzentil 161 cm
- 15. Perzentil 164 cm
- 20. Perzentil 164 cm
- 80. Perzentil 182 cm
- 85. Perzentil 183 cm
- 90. Perzentil 186 cm

Für die weitere Analyse wurden hieraus drei Klassen von Körpergrößen gebildet. Hier wurden Extremwerte wie Personen mit einer Körpergröße unter 100 cm und einer Größe über 200 cm nicht berücksichtigt.

#### Gewählte Klassen von Körpergröße

- $\geq 100$  cm und  $< 160$  cm (ungefähr 10. Perzentil)
- $\geq 160$  cm und  $< 185$  cm
- $\geq 185$  cm und  $< 200$  cm (ungefähr 90. Perzentil)

Sowohl die Anteile von MAIS 2+ verletzten Insassen als auch die Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen nehmen in den Gruppen mit höherer Körpergröße ab (Abbildung 22): Bei der Gruppe der Insassen unter 160 cm liegt der Anteil von MAIS 2+ Verletzten bei 6,7%, bei der Gruppe der Insassen über 184 cm liegt dieser Anteil nur bei 3,5%. Der Anteil von MAIS 3+ Verletzten bei der Gruppe der Insassen unter 160 cm liegt bei 1,3% und fällt auf einen Anteil von 0,5% bei den Insassen über 184 cm.



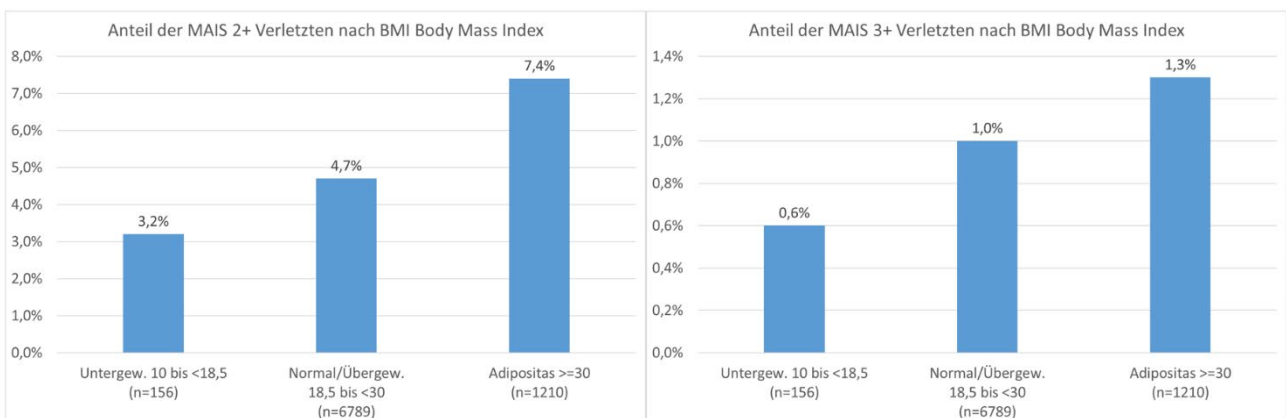
**Abbildung 22:** Anteile von MAIS 2+ und MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Klassen von Körpergrößen.

### 3.8 Verletzungsschwere in Abhängigkeit vom BMI

Der BMI (Body-Mass-Index) beschreibt das Verhältnis des Körpergewichts zur Körpergröße und wird als Quotient aus Körpergewicht (in kg) und dem Quadrat der Körpergröße (in m) berechnet. Gemäß der Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen der WHO gelten folgende Kategorien von BMI:

- Untergewicht BMI < 18,5
- Normalgewicht BMI  $\geq 18,5$  und < 25
- Übergewicht BMI  $\geq 25$  und < 30
- Adipositas BMI  $\geq 30$

Unverkennbar ist der Einfluss des BMI auf die Verletzungsschwere (Abbildung 23). Dabei weisen Personen mit Adipositas einen deutlich höheren Anteil von MAIS 2+ Verletzungen (7,4%) auf als Menschen mit Normalgewicht oder Übergewicht (4,7%). Interessanterweise ist der Anteil von MAIS 2+ Verletzungen bei Personen mit Untergewicht (3,2%) kleiner als bei den Menschen mit Normal- oder Übergewicht. Hier ist allerdings zu beachten, dass aufgrund der geringen Fallzahlen von MAIS 2+ unter nur 156 untergewichtigen Personen die Aussage nicht statistisch gesichert ist. Bei den Anteilen von MAIS 3+ Verletzten wiederholt sich das Bild: Personen mit Adipositas weisen höhere Anteile von MAIS 3+ auf als Personen mit Normal- oder Übergewicht. Die Gruppe der Untergewichtigen enthält hier nur einen Fall mit MAIS3+.



**Abbildung 23:** Anteile von MAIS 2+ und MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Klassen von BMI .

### 3.9 Relevante Vorerkrankungen

Um den Einfluss von Vorerkrankungen auf das Unfallgeschehen zu analysieren, wurde von den in GIDAS erhobenen Vorerkrankungen mit Hilfe von MHH Unfallchirurgen die Arten von Vorerkrankungen ausgewählt, die potenziell einen Einfluss auf die Verletzungsschwere haben können. Dabei wurden die folgenden Vorerkrankungen als relevant identifiziert:

#### Identifizierte relevante Vorerkrankungen

- Erkrankungen der Extremitäten/Gelenke
- Degenerative Erkrankungen (Osteoporose, Arthrose etc.)
- Einnahme blutverdünnender Medikamente
- Diabetes

In der Tabelle 10 sind die Anteile von MAIS 2+ Verletzten bei der Gruppe mit relevanten Vorerkrankungen im Vergleich zur Gruppe ohne relevante Vorerkrankungen dargestellt. MAIS 2+ verletzte Personen waren in dieser Gruppe um den Faktor 4 häufiger als in der Vergleichsgruppe ohne Vorerkrankungen. Bei den Anteilen von MAIS 3+ Verletzten (Tabelle 10) ist ebenfalls ein nahezu viermal so großer Anteil von MAIS 3+ Verletzten in der Gruppe mit relevanten Vorerkrankungen festzustellen als in der Vergleichsgruppe ohne Vorerkrankungen.

Hierbei gilt es allerdings zu bedenken, dass die Inzidenz von Vorerkrankungen nicht unabhängig vom Alter ist. Mittels deskriptiver Statistik ist nicht zu klären, ob die Vorerkrankung oder das Alter ausschlaggebend ist.

**Tabelle 10: Anteile von MAIS 2+ bei Insassen mit und ohne relevante Vorerkrankungen**

Relevante Vorerkrankungen	MAIS 0..1	MAIS 2+
Ja	632	106 (16,8%)
Nein	10.834	443 (4,1%)

**Tabelle 11: Anteile von MAIS 3+ bei Insassen mit und ohne relevante Vorerkrankungen**

Relevante Vorerkrankungen	MAIS 0..2	MAIS 3+
Ja	712	26 (3,7%)
Nein	11.170	107 (1,0%)

## 4 Inferenzstatistische Auswertung der GIDAS Daten

Die deskriptive Auswertung der Daten (Kapitel 3) erlaubte, erste Zusammenhänge zwischen der Verletzungsschwere und anderen Variablen zu erkennen. Dabei konnte aber nicht berücksichtigt werden, wie einzelne Variablen miteinander interagieren. Dafür ist es notwendig, Einflussfaktoren auf die Verletzungsschwere in einem multivariaten Modell gemeinsam zu modellieren.

Entscheidende Bewertungsvariablen sind bei den Analysen der p-Wert des Effektschätzers, der die Größe des Effekts zwischen zwei Gruppen im Verhältnis zur Streuung beschreibt. Hier wird dieser p-Wert benutzt um zu bewerten, welche Faktoren einen relevanten (über Zufallsschwankungen hinaus) Einfluss auf die Verletzungsschwere haben. Bei einem p-Wert von unter 0,05 geht man davon aus, dass das Ergebnis nicht zufällig, also signifikant ist. Da der p-Wert das Verhältnis aus Effekt zu Streuung beschreibt kann ein großer Effekt aufgrund einer hohen Streuung, zum Beispiel aufgrund geringer Fallzahl, trotzdem einen p-Wert größer als 0,05 haben. Ein Effektschätzer ist das Odds Ratio. Mit dem Odds Ratio (Chancenverhältnis) wird ausgedrückt, wie groß der Unterschied in der Chance („Odds“) für das Eintreten eines Ereignisses zwischen zwei betrachteten Gruppen ist, wobei eine Gruppe die Effektkategorie und die andere Gruppe die Referenzkategorie darstellt. Dabei wird die Chance für das Eintreten eines Ereignisses im Verhältnis zum Nicht-Eintreten des Ereignisses für jede der beiden Gruppen bestimmt. Die Chance für den Ereigniseintritt für die Effektkategorie wird anschließend durch die Chance für die Referenzkategorie dividiert und ergibt das Chancenverhältnis („Odds Ratio“). Ein Odds Ratio von 1,0 bedeutet, dass in beiden Gruppen die Chancen für das Ereignis genau gleich groß sind. Ein Odds Ratio größer als 1/kleiner als 1 beschreibt, dass die Chance in der Effektkategorie größer/kleiner als in der Referenzkategorie ist. Wenn z.B. 80% der Frauen eine MAIS 2+ Verletzungsschwere aufweisen und 20% eine Verletzungsschwere MAIS 0 oder MAIS 1 ergibt sich ein Odds von  $80\%/20\% = 4$ . Wenn nur 20% der Männer eine Verletzungsschwere MAIS 2+ haben und 80% MAIS 0 oder MAIS 1 ergibt sich ein Odds von  $20\%/80\% = 0,25$ . Das Odds Ratio ist entsprechend  $4 / 0,25 = 16$ . Die Chance für Frauen, eine MAIS 2+ Verletzungsschwere zu erleiden, ist in dem Beispiel 16-mal so hoch wie für Männer. Bei stetigen Variablen ist das Chancenverhältnis als eine Änderung der Chance pro Einheit der stetigen Variable zu verstehen. Ein Chancenverhältnis von 1,1 für die stetige Variable „Delta-v“ in km/h bedeutet, dass mit jeder Erhöhung des „Delta-v“ um 1 km/h die Chance für das Ereignis um den Faktor 1,1 steigt. Für diese Betrachtung ist es notwendig, dass sich die Chance für das Ereignis mit der stetigen Variable linear verändert. Bei der Interpretation ist entsprechend zu beachten, dass das nicht zwingend für den gesamten Wertebereich der stetigen Variable der Fall ist. Einige stetige Variablen wurden deswegen am Median dichotomisiert oder an den Quantilen kategorisiert. Für alle Inferenzanalysen wurden logistische Regressionsmodelle verwendet. Die Analysen wurden in R Studio Version 2024.09.01 mit R Version 4.4.2 durchgeführt.

### 4.1 Univariate Datenanalyse

Für die Modellierung der Einflussfaktoren auf die Verletzungsschwere bei einem PKW-Unfall muss zunächst untersucht werden, wie sich der Zusammenhang zwischen einer einzelnen, unabhängigen Variablen und der abhängigen Variablen, der Verletzungsschwere, darstellt. Dafür wird die Variable dichotomisiert (Aufteilung in genau zwei Gruppen) bzw. kategorisiert (Aufteilung in mehr als zwei Gruppen), wenn bei der Variablen kein linearer Zusammenhang mit der Verletzungsschwere festgestellt werden konnte. In den in diesem Kapitel dargestellten Tabellen wurden nur der Frontalaufprall betrachtet. Im Anhang (Anlagen 6 bis 11) sind die univariaten Analysen für die anderen Unfallszenarien dargestellt. Es wird ein Signifikanzniveau von 5% zur Bewertung der p-Werte herangezogen. Da bei der univariaten Datenanalyse nur die betreffende Variable betrachtet und eventuelle Quereinflüsse anderer Variablen nicht berücksichtigt werden, lassen sich so Wirkzusammenhänge nicht sicher ableiten.

In Tabelle 12 ist die univariate logistische Regressionsanalyse für die Verletzungsschwere MAIS 2+ bei Frontalkollision zusammengefasst. Frauen haben im Vergleich zu Männern mit einem Odds Ratio von 1,364 eine signifikant höhere Chance für MAIS2+, was einer Chancenerhöhung um 36,4% entspricht. Ein höheres Alter, eine geringere Körpergröße und ein höherer BMI sind ebenfalls mit einer signifikant höheren Chance für eine MAIS 2+ Verletzungsschwere assoziiert. Eine größere aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung Delta-v und stärkere Deformation des Pkw erhöhen ebenfalls die Chance für MAIS 2+ signifikant. Ein höheres Leergewicht und ein

höheres Crashgewicht (Leergewicht zuzüglich des Gewichts der Beladung, der Insassen und einer halben Tankfüllung) verringern hingegen die Chance für MAIS 2+ signifikant. Ebenso verringert ein späteres Baujahr des Pkw die Chance für MAIS 2+ signifikant. Bei einem Nutzfahrzeug oder Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW sowie bei einer inkompatiblen Frontkollision steigt die Chance für MAIS 2+ signifikant. Sowohl Beifahrer als auch Mitfahrer auf dem Rücksitz haben eine höhere Chance für MAIS 2+ im Vergleich zu den Fahrern.

**Tabelle 12: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 2+ bei Frontalkollision**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b>	<b>Effektkategorie</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 209/3504 (6,0%)	weiblich 205/2575 (8,0%)	1,36 [1,12; 1,67]	0,002
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 317/5392 (5,9%)	> 50 Jahre 98/733 (13,4%)	2,47 [1,93; 3,13]	< 0,001
Körpergröße kategoriiell	über 173 cm bis unter 180 cm 63/879 (7,2%)	über 167 cm bis 173 cm 84/1019 (8,2%)	1,16 [0,83; 1,64]	0,382
	-	180 cm und größer 70/1285 (5,4%)	0,75 [0,53; 1,06]	0,103
	-	167 cm und kleiner 110/1126 (9,8%)	1,4 [1,02; 1,95]	0,040
Körpergewicht kategoriiell	über 73 kg bis unter 85 kg 80/1063 (7,5%)	über 60 kg bis 73 kg 92/1134 (8,1%)	1,08 [0,79; 1,48]	0,609
	-	85 kg und mehr 94/1341 (7,0%)	0,93 [0,68; 1,26]	0,628
	-	60 kg und weniger 86/1334 (6,4%)	0,85 [0,62; 1,16]	0,302
BMI dichotom	≤ 30 249/3564 (7,0%)	> 30 65/615 (10,6%)	1,57 [1,17; 2,08]	0,002
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 47/2931 (1,6%)	> 17 cm 352/2756 (12,8%)	8,98 [6,67; 12,39]	< 0,001
Delta-v pro km/h	-	-	1,08 [1,08; 1,09]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 211/3236 (6,5%)	> 2005 204/2878 (7,1%)	1,09 [0,90; 1,34]	0,378
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 236/3117 (7,6%)	> 1378,5 kg 156/2810 (5,6%)	0,72 [0,58; 0,88]	0,002
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 209/2789 (7,5%)	> 1440 kg 158/2729 (5,8%)	0,76 [0,61; 0,94]	0,011
Inkompatible Frontkollision	Nein 225/5004 (4,5%)	Ja 190/1121 (16,9%)	4,33 [3,53; 5,32]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 257/5446 (4,7%)	Nutzfahrzeug 55/198 (27,8%)	7,77 [5,52; 10,8]	< 0,001
	-	Objekt 103/481 (21,4%)	5,5 [4,27; 7,06]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 288/4832 (6,0%)	Beifahrersitzplatz 102/1028 (9,9%)	1,74 [1,37; 2,19]	< 0,001
	-	Rücksitz 24/259 (9,3%)	1,61 [1,02; 2,44]	0,032

Tabelle 13 zeigt die univariate logistische Regressionsanalyse für die Verletzungsschwere MAIS 3+. Im Gegensatz zur univariaten Analyse für die Verletzungsschwere MAIS 2+ (Tabelle 12) ist das Geschlecht hier kein signifikanter Einflussfaktor. Ein höheres Alter führt ebenfalls zu einer signifikanten Erhöhung der Chance für MAIS3+, aber im Gegensatz zu der Verletzungsschwere MAIS 2+ führt eine geringe Körpergröße hier zu einer signifikanten Verringerung der Chance für MAIS 3+ anstatt einer Erhöhung. Wie bei MAIS 2+ erhöhen die aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$  und stärkere Deformation des Pkw signifikant die Chance für MAIS 3+. Bei einem Nutzfahrzeug oder Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW sowie bei einer inkompatiblen Frontkollision steigt die Chance für MAIS 3+ signifikant. Im Gegensatz zu der Verletzungsschwere MAIS2+ hat nur der Beifahrer eine signifikant höhere Chance für MAIS 3+ im Vergleich zu den Fahrern.

**Tabelle 13: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 3+ bei Frontkollision**

<i>Unabhängige Variable</i>	<i>Referenzkategorie</i>	<i>Effektkategorie</i>	<i>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</i>	<i>p-Wert</i>
Geschlecht	männlich 56/3504 (1,6%)	weiblich 46/2575 (1,8%)	1,12 [0,75; 1,66]	0,573
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 76/5392 (1,4%)	> 50 Jahre 27/733 (3,7%)	2,68 [1,68; 4,12]	< 0,001
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 15/879 (1,7%)	über 167 cm bis 173 cm 15/1019 (1,5%)	0,86 [0,42; 1,78]	0,683
	-	180 cm und größer 16/1285 (1,2%)	0,73 [0,36; 1,49]	0,377
	-	167 cm und kleiner 28/1126 (2,5%)	1,47 [0,79; 2,84]	0,234
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 16/1063 (1,5%)	über 60 kg bis 73 kg 16/1134 (1,4%)	0,94 [0,46; 1,90]	0,854
	-	85 kg und mehr 24/1341 (1,8%)	1,19 [0,64; 2,30]	0,589
	-	60 kg und weniger 27/1334 (2,0%)	1,35 [0,73; 2,58]	0,343
BMI dichotom	≤ 30 55/3564 (1,5%)	> 30 14/615 (2,3%)	1,49 [0,79; 2,61]	0,190
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 5/2931 (0,2%)	> 17 cm 93/2756 (3,4%)	20,44 [9,20; 58,04]	< 0,001
Delta-v pro km/h	-	-	1,10 [1,08; 1,11]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 53/3236 (1,6%)	> 2005 50/2878 (1,7%)	1,06 [0,72; 1,57]	0,763
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 56/3117 (1,8%)	> 1378,5 kg 43/2810 (1,5%)	0,85 [0,57; 1,27]	0,425
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 54/2789 (1,9%)	> 1440 kg 41/2729 (1,5%)	0,77 [0,51; 1,16]	0,217
Inkompatible Frontkollision	Nein 51/5004 (1,0%)	Ja 52/1121 (4,6%)	4,72 [3,19; 7,00]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 46/5446 (0,8%)	Nutzfahrzeug 22/198 (11,1%)	14,67 [8,5; 24,65]	< 0,001
	-	Objekt 35/481 (7,3%)	9,21 [5,84; 14,41]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 71/4832 (1,5%)	Beifahrersitzplatz 24/1028 (2,3%)	1,60 [0,98; 2,52]	0,048
	-	Rücksitz 7/259 (2,7%)	1,86 [0,77; 3,82]	0,121

### 4.1.1 Körperregionen

Zusätzlich zur Betrachtung des Einflusses auf die Gesamtverletzungsschwere MAIS wurden die univariaten Analysen auf die Körperregionen Kopf, Thorax (inkl. Brustwirbelsäule), obere Extremitäten (inkl. Schlüsselbein und Schulterblatt), Abdomen (inkl. Lendenwirbelsäule), Becken (inkl. Kreuzbein) und Beine ausgeweitet. Betrachtet wurden hier nur der Frontalaufprall und eine Verletzungsschwere von AIS 2 oder höher.

