

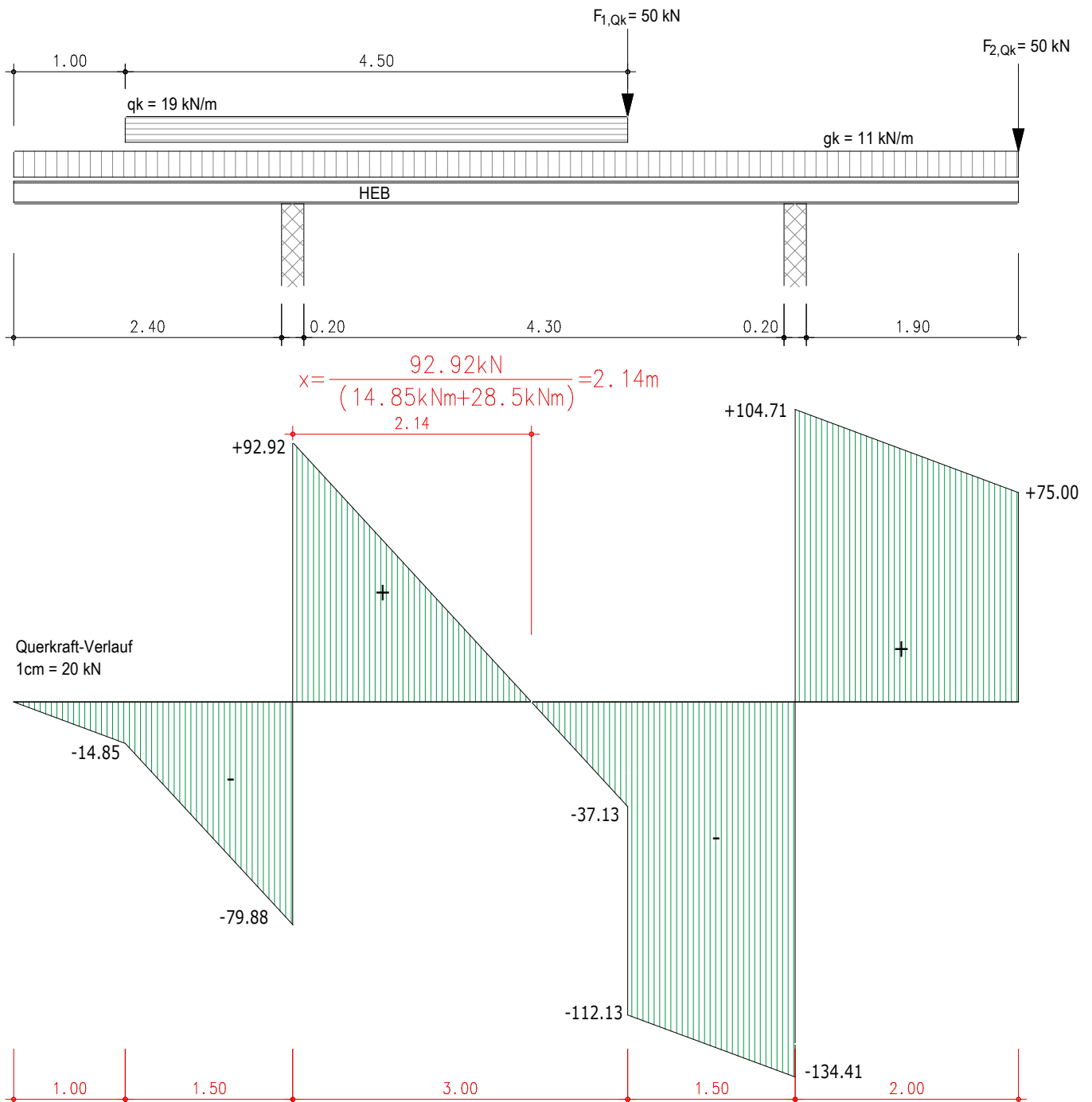
## Aufgabe 1:

