

Heckaufprallversuche auf Fahrzeuge mit Anhängerkupplung

2008, pp. 110 - 118 (#4)

Über frühere Pkw-Pkw-Heckaufprallversuche des Allianz Zentrum für Technik AZT ist in VKU 2/2007 berichtet worden. Zufällig waren zwei Pkw mit Anhängerkupplungen involviert, wobei die Versuchsergebnisse konträr beeinflusst wurden. Nunmehr werden Versuche beschrieben, bei denen die gestoßenen Pkw alle mit Anhängerkupplungen ausgerüstet waren, um deren Einfluss auf den Stoßablauf und die Fahrzeugbeschädigungen systematisch zu erfassen.

Rear-Impact Crash Tests on Vehicles with a Tow Bar

VKU 2/2007 reported on car-to-car rear-impact crash tests carried out by the Allianz Zentrum für Technik [AZT](#). By coincidence, the tests included two passenger cars fitted with tow bars, with a corresponding influence on the test findings. The current article describes tests in which all of the cars subjected to a rear impact were fitted with tow bars in order to systematically determine their influence on the impact and the damage to the vehicle.

□

Inhaltsverzeichnis

- [1 Zitat](#)
- [2 Inhaltsangabe](#)
 - [2.1 Tabelle mit Versuchsergebnissen](#)
- [3 Erratum](#)
- [4 Weitere Beiträge zum Thema im VuF](#)
- [5 Weitere Infos zum Thema](#)
 - [5.1 SAE Papers](#)
- [6 Weitere Infos zum Thema EES](#)
- [7 Weitere Infos zum Thema HWS](#)

Zitat

[Reinkemeyer, C.](#); [Moosmüller, G.](#): Heckaufprallversuche auf Fahrzeuge mit Anhängerkupplung. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 46 (2008), pp. 110 - 118 (#4).

Inhaltsangabe

Weitere Versuche wie in [VKU 02/2007](#), diesmal ausschließlich Crashes auf Fahrzeuge mit [Anhängerkupplung](#), um deren Einfluß auf die Geschwindigkeitsänderung bzw. die Insassenbelastung zu untersuchen.

Tabelle mit Versuchsergebnissen

Stoßendes Fzg	Kürzel	Audi A6 Avant (4B)	VW Passat Lim. (3B)	Audi A6 Avant (4B)	VW Sharan (7M)	Audi A6 Lim. (4B)	VW Golf II (19E)	Audi A6 Lim. (C4)	Einheit
Masse incl. Fahrer	m	1.610	1.431	1.780	1.867	1.903	1.031	1.519	kg
Kollisionsgeschwindigkeit	v	13,10	15,00	15,30	14,50	13,60	16,90	12,50	km/h
Kollisionsgeschwindigkeit	v	3,64	4,17	4,25	4,03	3,78	4,69	3,47	m/s
Geschwindigkeitsänderung	Δv	8,50	12,50	10,50	8,80	8,60	13,50	6,20	km/h
Geschwindigkeitsänderung	Δv	2,36	3,47	2,92	2,44	2,39	3,75	1,72	m/s
<u>Stoßzeit</u> (b. Δv)	t	0,188	0,186	0,121	0,093	0,158	0,147	0,182	s
Energieäquivalente Geschwindigkeit	EES	9	9	9	7	7	13	6	km/h
Energieäquivalente Geschwindigkeit	EES	2,50	2,50	2,50	1,94	1,94	3,61	1,67	m/s
max. Fahrzeugbeschleunigung	$a_{\max \text{ Fzg}}$	-3,8	-5,2	-6,4	-4,0	-3,9	-5,8	-2,0	g
res. Kopfbeschleunigung	$a_{\text{res Kopf}}$	2,6	5,9	4,0	4,5	3,3	6,9	1,8	g
dyn. Gesamtdeformation	$s_{\text{dyn ges}}$	0,280	0,370	0,270	0,140	0,280	0,360	0,315	m
Gestoßenes Fzg	Kürzel	VW T4	VW VW Passat Var. (3BG)	VW Sharan (7M)	Audi A6 Avant (4B)	Audi A6 Lim. (C4)	Audi A6 Lim. (4B)	VW Golf II (19E)	Einheit
Masse incl. Fahrer	m	1.900	1.691	1.867	1.760	1.503	1.890	1.030	kg
Offset	0, AHK	0, AHK	0, AHK	0, AHK	0, AHK	0, AHK	0, AHK	0, AHK	%
Kollisionsgeschwindigkeit	v	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	km/h
Kollisionsgeschwindigkeit	v	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m/s
Geschwindigkeitsänderung	Δv	5,8	8,4	9,7	9,4	9,9	7,3	8,9	km/h
Geschwindigkeitsänderung	Δv	1,61	2,33	2,69	2,61	2,75	2,08	2,47	m/s
Stoßzeit (b. Δv)	t	0,170	0,168	0,132	0,098	0,183	0,146	0,183	s
Energieäquivalente Geschwindigkeit	EES	3	5	4	7	5	3	5	km/h
Energieäquivalente Geschwindigkeit	EES	0,83	1,39	1,11	1,94	1,39	0,83	1,39	m/s
max. Fahrzeugbeschleunigung	$a_{\max \text{ Fzg}}$	2,70	5,10	6,20	5,70	5,90	4,20	3,50	g
mittl. Fahrzeugbeschleunigung	$a_{\text{mittel Fzg}}$	1,00	1,42	2,10	2,70	1,50	1,40	1,40	g
Beschleunigungsdifferenz Brust-Kopf vor Koll.	$a_{\text{res Brust-Kopf vor K}}$	2,30	3,40	3,60	6,20	4,10	0,90	1,40	g
zugeordnete Zeit	$t_{\text{res Brust-Kopf}}$	0,120	0,061	0,114	0,084	0,143	0,127	0,122	s
max. Beschleunigungsdifferenz Brust-Kopf	$a_{\max \text{ Brust-Kopf}}$	6,30	4,50	-9,80	-11,00	-10,50	-4,40	-2,50	g
zugeordnete Zeit	$t_{\text{res Brust-Kopf}}$	0,202	0,195	0,163	0,132	0,183	0,183	0,222	s