In Tabelle 14 ist die univariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Kopfverletzungen zusammengefasst. Das Geschlecht ist kein signifikanter Einflussfaktor auf AIS 2+ Kopfverletzungen. Als weiteres Insassen-bezogenes Merkmal führt nur ein höherer BMI zu einer signifikanten Erhöhung der Chance für AIS 2+ Kopfverletzungen. Analog zu der univariaten Analyse für MAIS 2+ erhöhen die aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$ , eine stärkere Deformation des PKW, Nutzfahrzeug oder Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW und eine inkompatible Frontkollision signifikant die Chance für AIS 2+ Kopfverletzungen. Ein höheres Crashgewicht des PKWs führt zu einer signifikanten Verringerung der Chance für AIS 2+ Kopfverletzungen. Hinsichtlich der Sitzposition haben nur Insassen auf dem Rücksitz eine signifikant höhere Chance für eine AIS 2+ Kopfverletzung im Vergleich zu den Fahrern.

Tabelle 14: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Kopfverletzungen

<i>Unabhängige Variable</i>	<i>Referenzkategorie</i>	<i>Effektkategorie</i>	<i>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</i>	<i>p-Wert</i>
Geschlecht	männlich 37/3601 (1,0%)	weiblich 26/2662 (1,0%)	0,95 [0,57; 1,57]	0,842
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 57/5548 (1,0%)	> 50 Jahre 6/763 (0,8%)	0,76 [0,29; 1,64]	0,531
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 10/894 (1,1%)	über 167 cm bis 173 cm 9/1026 (0,9%)	0,78 [0,31; 1,95]	0,595
	-	180 cm und größer 11/1298 (0,8%)	0,76 [0,32; 1,82]	0,523
	-	167 cm und kleiner 14/1143 (1,2%)	1,10 [0,49; 2,55]	0,825
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 9/1075 (0,8%)	über 60 kg bis 73 kg 11/1145 (1,0%)	1,15 [0,47; 2,86]	0,758
	-	85 kg und mehr 14/1357 (1,0%)	1,23 [0,54; 2,97]	0,623
	-	60 kg und weniger 21/1357 (1,5%)	1,86 [0,88; 4,30]	0,121
BMI dichotom	≤ 30 28/3600 (0,8%)	> 30 13/623 (2,1%)	2,72 [1,36; 5,17]	0,003
Max. Deformation dichotom	≤ 17 6/2969 (0,2%)	> 17 cm 54/2889 (1,9%)	9,41 [4,38; 24,48]	< 0,001
Delta-v pro km/h	-	-	1,07 [1,06; 1,08]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 39/3323 (1,2%)	> 2005 24/2976 (0,8%)	0,68 [0,41; 1,13]	0,146
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 36/3213 (1,1%)	> 1378,5 kg 23/2888 (0,8%)	0,71 [0,41; 1,19]	0,199
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 34/2858 (1,2%)	> 1440 kg 19/2802 (0,7%)	0,57 [0,32; 0,99]	0,049
Inkompatible Frontkollision	Nein 32/5128 (0,6%)	Ja 31/1183 (2,6%)	4,29 [2,60; 7,06]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 30/5586 (0,5%)	Nutzfahrzeug 14/212 (6,6%)	13,09 [6,64; 24,64]	< 0,001
	-	Objekt 19/513 (3,7%)	7,12 [3,92; 12,64]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 47/4965 (0,9%)	Beifahrersitzplatz 8/1071 (0,7%)	0,79 [0,34; 1,58]	0,534
	-	Rücksitz 8/269 (3,0%)	3,21 [1,39; 6,49]	0,003

In Tabelle 15 ist die univariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Thoraxverletzungen zusammengefasst. Das Geschlecht ist hier ebenfalls kein signifikanter Einflussfaktor auf die AIS 2+ Thoraxverletzung. Im Gegensatz zu Kopfverletzungen ist die Chance für Thoraxverletzungen bei höherem Alter signifikant erhöht. Als einziges weiteres Insassen-bezogenes Merkmal ist die Sitzposition ein signifikanter Einflussfaktor. Hier ist die Chance für

eine AIS 2+ Thoraxverletzung für die Beifahrer und Mitfahrer signifikant erhöht. Analog zu AIS 2+ Kopfverletzungen erhöhen auch die aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$ , eine stärkere Deformation des Pkw, Nutzfahrzeug oder Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW und eine inkompatible Frontkollision signifikant die Chance für AIS2+ Thoraxverletzungen. Hier führt sowohl ein höheres Crashgewicht als auch Leergewicht des PKWs zu einer signifikanten Verringerung der Chance für AIS2+ Thoraxverletzungen. Wie bei der univariaten Analyse für MAIS 2+ Verletzungen führen sowohl die Sitzpositionen des Beifahrers als auch der Mitfahrer auf dem Rücksitz zu einer höheren Chance für MAIS 2+ im Vergleich zu den Fahrern.

Tabelle 15: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Thoraxverletzungen

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b>	<b>Effektkategorie</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 128/3600 (3,6%)	weiblich 120/2663 (4,5%)	1,28 [0,99; 1,65]	0,057
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 167/5551 (3,0%)	> 50 Jahre 81/760 (10,7%)	3,85 [2,90; 5,06]	< 0,001
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 37/895 (4,1%)	über 167 cm bis 173 cm 53/1026 (5,2%)	1,26 [0,82; 1,95]	0,287
	-	180 cm und größer 37/1297 (2,9%)	0,68 [0,43; 1,08]	0,104
	-	167 cm und kleiner 65/1144 (5,7%)	1,40 [0,93; 2,13]	0,113
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 48/1077 (4,5%)	über 60 kg bis 73 kg 61/1147 (5,3%)	1,20 [0,82; 1,78]	0,348
	-	85 kg und mehr 49/1354 (3,6%)	0,80 [0,54; 1,21]	0,295
	-	60 kg und weniger 50/1358 (3,7%)	0,82 [0,55; 1,23]	0,335
BMI dichotom	≤ 30 150/3603 (4,2%)	> 30 34/622 (5,5%)	1,33 [0,89; 1,93]	0,143
Max. Deformation dichotom	≤ 17 23/2971 (0,8%)	> 17 cm 212/2888 (7,3%)	10,15 [6,73; 16,09]	< 0,001
Delta-v pro km/h	-	-	1,07 [1,07; 1,08]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 117/3322 (3,5%)	> 2005 131/2977 (4,4%)	1,26 [0,98; 1,63]	0,074
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 150/3212 (4,7%)	> 1378,5 kg 89/2889 (3,1%)	0,65 [0,50; 0,85]	0,002
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 126/2860 (4,4%)	> 1440 kg 97/2801 (3,5%)	0,78 [0,59; 1,02]	0,069
Inkompatible Frontkollision	Nein 133/5125 (2,6%)	Ja 115/1186 (9,7%)	4,03 [3,11; 5,22]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 150/5589 (2,7%)	Nutzfahrzeug 32/210 (15,2%)	6,52 [4,26; 9,70]	< 0,001
	-	Objekt 66/512 (12,9%)	5,37 [3,93; 7,25]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 169/4964 (3,4%)	Beifahrersitzplatz 63/1070 (5,9%)	1,78 [1,31; 2,38]	< 0,001
	-	Rücksitz 16/271 (5,9%)	1,78 [1,01; 2,93]	0,032

In Tabelle 16 ist die univariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten zusammengefasst. Das Geschlecht ist hier ebenfalls kein signifikanter Einflussfaktor auf die AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten. Im Gegensatz zu den bisherigen AIS2+ Verletzungen ist hier die Körpergröße ein signifikanter Einflussfaktor auf AIS2+ Verletzungen der oberen Extremitäten. Dabei führt sowohl eine kleine

Körpergröße als auch eine Körpergröße im Bereich über 167 cm bis 173 cm zu einer signifikant höheren Chance auf eine AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten im Vergleich zu einer Körpergröße über 173 cm bis unter 180 cm. Als weiteres Insassen-bezogenes Merkmal führt auch ein höherer BMI zu einer signifikant höheren Chance auf AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten. Wie bei den anderen Körperregionen erhöhen auch die aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$ , eine stärkere Deformation des Pkw, Nutzfahrzeug oder Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW und eine inkompatible Frontkollision signifikant die Chance für AIS2+ Verletzungen der oberen Extremitäten. Im Gegensatz zu den AIS 2+ Thoraxverletzungen ist hier nur der Beifahrer im Vergleich zum Fahrer ein signifikanter Einflussfaktor auf die AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten.

**Tabelle 16: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b>	<b>Effektkategorie</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 57/3599 (1,6%)	weiblich 50/2664 (1,9%)	1,19 [0,81; 1,74]	0,377
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 91/5548 (1,6%)	> 50 Jahre 16/763 (2,1%)	1,28 [0,72; 2,13]	0,361
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 9/896 (1,0%)	über 167 cm bis 173 cm 26/1027 (2,5%)	2,56 [1,24; 5,81]	0,016
	-	180 cm und größer 22/1296 (1,7%)	1,70 [0,81; 3,91]	0,182
	-	167 cm und kleiner 26/1143 (2,3%)	2,29 [1,11; 5,21]	0,033
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 17/1074 (1,6%)	über 60 kg bis 73 kg 19/1146 (1,7%)	1,05 [0,54; 2,05]	0,889
	-	85 kg und mehr 31/1355 (2,3%)	1,46 [0,81; 2,70]	0,218
	-	60 kg und weniger 24/1361 (1,8%)	1,12 [0,60; 2,12]	0,731
BMI dichotom	≤ 30 62/3601 (1,7%)	> 30 19/622 (3,1%)	1,80 [1,04; 2,97]	0,027
Max. Deformation dichotom	≤ 17 13/2973 (0,4%)	> 17 cm 87/2884 (3,0%)	7,08 [4,09; 13,32]	< 0,001
Delta-v pro km/h	-	-	1,05 [1,05; 1,06]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 48/3324 (1,4%)	> 2005 59/2975 (2,0%)	1,38 [0,94; 2,04]	0,100
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 52/3215 (1,6%)	> 1378,5 kg 47/2885 (1,6%)	1,01 [0,68; 1,50]	0,971
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 49/2863 (1,7%)	> 1440 kg 46/2800 (1,6%)	0,96 [0,64; 1,44]	0,841
Inkompatible Frontkollision	Nein 57/5127 (1,1%)	Ja 50/1184 (4,2%)	3,92 [2,66; 5,76]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 61/5588 (1,1%)	Nutzfahrzeug 13/212 (6,1%)	5,92 [3,07; 10,61]	< 0,001
	-	Objekt 33/511 (6,5%)	6,26 [4,01; 9,58]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 75/4963 (1,5%)	Beifahrersitzplatz 30/1070 (2,8%)	1,88 [1,21; 2,85]	0,004
	-	Rücksitz 2/272 (0,7%)	0,48 [0,08; 1,54]	0,311

In Tabelle 17 ist die univariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Abdomenverletzungen zusammengefasst. Auch hier ist das Geschlecht kein signifikanter Einflussfaktor auf AIS2+ Abdomenverletzungen. Keines der Insassenbezogenen Merkmale ist ein signifikanter Einflussfaktor, nur die aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung Delta-

v, eine stärkere Deformation des Pkw, ein Nutzfahrzeug oder ein Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW und eine inkompatible Frontkollision erhöhen signifikant die Chance für AIS2+ Abdomenverletzungen.

**Tabelle 17: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Abdomenverletzungen**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b>	<b>Effektkategorie</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 47/3602 (1,3%)	weiblich 41/2666 (1,5%)	1,18 [0,77; 1,80]	0,439
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 74/5555 (1,3%)	> 50 Jahre 14/761 (1,8%)	1,39 [0,75; 2,39]	0,265
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 15/894 (1,7%)	über 167 cm bis 173 cm 15/1028 (1,5%)	0,87 [0,42; 1,80]	0,700
	-	180 cm und größer 18/1298 (1,4%)	0,82 [0,41; 1,67]	0,583
	-	167 cm und kleiner 24/1145 (2,1%)	1,25 [0,66; 2,46]	0,495
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 16/1078 (1,5%)	über 60 kg bis 73 kg 17/1145 (1,5%)	1,00 [0,50; 2,01]	0,999
	-	85 kg und mehr 21/1356 (1,5%)	1,04 [0,54; 2,04]	0,897
	-	60 kg und weniger 21/1358 (1,5%)	1,04 [0,54; 2,04]	0,901
BMI dichotom	≤ 30 56/3605 (1,6%)	> 30 11/622 (1,8%)	1,14 [0,56; 2,10]	0,692
Max. Deformation dichotom	≤ 17 4/2974 (0,1%)	> 17 cm 81/2887 (2,8%)	21,43 [8,92; 70,29]	< 0,001
Delta-v pro km/h	-	-	1,08 [1,07; 1,09]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 41/3327 (1,2%)	> 2005 47/2977 (1,6%)	1,29 [0,84; 1,97]	0,243
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 38/3218 (1,2%)	> 1378,5 kg 46/2887 (1,6%)	1,35 [0,88; 2,10]	0,169
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 37/2863 (1,3%)	> 1440 kg 39/2802 (1,4%)	1,08 [0,68; 1,70]	0,745
Inkompatible Frontkollision	Nein 45/5131 (0,9%)	Ja 43/1185 (3,6%)	4,26 [2,78; 6,50]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 42/5593 (0,8%)	Nutzfahrzeug 12/212 (5,7%)	7,93 [3,94; 14,83]	< 0,001
	-	Objekt 34/511 (6,7%)	9,42 [5,91; 14,93]	< 0,001
Sitzposition	Fahrersitzplatz 64/4966 (1,3%)	Beifahrersitzplatz 22/1072 (2,1%)	1,60 [0,96; 2,57]	0,058
	-	Rücksitz 2/272 (0,7%)	0,57 [0,09; 1,82]	0,432

In Tabelle 18 ist die univariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Beckenverletzungen zusammengefasst. Analog zu den AIS 2+ Abdomenverletzungen ist hier das Geschlecht auch kein signifikanter Einflussfaktor auf die AIS2+ Beckenverletzungen. Wie bei den AIS 2+ Abdomenverletzungen haben auch hier nur die aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$ , eine stärkere Deformation des Pkw, Nutzfahrzeug oder Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW und eine inkompatible Frontkollision signifikanten Einfluss auf die Chance für AIS2+ Beckenverletzungen.

**Tabelle 18: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Beckenverletzungen**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b>	<b>Effektkategorie</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 14/3610 (0,4%)	weiblich 10/2669 (0,4%)	0,97 [0,42; 2,16]	0,934
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 18/5563 (0,3%)	> 50 Jahre 6/764 (0,8%)	2,44 [0,88; 5,84]	0,059
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 2/896 (0,2%)	über 167 cm bis 173 cm 4/1028 (0,4%)	1,75 [0,34; 12,62]	0,520
	-	180 cm und größer 4/1299 (0,3%)	1,38 [0,27; 9,98]	0,710
	-	167 cm und kleiner 4/1146 (0,3%)	1,57 [0,30; 11,31]	0,605
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 1/1078 (0,1%)	über 60 kg bis 73 kg 1/1147 (0,1%)	0,94 [0,04; 23,79]	0,965
	-	85 kg und mehr 6/1357 (0,4%)	4,78 [0,82; 90,41]	0,148
	-	60 kg und weniger 8/1362 (0,6%)	6,36 [1,17; 118,15]	0,081
BMI dichotom	≤ 30 8/3607 (0,2%)	> 30 3/623 (0,5%)	2,18 [0,48; 7,55]	0,252
Max. Deformation dichotom	≤ 17 1/2974 (0,0%)	> 17 cm 23/2898 (0,8%)	23,78 [5,01; 425,73]	0,002
Delta-v pro km/h	-	-	1,08 [1,06; 1,09]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 10/3332 (0,3%)	> 2005 14/2983 (0,5%)	1,57 [0,70; 3,64]	0,279
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 13/3223 (0,4%)	> 1378,5 kg 10/2893 (0,3%)	0,86 [0,37; 1,95]	0,713
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 12/2867 (0,4%)	> 1440 kg 9/2806 (0,3%)	0,77 [0,31; 1,81]	0,545
Inkompatible Frontkollision	Nein 14/5137 (0,3%)	Ja 10/1190 (0,8%)	3,10 [1,33; 6,95]	0,006
Unfallgegner	PKW 13/5598 (0,2%)	Nutzfahrzeug 3/214 (1,4%)	6,11 [1,39; 19,12]	0,005
	-	Objekt 8/515 (1,6%)	6,78 [2,67; 16,16]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 18/4977 (0,4%)	Beifahrersitzplatz 5/1072 (0,5%)	1,29 [0,43; 3,24]	0,614
	-	Rücksitz 1/272 (0,4%)	1,02 [0,06; 4,95]	0,987

In Tabelle 19 ist die univariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken) zusammengefasst. Das Geschlecht ist kein signifikanter Einflussfaktor auf AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken). Im Gegensatz zu den AIS 2+ Abdomen- und Beckenverletzungen sind hier andere Insassen-bezogene Merkmale

signifikante Einflussfaktoren. Ein hohes Alter und eine geringe Größe sind signifikante Einflussfaktoren auf AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken). Die aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$ , eine stärkere Deformation des Pkw, Nutzfahrzeug oder Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW und eine inkompatible Frontkollision erhöhen signifikant die Chance für AIS2+ Beinverletzungen (ohne Becken).

