

Steifigkeit

engl. *stiffness*



Inhaltsverzeichnis

- [1 Definition](#)
- [2 Struktursteifigkeiten](#)
 - [2.1 Pkw-Front](#)
 - [2.2 Pkw-Heck](#)
 - [2.3 Nfz](#)
 - [2.4 Zweiräder](#)
- [3 Mehrkörpersysteme](#)
- [4 Anwendungen](#)
 - [4.1 Steifigkeitsbasiertes Stoßmodell](#)
- [5 Beiträge im VuF](#)
- [6 Siehe auch](#)
- [7 Einzelnachweise](#)

Definition

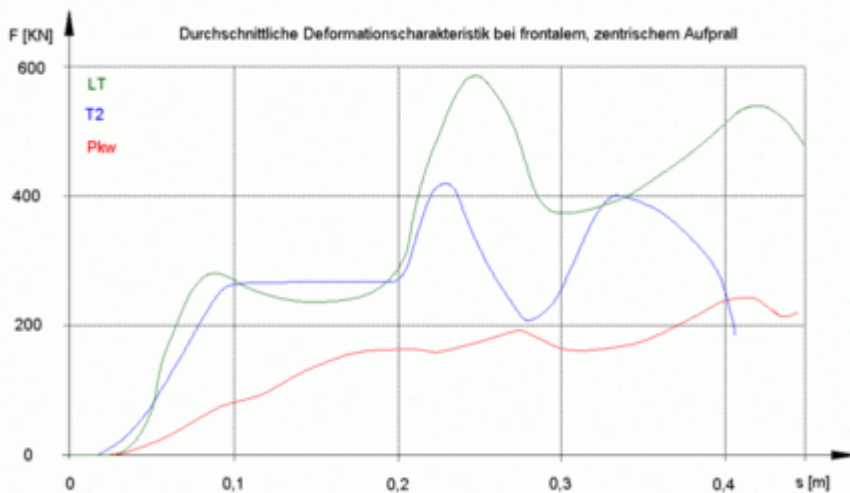
Im einfachsten Fall einer linearen Feder ist deren Steifigkeit definiert über:

$$c = \frac{F}{s}$$

mit

- Kraft F [N]
- Weg s [m]

Struktursteifigkeiten



aus VKU 1977 #5

Hinweise:

- i.d.R. sind Fahrzeustruktursteifigkeiten nicht linear. Die Angaben sind daher als gemittelte Anhaltswerte zu verstehen. Zu unterscheiden ist des weiteren zwischen der Steifigkeit bei Kompression und der bei Restitution (Hysterese).
- die Angaben resultieren meist aus Crashversuchen mit voller Überdeckung. Die Anwendung auf einen konkreten Fall mit geringerer Überdeckung ist zu prüfen.
- zwischen Fahrzeugen für den europäischen und amerikanischen Markt ist (auch bei äußerlich identischem Aussehen) wegen unterschiedliche Vorschriften zu unterscheiden.

Pkw-Front

- ~450 kN/m (Durchschnittswerte mehrerer (?) Hersteller) bis 660 kN/m (Käfer, Golf, Passat), gültig bis etwa $s = 0,5$ m Deformationsweg; VW (1976)^[1]
- ~600 kN/m (Pkw, bis ca. 0,4 m)^[2]
- ~625 kN/m für "kleine Fahrzeuge mit DIN-Leergewicht < 800 kg", gültig bis etwa $s = 0,4$ m; Porsche Analyse Wettbewerbsfahrzeuge (1991)^[3]
- ~600 kN/m bis 1450 kN/m bei Euro-NCAP-Fahrzeugen^[4]
- ~1100 kN/m (VW Golf I) bei $s = 0,066$ m (Crashversuch mit ~25 % Überdeckung, Struktursteifigkeit als Kontrollwert errechnet)^[5]
- ~375 kN/m (Opel Astra) bei $s = 0,5$ m^[6] nach Auswertung der Autoren; aufgrund der starken Schwankungen im Kraftverlauf könnte man auch mit ~490 kN/m bis $s = 0,45$ m rechnen
- ~650 kN/m (Ford Fiesta) bis $s = 0,14$ m^[6]
- 736 kN/m (Rechenwert) bis $s = 0,51$ m (Opel Astra aus dem AREC-Versuch 2003 WH0327; Teilüberdeckung 50 %, Quelle S. 314^[7]
- ~1526 kN/m bei $s = 0,57$ m (Cadillac deVille Bj. 1974), Dekra Crashversuch 2004^[8]
- ~2100 kN/m (MCC Smart, MJ 2000) bis $s = 0,28$ m^[9]
- ~830 kN/m (Honda Civic MJ 2002) bis $s = 0,54$ m^[9]
- ~1900 kN/m (Mercedes-Benz E350 W212, MJ 2010) bis $s = 0,63$ m (bis $s = 0,55$ m sollte man mit ~1200 kN/m rechnen, dann gibt es einen Anstieg)^[9]

