

# Verletzungsrisiko von Insassen bei Pkw-Unfällen - wer ist besonders gefährdet?

Kirstin Zeidler

Leiterin Unfallforschung der Versicherer im GDV

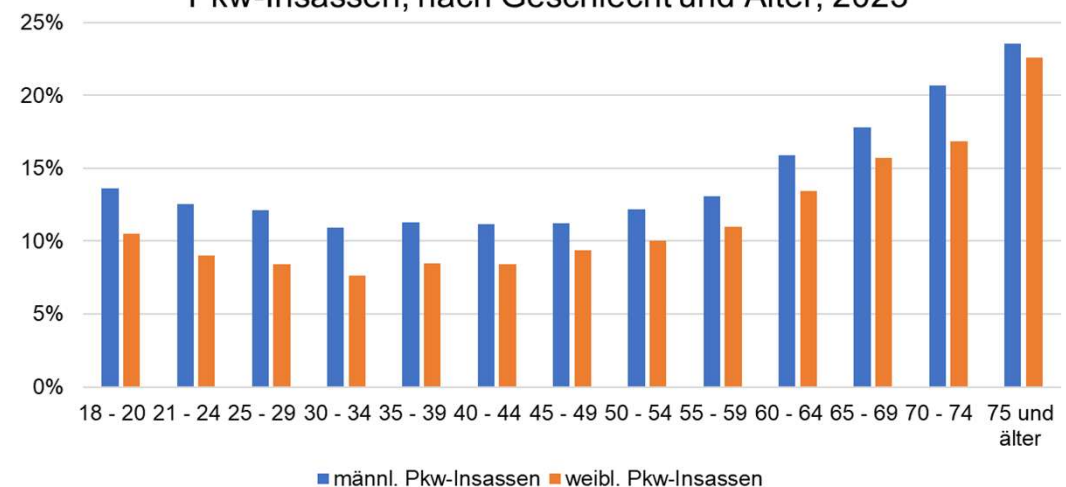
# Ziel & Fragestellungen

**Wann sind Insassen besonders gefährdet?**

**Welchen Einfluss auf die Verletzungsschwere haben Alter, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht sowie Fahrzeuggröße und Sitzplatz?**

**Werden Einflussfaktoren mitunter fälschlicherweise dem Geschlecht zugeschrieben?**

Anteil Getöteter und Schwerverletzter unter allen verletzten Pkw-Insassen, nach Geschlecht und Alter, 2023



Quelle: Destatis, Fachserie 8/Reihe 7, 2024

# Vorgehen

## **GIDAS-Unfalldaten mit größtmöglicher Detailinformation**

repräsentativer Ausschnitt des deutschen Verkehrsunfallgeschehens

## **Analyse Unfalldaten**

Insassen- und Unfallmerkmale sowie Anprallszenarien festlegen

- **Deskriptive Statistik** (beschreibend)  
„Lagebild“, jedoch keine Erkenntnisse über Einfluss einzelner Merkmale, deshalb:
- **Analytische Statistik** (multivariat)  
Einfluss einzelner Merkmale auf Verletzungsschwere mittels mathematisch-statistischem Modell ermittelt

## **Kernerkenntnisse und Schlussfolgerung**

Entscheidende Merkmale identifiziert, welche die Verletzungsschwere beeinflussen  
Maßnahmen für besseren Insassenschutz im Pkw abgeleitet

# Unfalldaten

## **GIDAS-Unfalldaten** (German In-Depth Accident Study)

- stichprobenartig Unfälle mit Personenschäden Regionen Hannover und Dresden, große Detailinformation

Randbedingungen Datenauswahl:

- Pkw-Insassen\*  $\geq 18$  Jahre, gurtgesichert (n = rd. 12.000)
- Kollisionen zwischen Pkw und Pkw, gegen Nutzfahrzeug oder Objekt (Baum, Mast, ...)
- Pkw mit Baujahr ab ca. 2003 (Inkrafttreten aktueller EU-Regelung ECE-R94 für Frontalanprall)
- Analyse Verletzungsdaten Fahrende, Beifahrende, Mitfahrende auf Rücksitz
- mäßig schwer bis kritisch Verletzte (MAIS2+, n = rd. 550); = knapp 9 Prozent aller verletzten Pkw-Insassen

