

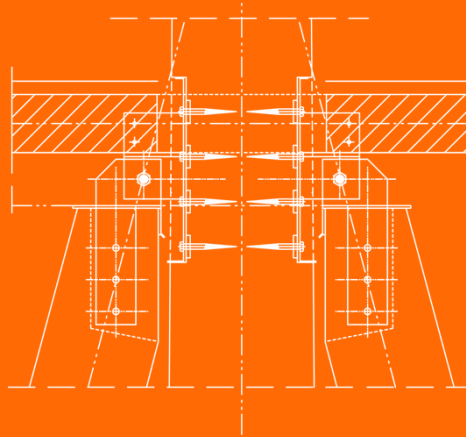
Holzbau II

259.383 Holzbau 2 WS15/16 | VU 3.0h, 4ECTS

Übung 3 - Schwingungen

Alex Müllner
a.muellner@iti.tuwien.ac.at
Tel.: +43 1 58801 25429

Darf nur zu Studienzwecken
verwendet werden;
© ITI / TU Wien, 2015



Institut für Architekturwissenschaften
Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau
o.Univ.Prof. DDI Wolfgang Winter

Übung 3

Schwingungsnachweis
nach ÖNORM EN 1995-1-1 und
ÖNORM B 1995-1-1

Abgabe bis 19.01.2016, 11:00 Uhr

3. ÜBUNG, ANGABE SCHWINGUNGSNACHWEIS

Schwingungsnachweise nach ÖNORM EN bzw. B 1995-1-1 für die Konstruktionen aus Übung 1 und Übung 2

Decke Übung 1: CLT

Spannweite l
(ft. Übung 1)

Deckenbreite b
entspricht der Deckenbreite b
der Holzbetonverbundkonstruktion

Decke Übung 2: Holzbetonverbund

Spannweite l
(ft. Übung 2)

Deckenbreite b
entspricht $4 \times$ Trägerabstand B (ft. Übung 2)

Abmessungen:

- Deckenspannweite l jeweils wie in Übung 1 bzw. Übung 2 gegeben
- Deckenbreite b für beide Varianten $4 \times$ Trägerabstand aus Übung 2 (gegebenenfalls adaptierte Parameter verwenden)

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

3/16

3. ÜBUNG, ANGABE SCHWINGUNGSNACHWEIS

Deckentyp:
 Alle Nachweise sind für Deckenklasse I (Decke zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten) zu führen

Konstruktionsart:
 In der ersten Übung als Dach ausgeführte Konstruktionen sind als Decken zu betrachten

Effektive Biegesteifigkeiten EI_{ef} :
 Längsbiegesteifigkeiten wie in vorhergehenden Übungen ermittelt
 Querbiegesteifigkeiten mittels γ -Verfahren

Optimierungsmaßnahmen:
 Falls einer der Schwingungsnachweise nicht erfüllt wird, sind für diesen Konstruktionstyp Verbesserungsvorschläge zu beschreiben

Abgabe bis spätestens 19.01.2016, 11:00 Uhr am Institut

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

4/16

Übung 3

Schwingungsnachweis
nach ÖNORM EN 1995-1-1 und
ÖNORM B 1995-1-1

Beispiel Holzbalkendecke

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

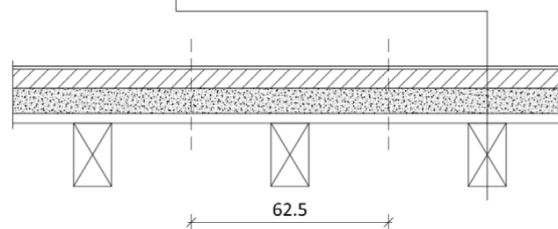
5/16 TU
WIEN

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Aufgabenstellung

Schwingungsnachweis für eine Holzbalkendecke mit schwimmendem Nassestrich auf schwerer Schüttung (Deckenklasse I).