Gegeben: Stahlträger HEB auf Betonwänden gelagert gemäss Skizze im Mst. 1:50

Gesucht: Auflagerkräfte in A und B, Querkraftfläche, max. Feldmoment

und Profil aus der HEB- Reihe

Führen Sie zusätzlich den Schubnachweis für Volllast



Lastzusammenstellung :

$$g_d = 1.35 \cdot 11 \text{ kN/m} = 14.85 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 1.50 \cdot 19 \text{ kN/m} = 28.50 \text{ kN/m}$$

$$F_{1,d} = 1.50 \cdot 50 \text{ kN/m} = 75.00 \text{ kN/m}$$

$$F_{2,d} = 1.50 \cdot 50 \text{ kN/m} = 75.00 \text{ kN/m}$$

$$M_{A,d}^- = -14.85 \cdot \frac{2.50^2}{2} - 25.50 \cdot \frac{1.50^2}{2} = -46.41 \text{ kNm} - 32.06 \text{ kNm} = -78.47 \text{ kNm}$$

$$M_{B,d}^- = -14.85 \cdot \frac{2.00^2}{2} - 75.00 \cdot 2.00 = -29.70 \text{ kNm} - 150.00 \text{ kNm} = -179.70 \text{ kNm}$$

$$Q_{A-Kr,d} = 14.85 \cdot 2.50 + 28.50 \cdot 1.50 = 37.13 + 42.75 = 79.88 \text{ kN}$$

$$Q_{A-B,d} = 14.85 \cdot \frac{4.5}{2} + 28.50 \cdot \frac{3 \cdot 3.0}{4.50} + 75.00 \cdot \frac{1.50}{4.50} + \frac{+78.47 \text{ kNm}}{4.50} + \frac{-179.70 \text{ kNm}}{4.50} = +92.92 \text{ kN}$$

$$A_d = 79.88 \text{ kN} + 92.92 \text{ kNm} = 172.80 \text{ kN}$$

$$Q_{B-Kr,d} = 14.85 \cdot 2.00 + 75.00 = 104.70 \text{ kN}$$

$$Q_{B-A,d} = 14.85 \cdot \frac{4.5}{2} + 28.50 \cdot \frac{3 \cdot 1.50}{4.50} + 75.00 \cdot \frac{3.0}{4.50} + \frac{-78.47 \text{ kNm}}{4.50} + \frac{+179.70 \text{ kNm}}{4.50} = +134.41 \text{ kN}$$

$$B_d = 104.70 \text{ kN} + 134.41 \text{ kNm} = 239.11 \text{ kN}$$

Kontrolle:  $\Sigma_{\text{Auflager}} = 172.80 \text{ kN} + 239.11 \text{ kN} = 411.91 \text{ kN}$

$$\Sigma_{\text{Lasten}} = 14.85 \cdot 9.0 + 28.50 \cdot 4.50 + 75.00 + 75.00 = 411.91 \text{ kN}$$

$$x = \frac{92.92 \text{ kN}}{(14.85 \text{ kN/m} + 28.50 \text{ kN/m})} = 2.14 \text{ m}$$

$$M_{\text{max},d}^+ = 172.80 \text{ kN} \cdot 2.14 \text{ m} - 14.85 \text{ kN/m} \cdot \frac{4.64^2}{2} - 28.50 \text{ kN/m} \cdot \frac{3.64^2}{2} = 525.63 - 199.23 = +21.13 \text{ kNm}$$

Tragfähigkeitsnachweis :  $M_{B,d}^- = -179.70 \text{ kNm}$

$$W_{y,pl,erforderlich} = \frac{179.70 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot 1.05}{235 \text{ N/mm}^2} = 802.91 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{HEB} - 220, W_{y,pl,vorhanden} = 827 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_V = 2792 \text{ mm}^2$$