**2023 bundesweit ca. 15.000 mäßig schwer bis kritisch verletzte Pkw-Insassen** (geschätzt)

\* Kinder anders gesichert als Erwachsene und finden sich nicht auf dem Fahrersitz

# Verletzungsschwere nach AIS und MAIS

AIS = verbreiteter Wert zur Beschreibung der Verletzungsschwere

Verletzungsschwere nach Grad der Lebensbedrohung, z.B.

|                                      |                                                                       |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| AIS1 (geringfügig):                  | Abschürfung, Fraktur Finger, Distorsion Halswirbelsäule               |
| AIS2 (mäßig):                        | Verlust des Auges, Schienbeinfraktur, Milz- od. Leberprellung         |
| AIS3 (schwer):                       | Schädelbasisfraktur, Oberschenkelfraktur, Fraktur $\geq 3$ Rippen     |
| AIS4 (lebensgefährlich):             | offene Schädel-Hirn-Verletzung, komplett instabile Beckenringfraktur  |
| AIS5 (kritisch, Überleben unsicher): | Hirnstammverletzung                                                   |
| AIS6 (nicht überlebbbar):            | Leberabriss, Rückenmarkverletzung $\geq$ Höhe des dritten Halswirbels |

Bei Mehrfachverletzungen beschreibt MAIS (Maximaler AIS) die schwerste Einzelverletzung (MAIS1, MAIS2, ..., MAIS6).

**MAIS2+ = MAIS2 oder schwerer** (MAIS2 oder MAIS3 oder MAIS4 ... oder MAIS6) = **mäßig bis kritisch**

# Analyse Unfalldaten

## Insassen- und Unfallmerkmale in GIDAS

### Insassenmerkmale

- Geschlecht
  - Alter
  - Körpergröße
  - Gewicht
  - Sitzposition (Fahrer-, Beifahrer-, Rücksitz)
  - Verletzungsschwere (AIS je Körperregion, oder Gesamtverletzungsschwere MAIS)
- 

### Fahrzeug- und Unfallmerkmale

- Leergewicht
  - Anprallart (Frontal-, Seiten-, Heckanprall)
  - Anprallschwere\* („aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung“)
  - Kollisionsgegner
  - Kompatibilität der Kollisionsgegner
- 

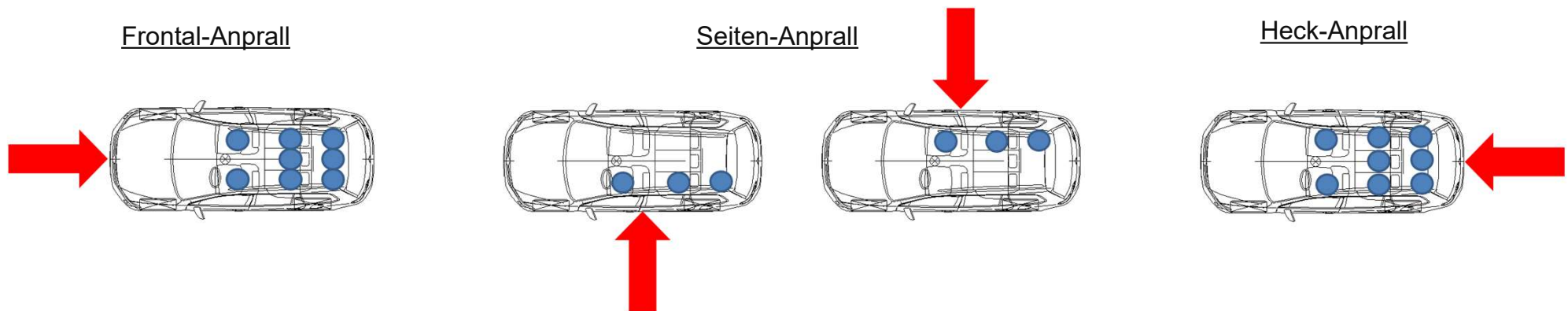
\*Anprallschwere wird durch die Kollisionsgeschwindigkeiten der Unfallgegner als auch durch ihre Massen/Gewichte bestimmt

