

## Bauplanung Transferleistung (Semesterarbeit)

Bildungsgang: Bauplanung	Semester: 4
Klasse: IB 34f	Fach: STIB
Lehrperson: <b>Reto Cantamessi</b>	Datum: 24. Januar 2017 (Aufgabe abgegeben)
Kontakt Lehrperson: <a href="mailto:reto@cantamessi.ch">reto@cantamessi.ch</a>	Transferleistung: 15 Punkte
Abgabetermin: <b>17. Februar 2018</b>	Arbeitsform: <input type="checkbox"/> Einzelarbeit <input checked="" type="checkbox"/> Gruppenarbeit
Abgabeform: Gebundene Form	
Aufgabenkontrolle: <input checked="" type="checkbox"/> Benotung <input type="checkbox"/> qualitatives Feedback (sehr gut/gut/genügend/ungenügend) <input type="checkbox"/> Bewertung zählt als Promotionsbestandteil zum (Angabe des Semesters)	
Thema: <b>Autounterstand in Kirchberg (BE)</b>	
Hinweise/Beilagen: Alle Berechnungen sind sorgfältig und nachvollziehbar darzustellen	
Lernziel: Anwendung der im Unterricht erarbeiteten Berechnungsverfahren anhand eines konkreten Projektes.	<input type="checkbox"/> K1 Wissen (So wie gelernt wiedergeben) <input type="checkbox"/> K2 Verständnis (Erklären warum..) <input checked="" type="checkbox"/> K3 Anwendung (Situatives Übertragen) <input type="checkbox"/> K4 Analyse (Prinzip/Struktur aufzeigen) <input type="checkbox"/> K5 Synthese (Ergänzen, verbessern, kreativ) <input type="checkbox"/> K6 Beurteilen (Ganzheitliche Bewertung)
<u>Objekt</u>  Oberirdischer Autounterstand vom Gewerbepark „Grüttbach“ in Kirchberg auf Kote -0.55 (Parkpl.- Nr. 45-50), neben der Spielfläche.	
Name:	Vorname:
Kontrolliert am:  Unterschrift Lehrperson:	Transferleistung: <input type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> teilweise erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt (es gibt keine Zwischenstufe!)  <input type="checkbox"/> Nachbesserung bis

## Projektarbeit

Objekt: Autounterstand vom Gewerbepark "Grütti" in Kirchberg auf Kote -0.55 (Parkpl. -Nr. 45-50), neben der Spielfläche.

Gegeben: Äussere Betonumfassungswauern, 18 cm stark, sowie zwei Betonstützen mit Einzelfundamenten im Einfahrtsbereich. Es ist mit den nachstehenden Achsmassen zu rechnen.

Die Dacheindeckung soll aus 6 cm starken verleimten Mehrschichtplatten bestehen, deren Spannweite nicht grösser als 1.60 m sein darf. Darüber ist eine Feuchtigkeitsisolationsfolie und eine Sarnavert- Begrünung (Gewicht  $1.4\text{kN/m}^2$ ) vorgesehen.