**Tabelle 19: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken)**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b>	<b>Effektkategorie</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 41/3607 (1,1%)	weiblich 44/2664 (1,7%)	1,46 [0,95; 2,25]	0,083
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 69/5557 (1,2%)	> 50 Jahre 17/762 (2,2%)	1,81 [1,03; 3,03]	0,029
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 10/894 (1,1%)	über 167 cm bis 173 cm 12/1028 (1,2%)	1,04 [0,45; 2,48]	0,920
	-	180 cm und größer 11/1298 (0,8%)	0,76 [0,32; 1,82]	0,523
	-	167 cm und kleiner 28/1143 (2,4%)	2,22 [1,11; 4,83]	0,032
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 19/1077 (1,8%)	über 60 kg bis 73 kg 8/1144 (0,7%)	0,39 [0,16; 0,87]	0,027
	-	85 kg und mehr 19/1356 (1,4%)	0,79 [0,41; 1,51]	0,474
	-	60 kg und weniger 23/1360 (1,7%)	0,96 [0,52; 1,79]	0,891
BMI dichotom	≤ 30 45/3601 (1,2%)	> 30 11/623 (1,8%)	1,42 [0,69; 2,66]	0,301
Max. Deformation dichotom	≤ 17 7/2971 (0,2%)	> 17 cm 75/2893 (2,6%)	11,27 [5,57; 26,95]	< 0,001
Delta-v pro km/h	-	-	1,08 [1,07; 1,09]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 43/3328 (1,3%)	> 2005 43/2979 (1,4%)	1,12 [0,73; 1,72]	0,605
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 46/3218 (1,4%)	> 1378,5 kg 32/2890 (1,1%)	0,77 [0,49; 1,21]	0,264
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 47/2863 (1,6%)	> 1440 kg 31/2802 (1,1%)	0,67 [0,42; 1,05]	0,086
Inkompatible Frontkollision	Nein 50/5131 (1,0%)	Ja 36/1188 (3,0%)	3,18 [2,05; 4,88]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 44/5591 (0,8%)	Nutzfahrzeug 13/213 (6,1%)	8,19 [4,18; 15,03]	< 0,001
	-	Objekt 29/515 (5,6%)	7,52 [4,62; 12,07]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 66/4972 (1,3%)	Beifahrersitzplatz 15/1071 (1,4%)	1,06 [0,58; 1,80]	0,850
	-	Rücksitz 4/270 (1,5%)	1,12 [0,34; 2,73]	0,830

## 4.2 Multivariate Datenanalyse

In den bisherigen Analysen wurde mit univariaten logistischen Regressionsmodellen der Einfluss jeweils einer Variable auf die Verletzungsschwere MAIS 2+ bzw. MAIS 3+ (AIS 2+ bei den Körperregionen) untersucht. Für die multivariate Analyse wurden im ersten Schritt alle für das jeweilige Kollisionsszenario in der univariaten Analyse signifikanten Einflussfaktoren auf die Verletzungsschwere zusammen in je einem multivariaten Regressionsmodell untersucht. Das Geschlecht als Einflussfaktor von Interesse wurde auch in die multivariate Analyse übernommen, wenn der Faktor in der univariaten Analyse nicht signifikant war. Für ein multivariates Regressionsmodell ist es erforderlich, dass die Einflussfaktoren (unabhängigen Variablen) voneinander unabhängig sind. Sofern im univariaten Regressionsmodell signifikante Einflussfaktoren nicht voneinander unabhängig sind, wurde nur die Variable mit einem größeren Einfluss auf die Verletzungsschwere in das multivariate Regressionsmodell aufgenommen. Eine Limitation des multivariaten Modells ist die, dass nur die Insassen mit vollständigen Daten genutzt werden können, was die Anzahl an eingeschlossenen Insassen in der multivariaten Analyse reduziert.

Ein multivariates logistisches Regressionsmodell schätzt die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses (MAIS 2+ Ja/Nein) auf Basis mehrerer Einflussfaktoren. Die Grundformel lautet:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

Dabei steht jeder Summand  $\beta_i x_i$  für den Einfluss eines Einflussfaktors  $x_i$  auf die logarithmierte Chance für das Ereignis. Die Koeffizienten  $\beta_i$  geben an, wie stark und in welche Richtung die jeweilige Variable mit der Chance für den Eintritt des Ereignisses zusammenhängt.

Nachdem im ersten Schritt die signifikanten und relevanten unabhängigen Variablen wie Geschlecht in einer multivariaten logistischen Regression zusammen untersucht wurden, wurden im nächsten Schritt in einer Rückwärtsselektion sukzessiv die unabhängigen Variablen aus dem multivariaten logistischen Regressionsmodell entfernt, die das Modell am wenigsten erklären, bis die Modellanpassung durch Entfernen von Variablen deutlich schlechter wird. Die Modellanpassung wird durch das Akaike-Informationskriterium (AIC) definiert, ein kleinerer AIC-Wert deutet auf ein besseres Modell hin. Das finale Modell ist das einfachste Modell, das die aus statistischer Sicht wichtigsten Variablen enthält. Diese Modelle wurden im Folgenden für die verschiedenen Kollisionsszenarien dargestellt. Neben einer Verbesserung der Aussagekraft des Modells hat die Rückwärtsselektion noch einen weiteren Vorteil: durch die Reduktion der Variablen steigt die Anzahl an Insassen, die einen für die Analyse notwendigen vollständigen Datensatz haben. Damit können in der Regel in das multivariate Modell nach Rückwärtsselektion mehr Insassen eingeschlossen werden, als im Modell im ersten Schritt. Es wurde ein Signifikanzniveau von 5% zur Bewertung der p-Werte herangezogen. Die für die Modelle angegebene Varianzaufklärung wurde mit einem McFadden-R<sup>2</sup> berechnet

In Tabelle 20 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 2+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Frontalaufprall dargestellt. Mit einem Odds Ratio von 1,43 ist die Variable Geschlecht im finalen Modell signifikant; die Chance für eine Frau, bei einem Frontalaufprall eine MAIS 2+ Verletzung zu erleiden, ist also im Vergleich zu Männern um 43% erhöht. Ein höheres Alter, eine größere aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung Delta-v und das Vorliegen einer inkompatiblen Frontkollision erhöhen ebenfalls die Chance für MAIS 2+ signifikant. Bei einem Nutzfahrzeug als Unfallgegner im Vergleich zum PKW steigt die Chance für MAIS 2+ signifikant, bei einem Objekt hingegen nicht. Dasselbe gilt für Beifahrer im Vergleich zu Fahrern, aber nicht für Rücksitzinsassen. Hier ist der Effekt zwar ähnlich groß, aber aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant.

**Tabelle 20: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Frontalaufprall**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 209/3414 (6,1%)	weiblich 204/2497 (8,2%)	1,43 [1,12; 1,81]	0,004
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 315/5191 (6,1%)	> 50 Jahre 98/720 (13,6%)	2,14 [1,60; 2,83]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,08 [1,07; 1,08]	< 0,001
Inkompatible Frontkollision	Nein 224/4801 (4,7%)	Ja 189/1110 (17,0%)	2,41 [1,90; 3,05]	< 0,001
Unfallgegner kategoriiell	PKW 257/5251 (4,9%)	Nutzfahrzeug 53/192 (27,6%)	1,55 [1,02; 2,33]	0,038
	-	Objekt 103/468 (22,0%)	2,14 [1,57; 2,88]	< 0,001
Sitzposition kategoriiell	Fahrer 287/4663 (6,2%)	Beifahrer 102/996 (10,2%)	1,48 [1,11; 1,97]	0,007
	-	Rücksitz 24/252 (9,5%)	1,31 [0,77; 2,12]	0,294
Fallzahl: 5911, Varianzerklärung: 27,3 %				

In Tabelle 21 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 3+ Verletzungsschwere für das Kollisionsszenario Frontalaufprall dargestellt. Im Gegensatz zur multivariaten Analyse für MAIS 2+ (Tabelle 20) ist das Geschlecht hier kein signifikanter Einflussfaktor mehr. Ein höheres Alter, ein höheres Delta-V sowie das Vorliegen einer inkompatiblen Frontkollision sind ebenso wie bei MAIS 2+ Verletzungsschwere signifikante Einflussfaktoren auf die MAIS 3+ Verletzungsschwere. Wie bei der Analyse für MAIS 2+ ist hier ein Nutzfahrzeug und ein Objekt als Unfallgegner im Vergleich zu PKW ein signifikanter Einflussfaktor.

**Tabelle 21: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Frontalaufprall**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 56/3417 (1,6%)	weiblich 46/2500 (1,8%)	1,29 [0,82; 2,03]	0,270
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 75/5197 (1,4%)	> 50 Jahre 27/720 (3,8%)	2,35 [1,38; 3,90]	0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,09 [1,07; 1,10]	< 0,001
Inkompatible Frontkollision	Nein 51/4807 (1,1%)	Ja 51/1110 (4,6%)	2,26 [1,43; 3,55]	< 0,001
Unfallgegner kategoriiell	PKW 46/5254 (0,9%)	Nutzfahrzeug 21/195 (10,8%)	2,08 [1,07; 3,91]	0,026
	-	Objekt 35/468 (7,5%)	2,53 [1,49; 4,23]	< 0,001
Fallzahl: 5917, Varianzerklärung: 36,3 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

In Tabelle 22 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 2+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Frontalaufprall nur für die Position auf dem Fahrersitzplatz dargestellt. Die Odds Ratios für die einzelnen Variablen ähneln den Ergebnissen bei der vorangegangenen der Gesamtbetrachtung aller Insassen ohne Unterscheidung nach ihren Sitzpositionen für die MAIS 2+ Verletzungsschwere (Tabelle 20). Hohes Alter, höheres Delta-v sowie wenn es sich beim Unfallgegner um ein Objekt handelt sind signifikante Einflussfaktoren und erhöhen die Chance auf MAIS 2+ Verletzungsschwere. Bei dem Unfallgegner Nutzfahrzeug ist die Ereignisrate ähnlich hoch wie für den Unfallgegner Objekt, aber voraussichtlich aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant. Das Geschlecht ist keine signifikanten Einflussfaktoren mehr. Das Crashgewicht ist nach Rückwärtsselektion im Modell verblieben, ist hier aber kein signifikanter Einflussfaktor.

**Tabelle 22: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Frontalaufprall nur Fahrer**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 154/2677 (5,8%)	weiblich 95/1539 (6,2%)	1,15 [0,84; 1,58]	0,370
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 197/3757 (5,2%)	> 50 Jahre 52/459 (11,3%)	2,13 [1,45; 3,08]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,07 [1,07; 1,08]	< 0,001
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 164/2262 (7,3%)	> 1440 kg 85/1954 (4,4%)	0,73 [0,53; 1,00]	0,054
Inkompatible Frontkollision	Nein 137/3440 (4,0%)	Ja 112/776 (14,4%)	2,37 [1,75; 3,20]	< 0,001
Unfallgegner kategoriell	PKW 152/3762 (4,0%)	Nutzfahrzeug 27/118 (22,9%)	1,41 [0,79; 2,43]	0,229
	-	Objekt 70/336 (20,8%)	2,22 [1,52; 3,21]	< 0,001

Fallzahl:4216, Varianzerklärung: 27,4 %

\*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt

In Tabelle 23 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 3+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Frontalaufprall nur für die Position auf dem Fahrersitzplatz dargestellt. Ähnlich wie bei der multivariaten Analyse für MAIS 2+ (Tabelle 22) hat das Geschlecht hier keinen signifikanten Einfluss mehr. Signifikante Einflussfaktoren sind nur das höhere Delta-v, das Vorliegen einer inkompatiblen Frontkollision sowie wenn der Unfallgegner ein Objekt ist. Für den Unfallgegner Nutzfahrzeug ist die Häufigkeit der Unfälle mit MAIS 2+ ähnlich hoch wie bei dem Unfallgegner Objekt, aber voraussichtlich aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant. Im Gegensatz zur Analyse mit Berücksichtigung aller Sitzpositionen (Tabelle 21) ist das Alter hier kein Einflussfaktor mehr.

**Tabelle 23: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Frontalaufprall nur Fahrer**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Effektkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 47/2967 (1,6%)	weiblich 23/1696 (1,4%)	0,98 [0,54; 1,76]	0,955
Delta-v in km/h	-	-	1,10 [1,08; 1,11]	< 0,001
Inkompatible Frontkollision	Nein 32/3789 (0,8%)	Ja 38/874 (4,3%)	2,78 [1,59; 4,88]	< 0,001
Unfallgegner kategoriell	PKW 30/4161 (0,7%)	Nutzfahrzeug 12/137 (8,8%)	1,74 [0,73; 3,93]	0,195
	-	Objekt 28/365 (7,7%)	2,79 [1,49; 5,14]	0,001

Fallzahl:4663, Varianzerklärung: 40,7 %

\*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt

In Tabelle 24 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 2+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Frontalaufprall nur für die Position auf dem Beifahrersitzplatz dargestellt. Im Gegensatz zum Kollisionsszenario Frontalaufprall für den Fahrersitzplatz (Tabelle 22) ist das weibliche gegenüber dem männlichen Geschlecht hier mit einer signifikant höheren Chance für MAIS 2+ assoziiert (Odds Ratio 2,01), was einer Erhöhung der Chance um 101% entspricht. Des Weiteren sind mit dem hohen Alter, dem höheren Delta-v, der inkompatiblen Frontkollision und einem Objekt als Unfallgegner dieselben Einflussfaktoren signifikant wie beim Kollisionsszenario Frontalaufprall unabhängig von der Sitzposition (Tabelle 20). Das Nutzfahrzeug als Unfallgegner hat eine hohe Ereignisrate für MAIS 2+ im Vergleich zum PKW, ist aber voraussichtlich aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant.

**Tabelle 24: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Frontalaufprall nur Beifahrer**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 24/342 (7,0%)	weiblich 78/654 (11,9%)	2,01 [1,17; 3,58]	0,014
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 64/807 (7,9%)	> 50 Jahre 38/189 (20,1%)	2,25 [1,35; 3,71]	0,002
Delta-v in km/h	-	-	1,06 [1,05; 1,08]	< 0,001
Inkompatible Frontkollision	Nein 57/806 (7,1%)	Ja 45/190 (23,7%)	2,49 [1,52; 4,06]	< 0,001
Unfallgegner kategoriell	PKW 70/880 (8,0%)	Nutzfahrzeug 13/39 (33,3%)	1,33 [0,55; 3,08]	0,510
	-	Objekt 19/77 (24,7%)	2,25 [1,12; 4,36]	0,019
Fallzahl: 996, Varianzerklärung: 22,5 %				

In Tabelle 25 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 3+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Frontalaufprall nur für die Position auf dem Beifahrersitzplatz dargestellt. Der Wert des Odds Ratio bei der Variablen Geschlecht ähnelt zwar dem bei der vorangehenden Betrachtung der Verletzungsschwere MAIS 2+ (Tabelle 24), ist aber nicht signifikant. Das kann durch die geringe Fallzahl und dadurch einhergehende Streuung erklärt werden. Signifikante Einflussfaktoren sind hier allein das hohe Alter des Insassen, mit besonders hohem Odds Ratio, und das höhere Delta-v als Ausdruck der Aufprallschwere.

**Tabelle 25: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Frontalaufprall nur Beifahrer**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 5/342 (1,5%)	weiblich 19/654 (2,9%)	1,76 [0,64; 5,74]	0,303
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 11/807 (1,4%)	> 50 Jahre 13/189 (6,9%)	4,88 [2,02; 12,09]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,07 [1,05; 1,09]	< 0,001

Fallzahl: 996, Varianzerklärung: 24,1 %

\*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt

Tabelle 26 enthält die Ergebnisse der multivariaten logistischen Regressionsanalyse für MAIS 2+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Seitenaufprall für Insassen auf der stoßzugewandten Seite. Das Geschlecht weist einerseits kein hohes Odds Ratio auf und ist darüber hinaus nicht statistisch signifikant. Wie in den Szenarien des Frontalaufpralls sind auch hier das hohe Alter und das höhere Delta-v signifikante Faktoren, die zu einer Erhöhung der Chance für eine MAIS 2+ Verletzung führen. Hier bleibt zum ersten Mal auch die Variable Leergewicht im multivariaten Modell erhalten, stellt aber keinen signifikanten Einflussfaktor dar.

**Tabelle 26: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Seitenaufprall stoßzugewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Effektkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 23/526 (4,4%)	weiblich 21/456 (4,6%)	1,17 [0,58; 2,37]	0,670
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 31/859 (3,6%)	> 50 Jahre 13/123 (10,6%)	3,15 [1,44; 6,62]	0,003
Delta-v in km/h	-	-	1,10 [1,07; 1,13]	< 0,001
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 34/549 (6,2%)	> 1378,5 kg 10/433 (2,3%)	0,46 [0,19; 1,00]	0,061
Fallzahl: 982, Varianzklärung: 24,8 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

In Tabelle 27 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 3+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Seitenaufprall für stoßzugewandt sitzende Insassen dargestellt. Zwar fällt für die Variable Geschlecht das Odds Ratio mit 3,97 recht hoch aus; wie bei Betrachtung von MAIS 2+ Verletzungsschwere ist das Ergebnis aufgrund der geringen Fallzahl und daraus resultierenden hohen Streuung des Effektschätzers jedoch nicht signifikant. Das hohe Alter und das höhere Delta-v führen wiederum zu einer signifikanten Erhöhung der Chance auf eine MAIS 3+ Verletzungsschwere.

**Tabelle 27: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Seitenaufprall stoßzugewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Effektkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 7/540 (1,3%)	weiblich 8/466 (1,7%)	3,97 [0,95; 21,05]	0,073
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 10/880 (1,1%)	> 50 Jahre 5/126 (4,0%)	6,78 [1,60; 29,02]	0,008
Delta-v in km/h	-	-	1,16 [1,11; 1,22]	< 0,001
Fallzahl: 1006, Varianzklärung: 51,3 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

Tabelle 28 zeigt die Ergebnisse der multivariaten logistischen Regressionsanalyse für MAIS 2+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Seitenaufprall für Insassen, die auf der stoßabgewandten Seite saßen. Das Merkmal Geschlecht ist mit einem Odds Ratio von 2,53 ein signifikanter Einflussfaktor auf die MAIS 2+ Verletzungsschwere. Wie schon zuvor für Insassen auf der stoßzugewandten Seite sind das hohe Alter und das höhere Delta-v signifikante Faktoren mit einer Erhöhung der Chance für MAIS 2+ Verletzungen.

**Tabelle 28: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Seitenaufprall stoßabgewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Effektkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 12/424 (2,8%)	weiblich 19/337 (5,6%)	2,53 [1,10; 6,16]	0,033
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 18/643 (2,8%)	> 50 Jahre 13/118 (11,0%)	3,69 [1,51; 8,78]	0,003
Delta-v in km/h	-	-	1,15 [1,10; 1,19]	< 0,001
Fallzahl: 761, Varianzerklärung: 30,6 %				

In Tabelle 29 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 3+ Verletzungsschwere im Kollisionsszenario Seitenaufprall für Insassen auf der stoßabgewandten Seite dargestellt. Das Merkmal Geschlecht mit einem Odds Ratio von 1,56 ist nicht signifikant. Die höhere Anprallschwere, ausgedrückt als Delta-v, ist hier der einzige signifikante Einflussfaktor und erhöht die Chance auf eine MAIS 3+ Verletzungsschwere.