res. Brustbeschleunigung	$a_{\text{res Brust}}$	4,50	5,00	4,80	5,70	6,10	5,20	3,10	g
zugeordnete Zeit	$t_{\text{res Brust}}$	0,191	0,180	0,148	0,084	0,144	0,149	0,194	s
res. Kopfbeschleunigung	$a_{\text{res Kopf}}$	3,00	3,30	11,0	13,10	12,60	5,60	3,80	g
zugeordnete Zeit	$t_{\text{res Kopf}}$	0,162	0,191	0,163	0,131	0,183	0,166	0,202	s
Kopfgeschwindigkeit längs	$v_{\text{Kopf x}}$	10,40	11,80	17,80	19,10	16,80	14,00	11,90	g
Kopfdrehwinkel min / max	φ_{Kopf}	-29 / <0	-4,9 / 21	-21,3 / 11,0	-20,4 / 0	-14,2 / 15,3	-11,8 / 17,0	0 / 0	°
Kopfdrehwinkel aus Filmauswertung min / max	$\varphi_{\text{Kopf Film}}$	-26 / ./.	-5	-23 / 15	-20 / 6	-21 / 7	-6 / 19	4 / 0	°
CTS-Versuchsnr.	-	13842	13849	14401	14402	14403	14404	14405	-
AZT-Versuchsnr.	-	AZT_03.20	AZT_04.11				AZT_05.21	AZT_05.22	-

Erratum

In Tabelle 3 sind die ersten beiden Einträge für Δv_2 falsch aus Tabelle 2 übertragen. Es muss 5,8 km/h und 8,4 km/h heißen. Dann ergibt sich im ersten Fall der Stoßfaktor von 0,09 und im zweiten Fall ein Stoßfaktor von 0,36 (statt 0,39 in der Tabelle).

