

# HWS- Distorsion

Schutzpotential aktueller  
Fahrzeugsitze

Tagung der GMTTB 28.04.2017 Konstanz  
Fr. Kreutner / Hr. Reinkemeyer



## Aktuelle Fragestellungen / Diskussionsgrundlage



- 1. Steifere Strukturen:** Sind die Fahrzeuge in den letzten Jahren noch steifer geworden?
  - 2. Steifere Strukturen:** Sind bei leichten Heckkollisionen hohen Beschleunigungen der Fahrzeugkarosserie für den Insassen gefährlich?
  - 3. Steifere Strukturen:** Ist die Geschwindigkeitsänderung steifer Fahrzeuge bei leichten Heckkollisionen für die medizinische Beurteilung genauso zu nutzen wie bisher?
  - 4. Steifere Strukturen:** In wie weit sind bei leichten Heckkollisionen die Insassenbelastungen vom Schutzpotential des Fahrzeugsitzes und nicht von der Karosseriesteifigkeit abhängig?
- Auswertung von 49 Heckaufprallversuchen des AZT von 2006 bis 2016 mit eingemessenem Heckaufpralldummy „BioRid II“ auf dem Fahrersitz
- Testobjekte: - Komplettfahrzeuge im RCAR Strukturtest Heck (Anzahl 45)  
- Fahrzeug-Fahrzeugversuche (Anzahl 4)

## Testverfahren RCAR Crash Reparaturtest Heck



$v_{\text{Schlitten}} = 15,3 \text{ km/h}$ ,  
 $m_{\text{Schlitten}} = 1.400 \text{ kg}$ ,  
Überdeckung = 40 %  
Einlaufwinkel =  $10^\circ$



Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

3

## Sind die Fahrzeuge noch steifer geworden?



Fahrzeugstrukturen sollen folgende Anforderungen erfüllen:

- Insassen schützen
- Fußgänger schützen

=> **möglichst viel Deformation der äußeren Karosserieteile**

- geringer Schaden an der Karosserie nach Unfall
- Reparaturfreundlichkeit (RCAR-Anforderung)

Einen geringen Schaden nach einem Unfall erreicht man durch eine steife Fahrzeugkarosserie (höherfeste Stähle)

=> **Begrenzung der Energieaufnahme auf geringe Deformation der äußeren Karosserieteile**

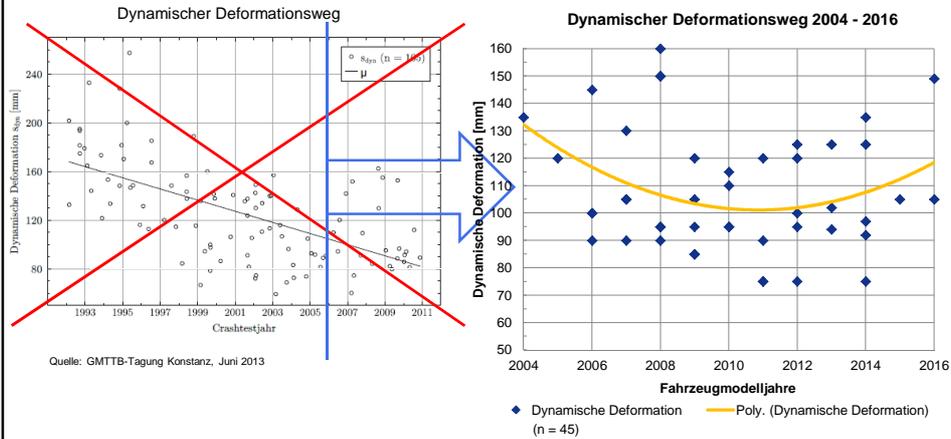
Und durch Vermeidung des Unterfahrens bzw. Überfahrens der tragenden Fahrzeugstrukturen (RCAR-Anforderung Bumper-Test)

