

Zur Abschätzung der Geschwindigkeitsänderung beim Niedergeschwindigkeitsheckaufprall unter Berücksichtigung des Gesamtdeformationsverhaltens beider Kollisionspartner

1999, pp. 122 – 128 (#5)

Expert testimonies on the causation of whiplash associated disorders following rear end impact are nowadays primarily based on the change of velocity (Δv) of the struck vehicle. The estimation of Δv from the damages of the vehicles is always subject to uncertainty. A method is presented for calculating Δv within reasonable limits: Based on the common laws for the straight, central impact and assuming a triangular course of acceleration along the impact distance (i.e. the relative distance of the centres of gravity of the impacting vehicles), a step by step calculation of the velocity changes is performed, using reasonable values for the impact factor (k) and the contact time and controlled by realistic contact forces.

Essential for the calculation is the total deformation distance, and, that the impact factor k is determined by the structures of the softer vehicle. Both involved vehicle are therefore to be examined with respect to the extend of the damages and the stiffness of damaged structures.

□

Inhaltsverzeichnis

- [1 Zitat](#)
- [2 Inhaltsangabe](#)
- [3 Kommentar zur Versuchsauswertung](#)
- [4 Kommentar zum theoretischen Ansatz](#)
- [5 Diagramme zu Beispiel 1](#)
- [6 Weitere Beiträge zum Thema im VuF](#)
- [7 Weitere Infos zum Thema](#)

Zitat

[Sporrer, A.](#); [Beier, G.](#); [Prell, G.](#): Zur Abschätzung der Geschwindigkeitsänderung beim Niedergeschwindigkeitsheckaufprall unter Berücksichtigung des Gesamtdeformationsverhaltens beider Kollisionspartner. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 37 (1999), pp. 122 – 128 (#5)

Inhaltsangabe

Die hier vorgestellte Berechnungsmethode führt die stoßinduzierte Geschwindigkeitsänderung auf die physikalisch nachvollziehbare Wechselwirkungskraft, Stoßziffer und Kontaktzeit zurück, die weitgehend unabhängig von einander bestimmt werden können.

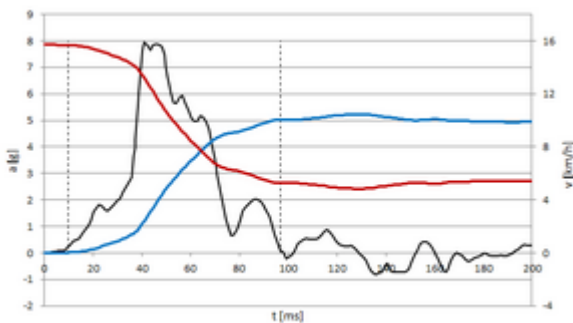
Unter Beachtung der bekannten Gesetzmäßigkeiten des zentralen Stoßes für den Stoßantrieb, den Stoßfaktor und die jeweiligen Fahrzeuggeschwindigkeiten wird eine mittlere Kontaktkraft berechnet, die für den zugrunde gelegten "Dreiecksverlauf" der "Modellkontaktkraft" herangezogen wird.

Mit dem [Stoßfaktor](#) k , der aus dem Schadensbild abzuschätzen ist, kann das Verhältnis der Anteile der Restitution zur Kompression im Kontaktkraftverlauf festgelegt werden. Beispiele bzw. Empfehlungen für k finden sich bspw. [hier](#).

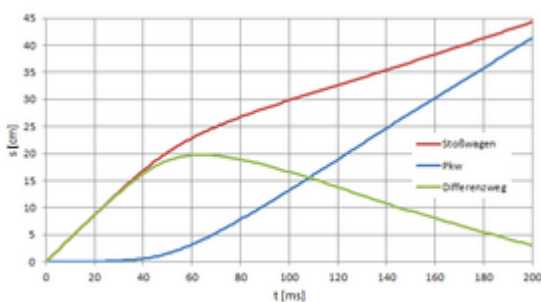
Durch Bestimmung der Kontaktzeit sind die Rahmenbedingungen für den Kontaktkraftverlauf festgelegt. Beispiele für die [Stoßdauern](#) finden sich bspw. in den [AGU](#)-Versuchen im Internet bzw. [hier](#).

Durch die iterative Berechnung der jeweiligen wirksamen Beschleunigung auf die Kontaktpartner unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Kollisionsmassen der Fahrzeuge läßt sich die [kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung](#) und die "Eindringung" (besser: dyn. Gesamtverformungsweg) der Kontaktpartner darstellen. Den Gesamtverformungsweg kann man mit Hilfe von Schadensfotos und maßstäblichen Skizzen der Unfallgegner eingrenzen, wenn man dazu die Fahrzeugschizzen in die betreffende Kollisionsstellung bringt und die Durchdringung der Fahrzeuge anhand der Schadensbilder bestimmt.