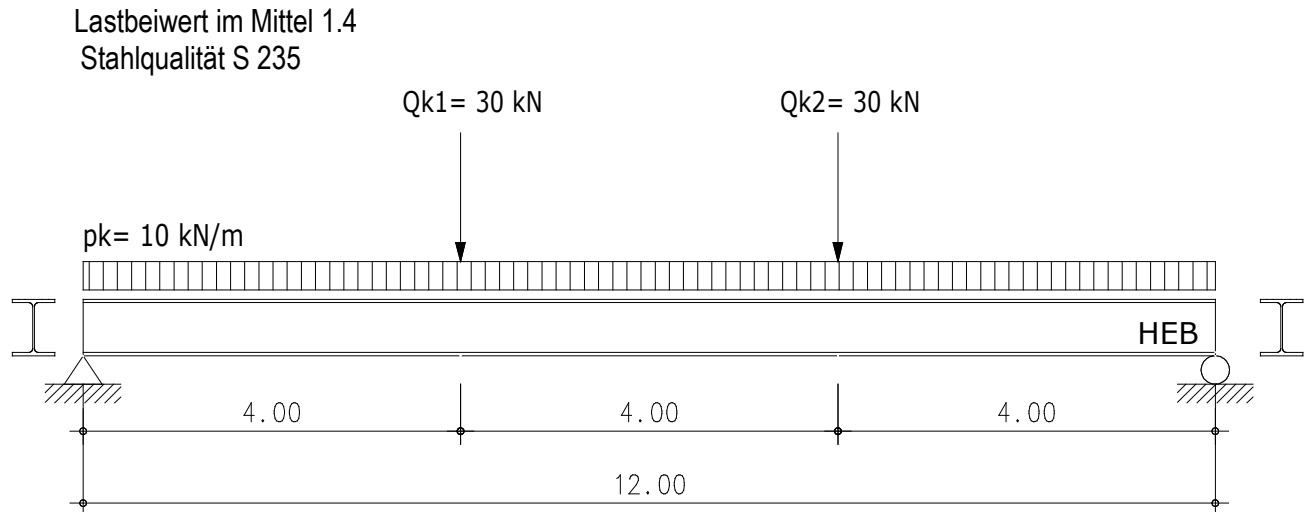
Schubnachweis :  $\tau_{d,vorhanden} = \frac{+134.41 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1.05}{2792 \text{ mm}^2} = 50.55 \text{ N/mm}^2 < \tau_y = 135 \text{ N/mm}^2$  Schub i.O.

## Aufgabe 2:

Wählen Sie für den dargestellten Stahlträger einen geeigneten Querschnitt aus der HEB-Reihe. Führen Sie den Tragfähigkeitsnachweis. (Schubnachweis inklusive)

Das Eigengewicht des Trägers ist in der verteilten Belastung bereits berücksichtigt.

Gegeben: System und Belastung gem. Skizze (alle Masse in Meter)



### Schnittkräfte aus Statik-5

$$\text{Auflager : } A_{V,d} = B_{V,d} = 126.0 \text{ kN}$$

$$\text{Biegemoment : } M_d = 420.0 \text{ kNm}$$

$$\text{Querkraft : } V_d = 126.0 \text{ kN}$$

### Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{pl,y,erf.} = \frac{M_{d,max} \cdot \gamma_{M1}}{f_y} = \frac{420.0 \cdot 10^6 \cdot 1.05 \text{ Nmm}}{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 1'876.60 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

aus C5 Seite 26 folgt eine HEB-320

$$W_{pl,y} = 2'140 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 308.2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_v = 5'177 \text{ mm}^2$$