=> **Interaktion der steifen Stoßfängerträger**

Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

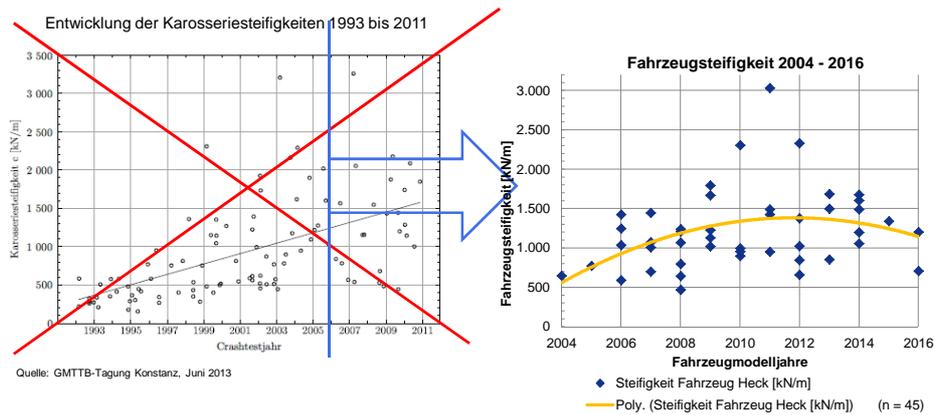
4

## Sind die Fahrzeuge noch steifer geworden?



Die Deformationswege haben sich in den letzten Jahrzehnten verkürzt.  
Jedoch ab 2004 nicht so gravierend wie es prognostiziert wurde.

## Sind die Fahrzeuge noch steifer geworden?



Die Fahrzeugsteifigkeiten im äußeren Heckbereich haben sich in den letzten Jahrzehnten erhöht. Jedoch nicht in einem linear steigenden Trend, sondern in eine erkennbare Sättigung hinein.

Der Mittelwert liegt bei 1.200 kN/m statt über 2.000 kN/m laut Prognose aus 2013!

Sind bei leichten Heckkollisionen hohe Fahrzeugbeschleunigungen für die Insassen gefährlich?



Wie verhalten sich Fahrzeug und Insasse beim Heckaufprall?  
Was kommt beim Insassen an?

**Wichtig:**

Tatsächlich sind die Insassen vom Fahrzeug entkoppelt!  
Der Insasse interagiert nur mit dem Sitz!



Sind bei leichten Heckkollisionen hohe Fahrzeugbeschleunigungen für die Insassen gefährlich?



VW Golf V (Modell 2003 - 2008)  
m = 1.333 kg  
a<sub>max</sub> = 26,4 g  
Dv = 8,7 km/h

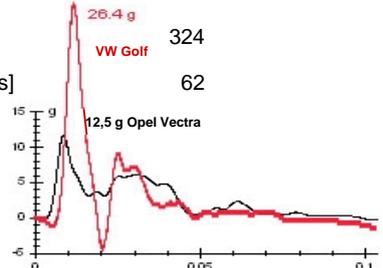
Opel Vectra C (Modell 2002 – 2008)  
m = 1.433 kg  
a<sub>max</sub> = 12,5 g  
Dv = 8,8 km/h



Sind bei leichten Heckkollisionen hohe Fahrzeugbeschleunigungen für die Insassen gefährlich?



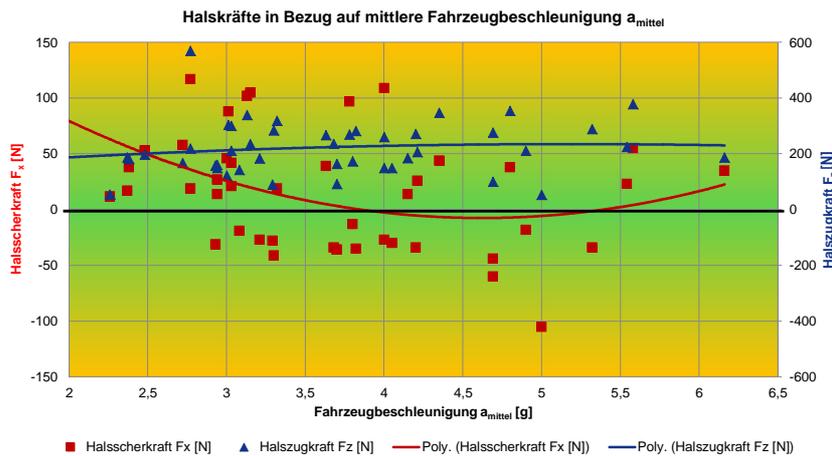
|          | VW Golf               | Opel Vectra | Verhältnis Golf/Vectra |            |
|----------|-----------------------|-------------|------------------------|------------|
| Fahrzeug | Masse [kg]            | 1333        | 1433                   | 0,9        |
|          | delta v [km/h]        | 8,7         | 8,8                    | 1          |
|          | a max [g]             | <b>26,4</b> | <b>12,5</b>            | <b>2,1</b> |
| Dummy    | T1 [g]                | 8,9         | 6,7                    | 1,3        |
|          | Fx [N]                | 159         | 151                    | 1          |
|          | Fz [N]                | 324         | 365                    | 0,9        |
|          | T <sub>HRC</sub> [ms] | 62          | 89                     | 0,7        |



Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

9

Sind bei leichten Heckkollisionen hohe Fahrzeugbeschleunigungen für die Insassen gefährlich?



=> Eine klare Tendenz zu höheren Halskräften über die zunehmende mittlere Beschleunigung ist nicht erkennbar!

Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

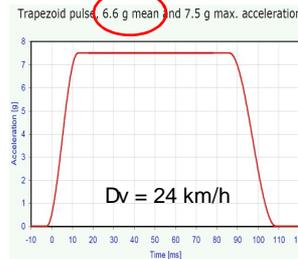
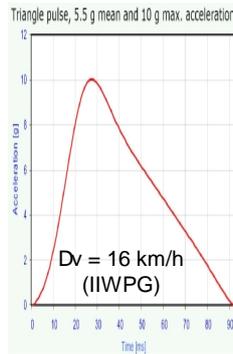
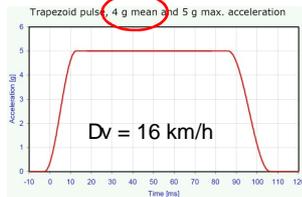
10

## Sind bei leichten Heckkollisionen hohe Fahrzeugbeschleunigungen für die Insassen gefährlich?



Aufbau der dynamischen Sitztests bei Euro-NCAP

- Leichter
  - mittlerer
  - schwerer
- Crash-Puls



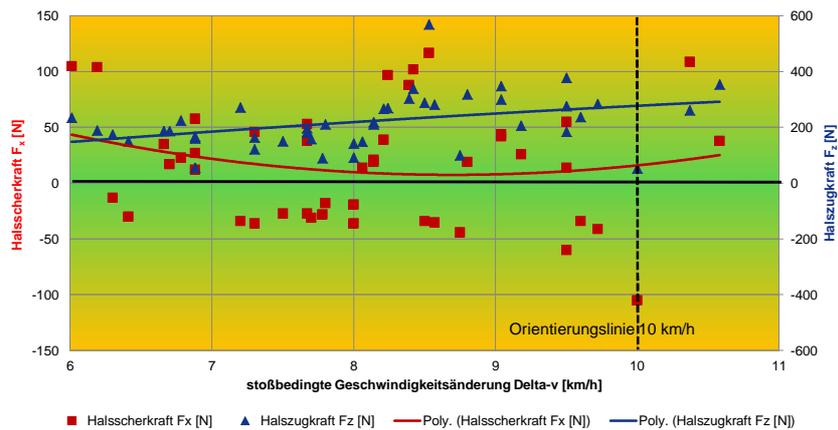
steigende mittlere Beschleunigung →

=> Beim RCAR Reparaturcrash Heck wurden mittlere Fahrzeugbeschleunigungen bis zu 6,5 g erreicht.

## Sind bei leichten Heckkollisionen hohe Fahrzeugbeschleunigungen für die Insassen gefährlich?



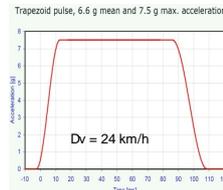
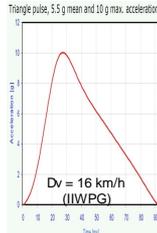
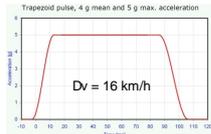
Halskräfte in Bezug auf Geschwindigkeitsänderung Delta-v



=> Ein gravierender Anstieg der Halskräfte über die zunehmende stoßbedingte Geschwindigkeit ist in einem Bereich zwischen 6 – 11 km/h nicht ersichtlich!