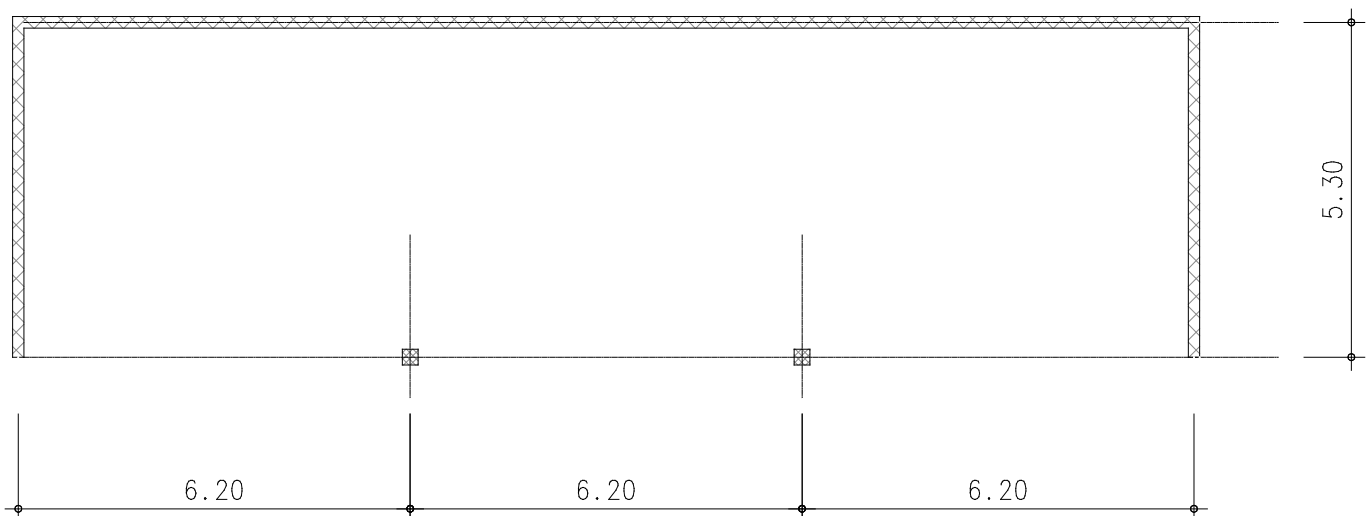
Die Verbundsteine vom Vorplatz sollen auch als Bodenbelag im Unterstand Verwendung finden.

Gesucht: Dimensionieren Sie alle benötigten Dachträger in Längs- und Querrichtung für folgende Varianten:  
Variante 01 in Stahlbauweise  
Variante 02 in Holzbauweise

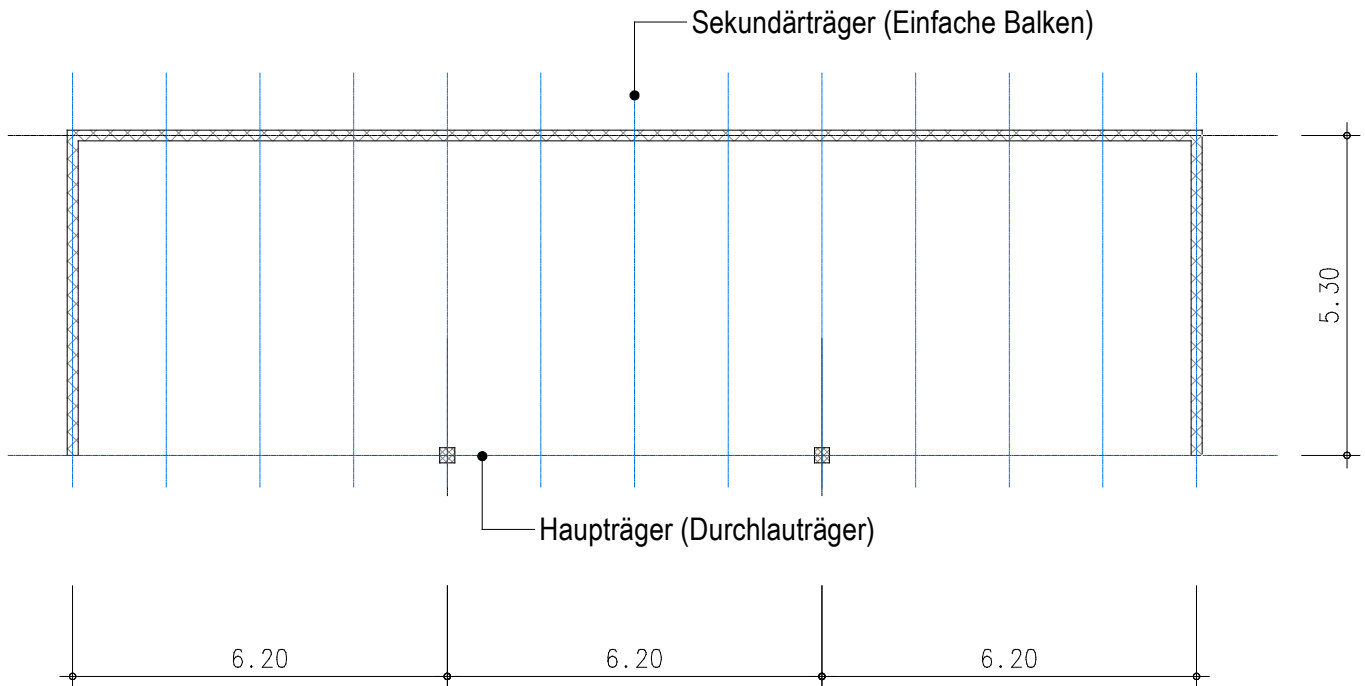
Über den Betonstützen können je nach gewähltem Tragkonzept 2 Querunterzüge oder ein Längsträger vorgesehen werden. Die lichte Höhe bis UK Träger muss im Einfahrts- bzw. Parkfeldbereich mindestens 2.20 m betragen (Kote +1.65).

