

Evakuierung aus Reisebussen

Pressekonferenz

07.09.2021

Siegfried Brockmann, Leiter Unfallforschung

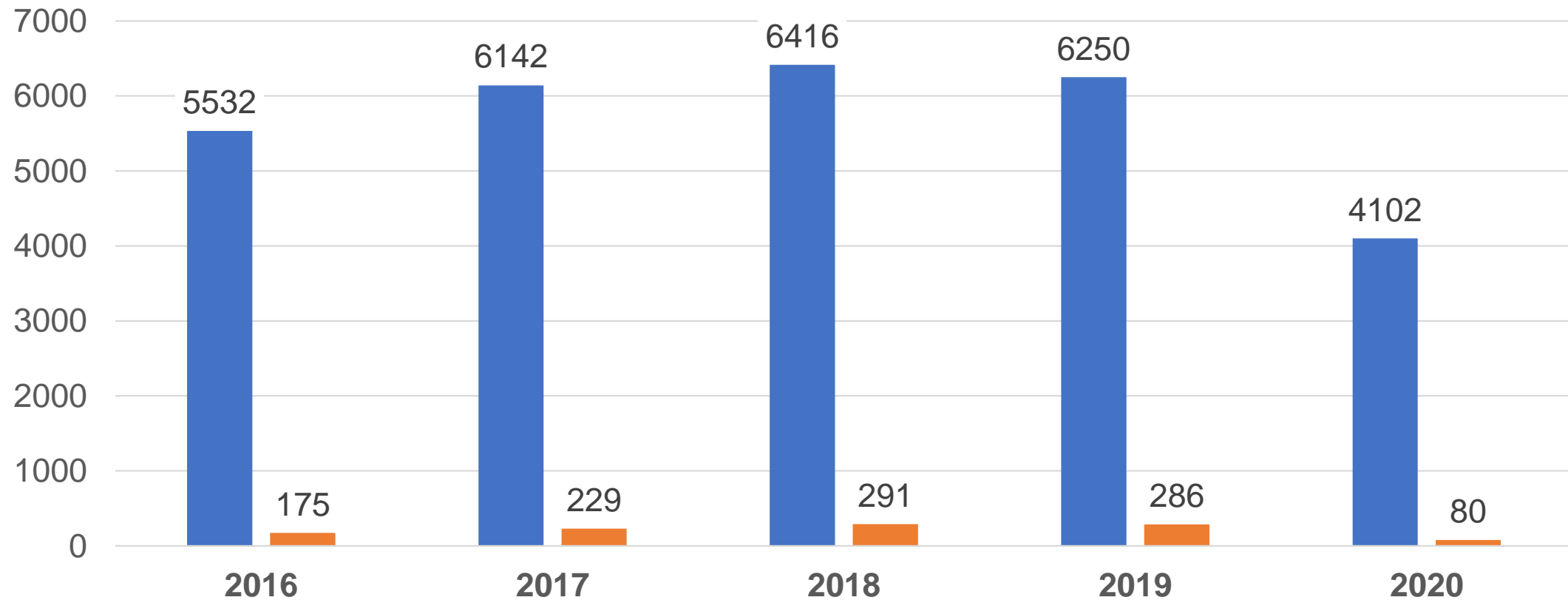
Zahlen-Daten-Fakten

Verunglückte Insassen von Bussen bei Straßenverkehrsunfällen

Verunglückte Insassen in Bussen, 2016 - 2020

■ in Bussen insges.