In Kap. 8.6, S.342^[7] werden einige Werte zwischen 200 und 1200 kN/m bei einem Mittelwert von ~700 kN/m genannt. Angenommen wird die untere Grenze bei einer sehr weichen Struktur und Teilüberdeckung, die obere Grenze bei harter Struktur und voller Überdeckung. Bei den Crashversuchen wurden Fahrzeuge aus den 1980er und 1990er Jahren verwendet.

Pkw-Heck

- ~1000 kN/m (Mercedes W 126) bei $s = 0,080$ m (Crashversuch mit ~25 % Überdeckung, Struktursteifigkeit als Kontrollwert errechnet)^[5]
- ~700 kN/m (Mercedes-Benz ML (W 163)) bei $s = 0,1$ m^[6]
- ~2960 kN/m (VW Golf V) bei $s = 0,05$ m^[6] (tatsächlich?...)

Nfz

- ~1250 kN/m (VW LT Transporter), gültig bis etwa 0,4 m Deformationsweg^[2]

Zweiräder

Mehrkörpersysteme

Anwendungen

Steifigkeitsbasiertes Stoßmodell

In der Software [PC-Crash](#) wird bei Verwendung eines kräftebasierenden Stoßmodells per default-Einstellung für jedes Fahrzeug ein Wert für die Karosseriesteifigkeit "vorgegeben" (oder vorgeschlagen). Dieser wird mit [Masse](#) m und Erdbeschleunigung g durch folgende Formel approximiert:

$$c = \frac{m \cdot g}{s_{\text{def}}}$$

Standardmäßig ist eine statische Deformation s_{def} von 0,05 m eingestellt. Damit ergibt sich bspw. bei einer Fahrzeugmasse von 1200 kg eine Steifigkeit von 235,44 kN/m.

Justiermöglichkeiten für s_{def} (neben manueller Eingabe):

- hart: 0,020 m
- mittel: 0,050 m
- weich: 0,100 m

Beiträge im VuF

- 2000 #2 [Bedeutung der Struktursteifigkeiten und EES-Werte, Kontrollparameter bei der Kollisionsanalyse](#)
- 2015 #5 [Neue Entwicklungen an Front und Heck aktueller Fahrzeuge](#)

Siehe auch

- PC-Crash Steifigkeitsdatenbank, Crash3 EBS Berechnung
- [wikipedia - Steifigkeit](#)
- <https://www.nhtsa.gov/research-data/databases-and-software>

Einzelnachweise

1. [↑] 1976 #1 [Deformationsverhalten von Fahrzeugen bei Unfallsimulationsversuchen](#)
2. [↑] ^{2.0} ^{2.1} 1977 #5 [Vorderwagenstruktur der Frontlenkerfahrzeuge von VW und ihr Verhalten bei frontalen Auffahrversuchen](#)

3. [↑](#) 1990 #2 [Über das Deformationsverhalten von Fahrzeugstrukturen](#)
4. [↑](#) [NHTSA](#) Vehicle Crash Test Database (Primärquelle); [Unfallforschung, Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion](#), 3. Auflage 2013, S.75
5. [↑](#) ^{5.0 5.1} 1999 #4 [Durchführung, Auswertung und Nachrechnung eines Unfallversuchs](#)
6. [↑](#) ^{6.0 6.1 6.2 6.3} 2015 #6 [F/S-EDef-Verfahren Ermittlung der Gesamtdeformationsenergieaufnahme von zwei Unfallfahrzeugen auf Basis von vereinfachten Kraft-Weg-Kennungen aus Crashtestdaten](#)
7. [↑](#) ^{7.0 7.1} [Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion](#), 2. Auflage, 2009
8. [↑](#) 2009 #6 [Ergebnisse eines Crashtests mit einem Oldtimer](#)
9. [↑](#) ^{9.0 9.1 9.2} 2013 #2 [Die Verwendung von Crashtestergebnissen bei unterschiedlichen Unfall- und Testfahrzeugmassen](#)