**Tabelle 29: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Seitenaufprall stoßabgewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Effektkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 5/424 (1,2%)	weiblich 4/337 (1,2%)	1,56 [0,27; 9,60]	0,611
Delta-v in km/h	-	-	1,23 [1,15; 1,36]	< 0,001
Fallzahl: 761, Varianzerklärung: 53,6 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

In Tabelle 30 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 2+ Verletzungsschwere für das Szenario Heckaufprall dargestellt. In diesem Kollisionsszenario, welches Insassen auf allen Sitzplätzen gemeinsam betrachtet, verbleiben nur das Geschlecht und das höhere Delta-v im finalen multivariaten Modell für MAIS 2+ Verletzungsschwere. Nur letzteres erweist sich als signifikanter Einflussfaktor und erhöht die Chance auf MAIS 2+ Verletzungsschwere.

**Tabelle 30: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Heckaufprall**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Effektkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 8/1612 (0,5%)	weiblich 9/1421 (0,6%)	1,28 [0,49; 3,43]	0,616
Delta-v in km/h	-	-	1,08 [1,04; 1,13]	< 0,001
Fallzahl: 3033, Varianzklärung: 5,3 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

Da mäßige Verletzungsschweren (MAIS 2+) bei einem Heckaufprall allgemein sehr selten sind, ist in Tabelle 31 zusätzlich auch die multivariate logistische Regressionsanalyse für MAIS 1+ Verletzungen für das Kollisionsszenario Heckaufprall dargestellt. Für dieses Szenario ist das Geschlecht ein signifikanter Faktor für MAIS 1+ Verletzungsschwere mit einem Odds Ratio von 1,92, was einer fast doppelt so großen Chance für eine Verletzung bei weiblichen Insassen entspricht. MAIS 1+ bedeutet dabei das Vorliegen jeglicher – zumeist geringfügiger – Verletzung gegenüber MAIS 0, das heißt allen Insassen, die vollkommen unverletzt blieben. Hohes Alter, höheres Delta-v, niedrigeres Crashgewicht, das Vorhandensein eines Nutzfahrzeugs als Unfallgegner sowie die Sitzposition als Beifahrer im Vergleich zum Fahrer erhöhen signifikant die Chance, verletzt zu werden. Insassen auf dem Rücksitz haben ein ähnliches Odds Ratio wie Beifahrer, aber es ist nicht signifikant. Dies kann durch die geringe Fallzahl erklärt werden. Bemerkenswert ist, dass das Alter bei dieser Untersuchung einen anderen Einfluss hat als bei allen anderen Fragestellungen. Während in Frontal- und Seitenkollisionsszenarien ein höheres Alter mit einer größeren Chance für Verletzungsschweren MAIS 2+ und MAIS 3+ assoziiert ist, ist beim Heckaufprall die Chance für eine Verletzung (d.h. MAIS 1+) bei Insassen über 50 Jahre nur halb so groß wie in der Gruppe der Jüngeren. Ebenso für den Unfallgegner Objekt, bei dem die Chance für eine Verletzungsschwere MAIS 1+ halb so hoch ist wie bei der Kollision mit dem Unfallgegner PKW. Aufgrund der geringen Fallzahl an Kollisionen mit Objekt (14 Insassen, davon fünf mit MAIS 1+) ist das Ergebnis aber nicht signifikant. Für eine Analyse der Verletzungsschwere MAIS 3+ gab es beim Heckaufprallszenario nicht genügend Ereignisse.

**Tabelle 31: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 1+: Heckaufprall**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 692/1417 (48,8%)	weiblich 862/1281 (67,3%)	1,92 [1,63; 2,28]	< 0,001
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 1473/2520 (58,5%)	> 50 Jahre 81/178 (45,5%)	0,49 [0,35; 0,68]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,05 [1,04; 1,07]	< 0,001
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 842/1275 (66,0%)	> 1440 kg 712/1423 (50,0%)	0,57 [0,48; 0,67]	< 0,001
Unfallgegner kategoriiell	PKW 1469/2587 (56,8%)	Nutzfahrzeug 80/97 (82,5%)	2,83 [1,67; 5,06]	< 0,001
	-	Objekt 5/14 (35,7%)	0,45 [0,13; 1,43]	0,188
Sitzposition kategoriiell	Fahrer 1058/1910 (55,4%)	Beifahrer 381/598 (63,7%)	1,32 [1,08; 1,63]	0,007
	-	Rücksitz 115/190 (60,5%)	1,28 [0,93; 1,78]	0,131
Fallzahl: 2698, Varianzerklärung: 7,7 %				

### 4.2.1 Multivariate Datenanalyse für die Körperregionen

In Tabelle 32 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Kopfverletzungen beim Kollisionsszenario Frontalaufprall dargestellt. Die Variable Geschlecht hat dabei keinen signifikanten Einfluss auf die Chance für eine AIS 2+ Kopfverletzung. Nur die Unfallcharakteristika des höheren Delta-v, das Vorhandensein einer inkompatiblen Frontkollision sowie der Unfall mit einem Nutzfahrzeug im Vergleich zum PKW sind signifikant führen zu einem signifikant erhöhten OR für eine AIS 2+ Kopfverletzung. Das Objekt als Unfallgegner hat mit 1,96 ein hohes Odds Ratio, ist aber knapp nicht signifikant.

**Tabelle 32: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Kopfverletzungen**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 32/3156 (1,0%)	weiblich 21/2339 (0,9%)	0,90 [0,49; 1,62]	0,723
Delta-v in km/h	-	-	1,06 [1,05; 1,08]	< 0,001
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 34/2772 (1,2%)	> 1440 kg 19/2723 (0,7%)	0,58 [0,31; 1,06]	0,083
Inkompatible Frontkollision	Nein 28/4467 (0,6%)	Ja 25/1028 (2,4%)	1,94 [1,07; 3,49]	0,028
Unfallgegner kategorial	PKW 26/4864 (0,5%)	Nutzfahrzeug 12/177 (6,8%)	3,01 [1,29; 6,65]	0,008
		Objekt 15/454 (3,3%)	1,96 [0,92; 3,99]	0,072
Fallzahl: 5945, Varianzklärung: 24,6 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

In Tabelle 33 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Thoraxverletzungen im Kollisionsszenario Frontalaufprall dargestellt. Wiederum bleibt das Geschlecht ohne signifikanten Einfluss in Bezug auf AIS 2+ Thoraxverletzungen. Signifikante Unfallcharakteristika sind das höhere Delta-v sowie das Objekte als Unfallgegner im Vergleich zum PKW, die die Chance auf eine AIS 2+ Thoraxverletzung erhöhen. Von den Insassenmerkmalen führt nur ein höheres Alter zu einer signifikant erhöhten Chance auf eine AIS2+ Thoraxverletzung. Insassen auf dem Rücksitz haben dieselbe Ereignisrate wie Insassen auf dem Beifahrersitz und ein höheres Odds Ratio mit 1,53, aber aufgrund einer geringen Fallzahl ist das Ergebnis nicht signifikant, was durch die hohe Streuung erklärt werden kann.

**Tabelle 33: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Thoraxverletzungen**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Effektkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 128/3506 (3,7%)	weiblich 120/2584 (4,6%)	1,33 [0,99; 1,79]	0,062
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 167/5344 (3,1%)	> 50 Jahre 81/746 (10,9%)	3,45 [2,50; 4,72]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,07 [1,06; 1,07]	< 0,001
Inkompatible Frontkollision	Nein 133/4915 (2,7%)	Ja 115/1175 (9,8%)	2,13 [1,59; 2,84]	< 0,001
Unfallgegner kategoriell	PKW 150/5389 (2,8%)	Nutzfahrzeug 32/203 (15,8%)	1,43 [0,87; 2,31]	0,148
		Objekt 66/498 (13,3%)	1,92 [1,33; 2,73]	< 0,001
Sitzposition kategoriell	Fahrer 169/4789 (3,5%)	Beifahrer 63/1037 (6,1%)	1,36 [0,95; 1,92]	0,091
		Rücksitz 16/264 (6,1%)	1,53 [0,81; 2,70]	0,163
Fallzahl: 6090, Varianzerklärung: 25,7 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

In Tabelle 34 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten für das Kollisionsszenario Frontalaufprall dargestellt. Die Unfallcharakteristika Delta-v, das Vorliegen einer inkompatiblen Frontkollision sowie ein Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW erhöhen die Chance für eine AIS 2+ Verletzung der oberen Extremitäten signifikant. Trotz der hohen Ereignisrate ist das Nutzfahrzeug als Unfallgegner nicht signifikant, was durch die geringe Anzahl an Fällen mit einer AIS 2+ Verletzung der oberen Extremitäten erklärt werden kann. Insassen auf dem Beifahrersitzplatz haben eine signifikant höhere Chance für AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten im Vergleich zum Fahrersitzplatz. Da es nur einen Insassen auf dem Rücksitz mit einer AIS 2+ Verletzung der oberen Extremitäten gibt ist eine Bewertung des Odds Ratios und des p-Werts nicht möglich. Insassen mit einer Größe zwischen über 167 cm bis 173 cm haben eine signifikant höhere Chance auf eine AIS 2+ Verletzung der oberen Extremitäten im Vergleich zu Insassen mit einer Größe von über 173 cm bis unter 180 cm. Das Geschlecht ist ohne signifikanten Einfluss auf AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten.

**Tabelle 34: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 41/2481 (1,7%)	weiblich 42/1800 (2,3%)	1,28 [0,69; 2,40]	0,443
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 9/880 (1,0%)	über 167 cm bis 173 cm 26/999 (2,6%)	2,41 [1,10; 5,71]	0,035
	-	180 cm und größer 22/1280 (1,7%)	1,86 [0,85; 4,40]	0,134
	-	167 cm und kleiner 26/1122 (2,3%)	1,78 [0,76; 4,48]	0,200
Delta-v in km/h	-	-	1,05 [1,04; 1,06]	< 0,001
Inkompatible Frontkollision	Nein 46/3425 (1,3%)	Ja 37/856 (4,3%)	1,92 [1,20; 3,07]	0,006
Unfallgegner kategoriell	PKW 50/3799 (1,3%)	Nutzfahrzeug 9/143 (6,3%)	1,48 [0,62; 3,19]	0,342
	-	Objekt 24/339 (7,1%)	2,78 [1,58; 4,75]	< 0,001
Sitzposition kategoriell	Fahrer 57/3518 (1,6%)	Beifahrer 25/622 (4,0%)	2,09 [1,22; 3,48]	0,006
	-	Rücksitz 1/141 (0,7%)	0,31 [0,02; 1,50]	0,256
Fallzahl: 4281, Varianzklärung: 16,7 %				
*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt				

In Tabelle 35 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Abdomenverletzungen im Kollisionsszenario Frontalaufprall dargestellt. Die Unfallcharakteristika Delta-v, das Vorliegen einer inkompatiblen Frontkollision sowie ein Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW erhöhen signifikant die Chance auf AIS 2+ Abdomenverletzungen. Das Nutzfahrzeug als Unfallgegner hat eine ähnlich hohe Ereignisrate für AIS 2+ Abdomenverletzungen wie das Objekt als Unfallgegner, ist aber voraussichtlich aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant. Das Geschlecht ist kein signifikanter Einflussfaktor.

**Tabelle 35: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Abdomenverletzungen**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Effektkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 47/3511 (1,3%)	weiblich 41/2590 (1,6%)	1,32 [0,83; 2,09]	0,239
Delta-v in km/h	-	-	1,07 [1,06; 1,08]	< 0,001
Inkompatible Frontkollision	Nein 45/4927 (0,9%)	Ja 43/1174 (3,7%)	2,14 [1,34; 3,41]	0,001
Unfallgegner kategoriell	PKW 42/5396 (0,8%)	Nutzfahrzeug 12/208 (5,8%)	1,60 [0,73; 3,25]	0,212
	-	Objekt 34/497 (6,8%)	3,26 [1,93; 5,44]	< 0,001

Fallzahl: 6101, Varianzklärung: 27,4 %

\*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt

In Tabelle 36 ist die multivariate logistische Regressionsanalyse für AIS 2+ Beckenverletzungen für das Kollisionsszenario Frontalaufprall dargestellt. Als Insassen-bezogenes Merkmal ist nur das Geschlecht im Modell enthalten, aber nicht signifikant. Nur die höhere Aufprallschwere, ausgedrückt durch das Delta-v, führt zu einer signifikanten Erhöhung der Chance auf AIS 2+ Beckenverletzungen.

**Tabelle 36: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Beckenverletzungen**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Effektkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 14/3519 (0,4%)	weiblich 10/2593 (0,4%)	0,95 [0,40; 2,22]	0,913
Delta-v in km/h	-	-	1,08 [1,06; 1,09]	< 0,001

Fallzahl: 6112, Varianzklärung: 24,3 %

\*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt

Tabelle 37 zeigt die Ergebnisse der multivariaten logistischen Regressionsanalyse für AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken) im Kollisionsszenario Frontalaufprall. Die Unfallcharakteristika Delta-v sowie das Objekt als Unfallgegner im Vergleich zum PKW haben einen signifikanten Einfluss auf AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken). Das Nutzfahrzeug als Unfallgegner hat eine ähnlich hohe Ereignisrate wie das Objekt als Unfallgegner für AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken), ist aber aufgrund der geringen Fallzahl voraussichtlich nicht signifikant. Das Geschlecht ist kein signifikanter Einflussfaktor.

**Tabelle 37: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken)**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Effektkategorie</b> Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht*	männlich 28/2487 (1,1%)	weiblich 32/1801 (1,8%)	1,08 [0,51; 2,33]	0,836
Körpergröße kategorien	über 173 cm bis unter 180 cm 10/878 (1,1%)	über 167 cm bis 173 cm 12/1003 (1,2%)	1,01 [0,40; 2,60]	0,988
	-	180 cm und größer 11/1284 (0,9%)	0,69 [0,27; 1,76]	0,428
	-	167 cm und kleiner 27/1123 (2,4%)	2,09 [0,84; 5,47]	0,121
Delta-v in km/h	-	-	1,08 [1,06; 1,10]	< 0,001
Unfallgegner kategorien	PKW 32/3801 (0,8%)	Nutzfahrzeug 8/146 (5,5%)	1,51 [0,59; 3,50]	0,358
	-	Objekt 20/341 (5,9%)	2,38 [1,23; 4,46]	0,008

Fallzahl: 4288, Varianzklärung: 27,2 %

\*Die Variable Geschlecht wurde nach Rückwärtsselektion manuell zum Modell hinzugefügt

#### 4.2.2 Zusammenfassung der multivariaten Datenanalyse

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Alter über 50 Jahre für Insassen in fast allen Szenarien mit einer größeren Chance für MAIS 2+ und MAIS 3+ Verletzungsschwere verbunden ist. Diese Ergebnisse waren in der Regel auch signifikant. Für die multivariate Analyse der Körperregionen ist das nicht der Fall, hier ist das Alter selten im finalen multivariaten Modell nach Rückwärtsselektion. Dies lässt sich bereits in der univariaten Analyse für die Körperregionen erkennen, in der die Ereignisraten niedrig und zwischen den Gruppen ähnlich sind. Nur für die multivariate Analyse der AIS 2+ Thoraxverletzungen ist das Alter im finalen Modell verblieben und hat einen signifikanten Einfluss auf die Verletzungsschwere für AIS 2+ Thoraxverletzungen.

Hinsichtlich des Geschlechts zeigte sich, dass beim Frontalanprall Frauen auf dem Beifahrersitzplatz eine signifikant größere Chance haben, MAIS 2+ Verletzungsschwere zu erleiden. Im deskriptiven Vergleich sind die größten Unterschiede im Unfallgeschehen zwischen männlichen und weiblichen Insassen für AIS 2+ Verletzungen in der Thoraxregion zu erkennen, auch wenn der Unterschied nicht signifikant ist.

Eine höhere Aufprallschwere, die durch die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung Delta-v charakterisiert ist, ist häufig mit MAIS 2+ und MAIS 3+ Verletzungsschwere sowie den AIS 2+ Verletzungen für die Körperregionen assoziiert, was auch zu erwarten war.

Auch Kollisionen gegen Objekte (z.B. Baum, Mast) führten im Vergleich zu Kollisionen gegen andere PKW als Unfallgegner in den meisten Szenarien signifikant häufiger zu mäßigen oder schweren Verletzungen. Kollisionen mit einem Nutzfahrzeug führen häufig zu einer mäßigen oder schweren Verletzung, sind aber aufgrund der geringen

Fallzahl meistens nicht signifikant. Ferner zeigt sich, dass inkompatible Frontalkollisionen (mangelnde Interaktion der Crashstrukturen der Kollisionsgegner) in der Regel mit einer signifikant höheren Chance für Verletzungsschweren MAIS 2+ und MAIS 3+ verbunden waren. Es ist wichtig zu beachten, dass einzelne Variablen miteinander interagieren können und dadurch potenziell die Ergebnisse beeinflussen. So sind beispielsweise Körpergröße und Geschlecht nicht vollständig unabhängig voneinander. Solche möglichen Interaktionen wurden im Rahmen des Modellselektionsprozesses überprüft und berücksichtigt. Da sie jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse hatten, wurden sie in den finalen Modellen nicht weiter berücksichtigt.

Eine Limitation der Untersuchung ist die teils geringe Zahl der MAIS 2+ oder MAIS 3+ Verletzungsbilder, wenn spezifische Kollisionsszenarien bewertet wurden. Da sich die Kollisionsszenarien untereinander zu sehr unterscheiden, war eine separate Betrachtung zwingend erforderlich. Dies führt aber zu einer großen Varianz in den Schätzungen für das Odds Ratio der Variablen. Die in der Regel geringe Varianzaufklärung der multivariaten Modelle lässt zudem vermuten, dass entweder noch wichtige Variablen fehlen, die sich im Rahmen der Unfallerberhebung nicht gesichert erheben lassen oder die vorliegenden Variablen nicht genau genug sind. Variablen wie das Körpergewicht und die Körpergröße ließen sich teilweise nur schätzen und waren häufig unbekannt, weswegen der Einfluss solcher Variablen nicht genau bestimmt werden kann.

