

2. Beleg	BIW4-05 SIMULATION DYNAMISCHER SYSTEME	SS 2023
Thema	SBFEM – Boden-Bauwerk-Interaktion	
	Bauingenieurwesen	8. Semester

Ein starres und masseloses Kreiszyylinderfundament mit dem Radius r_0 ist in eine Abfolge aus drei horizontalen Bodenschichten mit unterschiedlichen Materialeigenschaften eingebettet. Die Bodenschichten besitzen in horizontaler Richtung eine unendliche Ausdehnung. Die Abfolge der Bodenschichten ruht auf einem starren Untergrund. Eine vereinfachte Darstellung des Gesamtsystems ist in Abbildung 1 gegeben.

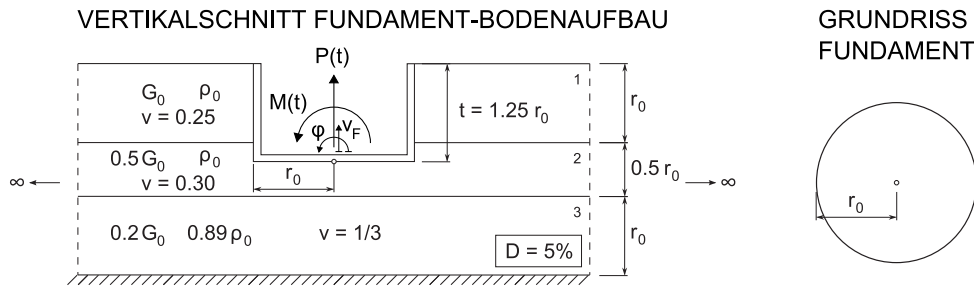


Abbildung 1: Gesamtsystem

Das System ist durch folgende Parameter gekennzeichnet:

$$r_0 = 1,5 \text{ m}, \quad G_0 = 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}, \quad \rho_0 = 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad \nu_0 = 0,25, \quad c_{s1} = \sqrt{\frac{G_1}{\rho_1}}. \quad (1)$$

Belastet wird das Kreiszyylinderfundament in der Mitte der Sohlfläche mit einer vertikalen zeitveränderlichen Einzellast $P(t)$ und einem zeitveränderlichen Einzelmoment $M(t)$,

$$P(t) = \hat{P} \cos(\omega t), \quad M(t) = \hat{M} \cos(\omega t), \quad (2)$$

mit

$$\hat{P} = 2000 \text{ kN}, \quad \hat{M} = 1250 \text{ kNm}, \quad \omega = 2\pi \cdot 40 \frac{1}{\text{s}}. \quad (3)$$

Aufgabenstellung:

1. Verwenden Sie die Substrukturmethode und unterteilen Sie das betrachtete Gebiet in ein Nah- und ein Fernfeld. Stellen Sie hierzu die Teilstrukturen und das kartesische Koordinatensystem in einer Skizze dar.
2. Das Nahfeld soll mit der FEM analysiert werden. Für das Fernfeld soll die SBFEM angewandt werden. Geben Sie eine für das Fernfeld geeignete Koordinatentransformation ausgehend von kartesischen Koordinaten hin zu skalierten Koordinaten an. Zeichnen Sie die eingeführten skalierten Koordinaten in Ihre Systemskizze ein.

3. Wählen Sie jeweils für das Nah- und das Fernfeld eine grobe Diskretisierung zum Einsatz finiter Elemente.
4. Geben Sie Anzahl und Art (Elementtyp, Knotenanzahl, Grad der Ansatzfunktionen) der von Ihnen verwendeten finiten Verschiebungselemente jeweils für das Nah- und das Fernfeld an.
5. Unter Verwendung einer groben Diskretisierung ist als Ergebnis der Analyse im Frequenzbereich die dynamische Steifigkeit des Boden-Fundament-Systems gegeben. Bezugspunkt der Fundamentfreiheitsgrade ist der Mittelpunkt der Sohlfläche. Der Verlauf der dynamischen frequenzabhängigen Steifigkeitskoeffizienten $k(a_0)$ und $c(a_0)$ ist für die Vertikal- und die Kippbewegung des Fundaments nach Abbildung 2 bekannt und die vertikale dynamische Steifigkeit