Weitere Beiträge zum Thema im VuF

zur Stoßzahl

- 1988 #6 [Sekundärstoß-Betrachtungen](#)
- 1999 #5 [Zur Abschätzung der Geschwindigkeitsänderung beim Niedergeschwindigkeitsheckaufprall unter Berücksichtigung des Gesamtdeformationsverhaltens beider Kollisionspartner](#)
- 2000 #10 [Die Stoßzahl bei Auffahrkollisionen](#)
- 2007 #2 [Erkenntnisse zum Deformationsverhalten moderner Fahrzeuge und zur Belastung der Insassen beim Heckanprall](#)
- 2008 #4 Heckaufprallversuche auf Fahrzeuge mit Anhängerkupplung
- 2008 #10 [Eingrenzung der Stoßzahl k für die Rekonstruktion von Heckkollisionen](#)

Weitere Infos zum Thema

- 2008 [Die Stoßzahl bei Heckauffahrkollisionen - Neue Erkenntnisse](#). Vortrag von der [EVU Tagung](#) (Nizza)

zur delta-v

- 1984 #3 [Die Analyse von Serien-Auffahrunfällen mit Hilfe des Delta V-Schritt-Verfahrens](#)
- 1986 #5 [Abschätzung der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung Delta V im Vergleich mit Crashversuchen bei unterschiedlichen Fahrzeugmassen](#)
- 1993 #9 [Definition der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung Delta v](#)
- 1999 #5 [Zur Abschätzung der Geschwindigkeitsänderung beim Niedergeschwindigkeitsheckaufprall unter Berücksichtigung des Gesamtdeformationsverhaltens beider Kollisionspartner](#)
- 1999 #10 [Kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung Delta V und Energy Equivalent Speed \(EES\)](#)
- 2007 #2 [Erkenntnisse zum Deformationsverhalten moderner Fahrzeuge und zur Belastung der](#)

Insassen beim Heckanprall

- 2008 #4 Heckaufprallversuche auf Fahrzeuge mit Anhängerkupplung
- 2009 #9 Kann man aus der Beschädigungsschwere von Fahrzeugen bei Abgleitkollisionen auf ihre kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung Δv schließen?

SAE Papers

- 2001 Essential Considerations in Delta-V Determination. Technical Paper [SAE 2001-01-3165](#)

zur EES

- 1977 #5 Diagramm bei Vorbau-Deformationen BMW 316 - 320 i, Pfahlaufprall BMW E12 (518 - 528), Heckaufprall BMW E24 (630 - 633)
- 1977 #11 Der Einsatz programmierbarer Taschenrechner bei der Rekonstruktion von Verkehrsunfällen, Kapitel 3.3 Stoßrekonstruktion
- 1978 #7+8, 9; 1979 #1, 6 Mathematische Grundlagen für die Programmierung von Taschenrechnern zur Unfallrekonstruktion, Kapitel 3. Stoßrekonstruktion (1979 #1 und 6)
- 1979 #7 Ist die Fahrzeugdeformation ein Maß für die Geschwindigkeitsänderung von Unfallfahrzeugen?
- 1980 #4, 6 EES - Ein Hilfsmittel zur Unfallrekonstruktion und dessen Auswirkungen auf die Unfallforschung
- 1982 #9 Das Energie-Ring-Verfahren - Grafische Lösung der Stoßgleichung unter Einbeziehung der Formänderungsenergie
- 1983 #6 Spezifische Energieaufnahme und Fahrzeuggewicht
- 1984 #4 Die Bedeutung der Formänderungsenergie für die Unfallforschung und das EES-Unfallrekonstruktionsverfahren
- 1985 #9 Das \pm Problem des EES-Verfahrens
- 1985 #10 Zusammenhang zwischen EES und Geschwindigkeitsänderung von Unfallfahrzeugen
- 1986 #5 Abschätzung der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung ΔV im Vergleich mit Crashversuchen bei unterschiedlichen Fahrzeugmassen
- 1986 #11 Koordinatensystem und Konventionen für die rechnerische Kollisionsanalyse nach dem EES-Verfahren
- 1989 #9 Die Anwendungsmöglichkeiten von Energierastern für den Bug von Personenkraftwagen in der Unfallrekonstruktion
- 1991 #4 EES-k Schnittverfahren
- 1991 #9 Die Kontaktpunktproblematik in der Unfallrekonstruktion - Energie-Doppelring- und Drehimpuls-Spiegel-Verfahren
- 1993 #9 Definition der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung Δv
- 1995 #1, 4 Energetische Betrachtungen zur Rekonstruktion von Straßenverkehrsunfällen
- 1999 #10, 11 Kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung ΔV und Energy Equivalent Speed (EES)
- 2000 #2 Bedeutung der Struktursteifigkeiten und EES-Werte, Kontrollparameter bei der Kollisionsanalyse
- 2000 #10 Die Stoßzahl bei Auffahrkollisionen
- 2001 #6, 11 Theoretische Auffassung von Aufbau und Eigenschaften der Stoßzahl GEV
- 2002 #12 Zusammenhang zwischen EES und Geschwindigkeitsänderung von Unfallfahrzeugen unter Berücksichtigung des k-Faktors und der Deformationstiefen ohne Abgleiten
- 2004 #5 EES als Hilfsmittel zur Behandlung des zentralen Stoßes in der Unfallrekonstruktion
- 2006 #9 Probleme, Fehler und Besonderheiten bei der EES-Einstufung
- 2007 #2 Erkenntnisse zum Deformationsverhalten moderner Fahrzeuge und zur Belastung der Insassen beim Heckanprall
- 2008 #4 Heckaufprallversuche auf Fahrzeuge mit Anhängerkupplung