## 5 Anforderungen an zukünftige Tests

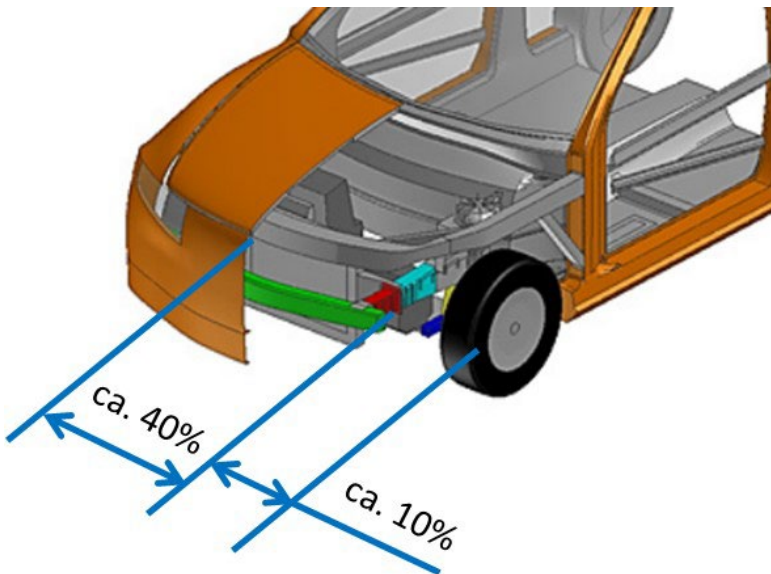
Im ersten Schritt werden relevante europäische Sicherheitsbewertungstest für Pkw kurz beschrieben, um eine Grundlage für den zweiten Schritt, die Formulierung von Vorschlägen für zukünftige Verbesserungen der Tests, zu bieten.

### 5.1 Überblick aktueller europäischer Tests zur Bewertung der Pkw-Sicherheit

Beim Überblick über aktuelle Tests zur Sicherheitsbewertung von Pkw wird insbesondere auf die eingesetzten Dummies und die Sitzeinstellungen eingegangen. Hierbei wird zwischen Frontalaufprall mit Teilüberdeckung, Frontalaufprall mit voller Überdeckung, Seitenaufprall mit Stoßwagen und seitlichem Pfahlanprall unterschieden.

#### 5.1.1 Frontalaufpralltest mit Teilüberdeckung

Im gesetzlichen Zulassungstest mit Teilüberdeckung nach UN-Regelung 94 [UN, 2021A] wird das zu testende Fahrzeug einem Frontalaufprall mit einer Geschwindigkeit von 56 km/h mit einer Überdeckung von 40% der Breite der Fahrzeugfront auf der Fahrerseite unterzogen (Abbildung 25 links). Zum Einsatz kommen zwei Hybrid III 50. Perzentil-Dummies auf dem Fahrer- und dem Beifahrersitzplatz. Die beiden Sitze werden in die Mittelposition eingestellt. Mit den 40% Überdeckung und dem Deformationselement soll eine frontale Fahrzeug-Fahrzeug-Kollision mit 50% Überdeckung simuliert werden. Die 40% Überdeckung im Test zielen auf den Aufbau der Frontstruktur im Pkw ab. Die Längsträger sind in der Regel nicht im Bereich der äußeren Hülle des Fahrzeugs angeordnet (siehe Abbildung 24 hellblau) sondern weiter innen. Auch die Querträger reichen nicht über die gesamte Fahrzeugbreite, sondern ragen nur geringfügig über die Enden der Längsträger hinaus. Eine Kraftübertragung beim Frontalaufprall ohne die Involvierung der Fahrgastzelle ist nur im Bereich der Breite des Querträgers möglich, in den ungefähr äußeren 10% der Fahrzeugbreite befindet sich keine Struktur hinter der Stoßfängerverkleidung.



**Abbildung 24:** Prinzipieller Aufbau der Fahrzeugfrontstruktur nach [Stein, 2019] mit Angaben des prozentualen Anteils an der Fahrzeugbreite (grün: Querträger, rot: Crashbox, hellblau: vorderer Teil der Längsträger)

Beim Euro NCAP Frontalaufpralltestverfahren mit Teilüberdeckung werden sowohl ein Stoßwagen als auch das Testfahrzeug auf eine Geschwindigkeit von 50 km/h beschleunigt (Abbildung 25 rechts). Die Relativgeschwindigkeit beträgt dementsprechend 100 km/h. Der Stoßwagen wird hierbei so positioniert, dass 50% der Breite des Testfahrzeugs beaufschlagt werden. Auf dem Fahrerplatz wird ein THOR 50. Perzentil-Dummy eingesetzt und der Sitz wird in der Mittelposition justiert. Auf dem Beifahrerplatz wird ein Hybrid III 50. Perzentil-Dummy mit Sitzeinstellung in der Mittelposition verwendet. Die THOR-Dummy-Generation stellt gegenüber der seit Jahrzehnten eingesetzten Hybrid III Dummy-Generation für den Frontalaufprall eine Weiter- beziehungsweise Neuentwicklung

dar. Insbesondere der Oberkörper soll eine deutlich bessere Sensitivität gegenüber unterschiedlichen Belastungsformen aufweisen und daher besser geeignet sein, das Brustverletzungsrisiko zu bewerten [Sunneväng, 2014].

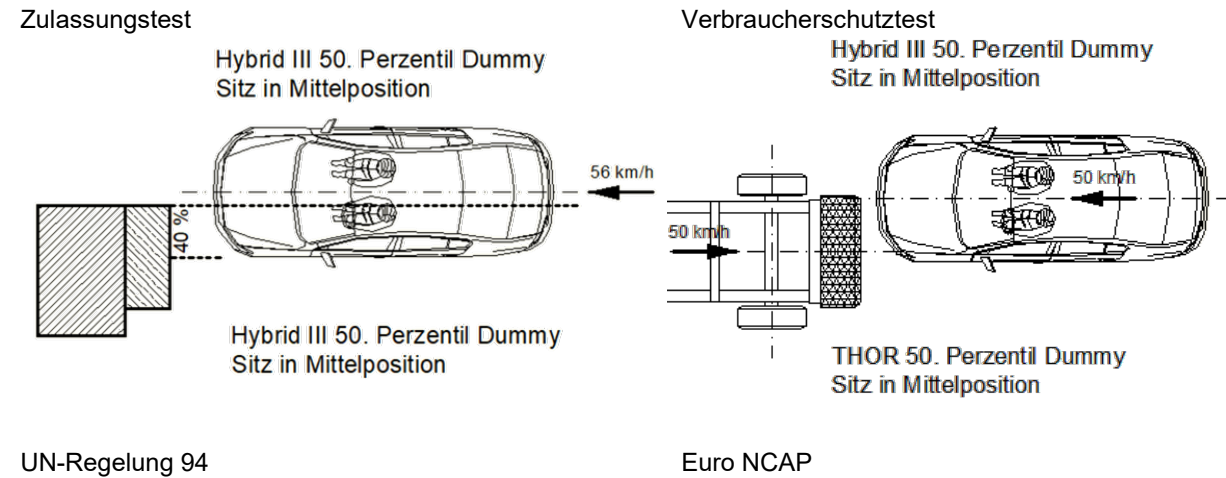


Abbildung 25: Europäische Frontalaufpralltests mit Teilüberdeckung

### 5.1.2 Frontalaufpralltest mit voller Überdeckung

Sowohl der gesetzliche Zulassungstest nach UN-Regelung 137 (UN, 2021C) als auch der Euro NCAP Test mit voller Überdeckung werden mit einer Testgeschwindigkeit von 50 km/h gegen eine starre Wand durchgeführt (Abbildung 26). Beim Zulassungstest nach UN-Regelung 137 wird auf dem Fahrerplatz ein Hybrid III 50. Perzentil-Dummy mit Sitzeinstellung in der Mittelposition eingesetzt. Auf der Beifahrerseite wird ein Hybrid III 5. Perzentil-Dummy verwendet. Der Sitz wird hierbei in einer Position zwischen der vordersten und der Mittelposition eingestellt, die vom Hersteller frei gewählt werden kann. Für den Euro NCAP Test wird auf dem Fahrerplatz ein Hybrid III 5. Perzentil-Dummy verwendet. Der Fahrersitz wird hierbei weit vorn positioniert. Auf dem Sitzplatz hinter dem Beifahrersitz wird ein weiterer Hybrid III 5. Perzentil-Dummy platziert.

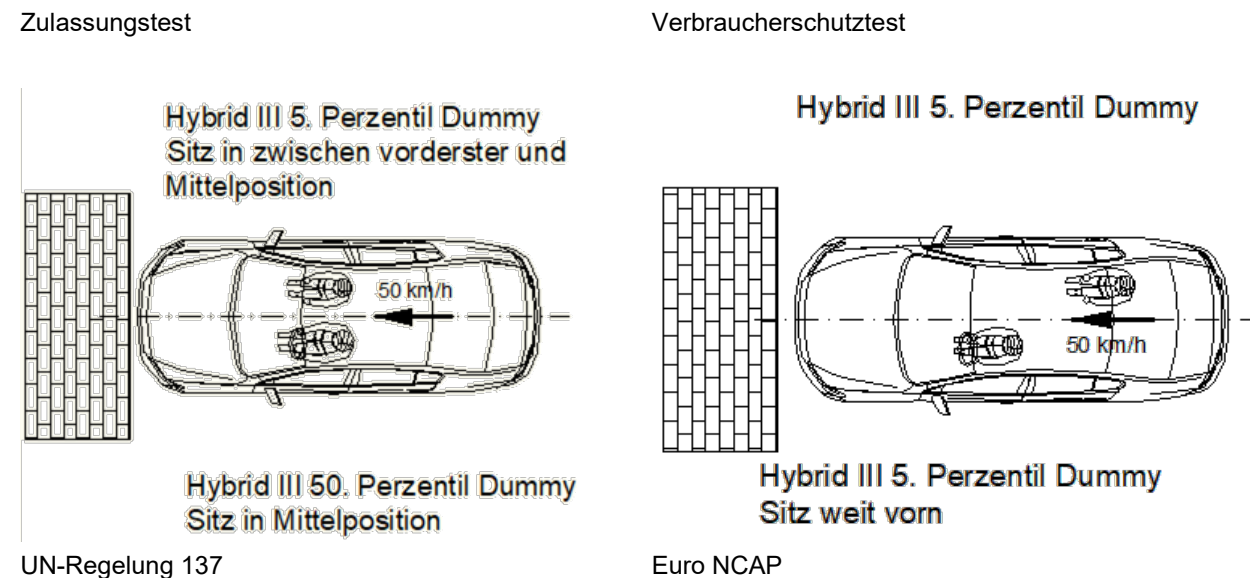
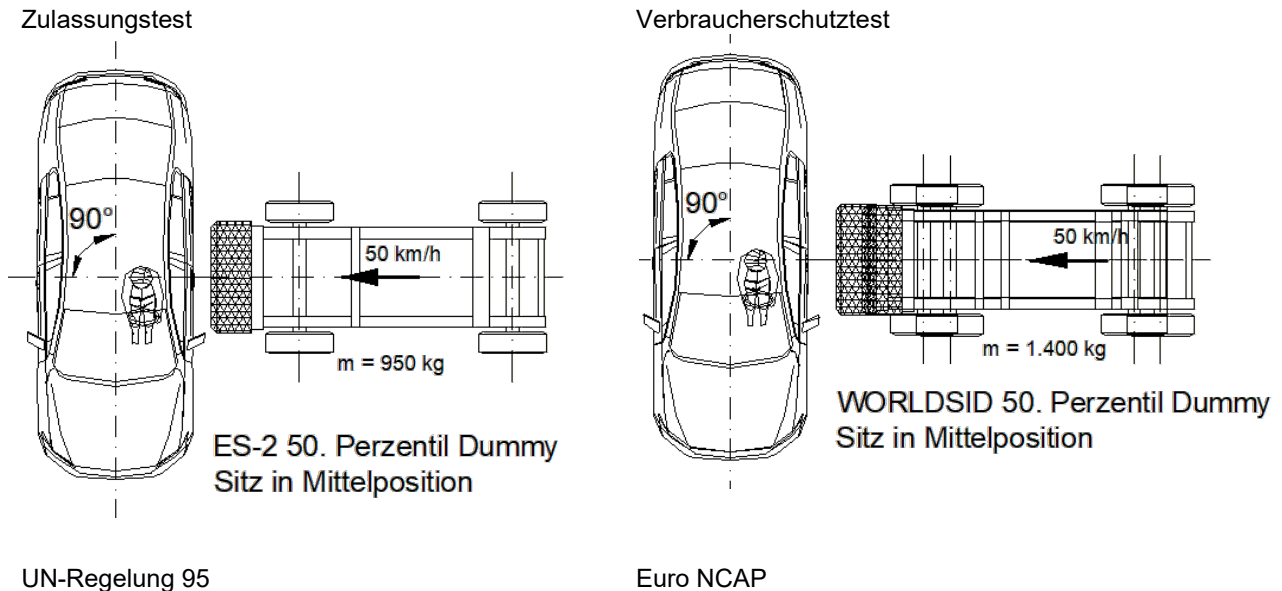


Abbildung 26: Europäische Frontalaufpralltests mit voller Überdeckung

### 5.1.3 Seitenaufpralltest mit Stoßwagen

Die europäischen Seitenaufpralltests mit Stoßwagen werden in einem Winkel von 90° zwischen den Längsachsen von Stoßwagen und Testfahrzeug und einer Aufprallgeschwindigkeit des Stoßwagens von 50 km/h gegen das

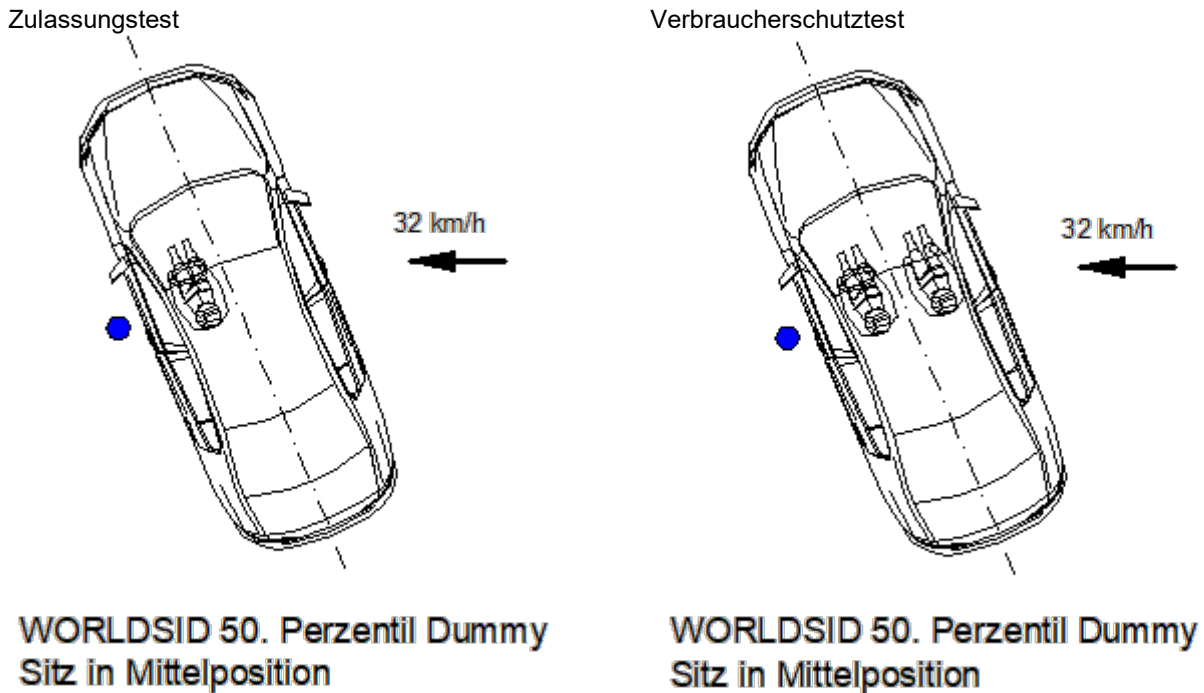
stehende Fahrzeug durchgeführt (Abbildung 27). Unterschiede zwischen dem Zulassungstest nach UN-Regelung 95 [UN, 2021B] und dem Euro NCAP Test betreffen das Gewicht des Stoßwagens und die Verwendung der Seitenaufprall-Dummys. Während beim Zulassungstest nach UN-Regelung 95 ein ES-2 50. Perzentil-Dummy zum Einsatz kommt, wird beim Verbraucherschutztest der neuere WORLDSID 50. Perzentil-Dummy verwendet. Darüber hinaus ist die Front des Stoßwagens beim Verbraucherschutztest aggressiver durch eine höhere Unterkante und eine gepfeilte Silhouette gestaltet.



**Abbildung 27:** Europäische Seitenaufpralltests mit Stoßwagen

#### 5.1.4 Seitlicher Pfahlaufpralltest

Beim seitlichen Pfahlaufpralltest werden sowohl im Zulassungstest nach UN-Regelung 135 [UN, 2021C] als auch im Euro NCAP Test das Testfahrzeug mit einer Geschwindigkeit in Höhe von 32 km/h gegen einen Pfahl auf der Fahrerseite gezogen (Abbildung 28). Während beim Zulassungstest nur der Fahrerplatz belegt ist, wird im Euro NCAP Test seit einigen Jahren zusätzlich auch ein Dummy auf der stoßabgewandten Seite eingesetzt.



UN-Regelung 135

Euro NCAP

Abbildung 28: Europäische Seitenaufpralltests gegen Pfahl

## 5.2 Vorschläge für Forderungen an zukünftige Tests zur Bewertung der Pkw-Sicherheit

Die multivariate Analyse der GIDAS-Unfalldaten hat die folgenden drei Prioritäten bei der zukünftigen Verbesserung der Fahrzeugsicherheit aufgezeigt:

- Erhöhung des Insassenschutzes für ältere Fahrzeuginsassen. Die steigenden Anteile von mäßigen und schweren Verletzungen bei höheren Altersklassen (siehe deskriptive Analyse, Kap. 3.5) und die signifikant größeren Chancen auf diese Verletzungsschweren ab einem Alter von 50 Jahren gemäß der multivariaten Datenanalyse weisen darauf hin, dass ältere Fahrzeuginsassen einem besonders hohen Risiko für mäßige und schwerere Verletzungen ausgesetzt sind.
- Verbesserung des Insassenschutzes beim Frontalaufprall auf dem Beifahrersitz. Die multivariate Datenanalyse zeigte, dass unabhängig von anderen Unfalleinflussfaktoren nur auf dem Beifahrersitz eine signifikante Erhöhung von MAIS 2+ Verletzungen bei Frauen beim Frontalaufprall erkannt wurde.
- Verbesserung der Sicherheit für Frauen bzw. kleine Menschen beim Frontalaufprall auf dem Beifahrersitz. Neben der Erkenntnis, dass Frauen auf dem Beifahrersitz eine höhere Verletzungsschwere haben, ergab eine Auswertung der Sitzstellung von verunfallten Fahrzeugen, dass im Gegensatz zum Fahrersitz, bei Frauen auf dem Beifahrersitz eine ähnliche Sitzlängseinstellung vorhanden war wie bei Männern – d.h. auf dem Beifahrersitz wird in Abhängigkeit von der Personengröße keine Längseinstellung vorgenommen, so dass gerade kleine Insassen hier oft keine optimale Position für die Wirksamkeit der Rückhaltesysteme haben.