# Analyse Unfalldaten

## Anprallszenarien

Unterteilung Unfalldaten in Anprallszenarien und Sitzplatz, denn:

- je nach Anprallrichtung unterschiedliche Verletzungsmechanismen
- abhängig von Anprallrichtung verschiedene Schutzeinrichtungen wirksam (z. B. Seitenaufprall: seitliche Stoßbelastung mit Türeindringung; Seitenairbag u. Türpolsterung)
- abhängig von Sitzplatz verschiedene Schutzeinrichtungen verfügbar (z. B. Rücksitze ohne Frontairbag, Beifahrersitz ohne Lenkrad und Pedalerie)

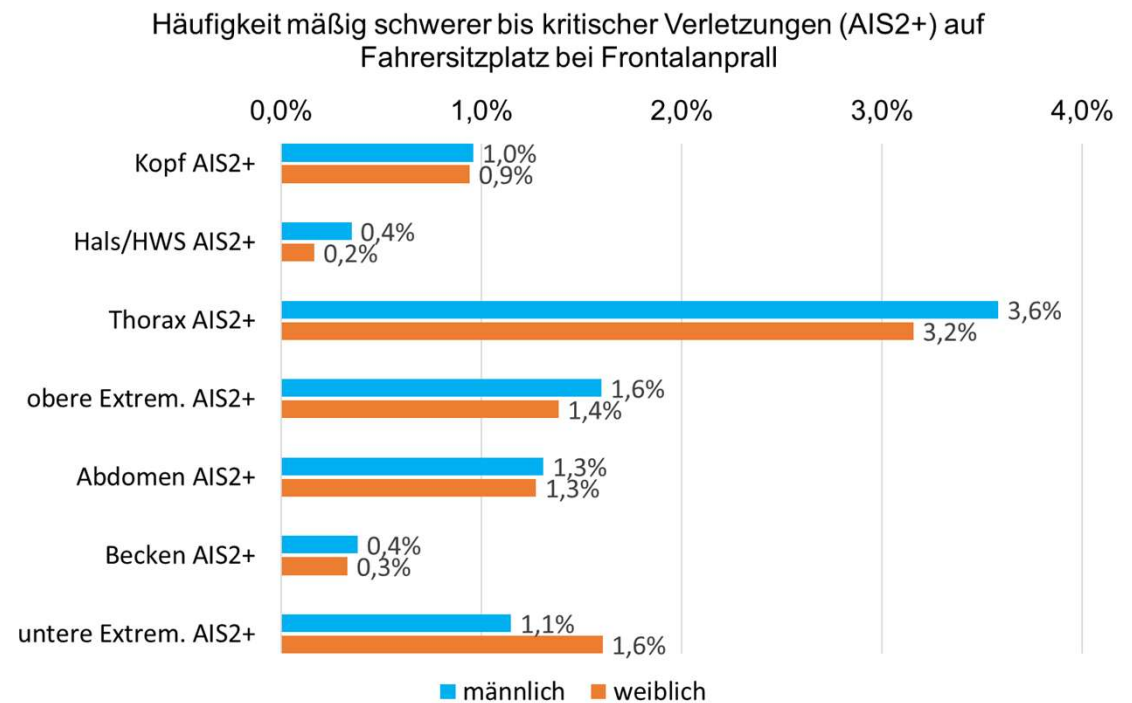


# Analyse Unfalldaten

## Deskriptive Statistik (beschreibende Statistik)

„Lagebild“ gibt Hinweise auf eventuelle Zusammenhänge zwischen Merkmalen und Verletzungsschwere

