

## ADAC Unfallforschung

### Fragen und Antworten zu „weiblichen“ Dummies

#### Was sind Dummies und wofür werden sie gebraucht?

Der Dummy hat schon eine lange Geschichte hinter sich und kam bereits in den 1940er Jahre bei den US-amerikanischen Streitkräfte zum Einsatz. Dort wurden Tests von Schleudersitzen und Gurten durchgeführt. Aufgrund des steigenden Verkehrsaufkommens und der hohen Anzahl an Verkehrstoten war das Bestreben ab den 1950er Jahre groß, die Fahrzeugsicherheit zu erhöhen. Da es jedoch zu gefährlich wäre, Personen ins Fahrzeug zu setzen, wurden Dummies verwendet.

Der Dummy ist ein anthropomorphes Messgerät (Anthropomorphic test device – ATD), welches ausgewählte Eigenschaften des menschlichen Körpers abbilden soll. In der Entwicklungsphase wurden dabei alle Erkenntnisse aus der Biomechanik, Verletzungswahrscheinlichkeitskurven usw. zusammengebracht, um eine Prüfpuppe zu generieren, egal aus welcher Quelle – egal ob männlich oder weiblich – diese stammen. Ziel ist es, den Dummy so biofidel wie möglich zu gestalten. Das bedeutet, dass die biomechanischen Eigenschaften des menschlichen Körpers mit dem Dummy im Optimalfall übereinstimmen. Zudem wird der Dummy mit zahlreichen Sensoren ausgestattet, die die Belastungen während eines Crashes an bestimmten Stellen messen. In Abhängigkeit der Sensoren, der technischen Eigenschaften und der Anpralleigenschaften können die Dummies jeweils nur bei einem bestimmten Lastfall eingesetzt werden, also z.B. im Frontal-/Seiten-/Heckaufprall oder im Fußgängerschutz. Der menschliche Körper ist zu komplex, um ihn mit einem einzelnen, universal einsetzbaren Dummy nachzubilden. Weitere wichtige Eigenschaften von Dummies sind die Dauerhaltbarkeit und Reproduzierbarkeit, damit die Messergebnisse aus unterschiedlichen Tests miteinander verglichen werden können. Um jedoch einen Dummy so biofidel wie möglich zu gestalten und die Messergebnisse in ein Verletzungsrisiko bzw. -muster übersetzen zu können, sind jahrelange biomechanische Forschungen von Nöten. Hierfür werden sowohl Versuche mit Freiwilligen, mit Tieren und auch mit Leichen durchgeführt.

#### Was bedeutet „Perzentil“?

Um eine große Gruppe und deren Eigenschaften in der Statistik zu beschreiben, werden häufig die empirischen Perzentilwerte verwendet. Diese werden auch bei den Dummies eingesetzt, um sie hinsichtlich Größe, Gewicht und Geschlecht zu klassifizieren.

- Das 50. Perzentil repräsentiert beispielsweise die Körpergröße „mittelgroß“, d.h. 50 % der Bevölkerung sind kleiner und leichter bzw. größer und schwerer.
- Das 5. Perzentil repräsentiert die Körpergröße „klein“, d.h. 5 % der Bevölkerung sind kleiner und leichter.
- Das 95. Perzentil repräsentiert die Körpergröße „groß“, d.h. nur 5 % der Bevölkerung sind größer und schwerer.

Ein 50. Perzentil stellt somit nicht den „Durchschnitts“-Menschen dar im Sinne des mathematischen arithmetischen Mittels, sondern den Median.

Es gibt inzwischen eine große Bandbreite an Dummies, die Erwachsene und Kinder in verschiedenen Größen und Gewichten abbilden:

- 5-Perzentil-Frau (ca. 151 cm, ca. 48 kg)
- 50-Perzentil-Mann (ca. 175 cm, ca. 77 kg)
- 95-Perzentil-Mann (ca. 187 cm, ca. 102 kg)
- Kind 6 Wochen alt (ca. 3,5 kg)
- Kind 1 Jahr (ca. 10 kg)

- Kind 1,5 Jahre (ca. 11 kg)
- Kind 3 Jahre (ca. 15 kg)
- Kind 6 Jahre (ca. 23 kg)
- Kind 10 Jahre (ca. 36 kg)