### 5.2.1 Erhöhung des Insassenschutzes für ältere Fahrzeuginsassen

Insbesondere Brustkorbverletzungen sind bei Senioren deutlich häufiger zu beobachten als bei jüngeren Fahrzeuginsassen. Um das Risiko für diese Art von Verletzungen besser bewerten zu können, bietet es sich an, die Hybrid III Dummies durch entsprechende THOR-Dummies zu ersetzen. Außerdem erscheint die zusätzliche Einführung eines Tests mit geringer Geschwindigkeit (z.B. aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung in Höhe von 40 km/h) als bestehende Testverfahren, dafür jedoch mit höheren Anforderungen im Sinne geringer Belastungsgrenzwerte des Insassen sinnvoll, unter anderem, um eine verbesserte Adaptivität des

Rückhaltesystems an verschiedene Unfallbedingungen und Insassen zu fordern. Zwingende Voraussetzung für solch einen Test wäre die Verwendung von THOR-Dummys.

### **5.2.2 Erhöhung des Insassenschutzes auf dem Beifahrersitz**

Beim gesetzlichen Zulassungstest und beim Euro NCAP Test wurde bereits ein Testverfahren mit voller Überdeckung eingeführt, um das Insassenrückhaltesystem stärker zu fordern. Beim Euro NCAP Test wird hierfür der Beifahrersitzplatz jedoch nicht mit einem Dummy besetzt. Hier könnte beobachtet werden, ob mit den umgesetzten Maßnahmen bereits ausreichende Erfolge erzielt werden können.

### **5.2.3 Verbesserung des Insassenschutzes für Frauen bzw. kleine Menschen**

Bei den in Europa verwendeten Testverfahren, in denen der 5. Perzentil-Dummy auf dem Beifahrersitz eingesetzt wird, kann beobachtet werden, dass in den Regelwerken eine Sitzposition weit vorn (vor der Mittelposition) vorgegeben wird, siehe Kapitel 5.1. Diese Sitzposition wurde ursprünglich in den USA eingeführt (FMVSS 208), um Airbag-Interaktionen mit Insassen besser adressieren zu können. Vermutlich sorgt diese Sitzposition dafür, dass der Brustkorb hauptsächlich durch den flächig wirkenden Airbag beaufschlagt wird und der Gurt kaum zu Tragen kommt.

In der Realität wird zumindest auf dem Beifahrersitzplatz regelmäßig auch von kleineren Menschen eine Sitzeinstellung weiter hinten vorgenommen. Ein Test mit einer Sitzeinstellung weit vorn spiegelt insofern keine repräsentative Nutzung wider. Es wird vermutet, dass eine realistischere Sitzeinstellung des Beifahrersitzes (in der Mitte oder dahinter) auch für kleine Dummys zu realistischeren Anforderungen an die Rückhaltesystemauslegung führen würde. Die Ergebnisse deuten an, dass intensivere Anforderungen an den Insassenschutz auch in den Randbereichen der Körpergrößen der Bevölkerung sinnvoll wären, also der vermehrte Einsatz eines 5. Perzentil Dummys und eines 95. Perzentil Dummys. Für die Notwendigkeit der Entwicklung eines neuen Dummys, der einer durchschnittlichen Frau entspricht, liefert die vorliegende Untersuchung keine Hinweise.

## Literaturverzeichnis

- Abrams, M., Bass, C. (2020). Female vs. Male Relative Fatality Risk in Fatal Crashes. [IRC-20-13](#), IRCOBI Conference 2020.
- Abrams, M., Bass, C. (2022). Female vs. Male Relative Risk of Body System Injuries in Fatal and Non-Fatal Crashes. [IRC-22-12](#), IRCOBI Conference 2022
- AIS (2005). The Abbreviated Injury Scale-2005 Revision, Update 2008. AAAM. Des Plaines, IL, 2008
- Atwood, J., Noh, E., Craig, M. (2023) Female crash fatality risk relative to males for similar physical impacts, Traffic Injury Prevention, 24:sup1, S1-S8, [DOI: 10.1080/15389588.2023.2177845](#)
- Augenstein, J., Diggs, K., Bahouth, G., Cui, X., Higuchi, K., Hiromasa, T., St. Lawrence, S. (2011) Occupant injuries in frontal crashes by Age, Weight and BMI. [Paper Number 11-0390](#) 22<sup>nd</sup> ESV Conference, June 2011.
- Bose, D., Segui-Gomez, M., Crandall, J. (2011). Vulnerability of Female Drivers Involved in Motor Vehicle Crashes: An Analysis of US Population at Risk. American Journal of Public Health December 101, no. 12 (December 1, 2011): [pp. 2368-2373](#).
- Brumbelow, M. Jermakian, J. (2021). Injury risks and crashworthiness benefits for females and males: Which differences are physiological? Traffic Injury Prevention 2022; 23(1):11-16. [DOI: 10.1080/15389588.2021.2004312](#). Epub 2021 Dec.
- Carlsson, A. (2003). [Are Crash Test Dummies Representative of the Population?](#) Pre-Study SAFER.
- Evans, L. (2000). Female Compared with Male Fatality Risk from Similar Physical Impacts. Journal of Trauma and Acute Surgery 2001; 50:281-288, [DOI: 10.1097/00005373-200102000-00014](#).
- Forman, J., Poplin, G., Shaw, C., McMurry, T., Schmidt, K. Ach, J., Sunnevang, C. (2019). Automobile injury trends in the contemporary fleet: Belted occupants in frontal collisions, Traffic Injury Prevention, 20:6, 607-612, [DOI: 10.1080/15389588.2019.1630825](#)
- Fu, W.; Lee, J. (2022) Relationship between Vehicle Safety Ratings and Drivers' Injury Severity in the Context of Gender Disparity. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 5885. [DOI: 10.3390/ijerph19105885](#)
- Fuchs, J.; Scheidt-Nave, C.; Kuhnert, R. (2017). 12-Monats-Prävalenz von Osteoporose in Deutschland. Journal of Health Monitoring 2017 2 (3). [DOI 10.17886/RKI-GBE-2017-055](#) Robert Koch-Institut, Berlin
- Harloff, T. (2022). Erster weiblicher Crashtest-Dummy - Eva soll Autos für Frauen sicherer machen. [auto motor sport, 16.11.2022](#)
- Stucki, S., Hollowell, w., Fessabaie, O. (2002). Determination of frontal offset test conditions based on crash data, [Paper Number 98-S1-O-02](#), NHTSA, 2002, <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv16/98s1o02.pdf>
- Johannsen, H., Krettek, C., Hannawald, L., Schaser, KD. (2017). Consideration of Accident Avoidance Technology within GIDAS, 25th ESV Conference), June 2017, USA
- Johannsen, H., Müller, G. (2013) Anpassung von Kraftfahrzeugen an die Anforderungen älterer Menschen auf Basis von Unfalldaten in Schlag, B., Beckmann, K. J. (Hrsg.) "Mobilität und demografische Entwicklung", Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung Mobilität und Alter, Band 7, TÜV Media GmbH, 2013
- Johannsen, H. (2014) „FIMCAR - Frontal Impact and Compatibility Assessment Research“. - ISBN 978-3-7983-2614-9, Universitätsverlag der TU Berlin, 2014
- Joodaki, H., Gepner, B., McMurry, T., Kerrigan, J. (2019). Comparison of injuries of belted occupants among different BMI categories in frontal crashes. International Journal of Obesity (2020) 44:1319–1329. [DOI: 10.1038/s41366-019-0481-2](#)
- Kahane, C. (2013). Injury Vulnerability and Effectiveness of Occupant Protection, May 2013, Technologies for Older Occupants and Women. ([Report No. DOT HS 811 766](#)). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

- Kraftfahrtbundesamt (2024): [Bestand an Personenkraftwagen nach Segmenten und Modellreihen](#). Produktlinie: Fahrzeugzulassungen, www.kba.de, April 2024.
- Kramer, Florian (2013). Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen (Biomechanik, Simulation, Sicherheit im Entwicklungsprozess). Springer Fachmedien. Wiesbaden. 2013. [ISBN: 978-3-8348-2607-7](#)
- Linder, A., Olsen, S., Eriksson, J. et al. (2012). Influence of Gender, Height, Weight, Age, Seated Position and Collision Site related to Neck Pain Symptoms in Rear End Impacts. [IRC-12-31](#). IRCOBI Conference 2012.
- Linder, A., Svedberg, W. (2019). Review of average sized male and female occupant models in European regulatory safety assessment tests and European laws: Gaps and bridging suggestions. Accident Analysis and Prevention 127 (2019) 156-162. [DOI: 10.1016/j.aap.2019.02.030](#).
- Linder, A., Svensson, M. (2019). Road safety: the average male as a norm in vehicle occupant crash safety assessment, Interdisciplinary Science Reviews, 44:2, 140-153, [DOI: 10.1080/03080188.2019.1603870](#)
- Malczyk, A., Kröling, S., (2022). Zusammenhang von Insassen-Verletzungsschwere und -Geschlecht: Belege für ein Gender Gap? 13. VDI-Tagung, VDI-Berichte Band 2387, [ISBN: 978-3-18-092387-1](#)
- Mordaka, J.; Gentle C.R.. (2003). [Biomechanical analysis of whiplash injuries; women are not scaled down men](#). 4<sup>th</sup> European LS-DYNA User Conference 2003
- Noh, E. Y., Atwood, J. R. E., Lee, E., & Craig, M. J. (2022, August) Female crash fatality risk relative to males for similar physical impacts (Report No. DOT HS 813 358). National Highway Traffic Safety Administration. [DOI: 10.1080/15389588.2023.2177845](#)
- Nutbeam, T., Weekes, L., Heidari, S. et al. (2022). Sex-disaggregated analysis of the injury patterns, outcome data and trapped status of major trauma patients injured in motor vehicle collisions: a prespecified analysis of the UK trauma registry (TARN). BMJ Open 2022;12:e061076. [DOI:10.1136/bmjopen-2022-061076](#)
- Otte, D., Wiese, B. (2012). Injury Rates for Older and Younger Belted Drivers in Traffic Accidents. SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst. 5(1):506-516, 2012, [DOI: 10.4271/2012-01-0573](#).
- Parenteau, C., Zuby, D., Brolin, K. et al. (2013). Restrained Male and Female Occupants in Frontal Crashes: Are We Different? [IRC-13-98](#), IRCOBI Conference 2013.
- Preuk, M. (2013). Gender Safety Gap – Sicherheit wird immer großgeschrieben – aber nur für Männer. [FOCUS online. 08.03.2023](#)
- Rupp, J., Flannagan, C., Leslie, A. et al. (2013). Effects of BMI on the Risk and Frequency of AIS 3+ Injuries in Motor-Vehicle Crashes. Obesity (2013) 21, E88-E97. [DOI:10.1002/oby.20079](#)
- Schneider, L., Robbins, D., Pflüg, M., Snyder, R. (1983). Development of anthropometrically based design specifications for an advanced adult anthropomorphic dummy family. [Report UMTRI-83-53-1](#).
- Sunnenvång, C.; Hynd, D.; Carroll, J.; Dahigren, M. (2014). Comparison of the THORAX Demonstrator and HILL sensitivity to crash severity and occupant restraint variation. [IRC-14-42](#). IRCOBI Conference 2014.
- Thompson, A; Edwards, M.; Wisch, M.; Adolph, T.; Krusper, A.; Thomson, R. (2014). FIMCAR II: Accident Analysis in Johannsen, H.: FIMCAR - Frontal Impact and Compatibility Assessment Research. - [ISBN 978-3-7983-2614-9](#), Universitätsverlag der TU Berlin, 2014
- UN (2021A). [UN-Regelung Nr. 94](#) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Schutzes der Insassen bei einem Frontalaufprall [2021/1860].
- UN (2021A). [UN-Regelung Nr. 94 Revision 1](#) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Schutzes der Insassen bei einem Frontalaufprall [2021/1860].
- UN (2021B). [UN-Regelung Nr. 95](#) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des Schutzes der Insassen bei einem Seitenaufprall [2021/1861].
- UN (2021C). [UN-Regelung Nr. 137](#) — Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung von Fahrzeugen im Hinblick auf das Verhalten bei einem Frontalaufprall unter besonderer Berücksichtigung der Rückhaltesysteme [2021/1862].

Viano, David C., Parenteau, Chantal S. and Edwards, Mark L. (2008). Crash Injury Risks for Obese Occupants Using a Matched-Pair Analysis. *Traffic Injury Prevention*, 9: 1, 59 — 64, [DOI: 10.1080/15389580701737645](https://doi.org/10.1080/15389580701737645)

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der Häufigkeiten von AIS 2+ Verletzungen verschiedener Körperregionen beim Frontalaufprall. D [Thompson, 2014], USA [Hollowell 2002]	6
Abbildung 2: Verteilung der Verletzungsschwere von PKW-Insassen nach Geschlecht.	11
Abbildung 3: Anteil der AIS 2+ verletzten Körperregionen, nach Geschlecht.	12
Abbildung 4: Anteil der AIS 3+ verletzten Körperregionen nach Geschlecht.	13
Abbildung 5: Verteilung der Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs infolge Kollision (Delta-v) nach Geschlecht.	14
Abbildung 6: Anteile von Fahrzeugerstzulassung vor und ab 2006.	14
Abbildung 7: Verteilung der Fahrzeugklasse bei männlichen und weiblichen Insassen.	15
Abbildung 8: Verteilung der Unfallart bei männlichen und weiblichen Insassen.	15
Abbildung 9: Verteilung der maximalen Fahrzeugdeformation bei männlichen und weiblichen Insassen.	16
Abbildung 10: Histogramm des Leergewichts von PKW bei männlichen und weiblichen Insassen.	17
Abbildung 11: Ausprägungen der Variablen PSKZ, VDI1 und VDI2.	18
Abbildung 12: Insassenverteilung auf die Kollisionsszenarien in Abhängigkeit vom Geschlecht.	20
Abbildung 13: Anteile von MAIS 2+ verletzten Insassen bei den Kollisionsszenarien in Abhängigkeit vom Geschlecht.	20
Abbildung 14: Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen bei den Kollisionsszenarien in Abhängigkeit vom Geschlecht.	21
Abbildung 15: Verletzte Körperregionen mit Verletzungsschwere AIS 2+ in Frontalkollisionen (Szenarien 1-3) in Abhängigkeit vom Geschlecht.	21
Abbildung 16: Verletzte Körperregionen mit Verletzungsschwere AIS 3+ in Frontalkollisionen (Szenarien 1-3) in Abhängigkeit vom Geschlecht.	22
Abbildung 17: Altersverteilung von männlichen und weiblichen Insassen.	23
Abbildung 18: Anteile von MAIS 2+ verletzten Insassen in verschiedenen Altersklassen.	24
Abbildung 19: Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Altersklassen.	24
Abbildung 20: Anteile von MAIS 2+ verletzten Insassen in verschiedenen Gewichtsklassen.	25
Abbildung 21: Anteile von MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Gewichtsklassen .	26
Abbildung 22: Anteile von MAIS 2+ und MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Klassen von Körpergrößen.	27
Abbildung 23: Anteile von MAIS 2+ und MAIS 3+ verletzten Insassen in verschiedenen Klassen von BMI .	27
Abbildung 24: Prinzipieller Aufbau der Fahrzeugfrontstruktur nach [Stein, 2019] mit Angaben des prozentualen Anteils an der Fahrzeugbreite (grün: Querträger, rot: Crashbox, hellblau: vorderer Teil der Längsträger)	60
Abbildung 25: Europäische Frontalaufpralltests mit Teilüberdeckung	61
Abbildung 26: Europäische Frontalaufpralltests mit voller Überdeckung	61
Abbildung 27: Europäische Seitenaufpralltests mit Stoßwagen	62
Abbildung 28: Europäische Seitenaufpralltests gegen Pfahl	63