$$S_v(a_0) = \frac{4 G_0 r_0}{1 - \nu_0} (k_v(a_0) + i a_0 c_v(a_0)) \quad (4)$$

sowie die dynamische Kippsteifigkeit

$$S_r(a_0) = \frac{8 G_0 r_0^3}{3 (1 - \nu_0)} (k_r(a_0) + i a_0 c_r(a_0)) \quad (5)$$

gegeben. Bestimmen Sie für die Belastung $P(t)$ und $M(t)$ die Amplitude der vertikalen Verschiebung v_F und der Verdrehung φ des starren Fundaments.

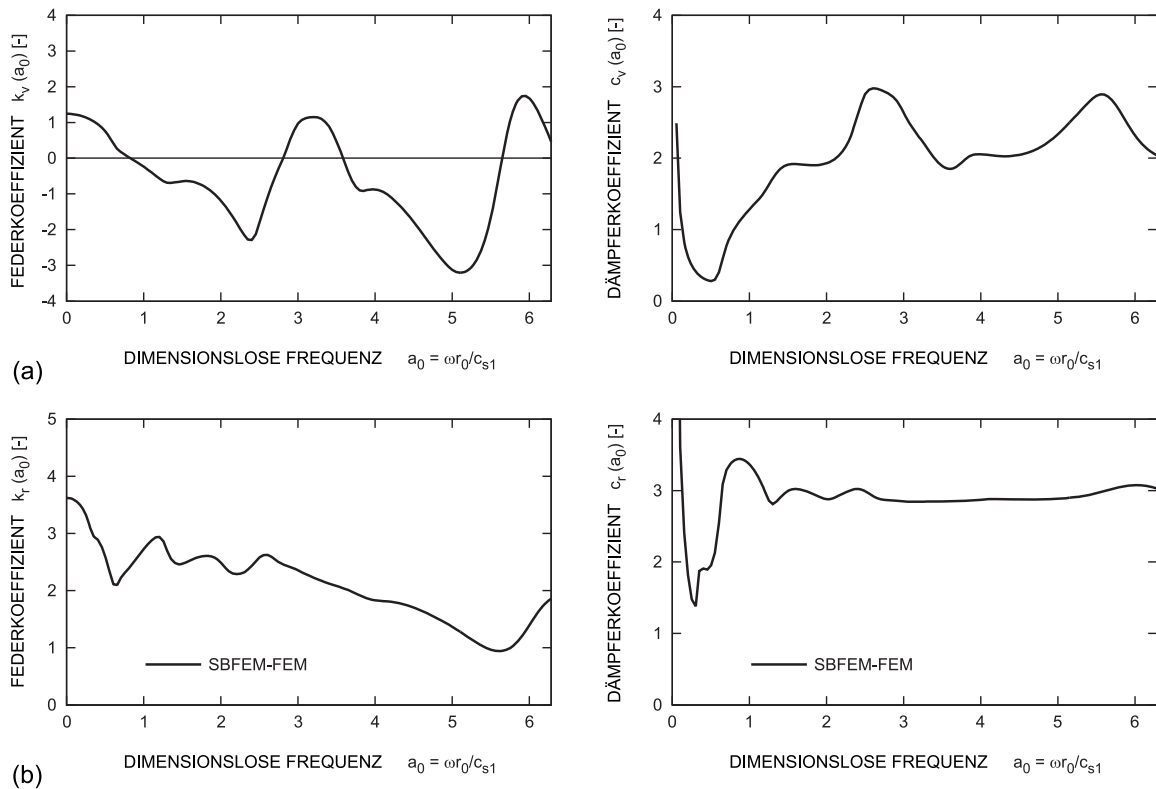


Abbildung 2: Dynamische Steifigkeitskoeffizienten des Boden-Fundament-Systems