Das gewählte Tragkonzept und die Trägerdimensionen sind in einer Skizze darzustellen. Die Querschnittsabmessungen der Fundamente sind zu berechnen und in einer Skizze darzustellen. (zul. Bodenpressung  $100\text{ kN/m}^2$ )

Im Weiteren ist ein statischer Bericht mit allen erforderlichen bzw. relevanten Berechnungsgängen in gebundener Form pro Arbeitsgruppe abzugeben.



Variante 01: Stahlbauweise S235



### Weitere Spezifikationen:

Zulässige Durchbiegung der Sekundärträger  $w_{zul} = l/250$

Zulässige Durchbiegung des Hauptträgers  $w_{zul} = l/250$

### Lastzusammenstellung (Sekundärträger)

Grundlagen : Decke UG = +1.65, ±0.00 = 510.35 mü.M → Decke ca. 512 mü.M

Schnee : HBT.S18)  $q_k = \mu_i \cdot C_e \cdot s_k$  wobei  $s_k = \left[ 1 + \left( \frac{h_o}{350} \right)^2 \right] \cdot 0.4 \text{ kN/m}^2 \geq 0.9 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 0.8 \cdot 1.0 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{512}{350} \right)^2 \right] \cdot 0.4 \text{ kN/m}^2 = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Dachbelastung :	Schnee	= 1.00 kN/m <sup>2</sup>
	Dachbegrünung	= 1.40 kN/m <sup>2</sup>
	Dachdeckung 6cm	= 0.30 kN/m <sup>2</sup>
	$q_{k,Dach}$	= 2.70 kN/m <sup>2</sup>

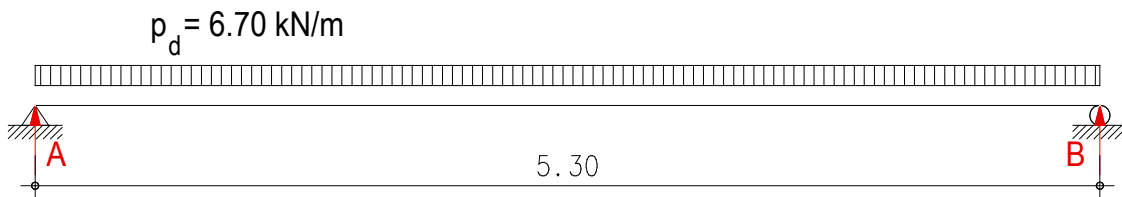
### Belastung des Querträgers

(Eigengewicht  $g_k = 0.2 \text{ kN/m}$ )  $p_d = 1.35 \cdot 0.20 \text{ kN/m} + (1.5 \cdot 2.70 \text{ kN/m}^2) \cdot 1.55 \text{ m} = 6.55 \text{ kN/m}$

$$A_d = B_d = \frac{6.55 \text{ kN/m} \cdot 5.30 \text{ m}}{2} = 17.35 \text{ kN}$$

### Bemessungswerte der Auswirkungen

Biegemoment :  $M_{d,max} = \frac{(p_d) \cdot l^2}{8} = \frac{(6.55 \text{ kN/m}) \cdot (5.30 \text{ m})^2}{8} = 23.00 \text{ kNm}$



## Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{\text{erforderlich}} = \frac{M_{d,\text{max}} \cdot 1.05}{f_y} = \frac{23.00 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot 1.05}{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 102.76 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

### 1. Annahme des Querschnittes aus C5, Seite 34 HEA-120

$$\begin{aligned} W_{pl,y} &= 119 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 6.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\ A_v &= 846 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

### Schubspannungen

$$\tau_{d,\text{vorh}} = \frac{V_d \cdot \gamma_{M1}}{A_v} = \frac{17.35 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1.05}{846 \text{ mm}^2} = 21.53 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_y = 135 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (erfüllt!)}$$

### Gebrauchstauglichkeit

Lastberechnung:  $p_k = 0.20 \text{ kN/m} + (2.70 \text{ kN/m}^2) \cdot 1.55 \text{ m} = 4.39 \text{ kN/m}$

$$w_{\text{zul}} = \frac{L}{250} = \frac{5'300 \text{ mm}}{250} = 21.20 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{erforderlich}} &= \frac{5 \cdot p_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot w_{\text{zul}}} = \frac{5 \cdot (4.39 \text{ N/mm}) \cdot (5'300 \text{ mm})^4}{384 \cdot (210'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 21.20 \text{ mm}} \\ &= 10.12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massgebend!} \end{aligned}$$

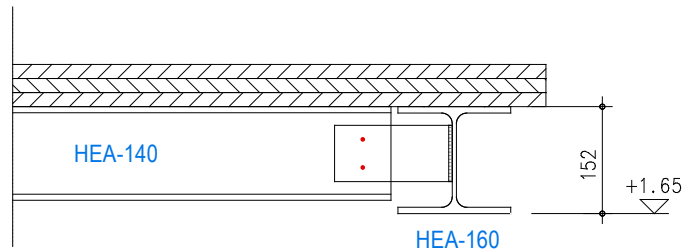
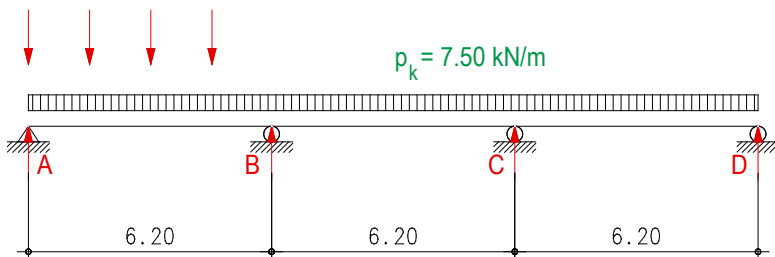
### gewählt HEA-140

$$\begin{aligned} W_{pl,y} &= 173 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 10.3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

### vorhandene Durchbiegung

$$w_{\text{vorh.}} = w_{\text{zul}} \cdot \frac{I_{\text{erforderlich}}}{I_{\text{vorhanden}}} = 21.20 \text{ mm} \cdot \frac{10.12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{10.3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 20.83 \text{ mm} < 21.20 \text{ mm} \rightarrow \text{i.O.}$$

$Q_k$  aus Sekundärträger = 11.63 kN



Lastzusammenstellung (Hauptträger als Durchlaufträger)

$$p_k = 0.20 \text{ kN/m} + (2.70 \text{ kN/m}^2) \cdot 1.55 \text{ m} = 4.39 \text{ kN/m}$$

$$A_k = B_k = \frac{4.39 \text{ kN/m} \cdot 5.30 \text{ m}}{2} = 11.62 \text{ kN}$$

Belastung des Hauptträgers  $p_k = \frac{11.62 \text{ kN}}{1.55 \text{ m}} = 7.50 \text{ kN/m}$