**Pkw-Fahrerinnen z.B. häufiger Verletzungen unterer Extremitäten, Pkw-Fahrer mehr Thorax-Verletzungen**



Fahrer n = 3547, Fahrerinnen n = 2544

Quelle: GIDAS / 2000-2019

# Analyse Unfalldaten

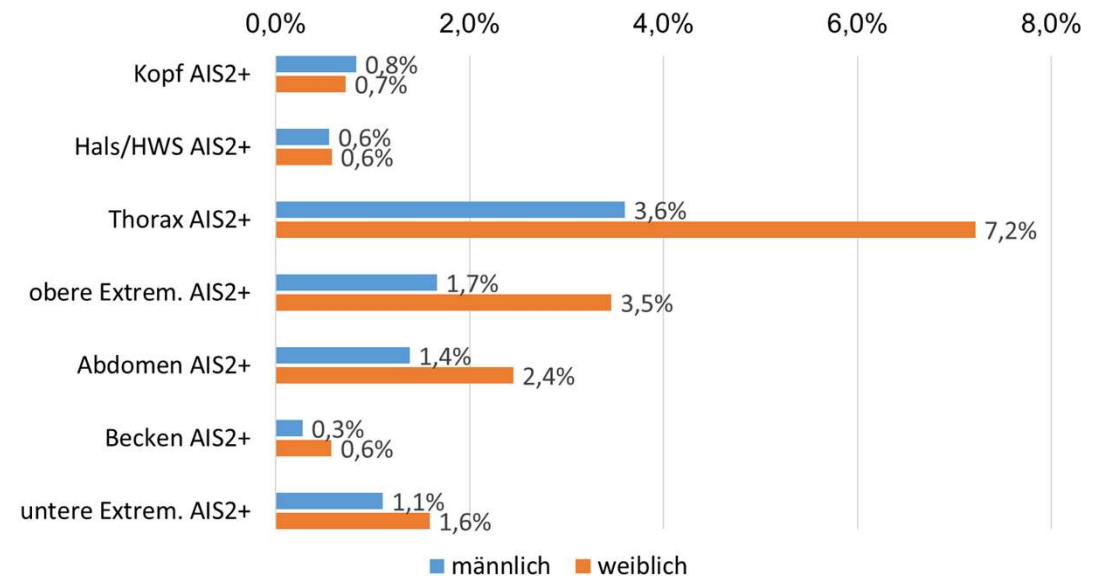
Deskriptive Statistik (beschreibende Statistik)

## Auf Beifahrersitz häufiger Frauen als Männer

Pkw-Beifahrerinnen mehr Verletzungen des Thorax, oberer Extremitäten und des Bauchbereichs (Abdomen) als Pkw-Beifahrer.

**Beifahrerinnen deutlich älter** (Median \*: 49 Jahre)  
**als Beifahrer** (Median \*: 34 Jahre)

Häufigkeit mäßig schwerer bis kritischer Verletzungen (AIS2+) auf Beifahrersitzplatz bei Frontalanprall



