

Dynamik von Schienenfahrzeugen SoSe 2019

Übung 4: Komfortbeurteilung

Aufgabe 1: Wertungsziffer nach Sperling

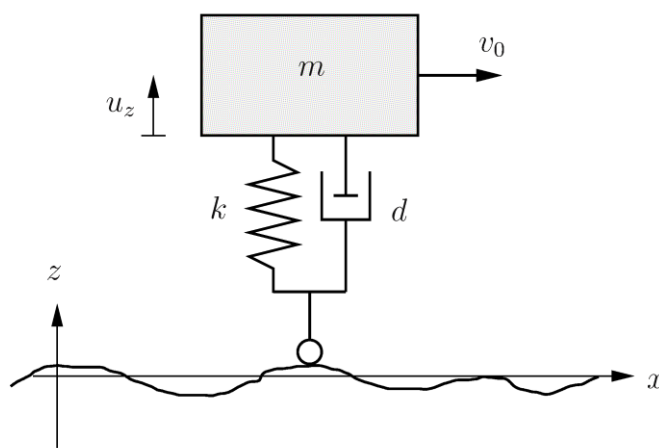


Abb. 1: Einmassenschwinger auf stochastischem Untergrund

Wie betrachten den Einmassenschwinger aus Abb. 1 als Modell für ein Schienenfahrzeug auf einem Gleis mit stochastischem Längshöhenfehler. Für letzteren soll als spektrale Leistungsdichte die bei der Auslegung des ICE 1 herangezogene analytische Funktion

$$S_z(\bar{\Omega}) = \frac{A_v \cdot \Omega_c^2}{(\bar{\Omega}^2 + \Omega_r^2) \cdot (\bar{\Omega}^2 + \Omega_c^2)} \quad \text{mit} \quad A_v = 5,9233 \cdot 10^{-7} \text{ m}; \quad \Omega_r = 0,0206 \frac{1}{\text{m}}; \quad \Omega_c = 0,8246 \frac{1}{\text{m}}$$

genutzt werden. Darin bezeichnet $\bar{\Omega}$ die Wegkreisfrequenz, die mit der Frequenz gemäß $\bar{\Omega} := \frac{2\pi f}{v_0}$

zusammenhängt, wobei v_0 die Fahrzeuggeschwindigkeit ist.

- Ermitteln Sie die Vergrößerungsfunktion für die Tauchschwingung des Wagenkastens mit den Werten $m = 40000 \text{ kg}$, $k = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ und $d = 1 \cdot 10^5 \frac{\text{Ns}}{\text{m}}$. Bestimmen Sie dazu vorab den Dämpfungsgrad D und die Eigenkreisfrequenz des ungedämpften Systems ω_0 .
- Berechnen Sie die Wertungsziffer nach Sperling gemäß

$$W_z = \left[2 \int_0^{\infty} B_v(f)^2 \cdot S_a(f) df \right]^{0.15},$$

mit der Bewertungsfunktion für vertikale Schwingungen

$$B_v(f) = 58,8 \sqrt{\frac{1,911 f^2 + (0,25 f^2)^2}{(1 - 0,277 f^2)^2 + (1,563 f - 0,0368 f^3)^2}}.$$

Betrachten Sie zwei charakteristische Geschwindigkeiten: $v_{01} = 250 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ und $v_{02} = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ und nutzen Sie Ihre Ergebnisse für die Vergrößerungsfunktion aus Aufgabenteil a).

Hinweise:

- Bedenken Sie, dass zwischen den spektralen Leistungsdichten der Wegerregung S_z und des Schwingungsweges S_u der Zusammenhang

$$S_u(\Omega) = V^2(\Omega) \cdot S_z(\Omega)$$

gilt und die Leistungsdichte der Beschleunigung S_a mit der des Weges über

$$S_a(\Omega) = \Omega^4 \cdot S_u(\Omega)$$

verbunden ist; zudem wurde $S_a(f) := 2\pi \cdot S_a(\Omega = 2\pi f)$ eingeführt.

- In der Definition der Wertungsziffer von Sperling sind mehrere Einheitenkonflikte enthalten. Beachten Sie, dass entgegen der ursprünglichen Definition von Sperling (Schwingbeschleunigungen in $\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$) die Schwingbeschleunigungen in der Maßeinheit $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ zu berücksichtigen sind, da die Bewertungsfunktion im Buch Knothe/Stichel bereits „umgerechnet“ wurde.