(Eigengewicht  $g_k = 0.3 \text{ kN/m}$ )  $p_d = 1.35 \cdot 0.30 \text{ kN/m} + (1.5 \cdot 7.70 \text{ kN/m}^2) = 11.96 \text{ kN/m}$

$$M_{d,\max} = M_B = -0.1 \cdot 11.96 \text{ kN/m} \cdot (6.20 \text{ m})^2 = -45.97 \text{ kNm}$$

$$B_d = 1.1 \cdot 11.96 \text{ kN/m} \cdot 6.20 \text{ m} = +81.57 \text{ kNm}$$

Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{\text{erforderlich}} = \frac{M_{d,\max} \cdot 1.05}{f_y} = \frac{45.97 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot 1.05}{235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 205.42 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

1. Annahme des Querschnittes aus C5, Seite 34 HEA-160

$$\begin{aligned} W_{pl,y} &= 245 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 16.7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\ A_v &= 1321 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Schubspannungen

$$\tau_{d,\text{vorh}} = \frac{V_d \cdot \gamma_{M1}}{A_v} = \frac{81.57 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1.05}{1321 \text{ mm}^2} = 64.84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_y = 135 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (erfüllt!)}$$

Gebrauchstauglichkeit

Lastberechnung :  $p_k = 7.70 \text{ kN/m}$

$$w_{\text{zul}} = \frac{L}{250} = \frac{6'200 \text{ mm}}{250} = 24.80 \text{ mm}$$

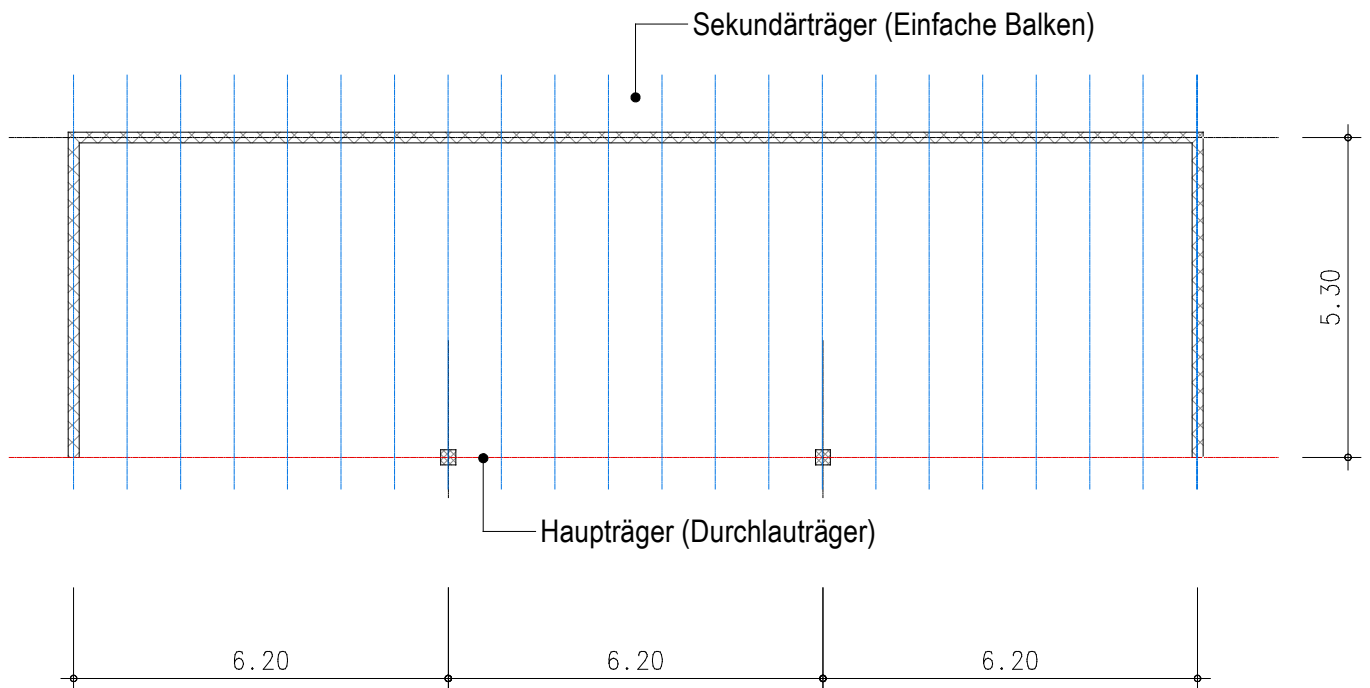
$$\begin{aligned} I_{\text{erforderlich}} &= \frac{0.0068 \cdot p_k \cdot l^4}{E \cdot w_{\text{zul}}} = \frac{0.0068 \cdot (7.7 \text{ N/mm}) \cdot (6'200 \text{ mm})^4}{(210'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 24.80 \text{ mm}} \\ &= 14.86 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massgebend!} \end{aligned}$$