# Insassenbelastung abhängig vom Schutzpotential des Allianz

## Sitz Performance Kriterien Euro NCAP



| Whiplash Test                   | Low Severity Pulse |                   |               | Medium Severity Pulse |                   |               | High Severity Pulse |                   |               |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|-----------------------|-------------------|---------------|---------------------|-------------------|---------------|
|                                 | Higher performance | Lower performance | Capping Limit | Higher performance    | Lower performance | Capping Limit | Higher performance  | Lower performance | Capping Limit |
| NIC                             | 9,00               | 15,00             | 18,30         | 11,00                 | 24,00             | 27,00         | 13,00               | 23,00             | 25,50         |
| Nkm                             | 0,12               | 0,35              | 0,50          | 0,15                  | 0,55              | 0,69          | 0,22                | 0,47              | 0,78          |
| Rebound velocity (m/s)          | 3,3                | 4,4               | 4,7           | 3,2                   | 4,8               | 5,2           | 3,2                 | 5,5               | 6,0           |
| Upper Neck $F_{x, shear}$ (N)   | 30                 | 110               | 187           | 30                    | 190               | 290           | 30                  | 210               | 364           |
| Upper Neck $F_{z, tension}$ (N) | 270                | 610               | 734           | 360                   | 750               | 900           | 470                 | 770               | 1024          |
| T1 acceleration* (g)            | 9,40               | 12,00             | 14,10         | 9,30                  | 13,10             | 15,55         | 12,50               | 15,90             | 17,80         |
| T-HRC (ms)                      | 61                 | 83                | 95            | 57                    | 82                | 92            | 53                  | 80                | 92            |

\* up to T-HRC (=Time to Head Restraint Contact / Zeit bis zum Kopfstützenkontakt)

Quelle: Safety Companion 2017, carhs.

▷ **Sitz mit hohem Schutzpotential:  $F_x < 30\text{ N}$   $F_z < 360\text{ N}$   $T_1 < 9,3\text{ g}$**

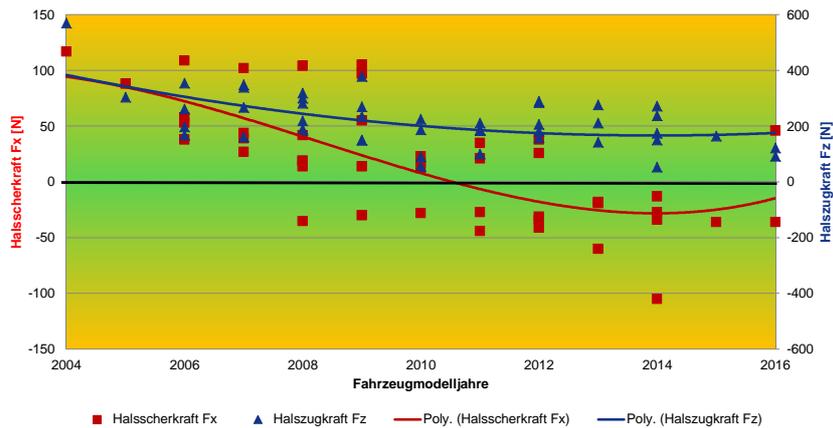
Startwert IIWPG 2006:  $F_x < 130\text{ N}$   $F_z < 600\text{ N}$   $T_1 < 9,5\text{ g}$

Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

13

# Insassenbelastung abhängig vom Schutzpotential des Allianz

Halskräfte abhängig vom Fahrzeugmodelljahr



Tendenz für  $F_x$ : Stark fallend bei jüngeren Modellen

Tendenz für  $F_z$ : Fallend bei jüngeren Modellen

Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

14

## Limitierungen



### Grenzen der Untersuchung der RCAR Reparaturcrash Versuche:

- Ø Es liegen keine vergleichenden Versuche mit unterschiedlichen Geschwindigkeitsänderungen an einem individuellen Fahrzeug vor
- Ø Es liegen keine Versuche mit unterschiedlichen Überdeckungen vor
- Ø Es liegt je individuellem Fahrzeug nur ein Versuch vor
- Ø Es liegen derzeit nur 45 auswertbare Versuche vor
- Ø Es existieren keine auswertbaren Versuche mit BioRid II vor 2006
- Ø Die Daten wurden aus Crashversuchen mit einem Barrierestoßwagen gewonnen (kürzere Stoßzeit, da Barriere nicht deformierbar)

=> AZT hat daher Stichprobenversuche in Fahrzeug-Fahrzeug-Konfiguration mit unterschiedlichen Überdeckungen durchgeführt.