Beifahrer n = 343, Beifahrerinnen n = 658

Quelle: GIDAS / 2000-2019

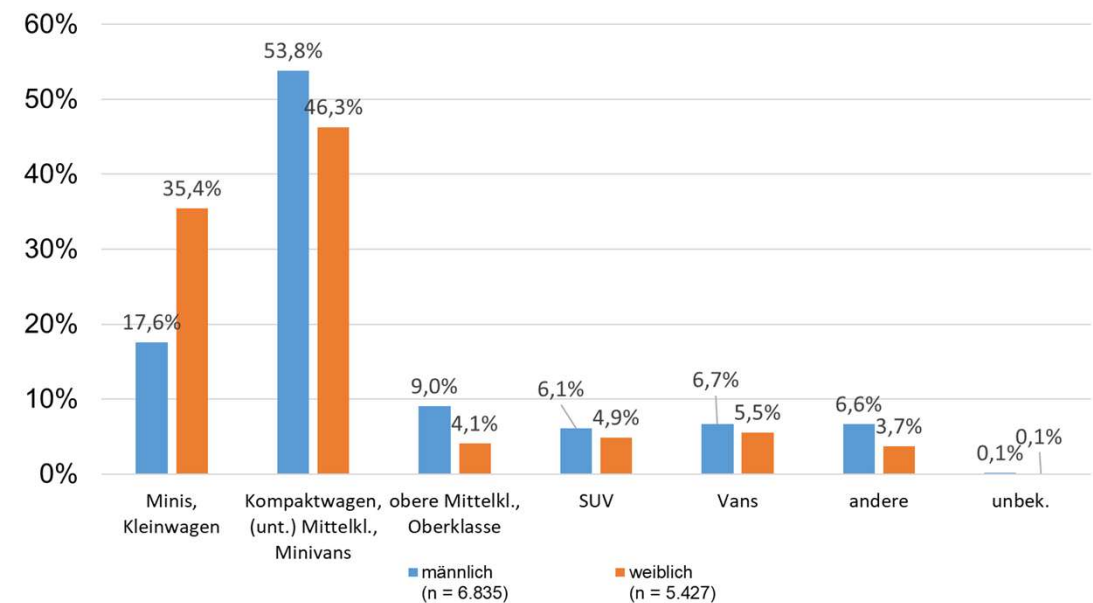
# Analyse Unfalldaten

## Deskriptive Statistik (beschreibende Statistik)

**Frauen häufiger Insassen in Kleinwagen und seltener in größeren Fahrzeugen als Männer**

Fahrzeugmassen im Durchschnitt:  
bei Frauen als Insassen: 1.305 kg  
bei Männern als Insassen: 1.434 kg

Verteilung der Fahrzeugklassen  
bei männlichen und weiblichen Insassen



Quelle: GIDAS / 2000-2019

# Analyse Unfalldaten

Deskriptive Statistik (beschreibende Statistik)

erklärt nicht:

**Welchen Einfluss haben Einzelmerkmale unabhängig voneinander auf das Risiko mäßiger bis kritischer Verletzungsschwere?**

z. B. könnten verletzte Männer (Merkmal „Geschlecht“) besonders häufig älter sein (Merkmal „Alter“) oder schwerere Unfälle erleiden (Merkmal: „Aufprallschwere“)

**Werden Einflussfaktoren mitunter fälschlicherweise dem Geschlecht zugeschrieben?**

# Analyse Unfalldaten – Einfluss Einzelmerkmale auf Verletzungsrisiko

## Analytische Statistik

- Risiko Verletzungsschwere MAIS2+ = Effekt Merkmal 1 + Effekt Merkmal 2 + Effekt Merkmal 3 + ...  
= Effekt „Geschlecht“ + Effekt „Alter“ + Effekt „Sitzposition“ + ... \*
- Grundgesamtheit bilden alle Pkw-Insassen, die in einen GIDAS-Unfall verwickelt waren; Verletzte und Unverletzte
- Mathematisch-statistisches Modell schätzt – sehr vereinfacht ausgedrückt – **Effekt einzelner Merkmale unabhängig voneinander auf das Risiko für mäßig schwere bis kritische Verletzungen (MAIS2+) \*\***.
- Modell wurde mit GIDAS-Unfalldaten „trainiert“ und optimiert.
- Modell verwendet nicht immer alle verfügbaren Insassen-, Fahrzeug- und Unfallmerkmale, sondern nur jene, die Modellvorhersage-Qualität verbessern
- Je Anprallszenario (Frontal-, Seiten-, Heckanprall) eigene Modelle erstellt
- Merkmale idealer Weise unabhängig voneinander; aber: Körpergröße nicht unabhängig von Geschlecht

Im Folgenden Darstellung der **wichtigsten Merkmale und ihrer Effekte auf das Risiko mäßiger bis kritischer Verletzungsschwere (MAIS2+)**

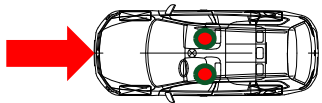
\* Stark vereinfachte Darstellung des statistischen Modellprinzips

\*\* Bei der Modellvorhersage besteht – wie bei allen analytischen Statistiken – mathematisch bedingt eine Unsicherheit. Modellergebnisse mit einer rechnerischen Fehlerwahrscheinlichkeit unter 5% werden als statistisch signifikant bzw. „gesichert“ angesehen.