■ davon: in Reisebussen

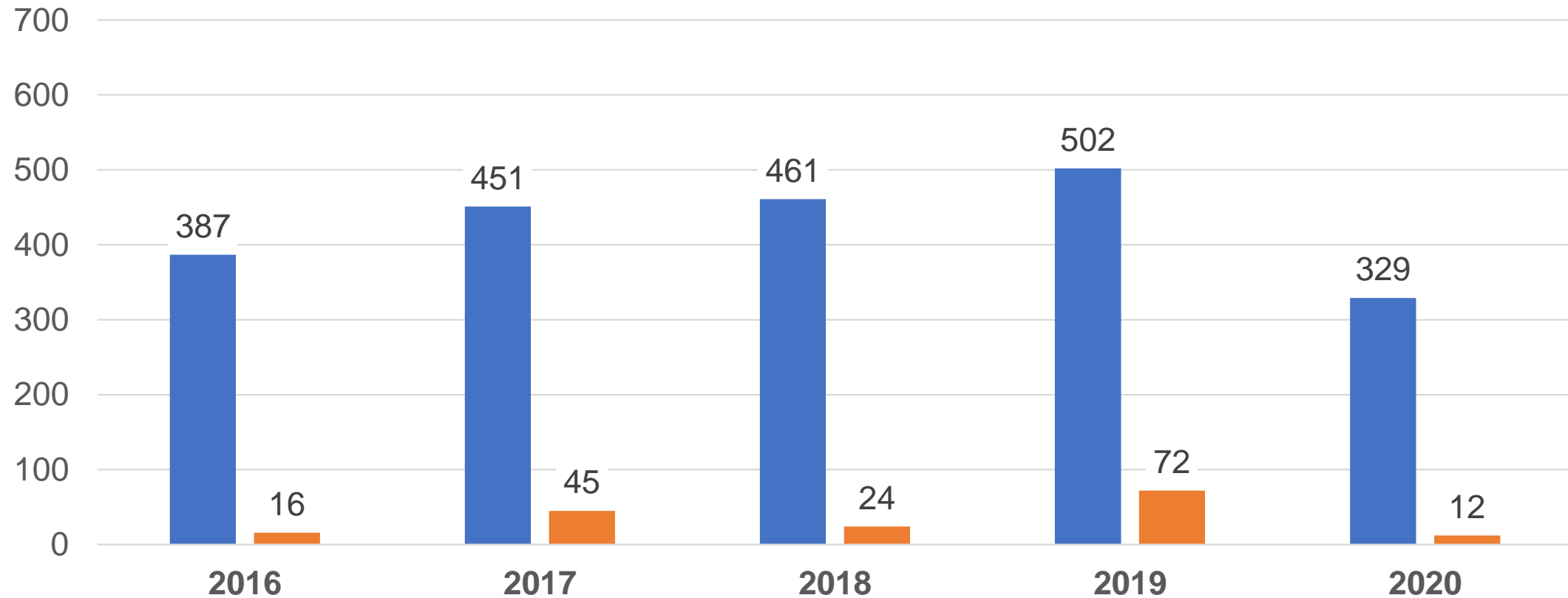


Zahlen-Daten-Fakten

Schwerverletzte Insassen von Bussen bei Straßenverkehrsunfällen

Schwerverletzte Insassen in Bussen, 2016 - 2020

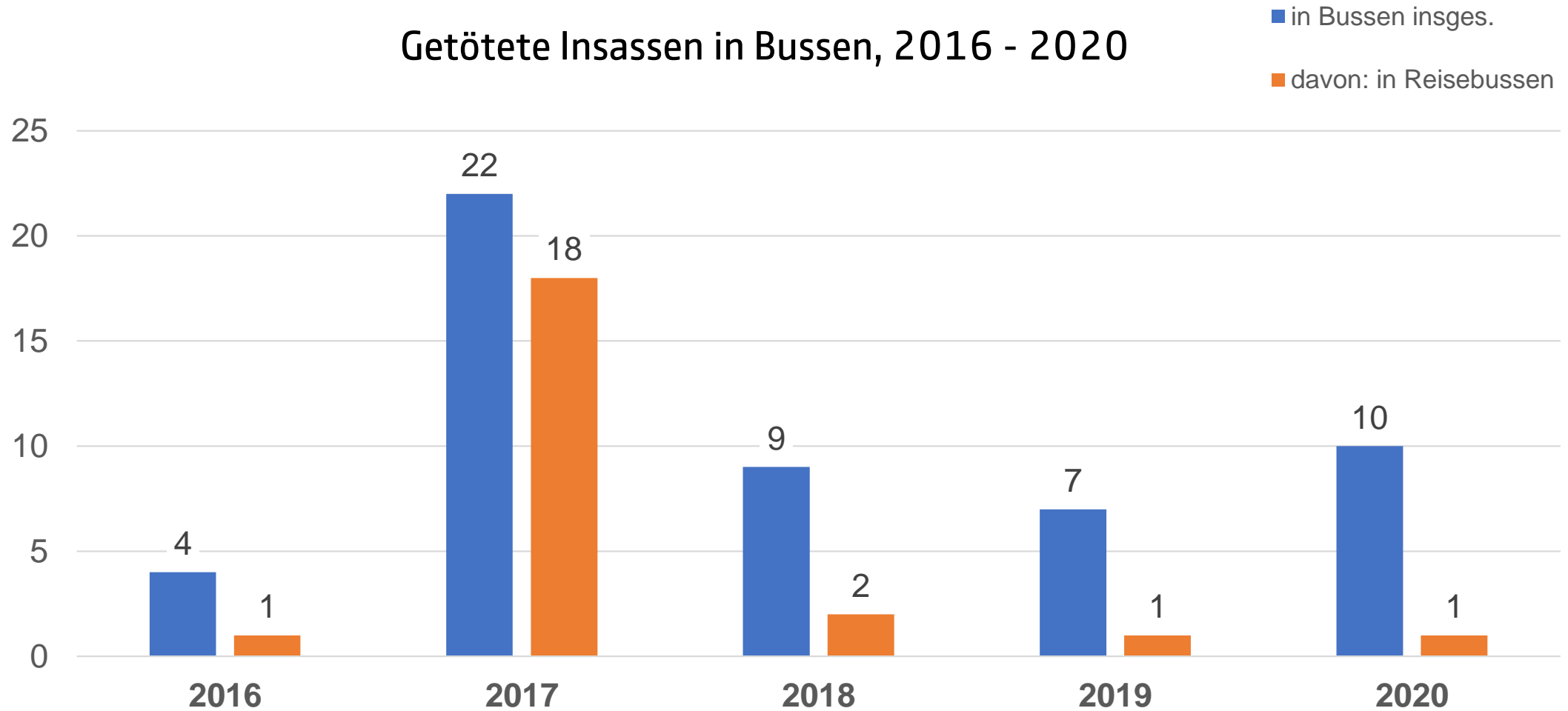
■ in Bussen insges.
■ davon: in Reisebussen



Zahlen-Daten-Fakten

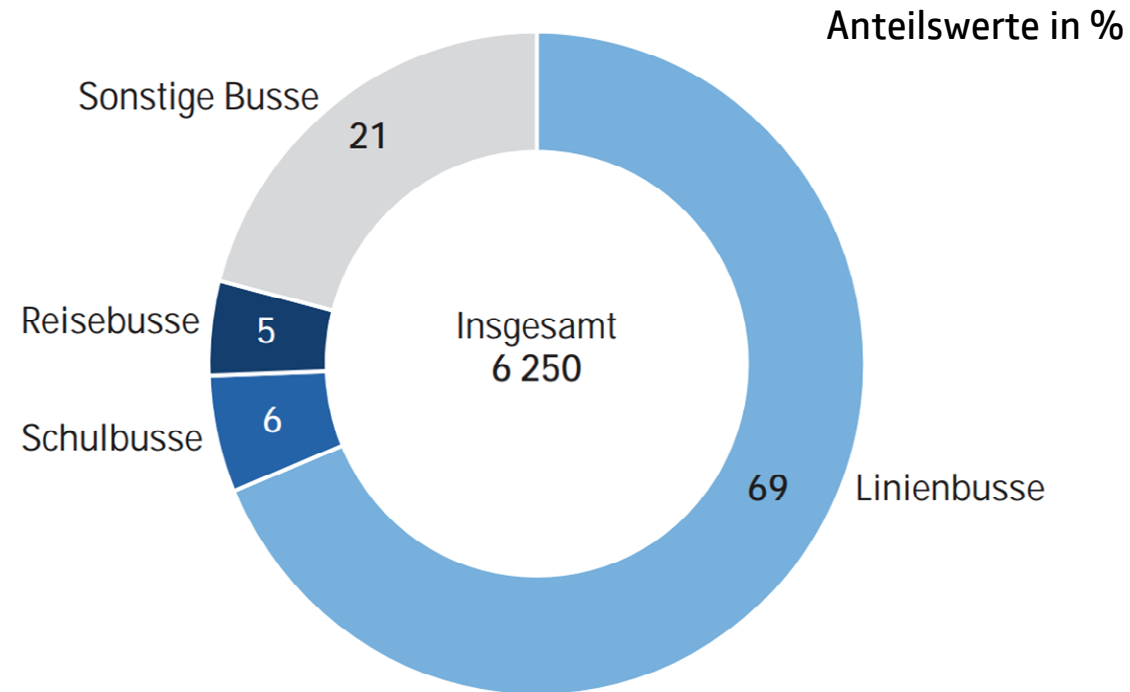
Getötete Insassen von Bussen bei Straßenverkehrsunfällen

Getötete Insassen in Bussen, 2016 - 2020



Zahlen-Daten-Fakten

Unfallverteilung auf Einsatzbereiche

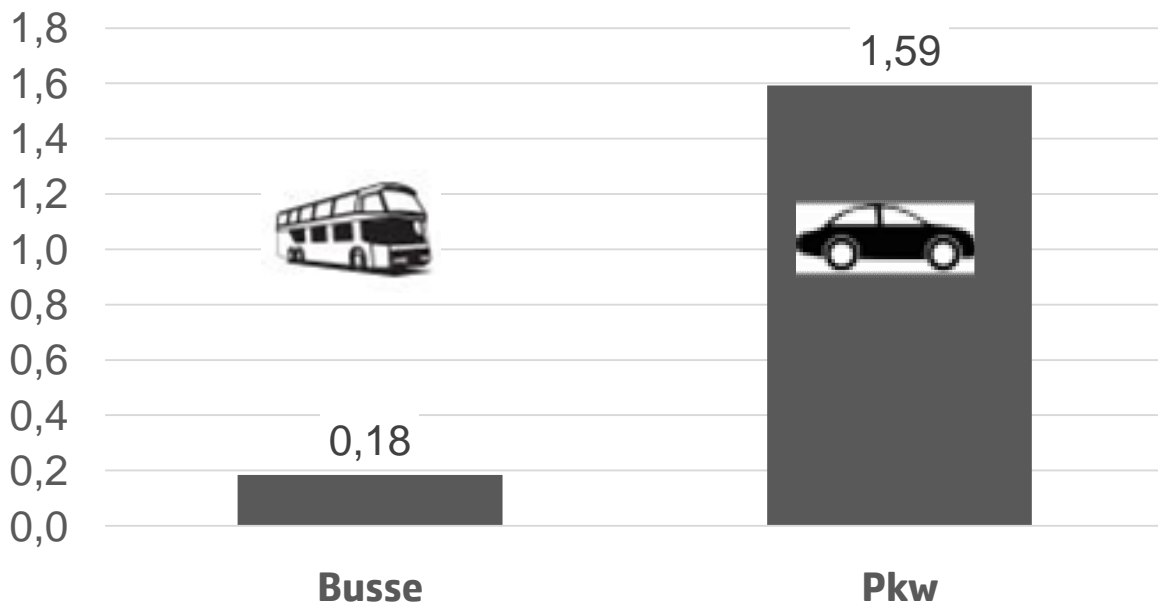


Jahr	Insgesamt	Reisebus	Linienbus	Schulbus	sonstige
2019	6250	286	4298	356	1310

Zahlen-Daten-Fakten (1/2)