Holzboden	1,0cm
Zementestrich	6,0cm
PE-Folie	
Thermo Schüttung	8,0cm
Holzschalung	3,0cm
Holzträhme C24	12/20cm



Spannweite $l = 4 \text{ m}$ Deckenbreite $b = 5 \text{ m}$ Einflussbreite $e = 0.625 \text{ m}$

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

6/16 TU
WIEN

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Kriterien des Schwingungsnachweises

Der Schwingungsnachweis gilt als erbracht wenn die Grenzwerte für das **Frequenzkriterium** und das **Steifigkeitskriterium** eingehalten werden.

Wird das Frequenzkriterium nicht erfüllt, aber zumindest eine Mindestfrequenz eingehalten, muss zusätzlich die **Schwingbeschleunigung** nachgewiesen werden.

Zur Berechnung der Kriterien ist die Ermittlung folgender Parameter nötig:

- Flächenbezogene Masse
- Biegesteifigkeiten in Längsrichtung
- Biegesteifigkeit in Querrichtung
- Querverteilungswirkung

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

7/16



3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Flächenbezogene Masse

Holzboden	d=1.0cm	$\rho=650\text{kg/m}^3$
Zementestrich	d=6.0cm	$\rho=2000\text{kg/m}^3$
PE-Folie		
Thermo Schüttung	d=8.0cm	$\rho=400\text{kg/m}^3$
Holzschalung	d=3.0cm	$\rho=500\text{kg/m}^3$
Holzträme C24	12/20cm	$\rho=500\text{kg/m}^3$
	e=0.625m	

$$g_k = 0.01 \cdot 6.5 + 0.06 \cdot 20.0 + 0.08 \cdot 4.0 + 0.03 \cdot 5.0 + \frac{(0.12 \cdot 0.20 \cdot 5.0)}{0.625} = 1.927 \text{ kN/m}^2$$

$$m = g_k \cdot 10^2 = 192.7 \text{ kg/m}^2$$

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

8/16



3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Biegesteifigkeit in Längsrichtung

Holzträhne

$$b_{Tram} = 12 \text{ cm} \quad h_{Tram} = 20 \text{ cm} \quad e_{Tram} = 0.625 \text{ m} \quad E_{0,mean} = 11000 \frac{N}{mm^2}$$

$$I_{y;Tram} = \frac{b_{Tram} \cdot h_{Tram}^3}{12} = (8 \cdot 10^3) \text{ cm}^4 \quad I_l = \frac{I_{y;Tram}}{e_{Tram}} = 12800 \frac{cm^4}{m}$$

$$EI_{l;Tram} = 1.408 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2/m$$

Estrich

$$b_{Estrich} = 100 \text{ cm} \quad h_{Estrich} = 6 \text{ cm} \quad E_{Estrich} = 3000 \frac{kN}{cm^2}$$

$$I_{y;Estrich} = \frac{b_{Estrich} \cdot h_{Estrich}^3}{12} = (1.8 \cdot 10^3) \text{ cm}^4$$

$$EI_{l;Estrich} = 5.4 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2/m$$

$$EI_{l;ges} = EI_{l;Tram} + EI_{l;Estrich} = 1.948 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2/m \quad (\text{loser Verbund})$$

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

9/16

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Biegesteifigkeit in Querrichtung

Holzschalung

$$b_{Schalung} = 100 \text{ cm} \quad h_{Schalung} = 3 \text{ cm} \quad E_{0,mean} = 11000 \frac{N}{mm^2}$$

$$I_{y;Schalung} = \frac{b_{Schalung} \cdot h_{Schalung}^3}{12} = 225 \text{ cm}^4$$

$$EI_{b;Schalung} = 2.475 \cdot 10^4 \text{ Nm}^2/m$$

Estrich

$$b_{Estrich} = 100 \text{ cm} \quad h_{Estrich} = 6 \text{ cm} \quad E_{Estrich} = 3000 \frac{kN}{cm^2}$$

$$I_{y;Estrich} = \frac{b_{Estrich} \cdot h_{Estrich}^3}{12} = (1.8 \cdot 10^3) \text{ cm}^4$$

$$EI_{b;Estrich} = 5.4 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2/m$$

$$EI_{b;ges} = EI_{b;Schalung} + EI_{b;Estrich} = 5.648 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2/m \quad (\text{loser Verbund})$$