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Sitzposition“ auf Verletzungsrisiko

Analytische Statistik

## Frontalanprall



**Frontinsassen** (n = 5.911 Fahrende und Beifahrende, davon n = 413 mit MAIS2+)

- „Beifahrersitzplatz“ (vs. „Fahrersitzplatz“) erhöht Effekt des Merkmals „Sitzposition“ auf Risiko von MAIS2+ um +48 %; gesicherter Effekt

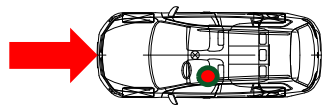
*Beifahrende bei Frontalanprall mit knapp 50 Prozent höherem Risiko, sich mäßig schwer bis kritisch zu verletzen, als Fahrende.*

Daher bei weiteren Analysen zum Frontalanprall Unterscheidung zwischen Fahrersitzplatz und Beifahrersitzplatz.

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Insassenalter“ auf Verletzungsrisiko

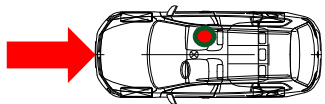
## Analytische Statistik

### Frontalanprall



**Fahrersitz** (n = 4.216 Fahrende, davon n = 249 mit MAIS2+)

- „Über 50 Jahre“ (vs. „bis 50 Jahre“) erhöht Effekt des Merkmals „Insassenalter“ auf Risiko von MAIS2+ um +113 %; gesicherter Effekt



**Beifahrersitz** (n = 996 Beifahrende, davon n = 102 mit MAIS2+)

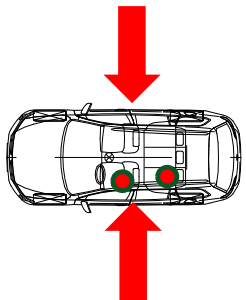
- „Über 50 Jahre“ (vs. „bis 50 Jahre“) erhöht Effekt des Merkmals „Insassenalter“ auf Risiko von MAIS2+ um +125 %; gesicherter Effekt

*Ältere (50plus) haben bei Frontalanprall ein mindestens doppelt so hohes Risiko, sich mäßig schwer bis kritisch zu verletzen, wie Jüngere.*

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Insassenalter“ auf Verletzungsrisiko

Analytische Statistik

## Seitenanprall



**alle Sitzpositionen, alle Anstoßrichtungen** (n = 1.743 Insassen, davon n = 75 mit MAIS2+)

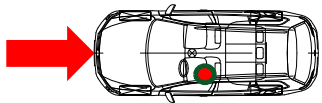
- „Über 50 Jahre“ (vs. „bis 50 Jahre“) erhöht Effekt des Merkmals „Insassenalter“ auf Risiko von MAIS2+ um +215 % bis +269 %; gesicherter Effekt

**50plus: Risiko mäßig schwerer bis kritischer Verletzungen bei Seitenanprall bis zu dreieinhalb Mal so hoch wie bei Jüngeren.**

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Anprallschwere“ auf Verletzungsrisiko

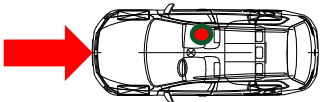
## Analytische Statistik

### Frontalanprall



**Fahrersitz und Beifahrersitz** (n = 5.911 Fahrende und Beifahrende, davon n = 413 mit MAIS2+)

- Jedes weitere aus dem Unfall resultierende km/h („aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung“) erhöht Effekt des Merkmals „Anprallschwere“ auf das Risiko von MAIS2+ um ca. +8 %; gesicherter Effekt

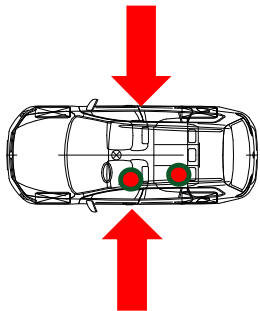


*Je schwerer der Unfallgegner und höher die Kollisionsgeschwindigkeiten, desto größer das Risiko mäßig schwerer bis kritischer Verletzungen auf den Vordersitzen.*

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Anprallschwere“ auf Verletzungsrisiko

Analytische Statistik

## Seitenanprall



**alle Sitzpositionen, alle Anstoßrichtungen** (n = 1.743 Insassen, davon n = 75 mit MAIS2+)

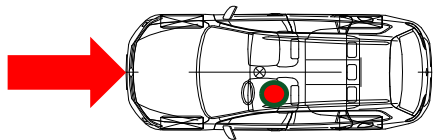
- Jedes weitere aus dem Unfall resultierende km/h („aufprallbedingte Geschwindigkeitsänderung“) erhöht den Effekt des Merkmals „Anprallschwere“ auf das Risiko von MAIS2+ um +10 % bis +15 %; gesicherter Effekt

