

[https://www.colliseum.eu/wiki/Zusammenhang\\_zwischen\\_EES\\_und\\_Geschwindigkeits%C3%A4nderung\\_von\\_Unfallfahrzeugen\\_unter\\_Ber%C3%BCcksichtigung\\_des\\_k-Faktors\\_und\\_der\\_Deformationstiefen\\_ohne\\_Ableiten](https://www.colliseum.eu/wiki/Zusammenhang_zwischen_EES_und_Geschwindigkeits%C3%A4nderung_von_Unfallfahrzeugen_unter_Ber%C3%BCcksichtigung_des_k-Faktors_und_der_Deformationstiefen_ohne_Ableiten)

# Zusammenhang zwischen EES und Geschwindigkeitsänderung von Unfallfahrzeugen unter Berücksichtigung des k-Faktors und der Deformationstiefen ohne Abgleiten

2002, pp. 339 - 341 (#12)

Bei der Berechnung von Kollisionsgeschwindigkeiten wird die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung häufig zur Ermittlung der Kollisionsgeschwindigkeit herangezogen. Die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung kann dabei aus der EES (Energie-Equivalent-Speed) abgeleitet werden. Im Beitrag wird der Zusammenhang zwischen EES und Geschwindigkeitsänderung unter Berücksichtigung des k-Faktors, der Unfallmassen, der Federraten beziehungsweise Steifigkeitskoeffizienten der Kollisionspartner und auch der Deformationstiefen bestimmt. Es wird darauf verwiesen, dass die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung eine vektorielle Größe ist, die nur bei einem geraden zentrischen Stoß linear zur Auslaufgeschwindigkeit addiert werden darf, um die Kollisionsgeschwindigkeiten zu erhalten.

□

## Inhaltsverzeichnis

- [1 Zitat](#)
- [2 Inhaltsangabe](#)
- [3 Kommentar](#)
- [4 Weitere Beiträge zum Thema im VuF](#)
- [5 Weitere Infos zum Thema EES](#)
- [6 Weitere Infos zum Thema](#)

## Zitat

[Plank, J.](#): Zusammenhang zwischen EES und Geschwindigkeitsänderung von Unfallfahrzeugen unter Berücksichtigung des k-Faktors und der Deformationstiefen ohne Abgleiten. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 40 (2002), pp. 339 - 341 (#12)

# Inhaltsangabe

Wer sich von diesem Beitrag neue Erkenntnisse zum [EES](#)-Verfahren erwartet wird enttäuscht sein. Die mathematischen Ableitungen für den eindimensionalen Punktstoß können wohl nur als Einführung in die Stoßmechanik für die HTL-Pinkafeld bestimmt sein, doch hoffentlich glauben deren Absolventen nicht, dass dieses Basiswissen für die Rekonstruktion von Verkehrsunfällen ausreichend ist. Denn das verwendete Modell mit zwei Federkonstanten für die Stoßpartner ist zwar recht anschaulich (wenn auch für die Stoßmechanik entbehrlich) aber weitab von den realen Kraftverläufen bei Fahrzeugstößen, wie die in einem [Beitrag](#) bereits 1972 aufgezeigten Messergebnisse zeigen. Die von vielen Voraufgeleiteten übernommene Definition des EES als das Maß für die verbleibende Verformungsarbeit ([s. auch die Anmerkung](#)) sind ein weiteres Indiz dafür, dass der Autor keine persönlichen Erfahrungen mit der Messtechnik bei Crashversuchen besitzt.

Im Beitrag hergeleitete Formel zur Energieaufteilung auf die Fahrzeuge  $i$  und  $j$  in Abhängigkeit der Massen, der Verformungswege und des Stoßfaktors bei **linearen Deformationskennlinien** für  $k \neq 1$ :

$$\frac{c_i + c_j}{c_j} = \frac{s_i + s_j}{s_i}$$

$$EES_i = \frac{\Delta v_i}{\sqrt{\frac{m_j}{m_i + m_j} \cdot \frac{s_i + s_j}{1 + k} \cdot \frac{1 - k}{1 + k}}}$$

Vgl. hierzu auch Planks [Beitrag aus 1985](#) zum Thema: damals hatte der Autor auf die Federraten ohne Stoßfaktor und Verformungen abgestellt.