Die körperlichen Eigenschaften, die den Hybrid III Dummies zugeordnet werden, beruhen auf US-Daten aus den 1960er und 70er Jahren. Somit sind diese Daten sowohl für die amerikanische als auch für viele Regionen der Welt nicht mehr repräsentativ. Zusätzlich gilt es zu berücksichtigen, dass trotz der Bezeichnung „Frau“ und „Mann“ alle verfügbaren Daten zur Bestimmung der Biomechanik genutzt werden und diese dann auf die konkrete Anthropometrie skaliert werden. Dies bedeutet, dass sowohl der 50-Perzentil-Mann als auch die 5-Perzentil-Frau auf biomechanische Daten von Männern und Frauen basieren.

## Welche Dummies gibt es und wo werden sie eingesetzt?

Der am weitesten verbreitete Dummy ist das Modell Hybrid III 50 Perzentil (H III 50th), welcher in den 1970er Jahren vorgestellt wurde und bis heute am häufigsten im Einsatz ist. Die Hybrid-III-Familie wurden mit den Jahren erweitert und beinhaltet neben Kinder-Dummies auch den H III 5th und den H III 95th Dummy. Das Nachfolgemodell des H III stellt der THOR 50th dar, welcher über eine weitreichendere Sensorik und höhere Biofidelität verfügt. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick, welche Dummies derzeit bzw. bis 2024 in den unterschiedlichen gesetzlichen und Verbraucherschutzrechtlichen Anforderungen in Europa eingesetzt werden:

	Dummy	Gesetzliche Anforderungen (UNECE-Regulierungen)	Verbraucherschutzrechtliche Anforderungen (Euro NCAP)
<b>Frontalaufprall</b>	Hybrid III 50th	x	x
	Hybrid III 5th	x	x
	Hybrid III 95th		(x)*
	THOR 50th		x
<b>Seitenaufprall</b>	WorldSID 50th	x	x
	WorldSID 5th		
	ES-2	x	
<b>Heckaufprall</b>	BioRID II	x	x
<b>Kinderdummies</b>	Q-Serie	x	x
	P-Serie	x	

\* Vom Hersteller durchgeführter Schlittenversuch für Knee Mapping

## Wie viel kostet ein Dummy?

Die Anschaffungskosten für Dummies liegen zwischen ca. 150.000 Euro bis 1,5 Mio. Euro. Die Kosten sind abhängig vom Dummytyp und der dazugehörigen Messtechnik. Bei günstigeren Dummies handelt es sich um ältere Typen mit wenig Messtechnik. Die neueste Generation mit umfangreicher, teilweise integrierter Datenaufzeichnung, Messtechnik und einem komplexen Aufbau kann durchaus bei 1,5 Mio. Euro liegen.

Die Dummies sind darauf ausgelegt, in unzähligen Crashtests eingesetzt zu werden. Deshalb kann die Lebensdauer eines Dummies durchaus mehrere Jahrzehnte betragen.

## Was zeigt das reale Unfallgeschehen? Haben Frauen ein höheres Verletzungsrisiko als Männer? Haben Frauen ein anderes Verletzungsmuster als Männer? Warum ist es schwierig, das geschlechterspezifische Verletzungsrisiko zu ermitteln?