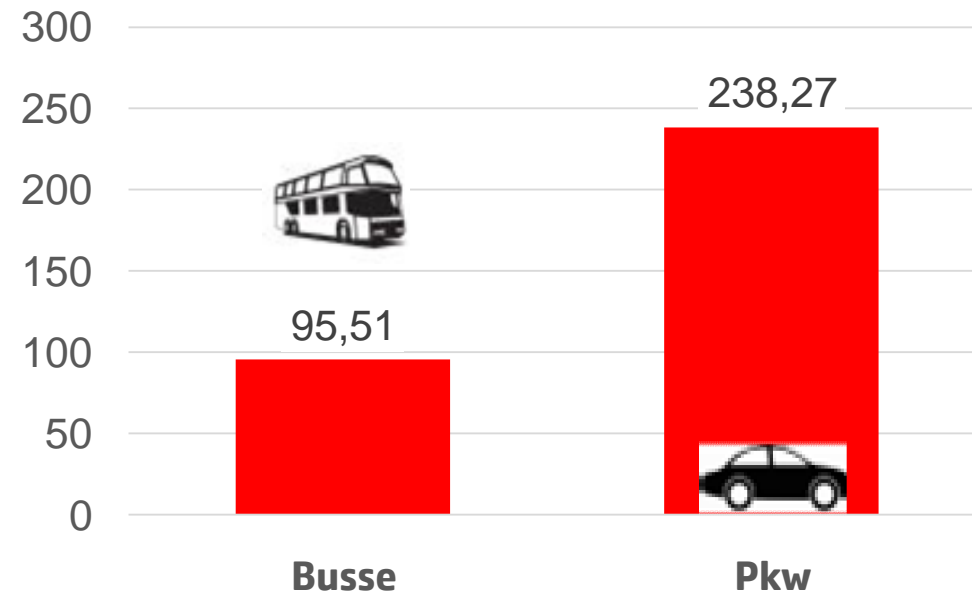
Risiko-Vergleich der Verkehrsträger

Getötete Insassen je Mrd. Personen-km



Durchschnitt der Jahre 2016 bis 2018

Verunglückte Insassen je Mrd. Personen-km

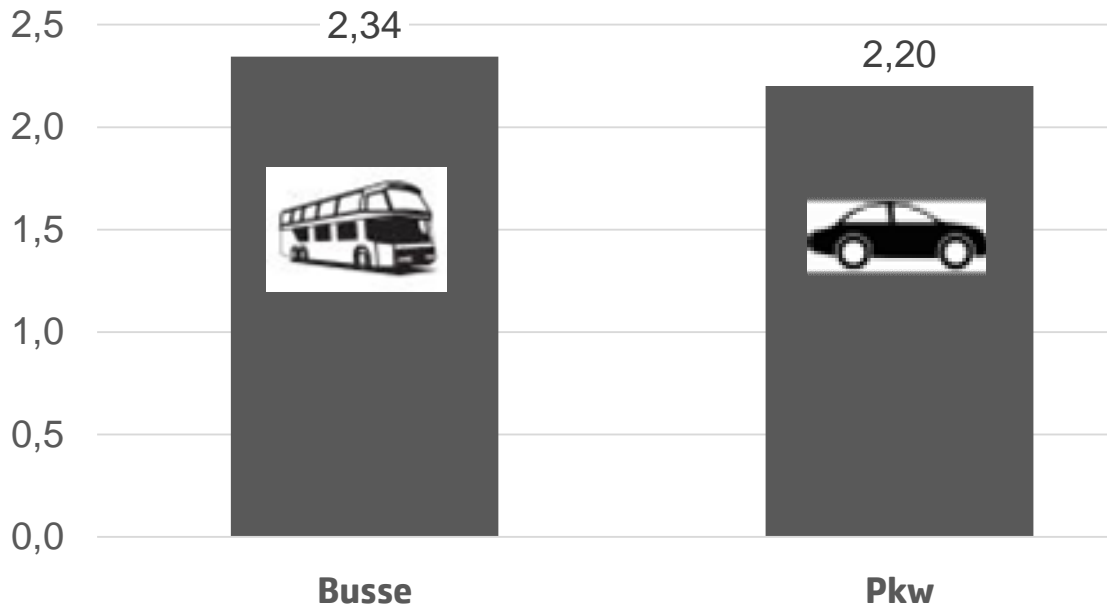


alle Busse einschl. Reise-, Linien-, Schulbusse

Zahlen-Daten-Fakten (2/2)

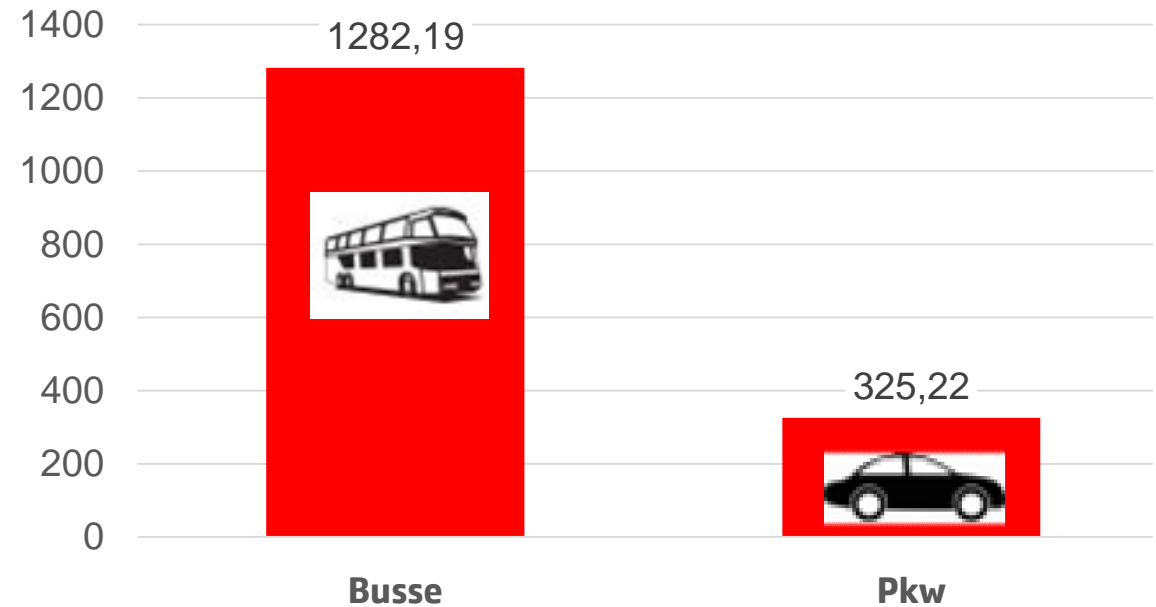
Risiko-Vergleich der Verkehrsträger

Getötete Insassen je Mrd. Fahrzeug-km



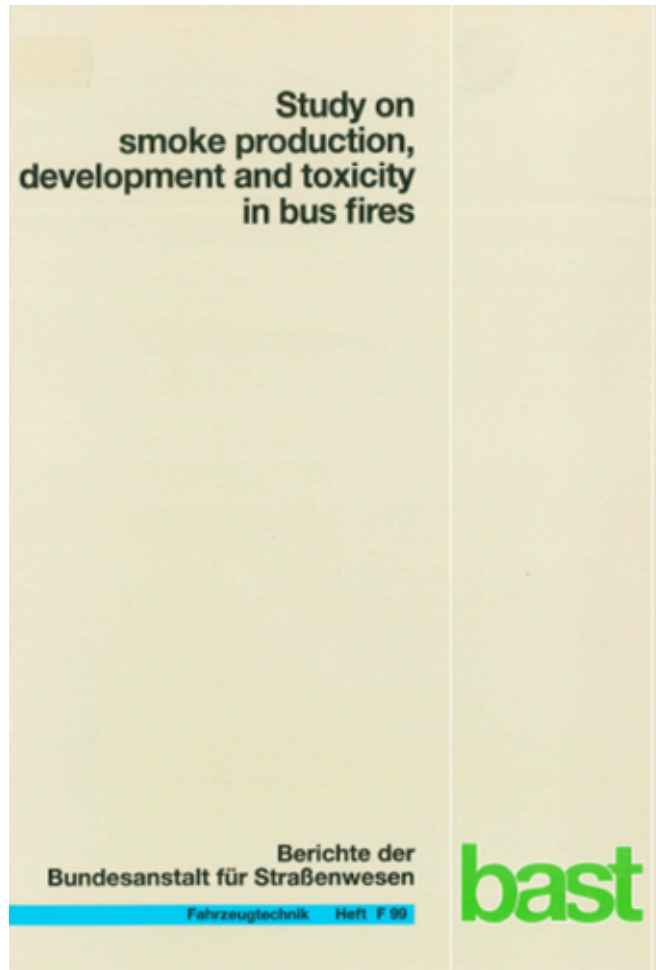
Durchschnitt der Jahre 2016 bis 2020

Verunglückte Insassen je Mrd. Fahrzeug-km



alle Busse einschl. Reise-, Linien-, Schulbusse

Brandverhalten von Businnenraummaterialien



Wesentliche Ergebnisse:

- Nur wenige Innenraummaterialien haben die Tests nach Bahnstandard bestanden
- Brände im Fahrgastraum breiten sich sehr schnell aus
- Hohe Konzentrationen giftiger Rauchgaskomponenten lassen den Insassen nur wenig Zeit, um den Bus zu verlassen
- Materialien, die dem Bahnstandard genügen, würden den Brandverlauf verlangsamen

Evakuierung eines Flugzeugs

European Aviation Safety Agency

Certification Specifications for Large Aeroplanes

CS-25
CONTENTS (general layout)

CS-25

LARGE AEROPLANES

BOOK 1 – AIRWORTHINESS CODE

SUBPART A	–	GENERAL
SUBPART B	–	FLIGHT
SUBPART C	–	STRUCTURE
SUBPART D	–	DESIGN AND CONSTRUCTION
SUBPART E	–	POWERPLANT
SUBPART F	–	EQUIPMENT
SUBPART G	–	OPERATING LIMITATIONS AND INFORMATION
SUBPART J	–	GAS TURBINE AUXILIARY POWER UNIT INSTALLATION
APPENDIX A		
APPENDIX C		
APPENDIX D		
APPENDIX F		
APPENDIX H	–	INSTRUCTIONS FOR CONTINUED AIRWORTHINESS
APPENDIX I	–	AUTOMATIC TAKEOFF THRUST CONTROL SYSTEM (ATTCS)
➔ APPENDIX J	–	EMERGENCY DEMONSTRATION
APPENDIX K		

Wesentliche Punkte:

- Alle Passagiere müssen innerhalb von 90 Sekunden die Maschine verlassen können
- Nur die Hälfte der Ausgänge darf dabei benutzt werden
- Es muss Dunkelheit herrschen
- Es soll Handgepäck in den Gängen liegen
- Mindestens 15 % der Probanden müssen weiblich sowie älter als 50 Jahre sein

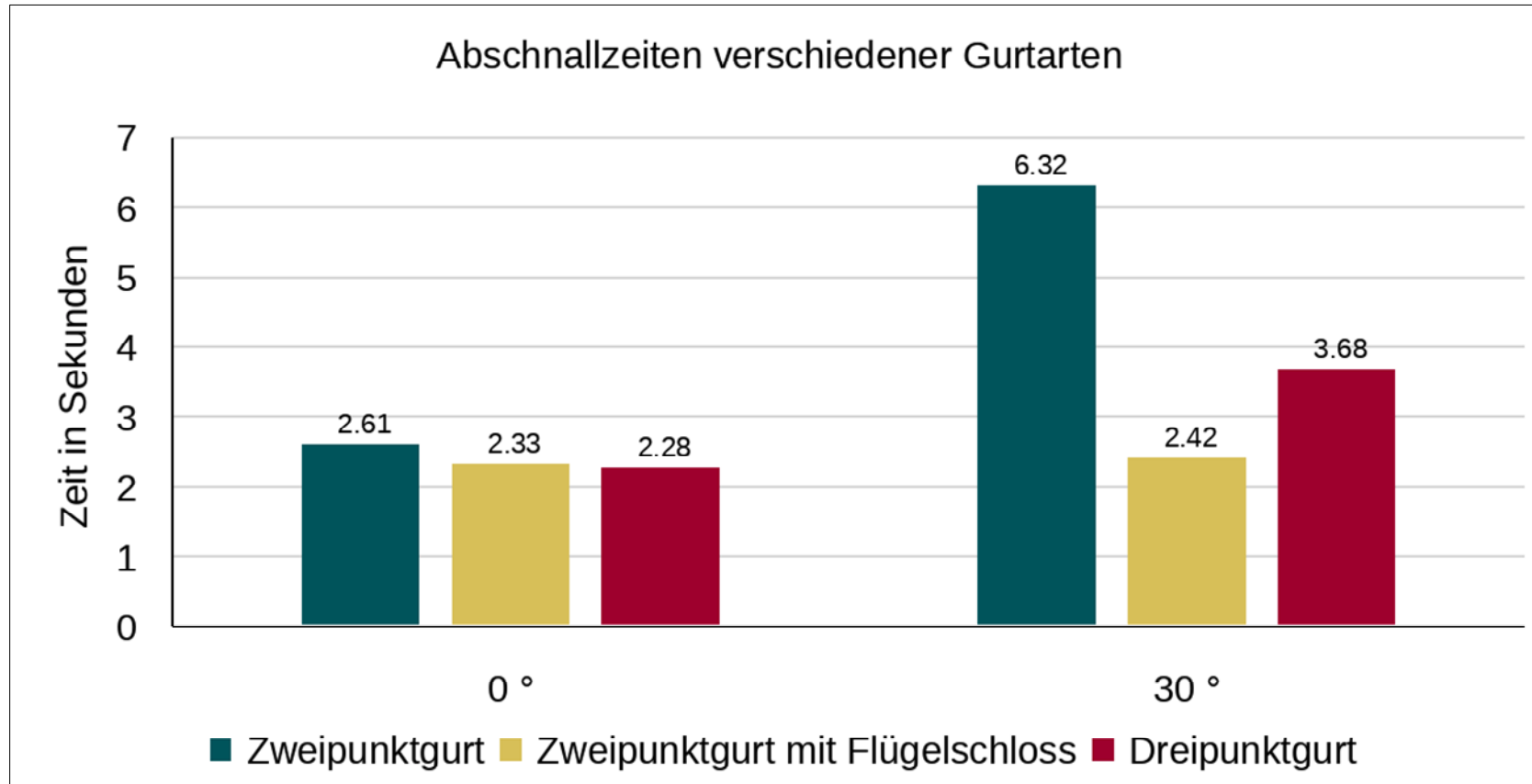
Evakuierung aus Reisebussen

Gesetzliche Anforderungen an die Evakuierung von Verkehrsmitteln

Verkehrsmittel	Evakuierungszeitrahmen	Passagieranzahl	Rechnerische Evakuierungszeit pro Person	Richtlinie
Flugzeug	- max. 90 Sek bei maximaler Passagierzahl inkl. Crew	- Airbus A380 bis ca. 900	- etwa 0,1 Sek/Person	- Easy Access Rules for Large Aeroplanes (CS-25), (Amendment 21)
Eisenbahn	- max. 3 Min ohne Gepäck	- pro Wagen bei ICE 4 und 200% Auslastung 176	- etwa 1,0 Sek/Person	- EU-VERORDNUNG Nr. 1302/2014 vom 18. November 2014
Schiff	- je nach Aufteilung/Größe 60 bzw. 80 Min - Rettungsboote voll besetzt und bereit zum Aussetzen nach 30 Min	- auf Megalinern bis zu 8500	- etwa 0,6 Sek/Person	- MSC.1/Circ.1533, 2016
Bus	- nicht festgelegt - Erfahrungswerte etwa 3 Min	- Standardreisebus bis ca. 60 - Doppeldecker bis ca. 90	- etwa 2-3 Sek/Person	