## Kommentar

Der Autor hatte schon 1985 im Beitrag "[Zusammenhang zwischen EES und Geschwindigkeitsänderung von Unfallfahrzeugen](#)" dasselbe Thema behandelt, damals wurde aber nur der plastische Stoß untersucht womit das EES gleich dem EBS, also der bis zum Ende der ersten Stoßperiode umgewandelten Deformationsenergie, wird. Damit wird offenkundig was mit der **unscharfen Definition** der EES bei der "Taufe" im Beitrag "[EES - Ein Hilfsmittel zur Unfallrekonstruktion und dessen Auswirkungen auf die Unfallforschung](#)" im Jahre 1980 angerichtet worden ist.

Der Vergleich der beiden Aufsätze ist in mehrfacher Hinsicht ein gutes **Lehrbeispiel**, vor allem für Neueinsteiger. Durch die Beschränkung auf den zentrischen Punktstoß ist das Gleichungssystem noch einigermaßen überschaubar und die (im VuF leider nur selten anzutreffende) Definitionstabelle für die verwendeten Formelzeichen erleichtert das Nachvollziehen der Ableitungen. Durch die Einbeziehung der "Federraten"  $\{c_1\}, \{c_2\}$  (oder Federkonstanten) ist klar, dass der Autor von einem Modell ausgeht, bei dem die Energieaufnahme der beiden Stoßpartner über die gesamte [Stoßdauer](#) hinweg in einem konstanten Verhältnis zueinander steht, also auch in der Phase der teilelastischen Rückverformung.

Durch diese weitab von den realen Verhältnissen beim Fahrzeugstoß ([s. auch](#)) gelegene Modellannahme wird mit dem aus dem Impulssatz abgeleiteten [Stoßfaktor](#)  $k$  auch für die Energiebetrachtung das Auslangen gefunden, obwohl in der Praxis der Anteil der Rückverformung der Stoßpartner ganz erheblich unterschiedlich sein kann. Es dürfen daher bei diesem Modell auch nicht die bei (vergleichbaren) Crashversuchen aus den Messwerten errechneten Stoßfaktoren (sofern sie in den veröffentlichten Crashdaten überhaupt angegeben sind) als Schätzwerte

verwendet werden. Wenn der konkrete Stoßfaktor aber nicht aus anderen Spuren eruiert ist kann das EES-Verfahren bei der vom Autor in der zweiten Veröffentlichung verwendeten Definition des EES nicht mehr (exakt) angewendet werden, während es bei der Definition  $EES = EBS$ , also der bis zum Ende der ersten Stoßperiode aufgenommenen Deformationsenergie, unabhängig von der Größe des Stoßfaktors immer angewendet werden kann.

Das Beispiel zeigt daher recht deutlich, wie durch die Hinzunahme weiterer Modellfaktoren und einer entsprechend aufwändigeren Mathematik eine Verminderung der praktischen Anwendungsmöglichkeiten erreicht wird, - In Analogie zur [Heisenbergschen Unschärferelation](#) könnte man daher auch von einer **Unschärferelation des EES-Verfahrens** sprechen, meint

[Plankensteiner](#)

## Weitere Beiträge zum Thema im VuF

- 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 ± Problem des EES-Verfahrens](#)
- 1985 #10 [Zusammenhang zwischen EES und Geschwindigkeitsänderung von Unfallfahrzeugen](#)
- 1986 #5 [Abschätzung der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung Delta V 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 Delta v](#)
- 1995 #1, 4 [Energetische Betrachtungen zur Rekonstruktion von Straßenverkehrsunfällen](#)
- 1999 #10, 11 [Kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung Delta V 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 Ableiten](#)

- 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](#)

## Weitere Infos zum Thema