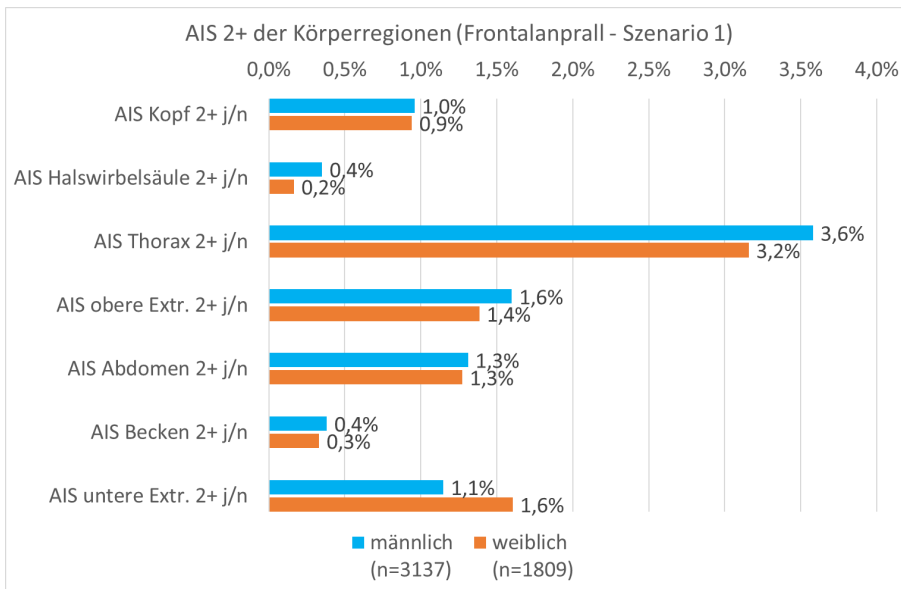
## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilung der Verletzungsschwere von PKW-Insassen mit bekannten Verletzungsinformationen in GIDAS 2000-2019.	10
Tabelle 2: Fallzahlen nach Geschlechtern und Anteil von MAIS 2+ bzw. MAIS 3+ Verletzten.	11
Tabelle 3: Perzentile vom Injury Severity Score ISS für MAIS 2+ verletzte Insassen und für MAIS 3+ verletzte Insassen, nach Geschlecht.	12
Tabelle 4: Fälle fehlender Crashkompatibilität durch Unterfahren in Abhängigkeit vom Geschlecht.	16
Tabelle 5: Inkompatible Frontal- und Seitenkollisionen in Abhängigkeit vom Geschlecht.	17
Tabelle 6: Darstellung der gebildeten Szenarien.	18
Tabelle 7: Verteilung der Geschlechter bei verschiedenen Kollisionsszenarien.	19
Tabelle 8: Sitzlängseinstellung der vorderen Sitze bei Frontalkollisionen in Abhängigkeit vom Geschlecht.	22
Tabelle 9: Häufigkeit von AIS 2+ Thoraxverletzungen bei verschiedenen Körpergrößen im Szenario 2 (Frontalanprall, Beifahrersitz) in Abhängigkeit vom Geschlecht.	23
Tabelle 10: Anteile von MAIS 2+ bei Insassen mit und ohne relevante Vorerkrankungen	28
Tabelle 11: Anteile von MAIS 3+ bei Insassen mit und ohne relevante Vorerkrankungen	28
Tabelle 12: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 2+ bei Frontalkollision	31
Tabelle 13: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 3+ bei Frontalkollision	33
Tabelle 14: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Kopfverletzungen	35
Tabelle 15: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Thoraxverletzungen	37
Tabelle 16: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten	39
Tabelle 17: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Abdomenverletzungen	40
Tabelle 18: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Beckenverletzungen	42
Tabelle 19: Univariate logistische Regression für AIS 2+ Beinverletzungen (ohne Becken)	44
Tabelle 20: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Frontalaufprall	46
Tabelle 21: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Frontalaufprall	46
Tabelle 22: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Frontalaufprall nur Fahrer	47
Tabelle 23: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Frontalaufprall nur Fahrer	48
Tabelle 24: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Frontalaufprall nur Beifahrer	49
Tabelle 25: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Frontalaufprall nur Beifahrer	49
Tabelle 26: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Seitenaufprall stoßzugewandte Seite	50
Tabelle 27: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Seitenaufprall stoßzugewandte Seite	50
Tabelle 28: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Seitenaufprall stoßabgewandte Seite	51
Tabelle 29: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 3+: Seitenaufprall stoßabgewandte Seite	51
Tabelle 30: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 2+: Heckaufprall	52
Tabelle 31: Multivariate logistische Regression für Verletzungsschwere MAIS 1+: Heckaufprall	53
Tabelle 32: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Kopfverletzungen	54
Tabelle 33: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Thoraxverletzungen	55
Tabelle 34: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Verletzungen der oberen Extremitäten	56
Tabelle 35: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Abdomenverletzungen	57
Tabelle 36: Multivariate logistische Regression für AIS 2+ Beckenverletzungen	57

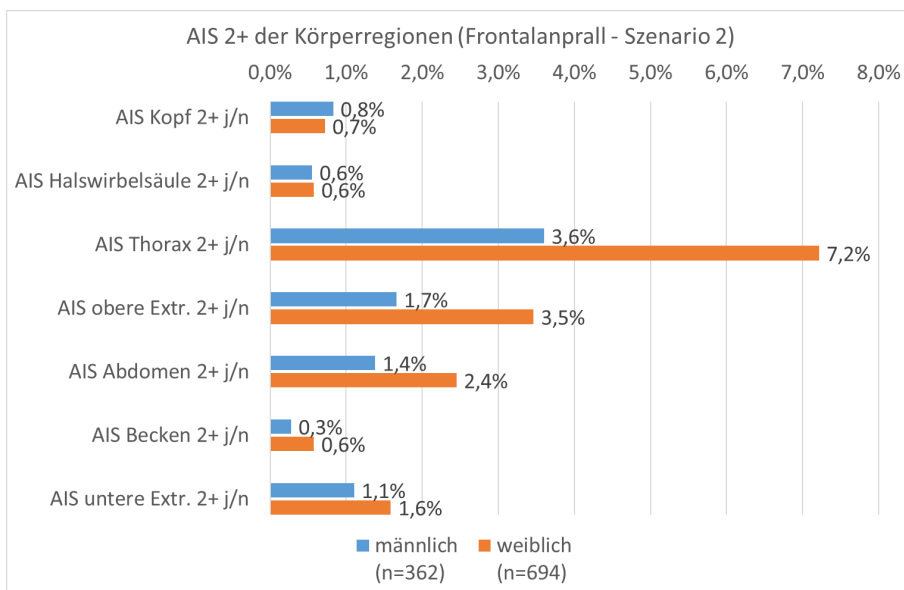


## Anlagen

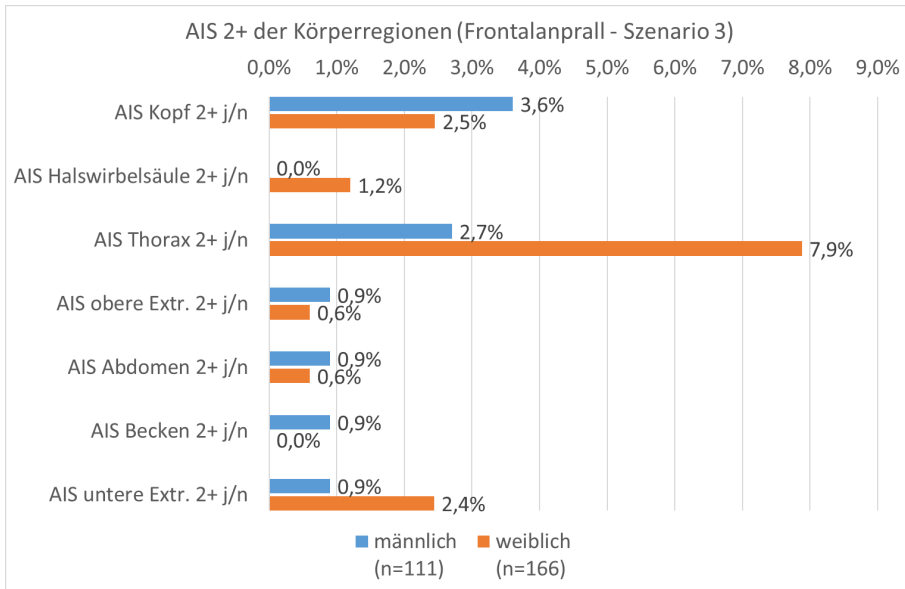
Weitere relevante Auswertungen, die im Rahmen der Unfallanalyse durchgeführt wurden, sind hier aufgeführt.



**Anlage 1:** Verletzte Körperregionen mit Verletzungsschwere AIS 2+ des Szenario 1 (Frontalanprall, Fahrersitzplatz)



**Anlage 2:** Verletzte Körperregionen mit Verletzungsschwere AIS 2+ des Szenario 2 (Frontalanprall, Beifahrersitzplatz)



**Anlage 3:** Verletzte Körperregionen mit Verletzungsschwere AIS 2+ des Szenario 3 (Frontalanprall, Rücksitz)

Szenario	Alter von Männern			Alter von Frauen		
	<b>Szenario 1</b> (Frontal Fahrer, n=3137)	<b>Szenario 2</b> (Frontal Beifahrer, n=362)	<b>Szenario 3</b> (Frontal Rücksitz, n=111)	<b>Szenario 1</b> (Frontal Fahrer, n=1809)	<b>Szenario 2</b> (Frontal Beifahrer, n=694)	<b>Szenario 3</b> (Frontal Rücksitz, n=166)
Mittelwert	<b>44,9</b>	<b>39,6</b>	<b>33,6</b>	<b>41,5</b>	<b>49,0</b>	<b>43,6</b>
Median	43	34	28	40	49	42,5
Standard- abweichung	17,7	17,9	16,4	15,9	20,1	19,0
25. Perzentil	30	24	21	28	30	27
75. Perzentil	58	51	38	52	66	57

**Anlage 4:** Altersverteilung von Männern und Frauen bei verschiedenen Szenarien beim Frontalanprall

## Anlage 5: Übersicht der ausgewerteten Literatur

Autor, Titel	Analysierte Daten	Hauptaussage	Limitationen, Lücken
Abrams, M. 2019 Female vs. Male Relative Fatality Risk in Fatal Crashes	FARS-Daten, bei tödlichen Unfällen zwischen 2010 und 2018 Gegurtete Fahrer, im Alter von 23-27 Jahren, in PKW, gegurtete Beifahrer auf dem rechten Vordersitz als Kontrollgruppe, mit gleicher Airbag- Auslösung. 21.121 Männer, 15.360 Frauen	Frauen haben ein höheres Sterberisiko bei tödlichen Unfällen als Männer	Andere Fahrzeugflotte in den USA; Fahrzeugtypen und - größen nicht berücksichtigt
Abrams, M.; Bass, C., 2022 Female vs. Male Relative Risk of Body System Injuries in Fatal and Non-Fatal Crashes	FARS-Daten verknüpft mit Daten des Centers for Disease Control National Center for Health Statistics (NCHS) zur Todesursache (Multiple Cause of Death, MCOB); Es wurden Fälle mit mindestens zwei Insassen und mindestens einem Todesopfer im Fahrzeug ausgewählt.	Junge weibliche Fahrzeuginsassen haben ein erhöhtes Risiko für tödliche und schwere Kopf- und Abdominalverletzungen	Andere Fahrzeugflotte in den USA; Wenn mehrere Verletzungen aufgeführt wurden, galt die zuerst aufgeführte Verletzung als die schwerste.
Atwood, J., 2023 Female crash fatality risk relative to males for similar physical impacts	FARS-Daten 1975-2019; 255.566 Fahrzeuge, bei denen der Fahrer und der Beifahrer (vorn rechts) 16 bis 96 Jahre alt waren; Fahrer und Beifahrer hatten den gleichen Sicherheitsgurtstatus (angeschnallt oder nicht angeschnallt) und der Fahrer und/oder der Beifahrer starben	Frauen haben ein höheres Sterberisiko als Männer. Dieser Unterschied ist bei neueren Fahrzeugen mit der Verfügbarkeit fortschrittlicher Insassenschutzsysteme geringer	Kollisionstyp nicht berücksichtigt
Augenstein, J. et al., 2011 Occupant Injuries In Frontal Crashes By Age, Weight And BMI	NASS CDS 2000-2009; Gegurtete Frontinsassen, die einem Frontalaufprall ausgesetzt waren, mit MAIS 3+ Verletzungen. 2.335 Insassen erlitten MAIS 3+ Verletzungen. Durch Wichtung auf 175.486 Insassen mit MAIS 3+ Verletzungen erweitert.	Die alternde und schwerere Bevölkerung in den USA erfordert besondere Aufmerksamkeit bei der Fahrzeugsicherheit.	Deskriptive Analyse; Signifikanz durch Wichtung fraglich.
Bose, D., Segui-Gomez, M., Crandall, J., 2011 Vulnerability of Female Drivers Involved in Motor Vehicle Crashes: An Analysis of US Population at Risk	NASS-CDS 1998-2008 n=45.445 Erwachsene Fahrer (16 Jahre oder älter); Fahrzeuge weniger als 15 Jahre alt.	Signifikant mehr schwere Verletzungen bei weiblichen Fahrern. Tödliche Unfälle nicht signifikant häufiger bei Frauen.	Auswirkungen auf Beifahrer vorne rechts und Fondpassagiere fehlen
Brumbelow, M., 2021 Injury risks and crashworthiness benefits for females and males: Which differences are physiological?	NASS CDS Fälle aus den Jahren 1998-2015, an denen ein angeschnallter Fahrer an einem Frontalanprall oder ein Insasse der vorderen Sitzreihe einem bei einem Seitenanprall (struck side) beteiligt war.	Frauen haben ein höheres Risiko für MAIS 2+ und 3+ Verletzungen bei Frontal- und Seitenaufprall. Aber: Nicht mehr signifikant, wenn man kompatible Anpralle vergleicht.	
Carlsson, A., 2003 Are Crash Test Dummies Representative of the Population?	Keine eigene Unfallanalyse	Höheres Risiko für gegurtete Frauen als Fahrer MAIS3+ Verletzungen zu erleiden. Frauen haben ein höheres Risiko für Wirbelsäulen- und Beinverletzungen Ältere Insassen haben ein höheres Risiko, schwere (MAIS 2+) und schwerste (MAIS3+) Verletzungen zu erleiden. Übergewichtige Frauen hatten ein höheres Todesrisiko als übergewichtige Männer.	Keine eigene Unfallanalyse
Evans, L., 2004 Female Compared with Male Fatality Risk from Similar Pshysical Impacts	FARS-Daten 1975-1998 245.836 Todesopfer	Das Sterberisiko von Frauen übersteigt das der Männer von der Kindheit bis zum Alter Ende 50.	Alte Studie (Unfälle von 1975-1998); Unterschiedliche Kollisionstypen; Viele ungegurtete Insassen

Forman, J., 2019 Automobile injury trends in the contemporary fleet: Belted occupants in frontal collisions	NASS-CDS (1998-2015) 31.254 gegurtete Insassen in Frontalkollisionen (10 Uhr bis 2 Uhr) Alter 13 Jahre und älter; Fahrzeuge, die weniger als 10 Jahre alt sind; 4.953 Insassen mit AIS 2+ Verletzungen	In allen untersuchten Altersgruppen weisen Frauen tendenziell häufiger AIS 2+ Verletzungen auf als Männer. Höheres Verletzungsrisiko für Frauen bereits in jungem Alter. Frauen weisen ein höheres Risiko für Verletzungen der unteren Extremitäten auf.	Nur Frontalkollisionen, Fahrzeuggröße nicht berücksichtigt.
Fu, W., 2022 Relationship between Vehicle Safety Ratings and Drivers' Injury Severity in the Context of Gender Disparity	Polizeiliche Unfalldaten aus Maryland, USA; Jahre 2015-2020; Zwei-Fahrzeug-Kollisionen in Maryland. 9041 Datensätze von Fahrern mit Frontalaufprall und 763 Datensätze von Fahrern mit Seitenaufprall.	Hauptaussage schwer zu deuten.	kein Gurtstatus; nur amtliche (USA) Verletzungsschwere
Hu, J., 2019 Frontal crash simulations using parametric human models representing a diverse population	Simulation mit FE-Menschenmodellen (n=103) US-NCAP-Frontalcrash-Simulation	Größe, Gewicht, Alter, Geschlecht haben Einfluss auf das Verletzungsrisiko.	keine Analyse von Unfalldaten
Joodaki, H. et al., 2020 Comparison of injuries of belted occupants among different BMI categories in frontal crashes	NASS-CDS (2000-2015) 13.470 Fälle von Frontalunfällen mit einer Hauptkraftrichtung von -30° bis 30°. Die verwendeten Daten beschränken sich auf Fälle, bei denen der Gurt verwendet wurde und der Airbag verfügbar war und ausgelöst wurde. Die Stichproben der Datenbank wurden gewichtet, damit sie repräsentativ für die nationale Bevölkerung sind.	Übergewichtige Insassen haben bei Frontalunfällen ein höheres Risiko für AIS 2+ Verletzungen an Thorax, Wirbelsäule, oberen und unteren Extremitäten	
Kahane, C., 2013 Injury Vulnerability and Effectiveness of Occupant Protection Technologies for Older Occupants and Women	FARS 1975-2010 - tödliche Verletzungen FARS-MCOD - tödliche Verletzungen NASS-CDS 1988-2010 - nicht-tödliche Verletzungen (MAIS/AIS)	Höheres Risiko getötet zu werden für ältere und weibliche Insassen	
Linder, A., 2012 Influence of Gender, Height, Weight, Age, Seated Position and Collision Site related to Neck Pain Symptoms in Rear End Impacts	Daten nur von einer schwedischen Fahrzeugmarke. Versicherungsdaten von allen Auffahrunfällen von Fahrzeugen der Modelljahre 1993 - 2007, die zum Zeitpunkt des Aufpralls höchstens drei Jahre alt waren. Den Eigentümern wurde ein Fragebogen zugesandt. 1.142 Fälle von Auffahrunfällen mit 1.345 Personen	Keine Unterschiede zwischen Frauen und Männern bei Auffahrunfällen.	nur eine Marke, neuere Fahrzeuge
Linder, A. Svedberg, W., 2019 Review of average sized male and female occupant models in European regulatory safety assessment tests and European laws: Gaps and bridging suggestions	k.A.	Frauen werden in EU-Verordnungen nicht berücksichtigt	keine Unfallanalyse
Linder, A. Svensson, W., 2019 Road safety: the average male as a norm in vehicle occupant crash safety assessment	Nur Wiederholung von BOSE et al. 2011	Obwohl die Verletzungsstatistiken zeigen, dass der Schutz im Falle eines Unfalls für Frauen und Männer nicht gleich ist, repräsentiert der Durchschnittsmann die erwachsene Bevölkerung bei der Bewertung der Fahrzeugsicherheit	Nur Wiederholung von BOSE et al. 2011