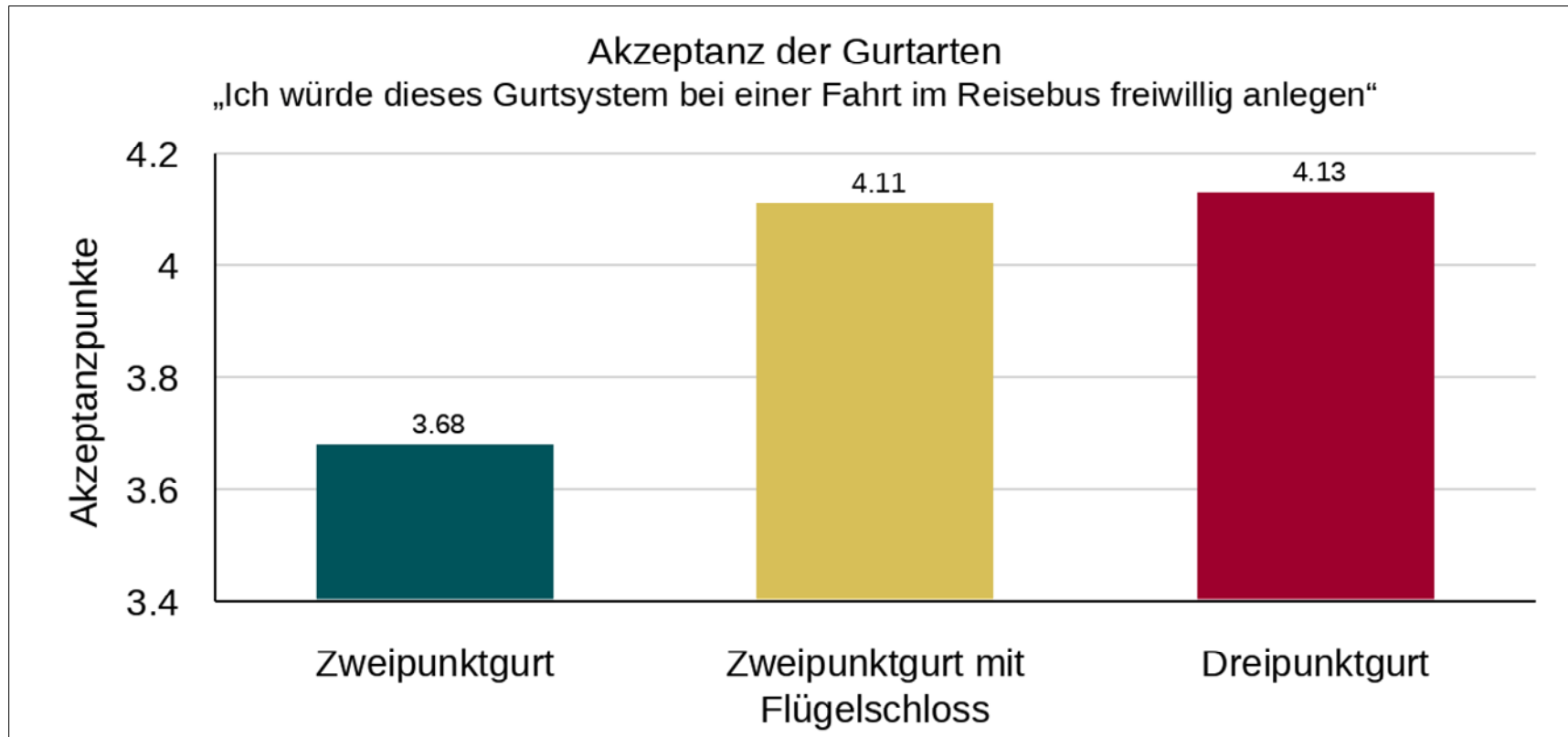
Befreiung aus dem Sitz

Analyse der Bedienbarkeit von Gurtsystemen

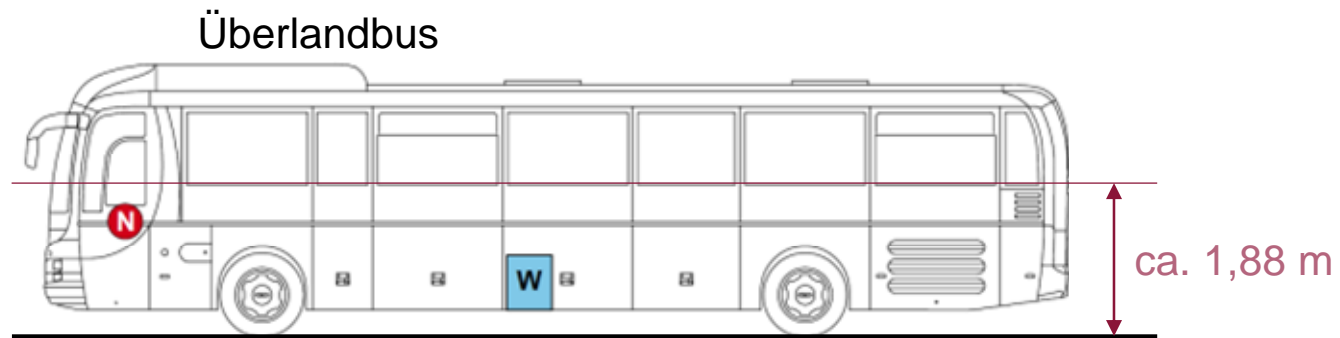
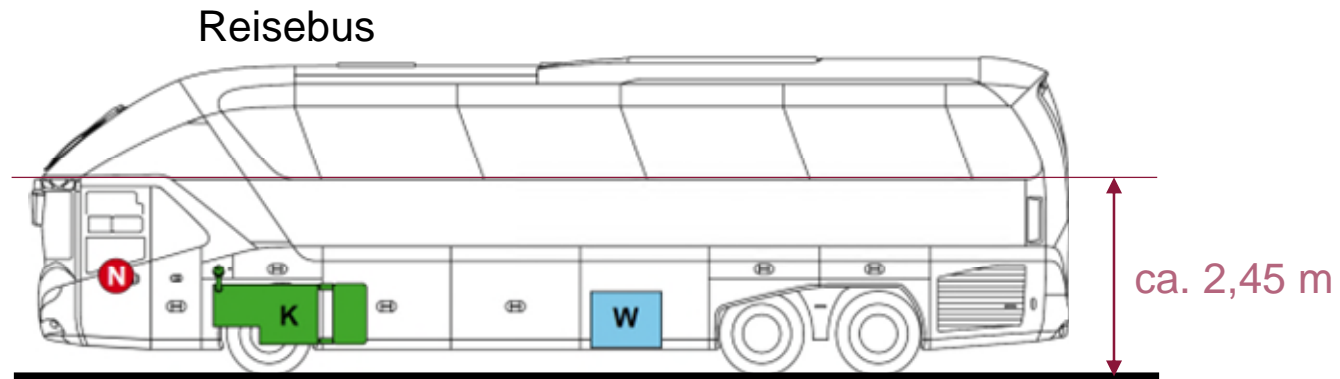


Befreiung aus dem Sitz

Analyse der Bedienbarkeit von Gurtsystemen



Notausstieg Seitenscheibe – Höhe der Fensterunterkante (Beispiel)

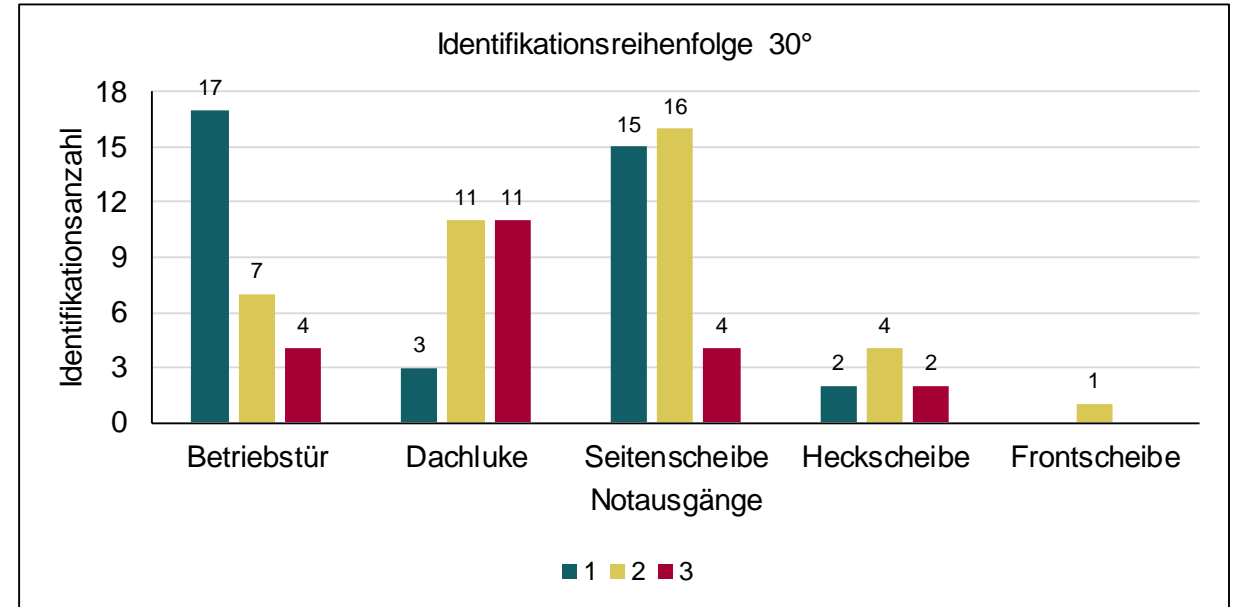


Notausstieg Präferenz

Ergebnisse der Evakuierungsversuche im Reisebus

Aussagen zu Notausstiegen in 30° Endlage

- Das Heckfenster wird bei der Endlage 30° nur von 22 % der Probanden als Notausstieg erkannt
- Oftmals werden rettungstechnisch ungünstige Notausstiege gewählt (Seitenscheibe)