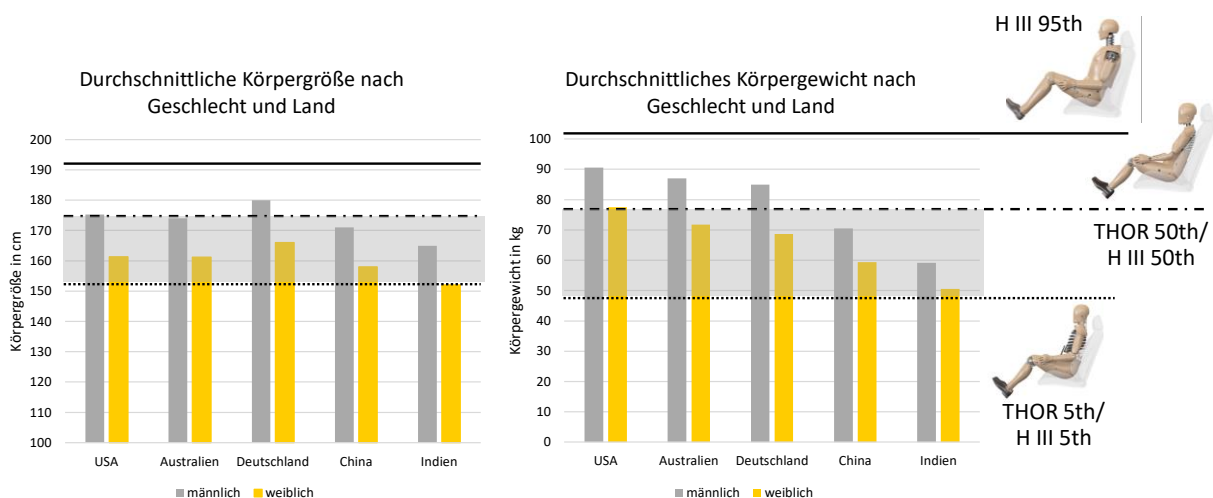
Der ADAC hat 2021 eine detaillierte Analyse von Verkehrsunfällen auf Basis der ADAC Unfallforschungsdatenbank durchgeführt, um zu eruieren, ob das Geschlecht oder das Alter einen Einfluss auf das Verletzungsrisiko hat. Die Unfalldatenbank enthält schwere Verkehrsunfälle in Deutschland, die vornehmlich außerhalb von Ortschaften stattgefunden haben und zu denen die ADAC Luftrettung gGmbH gerufen wurde. **Der Vergleich zwischen weiblichen und männlichen Fahrern und Beifahrern in Frontal- und Seitencrashes zeigte, dass in Bezug auf die Verletzungsschwere kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern festgestellt werden konnte. Bei den weiblichen Insassen wird häufiger ein Trauma im Bereich der unteren Extremitäten diagnostiziert.** Die Auswertung zeigte außerdem, dass Frauen häufig in älteren und kleineren Fahrzeugen verunfallen, deren Schutzpotential meist geringer ist als das von größeren und neueren Fahrzeugen.

Die Schwierigkeit bei der Bestimmung eines geschlechterspezifischen Verletzungsrisiko liegt jedoch darin, dass alle anderen Einflussgrößen bis auf das Geschlecht eliminiert werden müssen. Das bedeutet, dass Unfälle miteinander verglichen werden müssen, bei denen weibliche und männliche Insassen mit derselben Größe und Gewicht auf dem gleichen Sitzplatz im gleichen Fahrzeug bei der gleichen Unfallart/Geschwindigkeit verunglückt sind. Bei dem Versuch, alle Einflussgrößen zu berücksichtigen, wird die Anzahl an vergleichbaren Unfällen sehr gering. Somit ist es oft nicht möglich, ein Verletzungsrisiko, welches allein aufgrund des Geschlechts auftritt, zu bestimmen.

## Inwieweit werden weiblichen Insassen derzeit in der Fahrzeugsicherheit berücksichtigt? Repräsentiert der EVA Rid Dummy die durchschnittliche Frau? In welchen Bereichen kann dieser Dummy eingesetzt werden?

Im Allgemeinen sind Dummies nicht männlich oder weiblich, da die Biomechanik, die Basis der Dummies ist, alle verfügbaren weiblichen und männlichen Daten nutzt. Allein durch das Gewicht, die Größe oder das Aussehen können die Dummies keinem Geschlecht zugeordnet werden. Damit ein Dummy ein Geschlecht repräsentiert, müssten weitere Parameter wie z.B. Verletzungsmechanismen und anatomische Details berücksichtigt werden.

Um eine möglichst große Bandbreite der Bevölkerung im Bereich der Fahrzeugsicherheit zu betrachten, kommt sowohl der 5-Perzentil als auch der 50-Perzentil Dummy bei den gesetzlichen und verbraucherschutzrechtlichen Frontalcrashes zum Einsatz.



So wird in Bezug auf die Körpergröße eine Person von 1,51 m bis 1,75 m und in Bezug auf das Gewicht von 48 kg bis 77 kg abgebildet. Damit wird entsprechend der Abbildung sowohl die durchschnittliche

Frau in Indien als auch der durchschnittliche Mann in westlichen Ländern in Bezug auf die Größe repräsentiert. Das Körpergewicht des 5-Perzentil Dummys entspricht dagegen der durchschnittlichen indischen Frau und das Gewicht des 50-Perzentil dem Durchschnitt der US-Amerikanerinnen. Demzufolge wird die Fahrzeugsicherheit vorwiegend für den Teil der Bevölkerung, der sich zwischen 5- und 50-Perzentil befindet, ausgelegt.

