

Übungsserie 13

Fassen Sie Ihre Lösungen in der ZIP-Datei *Name_S13.zip* zusammen. Sofern verlangt, laden Sie dieses File vor der nächsten Übungsstunde nächste Woche auf Moodle hoch.

Aufgaben 1 & 2 (70 Minuten):

Bearbeiten Sie das Jupyter-Notebook *HM2_Serie13_Aufgaben1-2.ipynb* und ergänzen Sie den fehlenden Code.

Aufgabe 3 (20 Minuten):

Wir betrachten nochmals wie in Serie 10, Aufgabe 1 das Problem der landenden Boeing, lösen die Aufgabe diesmal aber numerisch:

Eine Boeing 737-200 setzt bei der Landung zum Zeitpunkt $t = 0$ s bei der Koordinate $x_0 = 0$ m mit der Geschwindigkeit $v_0 = 100$ m/s auf. Die Masse des Flugzeugs beträgt zum Zeitpunkt der Landung $m = 97'000$ kg und wird im Weiteren als konstant angenommen. Die durch Schubumkehr erzeugte Bremskraft ist gegeben durch $F = -5 \cdot \dot{x}^2 - 570000$ und daraus folgt als Bewegungsgleichung die DGL 2. Ordnung:

$$m \cdot \ddot{x} = -5 \cdot \dot{x}^2 - 570000,$$

wobei $x(t)$ die Ortsfunktion des Flugzeiges als Funktion der Zeit t ist, $\dot{x} = \frac{dx}{dt} = v(t)$ seine Geschwindigkeit und $\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = a(t)$ die Beschleunigung.

- Formen Sie dieses Anfangswertproblem zweiter Ordnung in ein Anfangswertproblem erster Ordnung um.
- Schreiben Sie ein Python-Skript, welches Ihnen das Anfangswertproblem aus a) mit dem Mittelpunktverfahren für $t \in [0, 20]$ [s] mit einer Schrittweite von $t = 0.1$ [s] löst und $x(t)$ und $v(t)$ in der gleichen Grafik darstellt.
- Lesen Sie aus der Grafik aus b) ab, wie lange das Flugzeug braucht, um zum Stillstand zu kommen, und was es dabei für einen Bremsweg zurückgelegt hat. Schreiben Sie diese ungefähren Werte als Kommentar in Ihr Skript. Stimmen die Werte mit der Lösung aus Serie 10 überein?