## Fahrzeug-Fahrzeug-Versuche



2 Versuche mit 100 % Überdeckung



2 Versuche mit 40 – 50 % Überdeckung



| Versuch   | 01-16                        | 02-16                        | 03-16                       | 04-16                       |
|---|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Konstellation</b>                                  | VW Golf auf Ford Focus 100 % | Ford Focus auf VW Golf 100 % | VW Golf auf Ford Focus 43 % | Ford Focus auf VW Golf 48 % |
| <b><math>v_{\text{koll}}</math> stoßendes Fzg.</b>    | 15,3 km/h                    | 15,4 km/h                    | 15,3 km/h                   | 15,2 km/h                   |
| <b><math>\Delta v</math> gestoßenes Fzg.</b>          | 10,4 km/h                    | 10,5 km/h                    | 7,5 km/h                    | 8,9 km/h                    |
| <b><math>a_{\text{max}}</math> gestoßenes Fzg.</b>    | 5,5 g                        | 10,4 g                       | 7,8 g                       | 6,5 g                       |
| <b><math>a_{\text{mittel}}</math> gestoßenes Fzg.</b> | 2,4 g                        | 2,9 g                        | 2,3 g                       | 3,0 g                       |
| <b>Dyn. Deformation opt.</b>                          | 187 mm                       | 184 mm                       | 208 mm                      | 172 mm                      |
| <b>Auswertung</b>                                     |                              |                              |                             |                             |

## Fahrzeug-Fahrzeug-Versuche im Vergleich RCAR Reparaturcrash Heck



| Versuch                             | 01-16                        | 02-16                        | 03-16                       | 04-16                       | Durchschnitt aus RCAR Versuchen |
|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Konstellation                       | VW Golf auf Ford Focus 100 % | Ford Focus auf VW Golf 100 % | VW Golf auf Ford Focus 43 % | Ford Focus auf VW Golf 48 % | Stoßschlitten auf Fahrzeug 40 % |
| $v_{\text{Koll}}$ stoßendes Fzg.    | 15,3 km/h                    | 15,4 km/h                    | 15,3 km/h                   | 15,2 km/h                   | 15,3 km/h                       |
| $\Delta$ -v gestoßenes Fzg.         | 10,4 km/h                    | 10,5 km/h                    | 7,5 km/h                    | 8,9 km/h                    | 6 - 11 km/h                     |
| $a_{\text{max}}$ gestoßenes Fzg.    | 5,5 g                        | 10,4 g                       | 7,8 g                       | 6,5 g                       | 14,6 g                          |
| $a_{\text{mittel}}$ gestoßenes Fzg. | 2,4 g                        | 2,9 g                        | 2,3 g                       | 3,0 g                       | 3,7 g                           |
| Dyn. Deformation opt. Auswertung    | 187 mm                       | 184 mm                       | 208 mm                      | 172 mm                      | 108 mm                          |

Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

17

## Fahrzeug-Fahrzeug-Versuche



| Versuch                     | 01-16                        | 02-16                        | 03-16                       | 04-16                       |                          |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Konstellation               | VW Golf auf Ford Focus 100 % | Ford Focus auf VW Golf 100 % | VW Golf auf Ford Focus 43 % | Ford Focus auf VW Golf 48 % |                          |
| BioRid $a_{T1}$             | 7,4 g                        | 9,3 g                        | 6 g                         | 7,8 g                       | $T_1 < 9,4 \text{ g P}$  |
| BioRid $F_x$ Halsscherkraft | -48 N                        | -17 N                        | -55 N                       | -9 N                        | $F_x < + 30 \text{ N P}$ |
| Bio Rid $F_z$ Halszugkraft  | 176 N                        | 87 N                         | 210 N                       | 200 N                       | $F_z < 270 \text{ N P}$  |