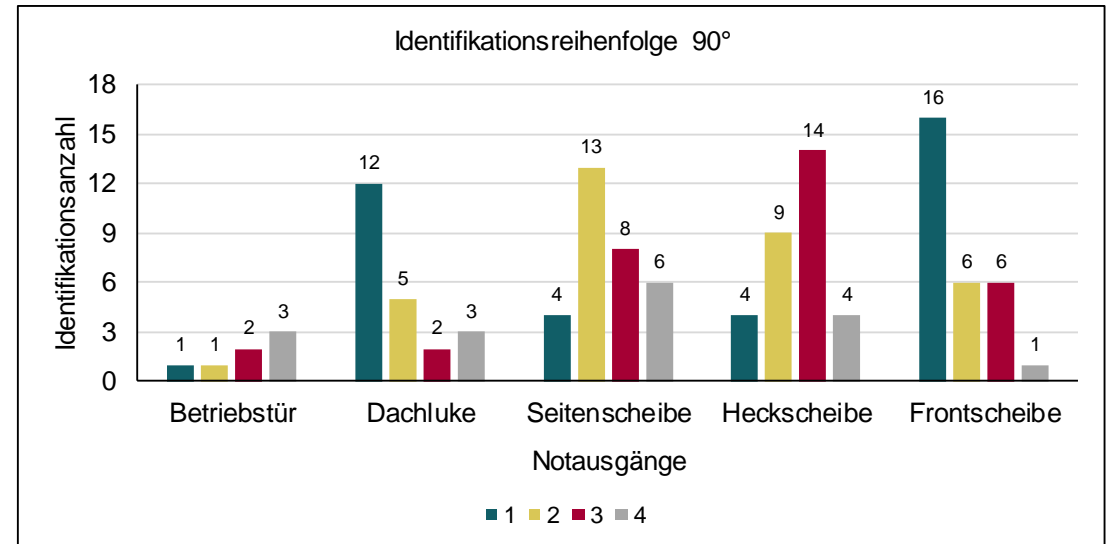


Notausstieg Präferenz

Ergebnisse der Evakuierungsversuche im Reisebus

Aussagen zu Notausstiegen in 90° Endlage

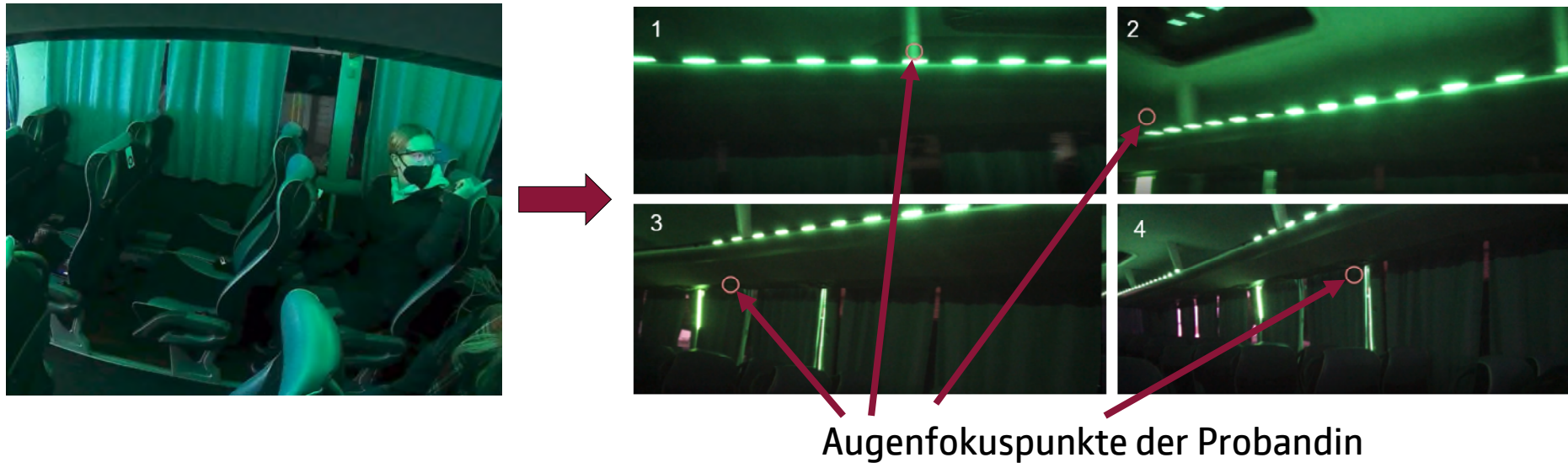
- Die Frontscheibe wurde am Häufigsten als erster „möglicher“ Notausstieg erkannt, kann aber in der Praxis nicht geöffnet werden
- Die Notluke wird bei der Endlage 90° nur von 61% der Probanden als Notausstieg erkannt
- 58 % der Probanden identifizieren die Heckscheibe erst nach der Erkennung von Front- und Seitenscheibe



Bewegung im Bus

Ergebnisse der Lichtkonzept-Untersuchung

Analyse der Augenbewegung aufgrund von Lichtführungen in Gesamtfahrzeug



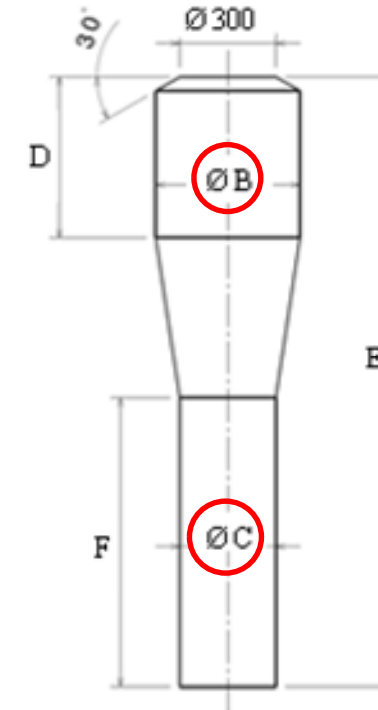
100 % der Probanden sind den Lichtern korrekt gefolgt und haben unmittelbar einen gekennzeichneten Notausstieg identifiziert.