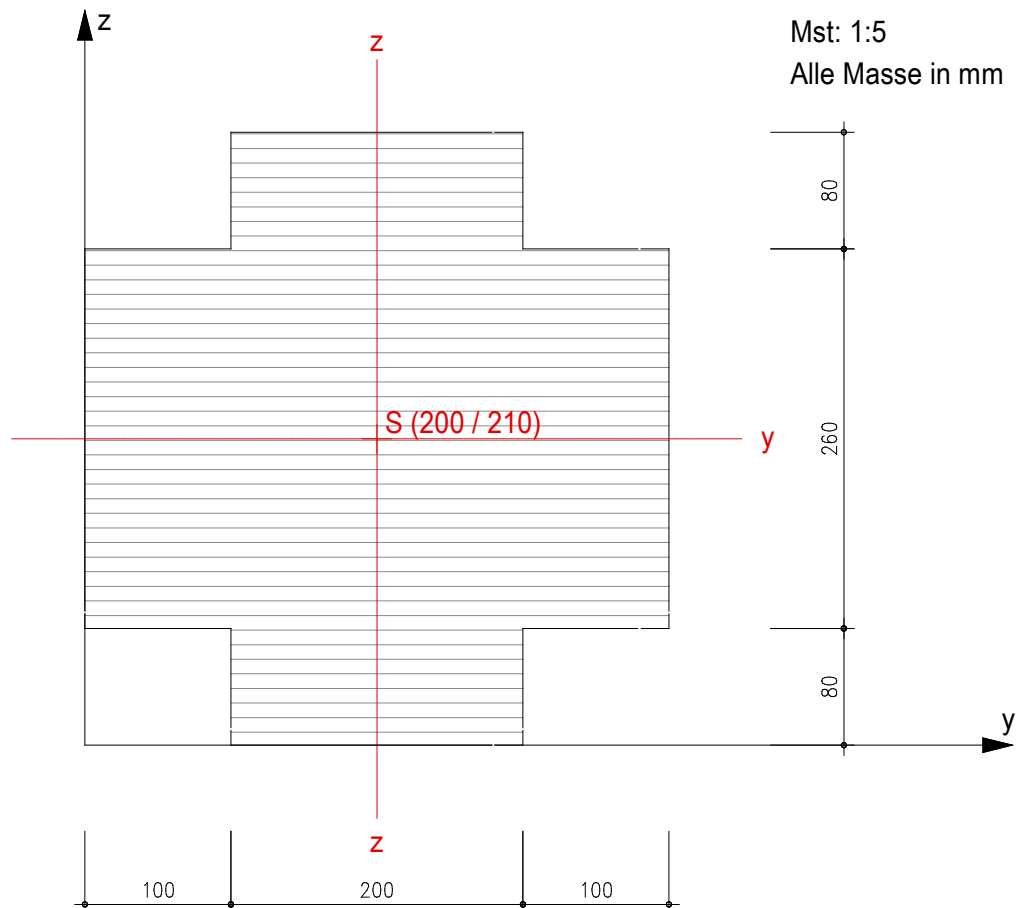
### Schubspannungen

$$\tau_{d,vorh} = \frac{V_d \cdot \gamma_{M1}}{A_v} = \frac{126 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1.05}{5'177 \text{ mm}^2} = 25.56 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_y = 135 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (erfüllt!)}$$

## Aufgabe 3:

Gegeben: Holzstütze im Querschnitt, GL 24h vor Witterung geschützt.

Gesucht: Widerstandsmomente  $W_y / W_z$   
Trägheitsmoment  $I_y$  und  $I_z$



$$A = 200 \text{ mm} \cdot 420 \text{ mm} + 2 \cdot 100 \text{ mm} \cdot 260 \text{ mm} = 136'000 \text{ mm}^2$$

Trägheitsmomente:

$$I_y = \left( \frac{200 \cdot 420^3}{12} \right) + \left( \frac{2 \cdot 100 \cdot 260^3}{12} \right) = 1'527.73 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \left( \frac{260 \cdot 400^3}{12} \right) + \left( \frac{2 \cdot 80 \cdot 200^3}{12} \right) = 1'493.33 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Widerstandsmomente:

$$W_y = \left( \frac{I_y}{z_s} \right) + \left( \frac{1'527.73 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{210 \text{ mm}} \right) = 7.27 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_z = \left( \frac{I_z}{y_s} \right) + \left( \frac{1'493.33 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{200 \text{ mm}} \right) = 7.47 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

## Aufgabe 4:

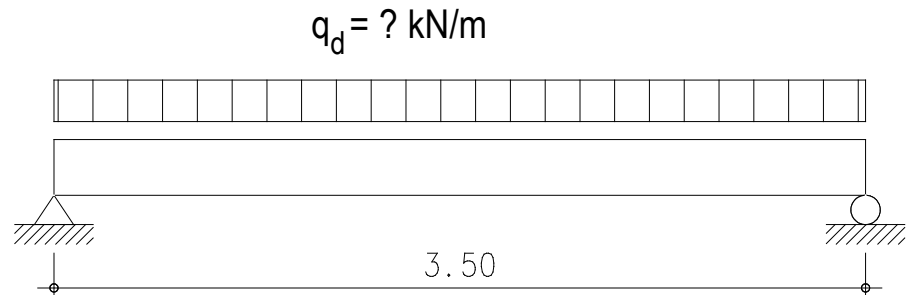
Gegeben: Ein Holzbalken C24 mit 12 / 24 cm Querschnitt wird auf zwei Stützen im Abstand  $l = 3.50$  m aufgelegt.

Gesucht: mit welcher gleichmässig verteilten Bemessungslast darf der Balken belastet werden, wenn er:

- a) hochkant
- b) liegend

versetzt wird?

Grenzspannung  $f_{m,d} = 14$  N/mm<sup>2</sup>.