Da im Seitencrash lediglich der 50-Perzentil-Dummy eingesetzt wird, erfolgt im Verbraucherschutzprogramm Euro NCAP im Nachgang an den Fahrzeugversuch eine Vermessung des Kopfairbags. Somit soll sichergestellt werden, dass auch bei einer anderen Sitzposition oder bei unterschiedlicher Körpergröße eine große Bandbreite an Insassen vor schweren Verletzungen geschützt wird.

Im Bezug auf den Heckaufprall zeigen wissenschaftliche Studien, dass weibliche Insassen häufiger Verletzungen der Halswirbelsäule (sog. „Schleudertrauma“) erleiden. Dies kann auf eine weniger stark ausgeprägten Muskulatur und den geringeren Querschnitt der Halswirbelsäule der Frau zurückgeführt werden. Hierfür wurde der EVA Rid Dummy sowohl als virtuelles Modell als auch als physischer Dummy entwickelt. Dieser soll mit einer Körpergröße von 1,62 m und einem Gewicht von 62 kg eine 50-Perzentil Frau darstellen. Das virtuelle Modell und auch der physische Eva Rid Dummy wurde jedoch für den Heckaufprall entwickelt und stellt keine Alternative zu den 5-Perzentil und 50-Perzentil Dummys dar, die im Front- und Seitencrash eingesetzt werden. Hierfür fehlen nicht nur die mechanische Möglichkeit und passende Sensorik, die in den entsprechenden Körperregionen Belastungen messen, sondern auch Verletzungsrisikofunktionen, die die gemessenen Kräfte, Beschleunigungen usw. in eine Verletzungswahrscheinlichkeit übersetzen.

## Welche Ergebnisse zeigen andere Datenauswertungen?

Es gibt zahlreiche Studien, die sich dem Thema „Verletzungsrisiko von Frauen und Männern“ widmen. Eine Liste an relevanten Datenauswertungen kann diesem Dokument unter *Weiterführende Informationen und Quellen* entnommen werden. Die Ergebnisse dieser Studien weisen häufig auf ein höheres Verletzungsrisiko für weibliche Insassen im Gegensatz zu männlichen hin. Hierbei gilt es jedoch die Datengrundlage im Detail zu betrachten: Viele dieser Studien beziehen sich auf ältere Fahrzeugmodelle, auf Unfalldaten aus den USA oder beinhalten nicht angeschnallte Insassen. Außerdem wird des Öfteren nicht zwischen Frontal-, Seiten- und Heckkollisionen unterschieden. Auch der Einfluss der Größe und des Gewichts der Insassen, welche indirekt mit dem Geschlecht zusammenhängen, wird nicht separiert. Des Weiteren lag der Fokus mancher Studien nicht darin, das Verletzungsrisiko von Insassen in Abhängigkeit des Geschlechts zu eruieren. Aus diesem Grund gilt es bei der Interpretation dieser Studienergebnisse, die Datengrundlage und die Methodik zu berücksichtigen.

## Gibt es andere Risikogruppen in unserer Gesellschaft, die durch die Dummys nicht abgebildet werden?

Im Rahmen eines Verbraucherschutzprojektes hat die ADAC Unfallforschung 2021 nicht nur eine tieferegehende Datenanalyse, sondern auch Crashtests mit unterschiedlichen Dummys durchgeführt. Die Auswertung der Unfalldaten zeigte, dass insbesondere **ältere Personen** aufgrund physiologischer Veränderungen mit steigendem Alter ein höheres Verletzungsrisiko als Jüngere bei der gleichen Unfallschwere mit sich bringen. Außerdem veranschaulichten die Crashtests, dass **adipöse Insassen** ein erhöhtes Verletzungsrisiko haben. Aufgrund des hohen Gewichts kommen die Rückhaltesysteme schnell an ihre Grenzen und können den adipösen Insassen nicht ausreichend schützen.

Diese Erkenntnisse decken sich auch mit den bisher eingesetzten Dummys in der Fahrzeugsicherheit: Personen, die außerhalb des Bereichs liegen, welcher der 5- bis 50-Perzentil Dummys abdeckt, haben eine höhere Verletzungswahrscheinlichkeit.