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

10/16

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Querverteilungswirkung

$$\frac{EI_{b,ges}}{EI_{l,ges}} = 0.29 \quad 0.29 \geq 0.05 \quad \text{Querverteilungswirkung gegeben}$$

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

11/16

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Frequenzkriterium

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_{l,ges}}{m}} \cdot \sqrt{\left(\frac{l}{b}\right)^4 \cdot \frac{EI_{b,ges}}{EI_{l,ges}}} = 10.44 \text{ Hz} \geq 8 \text{ Hz} \quad \underline{\text{Nachweis erfüllt}}$$

Deckenklasse I:	$f_1 \geq f_{gr} = 8 \text{ Hz}$ $f_{1,min} = 4.5 \text{ Hz} \leq f_1 \leq f_{gr} = 8 \text{ Hz}$ $f_1 < 4.5 \text{ Hz}$	Nachweis erfüllt Nachweis der Schwingbeschleunigung zusätzlich erforderlich Nachweis nicht erfüllt
Deckenklasse II:	$f_1 \geq f_{gr} = 6 \text{ Hz}$ $f_{1,min} = 4.5 \text{ Hz} \leq f_1 \leq f_{gr} = 6 \text{ Hz}$ $f_1 < 4.5 \text{ Hz}$	Nachweis erfüllt Nachweis der Schwingbeschleunigung zusätzlich erforderlich Nachweis nicht erfüllt

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

12/16

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Steifigkeitskriterium

$$b_F = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{1.1} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_{b,ges}}{EI_{l,ges}}} = 2.67 \text{ m} \\ b = 5.00 \text{ m} \end{array} \right.$$

$F = 1 \text{ kN}$

$$w_{stat} = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot EI_{l,ges} \cdot b_F} = 0.2563 \text{ mm} > 0.25 \text{ mm} \quad \text{Nachweis nicht erfüllt}$$

Deckenklasse I:	$w_{stat} \leq w_{gr} = 0.25 \text{ mm}$	Nachweis erfüllt
Deckenklasse II:	$w_{stat} \leq w_{gr} = 0.50 \text{ mm}$	Nachweis erfüllt

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

13/16

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Schwingbeschleunigung

$F_0 = 0.7 \text{ kN} \quad \zeta = 0.03 \quad f_1 = 10.44 \text{ Hz}$

$$M^* = m \cdot \frac{l}{2} \cdot b_F = 1029.02 \text{ kg}$$

$$\alpha = e^{-0.4 \cdot f_1} = 0.01536$$

$$a_{rms} = \frac{0.4 \cdot \alpha \cdot F_0}{2 \cdot \zeta \cdot M^*} = 0.07 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} > 0.05 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{Nachweis nicht erfüllt}$$

Deckenklasse I:	$a_{rms} \leq a_{gr} = 0.05 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Nachweis erfüllt
Deckenklasse II:	$a_{rms} \leq a_{gr} = 0.10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Nachweis erfüllt

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner

14/16

3. ÜBUNG, BEISPIEL SCHWINGUNGSNACHWEIS

Zusammenfassung

Der Schwingungsnachweis für die Deckenkonstruktion ist nicht erfüllt, da das Steifigkeitskriterium nicht eingehalten wird.
Zur Erfüllung aller Kriterien muss der Deckenaufbau konstruktiv angepasst werden.

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner



15/16



Danke für die Aufmerksamkeit

259.383 Holzbau 2 | WS 2015/16 | 15.12.15 | Alex Müllner



16/16