<p>Malczyk, A., Kröling, S., 2022</p> <p>Zusammenhang von Insassen-Verletzungsschwere und -Geschlecht: Belege für ein Gender Gap?</p>	<p>1. DESTATIS: Jahre 1999 und 2019</p> <p>2. Unfalldatenbank der Versicherer (UDB) - mind. 15.000 EURO Schaden und Personen- und Sachschaden</p> <p>Pkw gegen PKW</p> <p>Pkw ab Bj 1991 und mind. 700kg</p> <p>Insassen mindestens 18 Jahre</p>	<p>DESTATIS: Anteil von schwerverletzten Frauen unter allen Verunglückten Frauen ist geringer als bei den Männern</p> <p>UDB: Beifahrer höheres Verletzungsrisiko als Fahrer;</p> <p>Ältere Insassen haben höheres Verletzungsrisiko als Jüngere;</p> <p>Insassen von älteren Fahrzeugen haben ein höheres Verletzungsrisiko als Insassen von neueren Fahrzeugen.</p>	<p>Keine ausreichenden Angaben zu Größe und Gewicht; UDB: geringe Fallzahlen</p>
<p>Noh, E.Y., 2022</p> <p>Female Crash Fatality Risk Relative to Males for Similar Physical Impacts</p>	<p>Vergleich von zwei Paaren.</p> <p>FARS-Crash-Jahre 1975-2019 und Fahrzeug-MYs 1960-2020,</p> <p>Personenfahrzeuge (Pkw oder LTV) mit einem Fahrer und einem Beifahrer auf der rechten Seite, mindestens einer dieser beiden Insassen starb,</p> <p>jedes ausgewählte Fahrzeug musste den gleichen Anschnallstatus für den Fahrer und den Beifahrer haben (d. h. beide benutzen oder nicht benutzen), sowie die gleiche Verfügbarkeit von Airbags für den Fahrer und den Beifahrer.</p>	<p>Risiko von Frauen getötet zu werden im Vergleich zu Männern sinkt mit modernen Autos und modernen Schutzsystemen</p> <p>Das Sterberisiko von Frauen im Vergleich zu Männern ist im Allgemeinen bei jüngeren Insassen höher</p>	
<p>Nutbeam, T., 2022</p> <p>Sex-disaggregated analysis of the injury patterns, outcome data and trapped status of major trauma patients injured in motor vehicle collisions: a prespecified analysis of the UK trauma registry (TARN)</p>	<p>TARN - Krankenhausdaten, Vereinigtes Königreich</p> <p>70.027 Traumapatienten über einen Zeitraum von 8 Jahren</p>	<p>Frauen waren häufiger im Fahrzeug "eingeklemmt".</p> <p>Von den Patienten, die eingeklemmt waren, hatten weibliche Patienten einen besseren Outcome</p>	<p>keine Unfalldaten</p>
<p>Otte, D., Wiese, B., 2012</p> <p>Injury Rates for Older and Younger Belted Drivers in Traffic Accidents</p>	<p>GIDAS 1999-2009</p> <p>n=4.837 gegurtete Fahrer</p>	<p>Ältere Fahrer werden bei Unfällen häufiger verletzt und erleiden schwerere Verletzungen als jüngere Fahrer.</p> <p>Körpergröße und BMI hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Schwere der Verletzungen oder das Auftreten von Verletzungen beim Fahrer.</p>	<p>Airbag-Auslösung nicht berücksichtigt</p>
<p>Parenteau, C. et al., 2013</p> <p>Restrained Male and Female Occupants in Frontal Crashes: Are We Different?</p>	<p>NASS-CDS 1997-2011</p> <p>Pkw, Modelljahr ab 1997</p> <p>Gegurtete Frontinsassen bei Frontalaufprall.</p> <p>300.000 männliche und weibliche Personen pro Jahr.</p>	<p>Risiko von MAIS3+ Verletzungen bei Frauen höher als bei Männern</p>	<p>nur Frontalunfälle, Fahrzeuggröße nicht berücksichtigt</p>
<p>Rupp, J., 2013</p> <p>Effects of BMI on the Risk and Frequency of AIS 3+ Injuries in Motor-Vehicle Crashes</p>	<p>Kombinierter NASS-CDS/pseudogewichteter CIREN-Datensatz 1998-2008</p> <p>36.290 Insassen (ungewichtet)</p>	<p>Ein höherer BMI wurde mit einem Anstieg des Risikos von AIS 3+ Verletzungen der unteren Extremitäten bei Frontalkollisionen in Verbindung gebracht, jedoch auch mit einem Rückgang des Risikos von Verletzungen der unteren Extremitäten bei Seitenkollisionen.</p> <p>Der Anstieg des Risikos mit höherem BMI ist bei Frontalkollisionen größer und gilt für Männer mehr als für Frauen.</p>	<p>Die Zahlen beziehen sich auf männliche Fahrer, die 35 Jahre alt sind und in Unfälle mit einem Delta-V von 53 km/h für Frontalkoll. und 27 km/h Seitenkollisionen.</p>
<p>Viano, D., Parenteau, C., Edwards, M., 2008</p> <p>Crash Injury Risks for Obese Occupants Using a Matched-Pair Analysis</p>	<p>NASS-CDS 1993-2004</p> <p>Übergewichtige Fahrer (BMI <math>\geq 30 \text{ kg/m}^2</math>): n=295.376;</p> <p>Nicht übergewichtige Fahrer (BMI <math>18,5\text{-}25 \text{ kg/m}^2</math>): n=1.451.289</p>	<p>Fettleibige Insassen haben ein höheres Sterberisiko und ein höheres Risiko für MAIS 3+ Verletzungen</p>	<p>kein Vergleich von Unfallmerkmalen, z. B. Anschnallverhalten</p>

**Anlage 6: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 2+ bei Seitenaufprall stoßzugewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Effektkategorie</b> <i>Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</i>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 24/547 (4,4%)	weiblich 23/477 (4,8%)	1,10 [0,61; 1,99]	0,741
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 34/906 (3,8%)	> 50 Jahre 13/127 (10,2%)	2,92 [1,45; 5,58]	0,002
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 6/168 (3,6%)	über 167 cm bis 173 cm 9/204 (4,4%)	1,25 [0,44; 3,79]	0,682
	-	180 cm und größer 8/194 (4,1%)	1,16 [0,40; 3,59]	0,786
	-	167 cm und kleiner 12/205 (5,9%)	1,68 [0,64; 4,91]	0,311
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 9/199 (4,5%)	über 60 kg bis 73 kg 9/213 (4,2%)	0,93 [0,36; 2,43]	0,883
	-	85 kg und mehr 9/225 (4,0%)	0,88 [0,34; 2,30]	0,790
	-	60 kg und weniger 11/213 (5,2%)	1,15 [0,47; 2,91]	0,762
BMI dichotom	≤ 30 29/642 (4,5%)	> 30 5/105 (4,8%)	1,06 [0,35; 2,57]	0,911
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 19/768 (2,5%)	> 17 cm 24/210 (11,4%)	5,09 [2,74; 9,59]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,11 [1,08; 1,13]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 23/536 (4,3%)	> 2005 24/493 (4,9%)	1,14 [0,63; 2,06]	0,658
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 34/564 (6,0%)	> 1378,5 kg 11/445 (2,5%)	0,40 [0,19; 0,76]	0,008
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 27/498 (5,4%)	> 1440 kg 15/439 (3,4%)	0,62 [0,32; 1,16]	0,142
inkompatible Seitenkollision	Nein 40/985 (4,1%)	Ja 7/48 (14,6%)	4,03 [1,58; 9,06]	0,002
Unfallgegner	PKW 34/923 (3,7%)	Nutzfahrzeug 4/65 (6,2%)	1,71 [0,50; 4,48]	0,322
	-	Objekt 9/45 (20,0%)	6,54 [2,77; 14,18]	< 0,001
Sitzposition	Fahrersitzplatz 39/846 (4,6%)	Beifahrersitzplatz 5/147 (3,4%)	0,73 [0,25; 1,72]	0,513
	-	Rücksitz 3/40 (7,5%)	1,68 [0,39; 4,91]	0,406

**Anlage 7: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 3+ bei Seitenaufprall stoßzugewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 7/547 (1,3%)	weiblich 8/477 (1,7%)	1,32 [0,47; 3,78]	0,599
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 10/906 (1,1%)	> 50 Jahre 5/127 (3,9%)	3,67 [1,13; 10,52]	0,019
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 3/168 (1,8%)	über 167 cm bis 173 cm 1/204 (0,5%)	0,27 [0,01; 2,14]	0,260
	-	180 cm und größer 2/194 (1,0%)	0,57 [0,07; 3,50]	0,544
	-	167 cm und kleiner 3/205 (1,5%)	0,82 [0,15; 4,46]	0,806
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 2/199 (1,0%)	über 60 kg bis 73 kg 2/213 (0,9%)	0,93 [0,11; 7,84]	0,946
	-	85 kg und mehr 2/225 (0,9%)	0,88 [0,11; 7,42]	0,902
	-	60 kg und weniger 4/213 (1,9%)	1,89 [0,36; 13,71]	0,467
BMI dichotom	≤ 30 8/642 (1,2%)	> 30 1/105 (1,0%)	0,76 [0,04; 4,21]	0,799
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 3/768 (0,4%)	> 17 cm 8/210 (3,8%)	10,10 [2,89; 46,42]	0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,14 [1,10; 1,20]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 7/536 (1,3%)	> 2005 8/493 (1,6%)	1,25 [0,44; 3,58]	0,673
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 11/564 (2,0%)	> 1378,5 kg 3/445 (0,7%)	0,34 [0,08; 1,10]	0,100
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 7/498 (1,4%)	> 1440 kg 5/439 (1,1%)	0,81 [0,24; 2,55]	0,718
inkompatible Seitenkollision	Nein 12/985 (1,2%)	Ja 3/48 (6,2%)	5,41 [1,20; 17,75]	0,011
Unfallgegner	PKW 8/923 (0,9%)	Nutzfahrzeug 3/65 (4,6%)	5,53 [1,19; 19,67]	0,013
	-	Objekt 4/45 (8,9%)	11,16 [2,88; 36,98]	< 0,001
Sitzposition	Fahrersitzplatz 12/846 (1,4%)	Beifahrersitzplatz 3/147 (2,0%)	1,45 [0,33; 4,63]	0,570
	-	Rücksitz 0/40 (0,0%)	0 [NA; NA]*	0,989

\*NA = Not applicable. Ein Odds Ratio von „0“ resultiert daraus, dass in der Effektkategorie keine Ereignisse mit MAIS3+ stattgefunden haben.

**Anlage 8: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 2+ bei Seitenaufprall stoßabgewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 13/432 (3,0%)	weiblich 19/342 (5,6%)	1,90 [0,93; 3,98]	0,082
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 19/661 (2,9%)	> 50 Jahre 13/119 (10,9%)	4,14 [1,95; 8,58]	< 0,001
Körpergröße kategoriell	über 173 cm bis unter 180 cm 2/92 (2,2%)	über 167 cm bis 173 cm 5/104 (4,8%)	2,27 [0,48; 16,14]	0,334
	-	180 cm und größer 5/166 (3,0%)	1,40 [0,29; 9,90]	0,693
	-	167 cm und kleiner 10/167 (6,0%)	2,87 [0,74; 18,92]	0,180
Körpergewicht kategoriell	über 73 kg bis unter 85 kg 2/121 (1,7%)	über 60 kg bis 73 kg 6/114 (5,3%)	3,31 [0,74; 22,89]	0,148
	-	85 kg und mehr 10/185 (5,4%)	3,40 [0,88; 22,38]	0,118
	-	60 kg und weniger 6/191 (3,1%)	1,93 [0,44; 13,32]	0,425
BMI dichotom	≤ 30 14/428 (3,3%)	> 30 8/81 (9,9%)	3,24 [1,26; 7,85]	0,011
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 11/577 (1,9%)	> 17 cm 21/161 (13%)	7,72 [3,71; 16,95]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,14 [1,10; 1,18]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 15/420 (3,6%)	> 2005 17/358 (4,7%)	1,35 [0,66; 2,77]	0,411
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 18/409 (4,4%)	> 1378,5 kg 11/349 (3,2%)	0,71 [0,32; 1,50]	0,374
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 19/358 (5,3%)	> 1440 kg 10/354 (2,8%)	0,52 [0,23; 1,11]	0,099
Unfallgegner	PKW 21/702 (3,0%)	Nutzfahrzeug 3/39 (7,7%)	2,70 [0,62; 8,31]	0,121
	-	Objekt 8/39 (20,5%)	8,37 [3,27; 19,81]	< 0,001
Sitzposition	Fahrsitzplatz 17/528 (3,2%)	Beifahrersitzplatz 13/213 (6,1%)	1,95 [0,91; 4,08]	0,076
	-	Rücksitz 2/39 (5,1%)	1,62 [0,25; 5,96]	0,527

**Anlage 9: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 3+ bei Seitenaufprall stoßabgewandte Seite**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 5/432 (1,2%)	weiblich 4/342 (1,2%)	1,01 [0,25; 3,85]	0,987
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 5/661 (0,8%)	> 50 Jahre 4/119 (3,4%)	4,56 [1,12; 17,49]	0,025
Körpergröße kategorisch	über 173 cm bis unter 180 cm 0/92 (0,0%)	über 167 cm bis 173 cm 2/104 (1,9%)	NA [0; NA]*	0,993
	-	180 cm und größer 2/166 (1,2%)	NA [0; NA]*	0,993
	-	167 cm und kleiner 1/167 (0,6%)	NA [0; NA]*	0,993
Körpergewicht kategorisch	über 73 kg bis unter 85 kg 0/121 (0,0%)	über 60 kg bis 73 kg 2/114 (1,8%)	NA [0; NA]*	0,995
	-	85 kg und mehr 3/185 (1,6%)	NA [0; NA]*	0,995
	-	60 kg und weniger 0/191 (0,0%)	1 [0; NA]*	1,000
BMI dichotom	≤ 30 4/428 (0,9%)	> 30 1/81 (1,2%)	1,32 [0,07; 9,10]	0,802
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 1/577 (0,2%)	> 17 cm 8/161 (5,0%)	30,12 [5,47; 560,88]	0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,22 [1,14; 1,33]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 3/420 (0,7%)	> 2005 6/358 (1,7%)	2,37 [0,62; 11,29]	0,225
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 4/409 (1,0%)	> 1378,5 kg 3/349 (0,9%)	0,88 [0,17; 4,01]	0,865
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 5/358 (1,4%)	> 1440 kg 3/354 (0,8%)	0,60 [0,12; 2,48]	0,491
Unfallgegner	PKW 5/702 (0,7%)	Nutzfahrzeug 1/39 (2,6%)	3,67 [0,19; 23,5]	0,241
	-	Objekt 3/39 (7,7%)	11,62 [2,31; 49,25]	0,001
Sitzposition	Fahrersitzplatz 5/528 (0,9%)	Beifahrersitzplatz 4/213 (1,9%)	2,00 [0,49; 7,64]	0,304
	-	Rücksitz 0/39 (0,0%)	0 [NA; NA]*	0,993

\*NA = Not applicable.

**Anlage 10: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 2+ bei Heckaufprall**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 8/1687 (0,5%)	weiblich 9/1495 (0,6%)	1,27 [0,48; 3,39]	0,622
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 16/3010 (0,5%)	> 50 Jahre 1/209 (0,5%)	0,90 [0,05; 4,44]	0,918
Körpergröße kategoriiell	über 173 cm bis unter 180 cm 4/436 (0,9%)	über 167 cm bis 173 cm 5/553 (0,9%)	0,99 [0,26; 4,00]	0,983
	-	180 cm und größer 3/635 (0,5%)	0,51 [0,10; 2,34]	0,383
	-	167 cm und kleiner 3/552 (0,5%)	0,59 [0,12; 2,69]	0,491
Körpergewicht kategoriiell	über 73 kg bis unter 85 kg 1/568 (0,2%)	über 60 kg bis 73 kg 4/522 (0,8%)	4,38 [0,65; 85,80]	0,187
	-	85 kg und mehr 7/665 (1,1%)	6,03 [1,07; 112,92]	0,093
	-	60 kg und weniger 2/685 (0,3%)	1,66 [0,16; 35,78]	0,679
BMI dichotom	≤ 30 10/1788 (0,6%)	> 30 4/317 (1,3%)	2,27 [0,62; 6,84]	0,168
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 12/2584 (0,5%)	> 17 cm 5/301 (1,7%)	3,62 [1,15; 9,83]	0,016
Delta-v in km/h	-	-	1,08 [1,04; 1,13]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 9/1575 (0,6%)	> 2005 8/1633 (0,5%)	0,86 [0,32; 2,25]	0,751
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 11/1550 (0,7%)	> 1378,5 kg 6/1551 (0,4%)	0,54 [0,19; 1,43]	0,231
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 8/1345 (0,6%)	> 1440 kg 7/1494 (0,5%)	0,79 [0,28; 2,20]	0,644
Unfallgegner	PKW 17/3085 (0,6%)	Nutzfahrzeug 0/116 (0,0%)	0 [NA; NA]*	0,989
	-	Objekt 0/18 (0,0%)	0 [NA; NA]*	0,995
Sitzposition	Fahrersitzplatz 11/2284 (0,5%)	Beifahrersitzplatz 5/716 (0,7%)	1,45 [0,46; 4,01]	0,490
	-	Rücksitz 1/213 (0,5%)	0,97 [0,05; 5,05]	0,980

\*NA = Not applicable. Ein Odds Ratio von „0“ resultiert daraus, dass in der Effektkategorie keine Ereignisse mit MAIS2+ stattgefunden haben.

**Anlage 11: Univariate logistische Regression für die Verletzungsschwere MAIS 1+ bei Heckaufprall**

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Referenzkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Effektkategorie Häufigkeit der Verletzungsschwere (Prozent)</b>	<b>Odds Ratio mit Konfidenzintervall</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht	männlich 831/1687 (49,3%)	weiblich 1008/1495 (67,4%)	2,13 [1,85; 2,46]	< 0,001
Alter dichotom	≤ 50 Jahre 1772/3010 (58,9%)	> 50 Jahre 93/209 (44,5%)	0,56 [0,42; 0,74]	< 0,001
Körpergröße kategoriiell	über 173 cm bis unter 180 cm 243/436 (55,7%)	über 167 cm bis 173 cm 357/553 (64,6%)	1,45 [1,12; 1,87]	0,005
	-	180 cm und größer 361/635 (56,9%)	1,05 [0,82; 1,34]	0,717
	-	167 cm und kleiner 396/552 (71,7%)	2,02 [1,55; 2,63]	< 0,001
Körpergewicht kategoriiell	über 73 kg bis unter 85 kg 323/568 (56,9%)	über 60 kg bis 73 kg 343/522 (65,7%)	1,45 [1,14; 1,86]	0,003
	-	85 kg und mehr 393/665 (59,1%)	1,10 [0,87; 1,38]	0,429
	-	60 kg und weniger 428/685 (62,5%)	1,26 [1,01; 1,59]	0,044
BMI dichotom	≤ 30 1116/1788 (62,4%)	> 30 201/317 (63,4%)	1,04 [0,82; 1,34]	0,737
Max. Deformation dichotom	≤ 17 cm 1441/2584 (55,8%)	> 17 cm 229/301 (76,1%)	2,52 [1,92; 3,34]	< 0,001
Delta-v in km/h	-	-	1,06 [1,05; 1,07]	< 0,001
Baujahr dichotom	≤ 2005 938/1575 (59,6%)	> 2005 921/1633 (56,4%)	0,88 [0,76; 1,01]	0,070
Leergewicht dichotom	≤ 1378,5 kg 995/1550 (64,2%)	> 1378,5 kg 799/1551 (51,5%)	0,59 [0,51; 0,68]	< 0,001
Crashgewicht dichotom	≤ 1440 kg 898/1345 (66,8%)	> 1440 kg 756/1494 (50,6%)	0,51 [0,44; 0,59]	< 0,001
Unfallgegner	PKW 1762/3085 (57,1%)	Nutzfahrzeug 94/116 (81,0%)	3,21 [2,05; 5,26]	< 0,001
	-	Objekt 9/18 (50,0%)	0,75 [0,29; 1,93]	0,544
Sitzposition	Fahrersitzplatz 1278/2284 (56,0%)	Beifahrersitzplatz 456/716 (63,7%)	1,38 [1,16; 1,64]	< 0,001
	-	Rücksitz 127/213 (59,6%)	1,16 [0,87; 1,55]	0,302



---

**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.**  
Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin  
Tel. 030 2020-5000, Fax 030 2020-6000  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [berlin@gdv.de](mailto:berlin@gdv.de)