Bewegung im Bus

Prüfung der Gangbreite mit Gangprüfkörper gem. ECE R107

Abmessungen in [mm]	B	C	D	E	F
Abmessungen des aktuellen Prüfkörpers	450	300	500	1900	900
Maße 50%ile Frau 18-29 Jahre	414	372	600	1700	799
Maße 50%ile Frau 30-49 Jahre	430	388	550	1660	786
Maße 50%ile Frau 50-70 Jahre	437	398	530	1630	779
Maße 50%ile Mann 18-29 Jahre	465	367	650	1820	868
Maße 50%ile Mann 30-49 Jahre	475	379	630	1790	855
Maße 50%ile Mann 50-70 Jahre	471	400	610	1750	840

Körpermaße gem. RAMSIS Datenbank



Gangprüfkörper gem. ECE R107

Bewegung im Bus

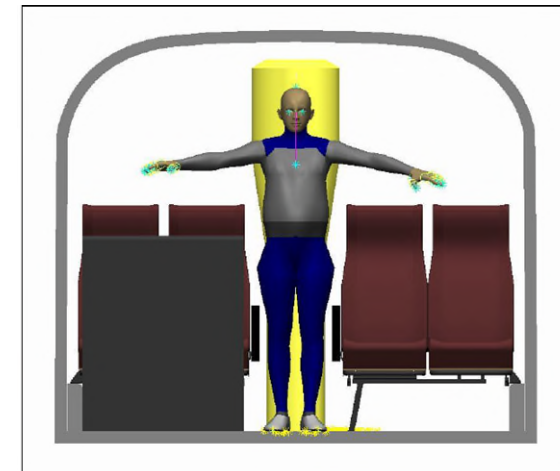
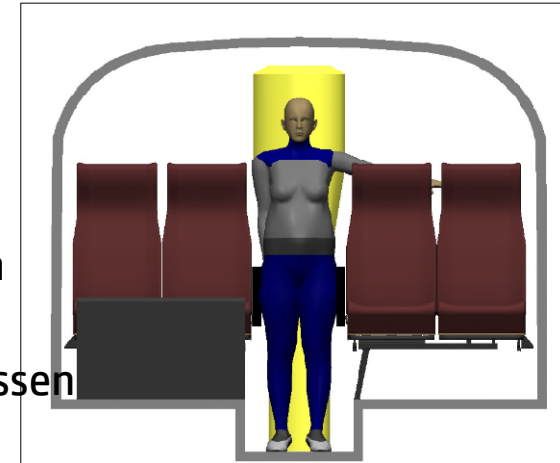
Breite des Mittelgangs

Packageanalyse für tiefergelegten Gang

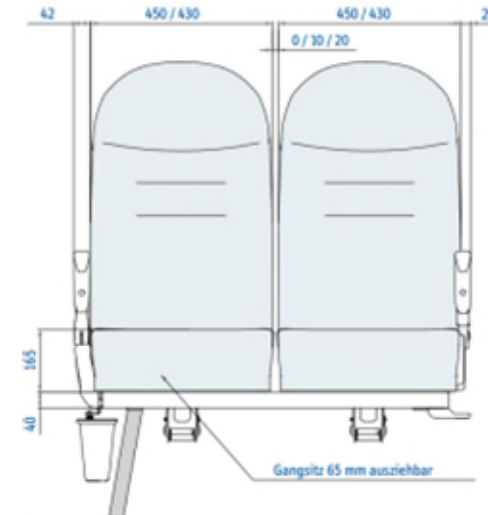
- 300 mm Mindestbreite des Gangs gem. ECE R 107 ist nicht ausreichend, der Gang kann nur quer durchschritten werden
- seitlich verschiebbare Sitze versperren den Mittelgang, die verbleibende Breite wurde beispielhaft mit 230 mm vermessen
- Armlehnen in Nutzstellung sowie in hochgeklappter Ruhestellung reduzieren die Durchgangsbreite zusätzlich

Packageanalyse für ebenen Boden

- Armlehne sind nur dann problematisch, wenn sie nach oben geklappt wurden



Verengung des Mittelgangs (Beispiel)



**Verengung um 130 mm
möglich**

Bewegung im Bus



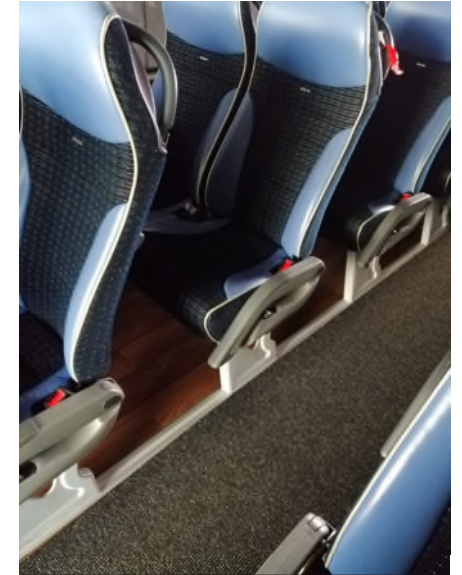
Bewegung im Bus

Ergebnisse der Evakuierungsversuche im Reisebus

Aussagen zur Fortbewegung in 30° Endlage

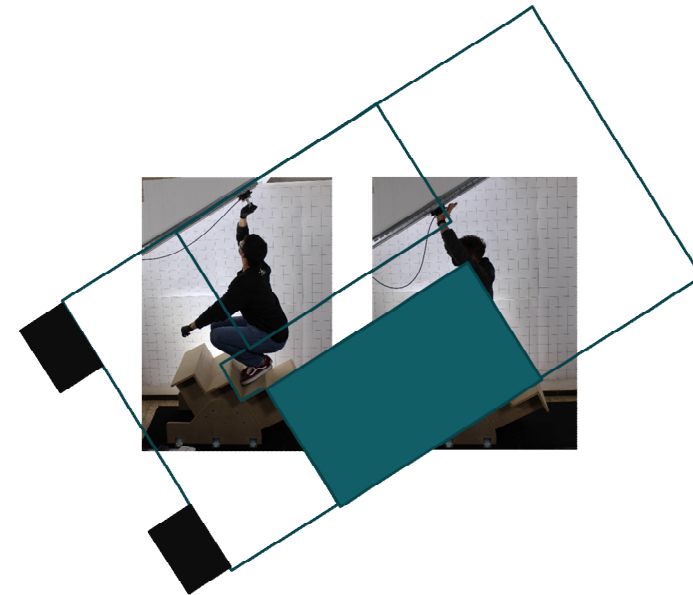
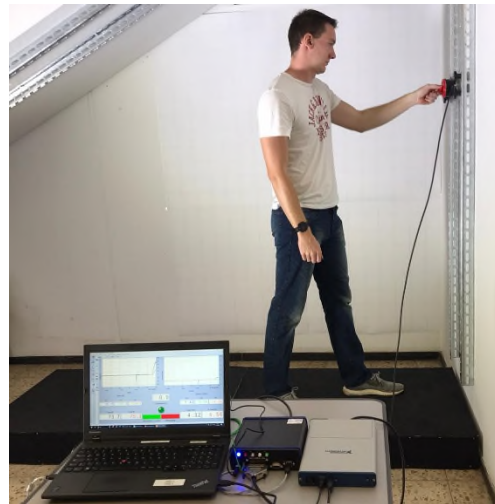
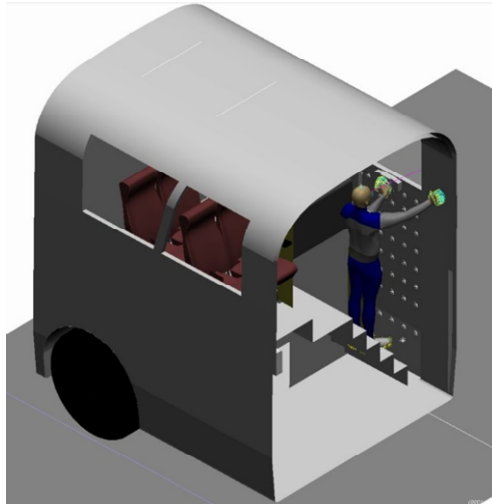
- 100 % der Probanden nutzen die Innenkante des Mittelgangs/Sitzpodests, um sich bei schräg liegendem Bus im Gang fortzubewegen

Liegt der Mittelgang auf einer Ebene mit den Sitzgestellen, so wird das Vorankommen im schräg liegenden Bus erheblich erschwert.



