

Aufgabe: Mechanische Strecke – Aufstellen der DGL und Linearisierung

Das Bild 2.1 zeigt das Modell eines Fahrzeugs unter der Annahme einer reibungsfreien Unterlage.

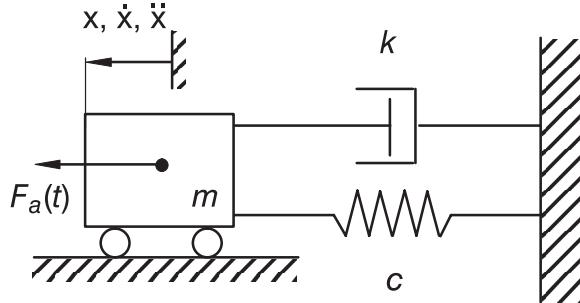


Bild 2.1: Mechanische Strecke

Eine Antriebskraft $F_a(t)$ wirkt als externe Kraft, die an dem Wagen zieht. Dieser wiederum ist durch eine Kombination aus einem Feder- und einem Dämpfungselement an einer starren Wand befestigt. Die Feder ist zunächst als linear anzusehen und besitzt die Federsteifigkeit c . Der Dämpfer wirkt über den Koeffizienten k geschwindigkeitsproportional.

- a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Systems für die Auslenkung $x(t)$ des Wagens auf. Welche stationäre Auslenkung $x_0 = x(t \rightarrow \infty)$ stellt sich bei einer konstanten Antriebskraft des Wagens $F_a(t) = \text{const.}$ ein?

Die Feder besitze im Folgenden eine nichtlineare Kennlinie, die sich beschreiben lässt durch:

$$c(x) = c_0 (1 + \varepsilon x^2), \quad \text{mit } |\varepsilon| \ll 1$$

- b) Skizzieren Sie die nichtlineare Federkennlinie $F_c(x) = c(x)x$ für positive und negative Werte des Koeffizienten ε .
- c) Wie lautet nun die nichtlineare Bewegungsgleichung?
- d) Linearisieren Sie die Bewegungsgleichung um die Gleichgewichtslage x_0 aus a). Dabei gelte:

$$x = x_0 + \Delta x \quad \text{und} \quad F_a = F_{a0} + \Delta F.$$

Die entstehende Gleichung ist anschließend mit den Größen x_0 und F_{a0} zu normieren.

- e) Berechnen Sie die Eigenkreisfrequenz, die (Lehrsche) Dämpfung und die Verstärkung des mechanischen, nichtlinearen Systems.