*Je schwerer der Unfallgegner und höher die Kollisionsgeschwindigkeiten, desto größer das Risiko, sich beim Seitenanprall mäßig schwer bis kritisch zu verletzen.*

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Geschlecht“ auf Verletzungsrisiko

Analytische Statistik

## Frontalanprall



**Fahrersitz** (n = 4.216 Fahrende, davon n = 249 mit MAIS2+)

- „Weiblich“ (vs. „männlich“) erhöht (rechnerisch) Effekt des Merkmals „Geschlecht“ auf Risiko von MAIS2+ um +15 %; aber kein gesicherter Effekt

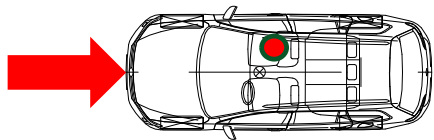
**Auf dem Fahrerplatz zeigt Geschlecht keinen gesicherten Einfluss auf das Risiko mäßig schwerer bis kritischer Verletzungen.**

*Frauen verletzen sich anders als Männer, wie deskriptive Statistik zeigt: häufiger Beinverletzungen bei Fahrerinnen, häufiger Thoraxverletzungen bei Fahrern. Einfluss von Merkmal Körpergröße zu vermuten, da Frauen meist kleiner sind als Männer.*

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Geschlecht“ auf Verletzungsrisiko

## Analytische Statistik

### Frontalanprall



**Beifahrersitz** (n = 996 Beifahrende, davon n = 102 mit MAIS2+)

- „Weiblich“ (vs. „männlich“) erhöht Effekt des Merkmals „Geschlecht“ auf Risiko von MAIS2+ um +101 %; gesicherter Effekt

*Beifahrerinnen haben bei Frontalanprall doppelt so hohes Risiko, sich mäßig schwer bis kritisch zu verletzen, als männliche Beifahrer.*

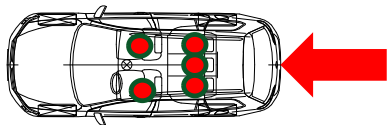
*Modifiziertes Statistik-Modell liefert Hinweise, dass Effekt des Merkmals Geschlecht **maßgeblich auch in Körpergröße** begründet ist. \**

\* Das in der Unfallforschung erhobene Merkmal „Geschlecht“ beinhaltet neben anatomisch-biologischen Unterschieden zwischen Frauen und Männern untrennbar auch deren – im Durchschnitt – unterschiedliche Körpergrößen und -gewichte. Die Einflüsse lassen sich im analytischen Modell nicht vollständig voneinander trennen.

# Analyse Unfalldaten – Einfluss „Geschlecht“ auf Verletzungsrisiko

## Analytische Statistik

### Heckanprall



**alle Sitzpositionen** (n = 2.698 Insassen, davon n = 1.554 mit **MAIS1+**, nur n = 17 mit MAIS2+)\*

- „Weiblich“ (vs. „männlich“) erhöht Effekt des Merkmals „Geschlecht“ auf Risiko von MAIS1+ um +92 %; gesicherter Effekt

**Risiko für meist geringfügige\* Verletzungen (HWS-Distorsionen) für Frauen beim Heckanprall doppelt so hoch wie für Männer.**

\* Verletzungen beim Heckanprall sind fast ausnahmslos von geringfügiger Schwere (MAIS1). Eine gesonderte Betrachtung von mäßiger Verletzungsschwere (MAIS2+) ist aufgrund der geringen Fallzahl (n = 17) nicht sinnvoll. MAIS1+ umfasst daher Verletzungen jeglicher Schwere.