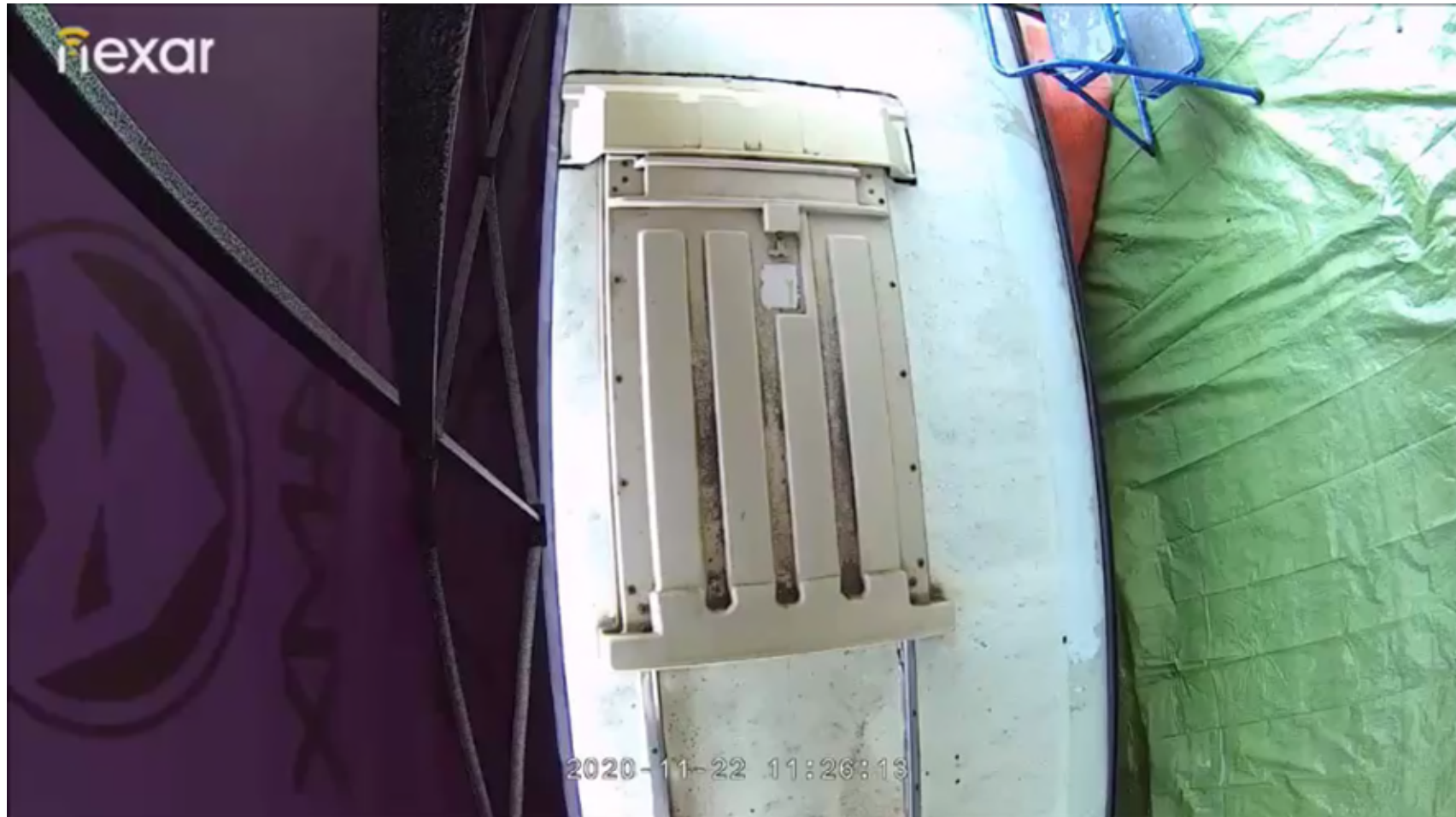
Ausstieg aus Notluke

Analyse von Bedienkräften per RAMSIS Simulation sowie im Probandenversuch



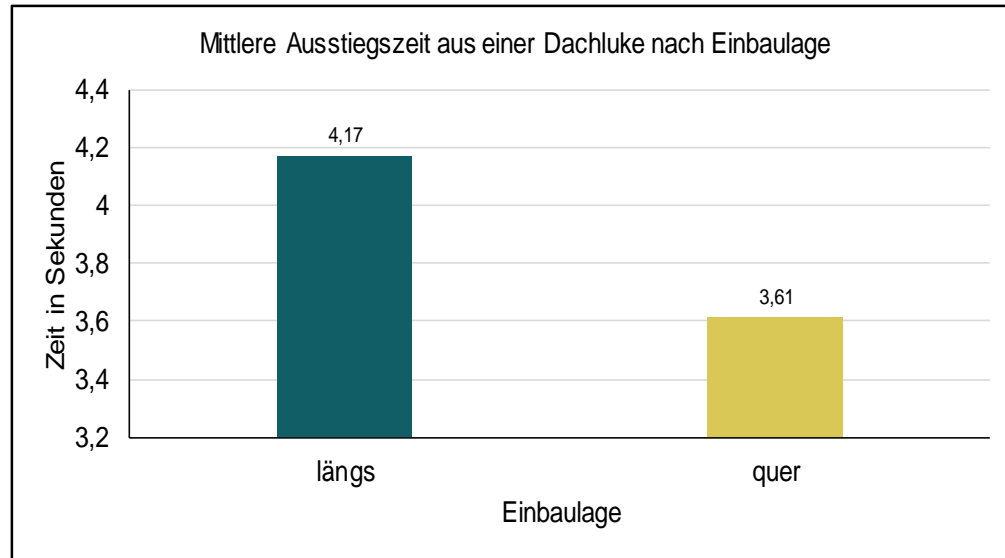
In der Literatur sind maximale Bedienkräfte nur für eine Dauerbelastung an ergonomisch perfekten Arbeitsplätzen definiert.

Ausstieg aus Notluke



Ausstieg aus Notluke

Probandenstudie Versuchsträger – Durchstieg durch Notluken



Notluke längs eingebaut



Notluke quer eingebaut

Ausstieg aus Notluke

Splitterbildung bei Notluken aus Glas

Unfall vom 12.09.2020
A24 Richtung Hamburg



Nutzbarkeit von Ausstiegen

Anbau von Zubehörteilen

Abnehmbare Zubehörteile wie Fahrradträger oder Skiboxen werden bei Linien- und Reisebussen so angebracht, dass sie das Heckfenster teilweise oder ganz abdecken, sodass diese Öffnung im Falle einer Evakuierung nur erschwert oder gar nicht genutzt werden kann.

ECE-R 107:

7.6.2.5. Mindestens ein Ausstieg muss sich entweder auf der Rückseite oder auf der Vorderseite des Fahrzeugs befinden.

...

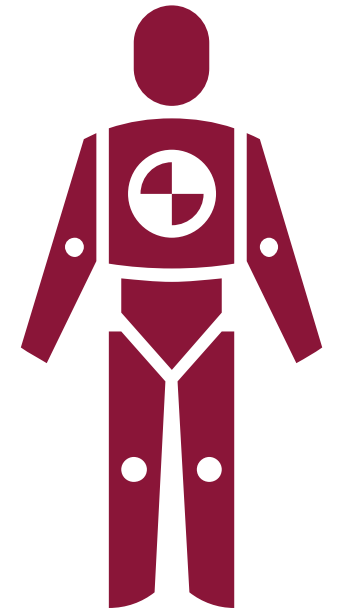


Ergebnisse und Forderungen

- **Richtlinie für die Evakuierung analog Flugzeug – Zeit pro Passagier 3 Sekunden**
- **Schärfere Brandschutzanforderungen für die Innenraummaterialien**
- **Die Bestimmungen für die Gangbreite müssen realistischer sein**
- **Front- und Heckscheibe müssen als Notausstieg bereit sein**
- **Dachluke soll quer eingebaut sein und muss splitterfrei und leicht zu entfernen sein**
- **Verwendung von Gurten mit Flügelschloss oder Dreipunktgurten**
- **Seitliche Kanten im Gang und Lichtführung zu den Notausstiegen**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit. Ihre Fragen?

Siegfried Brockmann, Leiter Unfallforschung der Versicherer
s.brockmann@gdv.de



Unfallforschung der Versicherer
Wilhelmstraße 43 / 43G
10117 Berlin
Tel.: 030-2020 5821
Fax: 030-2020 6633

www.udv.de
E-Mail: unfallforschung@gdv.de
 facebook.com/unfallforschung
 [Twitter.com/unfallforschung](https://twitter.com/unfallforschung)
 youtube.com/unfallforschung

Unfallforschung
der Versicherer
 GDV