## Was kann in der Fahrzeugsicherheit gemacht werden, um die ganze Breite der Gesellschaft besser zu schützen?

Bei Crashtests werden die Fahrzeuge häufig so stark deformiert, dass sie im Nachgang nicht mehr verwendet werden können. Auch die Vor- und Nachbereitung ist sehr aufwendig. Crashtests bringen demnach einen hohen zeitlichen, technischen und finanziellen Aufwand mit sich. Zudem ist die Anzahl

an Szenarien, die mit den Crashtests repräsentiert werden, begrenzt. Zur Ergänzung der physischen Tests werden Simulationen verwendet, die weitere Testszenarien und auch eine größere Bandbreite der Bevölkerung (z.B. mittels Human-Body-Modellen) abdecken könnten. Gleichzeitig werden durch zusätzliche statische Prüfungen und Schlittenversuche Sicherheitssysteme für andere spezifische Insassen mit abgeprüft, wie z.B. Abdeckungsbereiche von Airbags für besonders kleine oder große Personen.

## Weiterführende Informationen und Quellen

- Bose, Dipan; Segui-Gomez, Maria; Crandall, Jeff R.** (2011). Vulnerability of female drivers involved in motor vehicle crashes: an analysis of US population at risk. *Am J Public Health*. 2011 Dec;101(12):2368-73. doi: 10.2105/AJPH.2011.300275. Epub 2011 Oct 20. PMID: 22021321; PMCID: PMC3222446
- Forman, Jason; Poplin, Gerard S.; Shaw, C. Greg; McMurry, Timothy L.; Schmidt, Kristin; Ash, Joseph; Sunnevang, Cecilia** (2019). Automobile injury trends in the contemporary fleet: Belted occupants in frontal collisions. *Traffic Inj Prev*. 2019;20(6):607-612. doi: 10.1080/15389588.2019.1630825. Epub 2019 Jul 8. PMID: 31283362.
- Noh, Eun Young; Atwood, Jonathan Richard Edward; Lee, Ellen; Craig, Matthew** (2022). Female crash fatality risk relative to males for similar physical impacts (Report No. DOT HS 813 358). National Highway Traffic Safety Administration
- Brumbelow, Matthew L.; Jermakian, Jessica S.** (2021). Injury risks and crashworthiness benefits for females and males: Which differences are physiological? *Traffic Inj Prev*. 2022;23(1):11-16. doi: 10.1080/15389588.2021.2004312. Epub 2021 Dec 7. PMID: 34874809.
- Abrams, Mitchell; Bass, Cameron R.** (2022) Female vs. Male Relative Risk of Body System Injuries in Fatal and Non-Fatal Crashes. IRCOBI conference 2022. IRC-22-12. Duke University in Durham, NC, USA
- Chen, Huipeng; Kim, Agnes; Wood, Jonathan** (2022). Adult occupant injury risk in rear impact and frontal impact: Effect of impact conditions and occupant-related factors. *Traffic Injury Prevention*. doi: 10.1080/15389588.2022.2034797
- Otte, Dietmar; Wiese, Birgit** (2012). Injury Rates for Older and Younger Belted Drivers in Traffic Accidents Medizinische Hochschule Hannover. *SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst.* 5(1):506-516, 2012, <https://doi.org/10.4271/2012-01-0573>.
- Nutbeam, Tim; Weekes, Lauren; Heidari, Shirin; Fenwick, Rob; Bouamra, Omar; Smith, Jason; Stassen, Willem** (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
- Abrams, Mitchell; Bass, Cameron R.** (2022) Female vs. Male Relative Fatality Risk in Fatal Crashes. IRCOBI conference 2020. IRC-20-13. Duke University in Durham, NC, USA
- Ostermaier, I.; Ostermaier, M.; Sandner, V.; Kolke, R.** (2021). Rückhaltesysteme für alle Pkw-Insassen Teil 1 + 2. VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik. Volume: 60, Issue Number: 2&3. Publisher: Springer Automotive Media, Springer Fachmedien München GmbH. ISSN: 0724-2050
- Malczyk, Axel; Kröling, Sophie** (2022). Zusammenhang von Insassen-Verletzungsschwere und -Geschlecht: Belege für ein Gender Gap. VDI-Tagung 2022, Berlin.