- 2009 #9 [Kann man aus der Beschädigungsschwere von Fahrzeugen bei Abgleitkollisionen auf ihre kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung Delta v schließen?](#)
- 2011 #3 [EES-Abschätzung bei instand gesetzten Pkw](#)
- 2015 #6 [F/S-EDef-Verfahren Ermittlung der Gesamtdeformationsenergieaufnahme von zwei Unfallfahrzeugen auf Basis von vereinfachten Kraft-Weg-Kennungen aus Crashtestdaten](#)
- 2019 #5, 6, 7/8 [Neues Verfahren zur Erhöhung der Transparenz bei der EES-Wert-Bestimmung](#)

Weitere Infos zum Thema EES

- 1972 [Das Zwei-Massen-Modell für die Simulation von Kraftfahrzeugstößen](#)
- 1975 [Mathematische Grundlagen für die Rekonstruktion von Fahrzeugstößen](#)
- Schaper, D.: Energieraster in der Unfallanalyse. Schriftenreihe der Adam Opel AG, 10/1983 Ausgabe 39
- Schaper, D.: Energieraster zur Geschwindigkeitsrückrechnung bei Verkehrsunfällen. [ATZ](#) 86 (1984), pp. 111 - 115 (#3)
- 1985 Accident Research and Accident Reconstruction by the EES-Accident Reconstruction Method. [SAE 850256](#)
- 1987 Applicability of the EES-Accident Reconstruction Method with [MacCar©](#). [SAE 870047](#)
- 08/1988 Broschüre "Information für Kunden und Freunde unseres Hauses", 35 Seiten
- 12/1997 Broschüre "Passive Sicherheit bei Mercedes-Benz Personenwagen", 71 Seiten
- 09/1998 Broschüre "Die Bedeutung der Energy Equivalent Speed ([EES](#)) für die Unfallrekonstruktion und die Verletzungsmechanik", 90 Seiten
- 12/2004 EES-Broschüre von DaimlerChrysler
- ?? [Wissenschaftlicher Bericht - Deformationsarbeit an Fahrzeugen](#)
- 2008 Crash Pulse and DeltaV Comparisons in a Series of Crash Tests with Similar Damage (BEV, EES). [SAE 2008-01-0168](#)
- 2009 [Energiebilanz in Unfallanalysen](#)

zum HWS

- 1994 #1 [Zur Belastung der Halswirbelsäule durch Auffahrunfälle](#)
- 1996 #2 [Zur Problematik von HWS-Verletzungen - Ergebnisse aus Unfallanalysen und Versuchen](#)
- 1997 #2 [Sitzposition - Einfluß auf den Insassenschutz](#)
- 1997 #12 [Versuche zur Belastung der HWS bei kleinen Seitenanstoßen](#)
- 1998 #1 [HWS-Distorsionen im geringen Unfallschwerebereich](#)
- 1998 #3 [Studie zur HWS-Verletzung](#)
- 1998 #6 [HWS-Problematik](#)
- 1998 #10 [HWS-Verletzung in der Schadenregulierung](#)
- 1999 #1 [Freiwilligen-Versuche zur Belastung der Halswirbelsäule durch Pkw-Heckanstöße](#)
- 1999 #2 [HWS-Biomechanik 98 Sonderfälle zum Verletzungsrisiko](#)
- 1999 #5 [Zur Abschätzung der Geschwindigkeitsänderung beim Niedergeschwindigkeitsheckaufprall unter Berücksichtigung des Gesamtdeformationsverhaltens beider Kollisionspartner](#)
- 1999 #7/8 [FIP - Forward Inclined Position Insassenbelastung infolge vorgebeugter Sitzposition bei leichten Heckkollisionen](#)
- 1999 #11 [Zur Belastung von Fahrzeuginsassen bei leichten Seitenkollisionen](#)
- 2000 #2 [Gurtschlitten - Untersuchung der biomechanischen Belastung](#)
- 2000 #7/8 [Zur Belastung von Fahrzeuginsassen bei leichten Seitenkollisionen - Teil 2](#)
- 2000 #10 [Die Stoßzahl bei Auffahrkollisionen](#)

