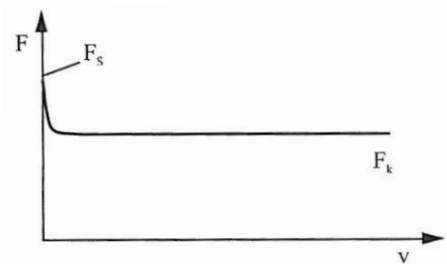


## Kontaktmechanik und Reibungsphysik WiSe 2018/19 – UE 11

### Thema: Schwingungen und Reibung

#### Aufgabe 1: Stick-Slip-Bewegung

Als einfaches Modell einer Reibpaarung soll ein starrer Block, der mittels einer Feder über einen reibungsbehafteten Untergrund gezogen wird, untersucht werden. Es wird angenommen, dass die Reibkraft nur bei sehr kleinen Geschwindigkeiten ( $v \approx 0$ ) erhöht ist und mit steigender Geschwindigkeit sehr schnell auf ein konstantes, niedrigeres Niveau abfällt. Die Feder wird mit einer konstanten Geschwindigkeit  $v_0$  gezogen. Untersuchen Sie das Verhalten des Systems.



- Wann beginnt der Block zu gleiten?
- Bestimmen und lösen Sie die Bewegungsgleichung für den Block während der Gleitphase.
- Wann kommt der Block wieder zur Ruhe? Kann er in dieser Konfiguration haften?

### Lösung Aufgabe 1:

(a) Der Block haftet bis zu einem Zeitpunkt

$$t_0 = \frac{F_s}{c v_0}. \quad (1)$$

(b) Die Bewegungsgleichung für die sich anschließende Gleitphase,

$$m\ddot{x} + cx = c v_0 (t + t_0) - F_k = c v_0 t + (F_s - F_k), \quad x(t=0) = 0, \quad \dot{x}(t=0) = 0, \quad (2)$$

hat die Lösung

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{F_s - F_k}{c} [1 - \cos(\omega t)] + \frac{v_0}{\omega} [\omega t - \sin(\omega t)], \quad \omega = \sqrt{\frac{c}{m}}, \\ \dot{x}(t) &= \frac{F_s - F_k}{c} \omega \sin(\omega t) + v_0 [1 - \cos(\omega t)]. \end{aligned} \quad (3)$$

(c) Wenn der Block zum Zeitpunkt  $t = T$  das erste Mal wieder zur Ruhe kommt, gilt offenbar

$$\frac{F_s - F_k}{c} \omega \sin(\omega T) + v_0 [1 - \cos(\omega T)] = 0. \quad (4)$$

Die Federkraft ist in diesem Moment

$$\begin{aligned} F_f &= c v_0 (T + t_0) - cx = F_k + (F_s - F_k) \cos(\omega T) + c \frac{v_0}{\omega} \sin(\omega T) \\ &= F_k + (F_s - F_k) \cos(\omega T) + (F_s - F_k) \frac{\sin^2(\omega T)}{\cos(\omega T) - 1} \\ &= F_k + (F_s - F_k) \frac{\cos^2(\omega T) - \cos(\omega T) + \sin^2(\omega T)}{\cos(\omega T) - 1} \\ &= 2F_k - F_s < F_s. \end{aligned} \quad (5)$$

Der Block wird also spontan haften. Danach beginnt der Stick-Slip-Zyklus erneut.