### Sitz Performance Kriterien Euro NCAP

| Whiplash Test                        | Low Severity Pulse |                   |               | Medium Severity Pulse |                   |               | High Severity Pulse |                   |               |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|-----------------------|-------------------|---------------|---------------------|-------------------|---------------|
|                                      | Higher performance | Lower performance | Capping Limit | Higher performance    | Lower performance | Capping Limit | Higher performance  | Lower performance | Capping Limit |
| NIC                                  | 9,00               | 15,00             | 18,30         | 11,00                 | 24,00             | 27,00         | 19,00               | 23,00             | 25,50         |
| Nkm                                  | 0,12               | 0,35              | 0,50          | 0,15                  | 0,55              | 0,69          | 0,22                | 0,47              | 0,78          |
| Rebound velocity (m/s)               | 3,0                | 4,4               | 4,7           | 3,2                   | 4,8               | 5,2           | 4,1                 | 5,5               | 6,0           |
| Upper Neck $F_{x\text{shear}}$ (N)   | 30                 | 110               | 187           | 30                    | 190               | 290           | 30                  | 210               | 364           |
| Upper Neck $F_{z\text{tension}}$ (N) | 270                | 610               | 734           | 360                   | 750               | 900           | 470                 | 770               | 1024          |
| T1 acceleration* (g)                 | 9,40               | 12,00             | 14,10         | 9,30                  | 13,10             | 15,55         | 12,50               | 15,90             | 17,80         |
| T-HRC (ms)                           | 61                 | 83                | 95            | 57                    | 82                | 92            | 53                  | 80                | 92            |

\* up to T-HRC (=Time to Head Restraint Contact / Zeit bis zum Kopfstützenkontakt)

Quelle: Safety Companion 2017, carhs.

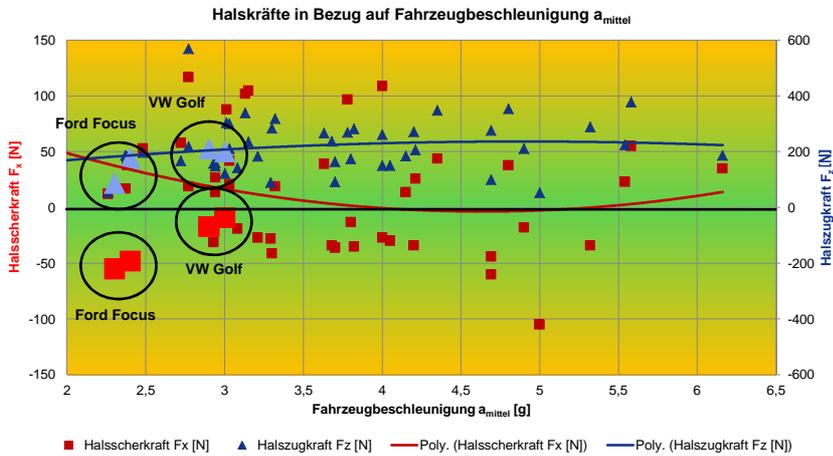
**Mittlere Beschleunigung der Versuche entspricht einem Low Severity Puls**