Allgemein :

$$M_d = \frac{q_d \cdot l^2}{8} \quad \rightarrow \quad q_d = \frac{8 \cdot M_d}{l^2}$$

$$f_{m,d} = \frac{M_d}{W} \quad \rightarrow \quad M_d = f_{m,d} \cdot W$$

a) Balken hochkant:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{120\text{mm} \cdot (240)^2}{6} = 1.15 \cdot 10^6 \text{mm}^3$$

$$M_d = 14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1.15 \cdot 10^6 \text{mm}^3 = 16.1 \cdot 10^6 \text{Nmm} = 16.1 \text{ kNm}$$

$$q_d = \frac{8 \cdot M_d}{l^2} = \frac{8 \cdot 16.1 \text{ kNm}}{(3.50\text{m})^2} = 10.5 \text{ kN/m}$$

b) Balken liegend:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{240\text{mm} \cdot (120)^2}{6} = 0.58 \cdot 10^6 \text{mm}^3$$

$$M_d = 14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.58 \cdot 10^6 \text{mm}^3 = 8.1 \cdot 10^6 \text{Nmm} = 8.1 \text{ kNm}$$

$$q_d = \frac{8 \cdot M_d}{l^2} = \frac{8 \cdot 8.1 \text{ kNm}}{(3.50\text{m})^2} = 5.3 \text{ kN/m}$$

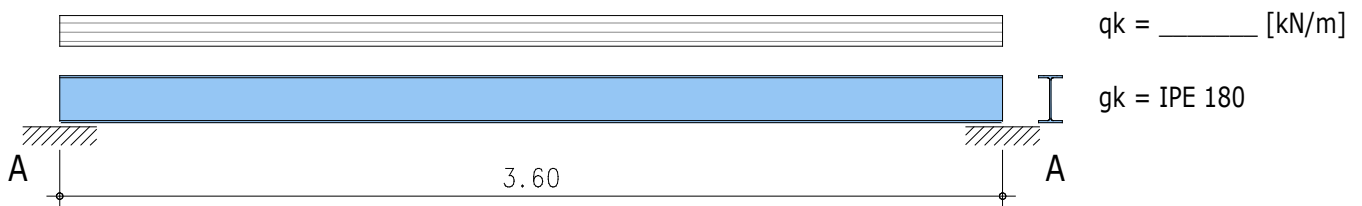
## Aufgabe 5:

Bei einem Umbau liegt ein Stahlträger IPE 180 (S235) auf 2 Auflagern mit einem Abstand von  $l = 3.60\text{m}$ .

Der Bauherr will wissen, was der Stahlträger trägt!

Bestimmen Sie die charakteristische Nutzlast  $q_k$  in  $\text{kN/m}$  unter folgenden Spezifikationen:

- Ohne Berücksichtigung des Eigengewichtes
- mit Berücksichtigung des Eigengewichtes



IPE 180 (S235)

Querschnittswerte aus C5, Seite 26

$$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$m = 18.8 \text{ kg/m} \quad (0.188 \text{ kN/m})$$

$$\text{Bemessungswert des Biege Widerstandes } M_{Rd} = M_d = \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M1}} = \left( \frac{235 \text{ N/mm}^2 \cdot 166 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}{1.05} \right) \cdot 10^{-6}$$

$$M_d = 37.15 \text{ kNm}$$

Ohne Eigengewicht

$$M_d = \frac{1.5 \cdot q_k \cdot l^2}{8} \rightarrow q_k = \frac{8 \cdot M_d}{1.5 \cdot l^2} = \frac{8 \cdot 37.15 \text{ kNm}}{1.5 \cdot (3.60\text{m})^2} = 15.29 \text{ kN/m}$$

→ charakteristische Nutzlast  $q_k \approx 15.29 \text{ kN/m}$

Mit Eigengewicht

$$M_d = \frac{(1.35 \cdot g_k + 1.5 \cdot q_k) \cdot l^2}{8} \rightarrow 1.5 \cdot q_k = \frac{8 \cdot M_d}{l^2} - 1.35 \cdot g_k \quad q_k = \frac{8 \cdot M_d - 1.35 \cdot g_k \cdot l^2}{1.5 \cdot l^2}$$

$$\rightarrow \frac{8 \cdot M_d - 1.35 \cdot g_k \cdot l^2}{1.5 \cdot l^2} = \frac{8 \cdot 37.15 \text{ kNm} - 1.35 \cdot 0.188 \text{ kN/m} \cdot (3.60\text{m})^2}{1.5 \cdot (3.60\text{m})^2} = 15.12 \text{ kN/m}$$

→ charakteristische Nutzlast  $q_k \approx 15.12 \text{ kN/m}$