Technische Universität Berlin

Fakultät V - Verkehrs- und Maschinensysteme - Institut für Mechanik

FG Systemdynamik
und Reibungsphysik

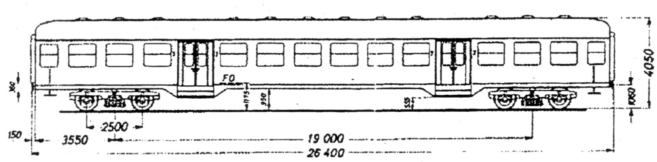
Dr.-Ing. Markus Hess
www.reibungsphysik.de

Dynamik von Schienenfahrzeugen SoSe 2015

Hausaufgabe 1: Systemkomponenten

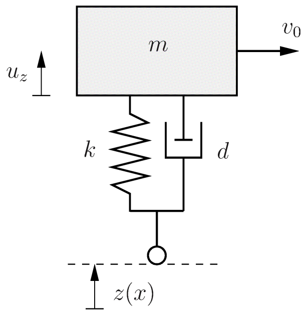
Aufgabe 1: Modellbildung

Für den skizzierten Reisezugwagen soll zur Untersuchung der Vertikaldynamik ein einfaches Modell erstellt werden, das lediglich aus einem Starrkörper und einer Feder–Dämpfer–Kopplung besteht. Die Steifigkeiten von Primär- und Sekundärfederung des Reisezugwagens sind bekannt.



Kennwerte (Steifigkeiten):

	Primärfesselung je Radscheibe [N/mm]	Sekundärfesselung je DG-Seite [N/mm]
längs	31000	160
lateral	617	160
vertikal	730	430



a) Wie groß würden Sie für das skizzierte Modell den Wert für k wählen, und weshalb?

b) Welche Teile des Reisezugwagens würden Sie zur Masse m zusammenfassen und welche vernachlässigen? Begründen Sie kurz.

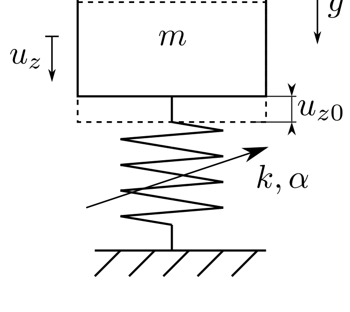
c) Wie groß ist die Taucheigenfrequenz, wenn für die Masse $m = 35000\,\mathrm{kg}$ angenommen werden soll?

Aufgabe 2: Nichtlineare Feder

Das abgebildete System zeigt einen Einmassenschwinger mit einer nichtlinearen Feder.
Das Federgesetz lautet

$$F_F = ku_z + \alpha u_z^3\,,$$

wobei die Federung progressiv ist ($\alpha > 0$). Die Feder ist entspannt bei $u_z = 0$. Gehen Sie davon aus, dass die statische Ruhelage $u_{z,\mathrm{stat}} = u_{z0} \neq 0$ bekannt sei.



a) Stellen Sie die Bewegungs–DGL in u_z auf. Führen Sie die Koordinatentransformation

$$\tilde{u}_z = u_z - u_{z0}$$

durch, so dass die Schwingung um die statische Ruhelage beschrieben wird.

b) Linearisieren Sie die Bewegungs–DGL für kleine Schwingungen um die statische Ruhelage. Identifizieren Sie die effektive Federsteifigkeit k_{eff} und die Eigenkreisfrequenz ω_0 des linearisierten Systems.

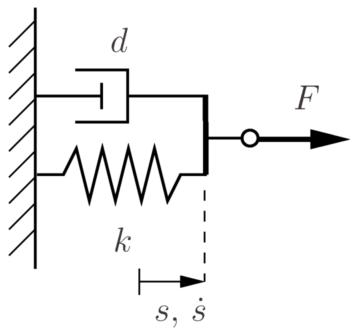
Gegeben: m, g, u_{z0}, k, α

Aufgabe 3: Kriechverhalten des Kelvin-Voigt-Körpers

Ein Koppelelement aus Kelvin-Voigt-Material wird an seinem Ende sprunghaft zum Zeitpunkt $t = 0$ durch eine konstante Kraft belastet:

$$F(t) = F_0 \cdot H(t) = \begin{cases} F_0, & \text{für} \quad t \geq 0 \\ 0, & \text{für} \quad t < 0 \end{cases} .$$

Zum Anfangszeitpunkt sei die Feder entlastet, d.h. $s(0) = 0$.



Ermitteln Sie die Verschiebung des Kraftangriffspunktes als Funktion der Zeit und stellen Sie die Funktion $s(t)$ graphisch dar.

Gegeben: F, k, d, $s(0) = 0$