Kommentar zur Versuchsauswertung



Aufintegrierte Geschwindigkeiten



Aufintegrierte Wege

Im Pkw waren zwei Beschleunigungsaufnehmer platziert, einer »links« ($a_{\max} = 9,8 \text{ g}$), einer »rechts« ($a_{\max} = 8 \text{ g}$). (Wo genau, ergibt sich aus dem Versuchdatenblatt nicht.) Die Autoren haben

den Verlauf des rechten, stoßabgewandten Sensors für die Auswertung ausgewählt, vermutlich, weil er den homogenen Verlauf zeigt. In [Datei:AZT 499-92.zip](#) ist das Originaldiagramm digitalisiert und zu Geschwindigkeit und Weg aufgetragen. Aus dieser Auswertung stammen die nebenstehenden Diagramme.

Dabei zeigt sich, dass die Autoren die Stoßzeit reichlich knapp bemessen haben, indem sie anscheinend den ersten Nulldurchgang der Beschleunigung als Stoß-Ende gewählt haben. Tatsächlich nimmt die Geschwindigkeit des gestoßenen Pkw anschließend noch leicht zu.

Die Beschleunigung des Stoßwagens ist auf den Versuchdatenblatt nicht wiedergegeben; sie kann nur, aufbauend auf die Geschwindigkeit des Pkw, aus dem Massenverhältnis berechnet werden. Dabei kommt es auf die Versuchsmasse des Pkw an, die im Datenblatt nicht angegeben ist. Welchem Werk die Autoren des Beitrags die Versuchsmasse des Pkw entnommen haben, ist dem Beitrag nicht zu entnehmen.

Die doppelte Integration der Beschleunigung führt auf Grundlage der Versuchsdaten zu einer maximalen dynamischen Eindringung von ca. 200 mm, und der Stoßwagen hätte sich dann auch nach 200 ms nicht vom Pkw getrennt.

Kommentar zum theoretischen Ansatz

Um die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung beim Auffahrunfall zu berechnen, bedarf es neben Impuls- und Energiesatz eigentlich keiner weiteren Annahmen (nicht einmal eines Stoßfaktors), zumal die Autoren die Reifenkräfte nicht berücksichtigen. Aus dem Beitrag wird nicht ersichtlich, wozu die zusätzlich eingeführten Annahmen betreffend den Kraftverlauf während des Stoßes (in Form eines Dreieckspulses) genau dienen sollen. Vermutlich geht es darum, die Annahmen betreffend die EES durch Redundanz abzusichern.

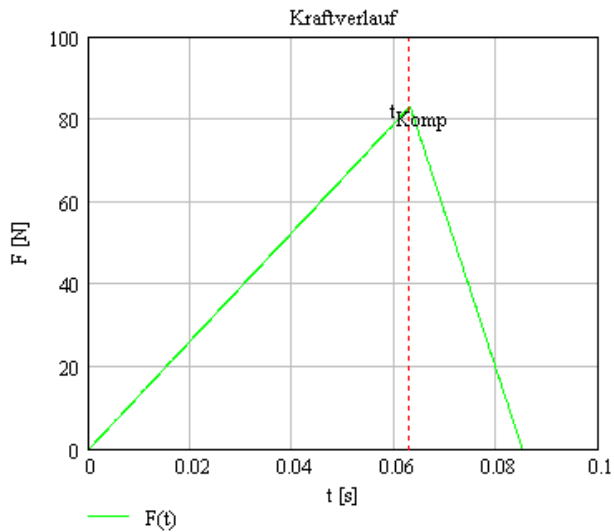
Es ist auch nicht ersichtlich, warum numerisch integriert wird, lässt der Dreieckspuls doch eine analytische Lösung zu (vgl. [Gratzer](#)).