**=> Sitz mit hohem Schutzpotential:  $F_x < 30 \text{ N}$   $F_z < 270 \text{ N}$   $T_1 < 9,4 \text{ g}$**

Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

18

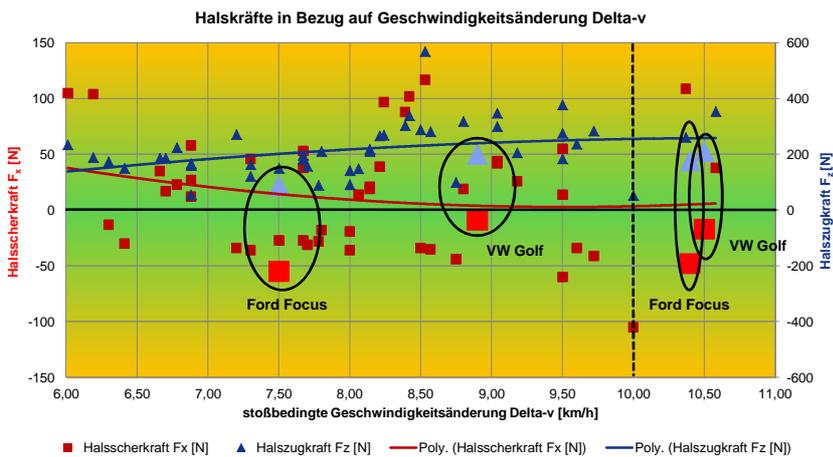
## Fahrzeug-Fahrzeug-Versuche im Vergleich RCAR Reparaturcrash Heck



Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
 © Copyright Allianz 26.04.2017

19

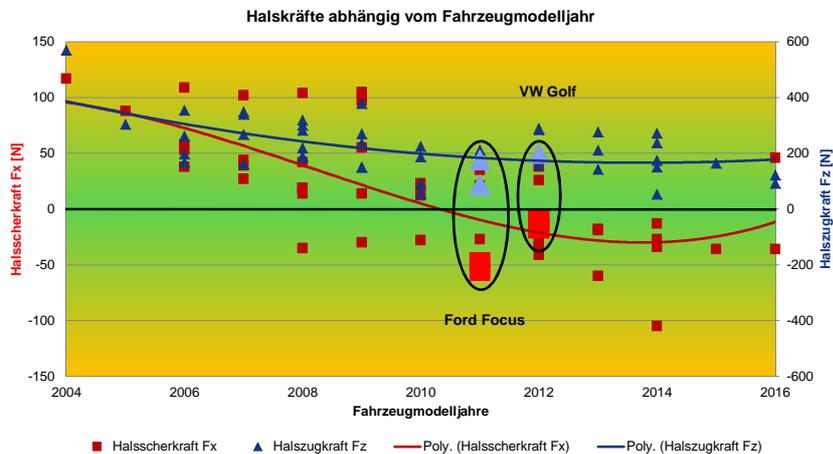
## Fahrzeug-Fahrzeug-Versuche im Vergleich RCAR Reparaturcrash Heck



Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
 © Copyright Allianz 26.04.2017

20

## Fahrzeug-Fahrzeug-Versuche im Vergleich RCAR Reparaturcrash Heck



Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

21

## Aktuelle Fragestellungen / Diskussionsgrundlage



1. Sind die Fahrzeuge in den letzten Jahren noch steifer geworden?  
Nein, eine Sättigung scheint erreicht!
2. Sind bei leichten Heckkollisionen hohe Beschleunigungen der Fahrzeugkarosserie für den Insassen gefährlich?  
Nein, der Insasse ist durch den Sitz von der Fahrzeugstruktur entkoppelt!
3. Ist die Geschwindigkeitsänderung steifer Fahrzeuge bei leichten Heckkollisionen für die medizinische Beurteilung genauso zu nutzen wie bisher?  
Ja, nach wie vor eignet sich das Delta-v für die Beurteilung am besten!
4. In wie weit sind bei leichten Heckkollisionen die Insassenbelastungen vom Schutzpotential des Fahrzeugsitzes und nicht von der Karosseriesteifigkeit abhängig?  
Vollständig, das Schutzpotential des Sitzes entscheidet maßgeblich über die Insassenbelastung und kann die zugenommene Karosseriesteifigkeiten überkompensieren!

Tagung der GMTTB 28.04.2017 / AZT Automotive GmbH / Frau M. Kreutner / Herr C. Reinkemeyer  
© Copyright Allianz 26.04.2017

22

Fazit aus der aktuellen Untersuchung und deren Rahmenbedingungen:



**Arbeitshypothese:**

**Je jünger der Pkw, desto höher das Schutzpotential der Sitze!**

**Die gestiegene Karosseriesteifigkeit wirkt sich nicht negativ auf die Insassenbelastung aus!**

**Die höheren Fahrzeugbeschleunigungen werden durch das hohe Schutzpotential von guten Sitzen sogar überkompensiert!**



**Der Platz für Ihre Fragen**