- 2001 #7/8 [Die Insassenbewegung bei leichten Pkw-Heckanstößen](#)
- 2001 #11 [Leserbrief: Wertmaßstab für die Beurteilung der Insassenbelastung: a oder Δv?](#)
- 2002 #5 [Der simulierte Heckanstoß](#)
- 2003 #2 [Lassen sich die bei einer Pkw-Pkw-Heckkollisionen auftretenden Beanspruchungen mit Alltagsbelastungen vergleichen?](#)
- 2004 #4 [Insassenschutz beim Pkw-Heckaufprall](#)
- 2007 #2 [Erkenntnisse zum Deformationsverhalten moderner Fahrzeuge und zur Belastung der Insassen beim Heckanprall](#)
- 2007 #3 [Gurtschlitten - aktualisierte Untersuchung der biomechanischen Belastung](#)
- 2007 #11 [Schutzhaltung RISP \(Rear Impact Self Protection\)](#)
- 2008 #1 [HWS-Belastung beim Heckanstoß - Erkenntnisse zur Schutzhaltung für Pkw-Insassen](#)
- 2008 #4 [Heckaufprallversuche auf Fahrzeuge mit Anhängerkupplung](#)
- 2008 #7/8 [Trauma-Biomechanik - Schnittstelle zwischen Medizin und Technik](#)
- 2011 #4 [Heckaufprallversuche mit Autoscootern](#)
- 2012 #5 [Biomechanische Messungen an Probanden bei Alltagsbelastungen im Vergleich zu Bagatellkollisionen](#)
- 2015 #11 [Messung von Drehbewegungsgrößen ermöglichen neue, verbesserte Schutzkriterien für Schädel- / Hirn- und Abdominal- / Becken-Verletzungen von Fahrzeuginsassen](#)
- 2015 #11 [Bewegungsanalyse und Bewertung des Verletzungsrisikos von Insassen bei Seitenkollisionen - Erkenntnisse aus Crashtests beim fahrenden Pkw](#)
- 2016 #6 [Reboundfaktorverfahren](#)

Weitere Infos zum Thema HWS

- 1973 [Schleuderverletzung der Halswirbelsäule](#)
- 1995 [Scientific Monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders, QTF](#)
- 1994 [Alltagsbelastungen](#)
- 2001 Literaturliste zur Problematik der HWS-Verletzungen bei leichten Pkw-Heckkollisionen in "Grundlagen zur mechanischen Belastung der Halswirbelsäule bei verschiedenen Kollisionsbedingungen". Förch, A., Diplomarbeit TU Karlsruhe, 11/2001.
- 2005 [CD:DSD Osterseminar 2005 Linz, Austria](#)
- 2007 [Halswirbelsäulenverletzungen im Straßenverkehr und Strategien der Vermeidung.](#) Internationale Tagung 05. - 06.11.2007, München.
- 2007 [NeckPRO - Aktive Kopfstütze von Mercedes-Benz](#)
- [Webseite eines Arztes zum Thema HWS](#)
- [Schleudertrauma in der Wikipedia](#)
- [Artikel, Was ist ein schwerer, was ist ein leichter Verkehrsunfall](#)
- 2009 - Vortrag "[Unfallrekonstruktion und Verletzungsmechanik](#)"
- [Biomechanische Belastungswerte](#)
- [Literaturliste: Biomechanik](#)