Diagramme zu Beispiel 1

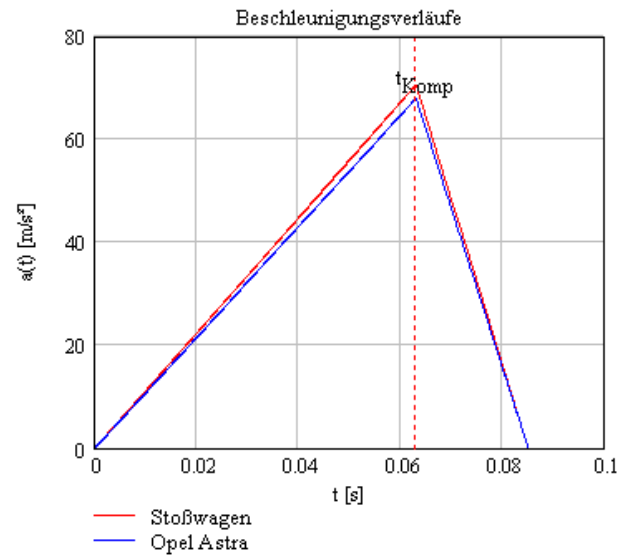
Nachfolgende Diagramme veranschaulichen die Methode am Beispiel 1.

Versuchsdaten			Ergebnisse	
	Stoßwagen	Opel Astra		
Masse:	$m_1 := 1000 \cdot \text{kg}$	$m_2 := 1039 \cdot \text{kg}$	Kompressionszeit:	$t_{\text{Komp}} = 0.063 \text{ s}$
Geschwindigkeit:	$v_1 := 15.7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$v_2 := 0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	mittlere Stoßkraft:	$F_{\text{mittel}} = 3.529 \times 10^4 \text{ N}$
			maximale Stoßkraft:	$F_{\text{max}} = 7.059 \times 10^4 \text{ N}$
<u>Eingabedaten</u>			Geschwindigkeitsänderung Astra:	$\Delta v_2 = 10.4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Stoßzeit:	$t := 0.085 \cdot \text{s}$		a_{max} Astra:	$a_{2\text{max}} = 6.9 \text{ g}$
Stoßziffer:	$k := 0.35$		dynamische Überdeckung:	$\Delta s_{\text{max}} = -0.18 \text{ m}$

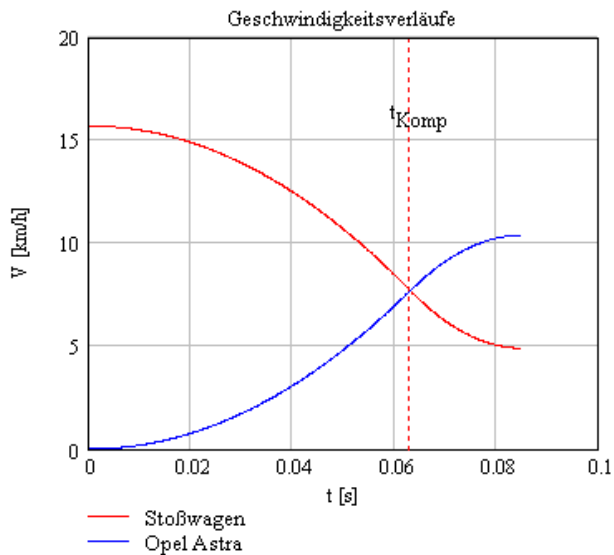
idealisierte linearer Kraftverlauf



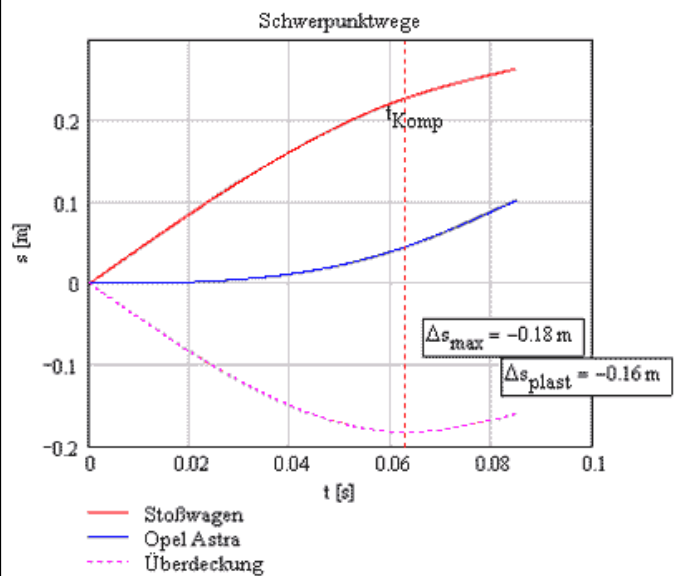
abgeleitete Schwerpunktbeschleunigungen



integrierte Schwerpunktgeschwindigkeiten



integrierte Schwerpunktwege/Überdeckung



Weitere Beiträge zum Thema im VuF

Weitere Infos zum Thema

- [Wissenschaftlicher Bericht - Deformationsarbeit an Fahrzeugen](#)