# Kernerkenntnisse

**Insassenalter und Anprallschwere** beeinflusst Verletzungsrisiko in allen Anprallszenarien deutlich:

- Mit Alter 50plus erheblich höheres Risiko für mäßig schwere bis kritische Verletzungen
- Je höher Kollisionsgeschwindigkeit und schwerer Unfallgegner, desto größer Verletzungsrisiko

**Anstoßrichtung und Sitzplatz** mit großem Einfluss; Beifahrende mit höherem Verletzungsrisiko

**Geschlecht :**

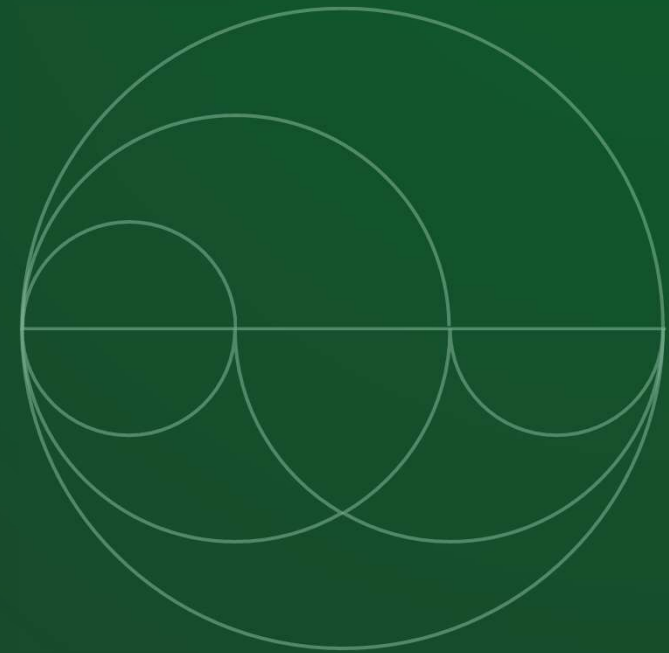
- Beifahrerinnen bei Frontalanprall deutlich höheres Risiko als Beifahrer, auch wegen geringerer **Körpergröße**
- **Körpergröße:** Kleine Fahrende bei Frontalanprall häufiger Verletzungen untere Extremitäten, meist Frauen
- Frauen deutlich höheres Risiko für vergleichsweise geringfügige Verletzungen beim Heckanprall

**Körpergewicht** und BMI ohne gesicherten Einfluss auf Verletzungsrisiko

## Empfehlung für mehr Verkehrssicherheit

- **Mit verbesserter Sensorik und Erkennung bevorstehender Kollisionen können Rückhaltesysteme adaptiver („intelligenter“) werden** und je nach mutmaßlicher Anprallsschwere, Alter und Größe des Insassen unterschiedlich arbeiten, um Crashbelastungen auf den Körper zu minimieren.
- **Insassenschutz auf Beifahrersitz:** Verletzungsmechanismen besser erforschen, Maßnahmen für Rückhaltesysteme ableiten.
- **„THOR-Dummy“** (bessere Nachbildung von Thorax, Extremitäten, ...) in Frontalcrashes bei Zulassungs- und Verbrauchertests forciert einsetzen; **Grenzwerte für Ältere festlegen**
- **Ergonomie für kleine Fahrende verbessern**, kein Kontakt der Beine mit Instrumententafel. Pedalerie, Lenkrad und Bedienelemente auf Körpergröße individuell einstellbar
- **Existierende Dummies für Frontal- und Seitenanprall geeignet beide Geschlechter abzubilden („Unisex“).** Mit ihren verschiedenen Größen repräsentieren sie durchschnittlich große, aber auch sehr kleine Menschen. Ein weiterer Dummy mit Maßen einer durchschnittlich großen Frau verspricht keine Verbesserungen.
- **Für Heckanprall weiterer Dummy mit Maßen einer durchschnittlich großen Frau sinnvoll**, wenn über physikalische Messgrößen und Grenzwerte für HWS-Verletzungen wissenschaftlicher Konsens hergestellt ist.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Wilhelmstraße 43 / 43G  
10117 Berlin  
T: 030-2020 5821  
F: 030-2020 6821  
E: [unfallforschung@gdv.de](mailto:unfallforschung@gdv.de)

[www.udv.de](http://www.udv.de)  
[www.youtube.com/unfallforschung](http://www.youtube.com/unfallforschung)