gewählt HEA-160

vorhandene Durchbiegung

$$w_{\text{vorh.}} = w_{\text{zul}} \cdot \frac{I_{\text{erforderlich}}}{I_{\text{vorhanden}}} = 24.80 \text{ mm} \cdot \frac{14.86 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{16.7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 22.07 \text{ mm} < 24.80 \text{ mm} \text{ Träger überhöhen} \rightarrow \text{i.O}$$

Variante 02: Brettschichtholz GL24h



Weitere Spezifikationen:

Zulässige Durchbiegung der Sekundärträger  $w_{zul} = l/200$

Zulässige Durchbiegung des Hauptträgers  $w_{zul} = l/250$

Umrechnungsfaktor bez. Holzfeuchte  $\eta_w = 0.80$

## Lastzusammenstellung (Sekundärträger)

Dachbelastung :  $q_{k,Dach} = 2.70 \text{ kN/m}^2$

Belastung des Querträgers

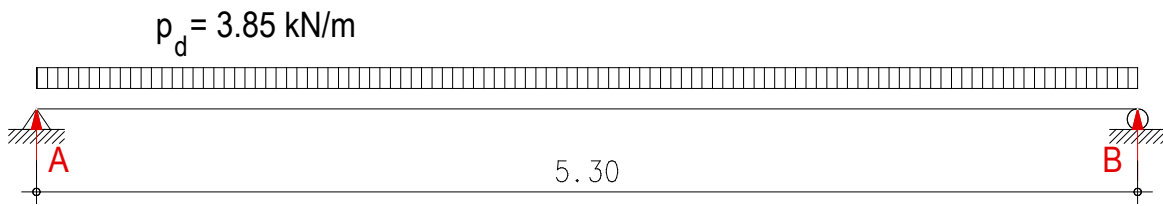
(Eigengewicht  $g_k = 0.2 \text{ kN/m}$ )

$$p_d = 1.35 \cdot 0.20 \text{ kN/m} + (1.5 \cdot 2.70 \text{ kN/m}^2) \cdot 0.885 \text{ m} = 3.85 \text{ kN/m}$$

$$A_d = B_d = \frac{3.85 \text{ kN/m} \cdot 5.30 \text{ m}}{2} = 10.21 \text{ kN}$$

Bemessungswerte der Auswirkungen

$$\text{Biegemoment : } M_{d,max} = \frac{(p_d) \cdot l^2}{8} = \frac{(3.85 \text{ kN/m}) \cdot (5.30 \text{ m})^2}{8} = 13.53 \text{ kNm}$$



## Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{\text{erforderlich}} = \frac{M_{d,\text{max}}}{f_{m,d} \cdot \eta_w} = \frac{13.53 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{16 \text{ N/mm}^2 \cdot 0.8} = 1.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Aus HBT S.36 folgt ein möglicher Balkenquerschnitt 12/24 cm  $W_{\text{vorh}} = 1.15 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

## Schubnachweis

$$V_d = A_d = B_d = \frac{(p_d) \cdot L}{2} + F = \frac{(3.85 \text{ kN/m}) \cdot 5.30 \text{ m}}{2} = 10.21 \text{ kN}$$

$$f_{v,d} = \frac{1.5 \cdot V_d}{b \cdot h \cdot \eta_w} = \frac{1.5 \cdot 10.20 \cdot 10^3 \text{ N}}{120 \text{ mm} \cdot 240 \text{ mm} \cdot \eta_w} = 0.53 < 1.5 \text{ N/mm}^2 \text{ I.O.}$$

## Querdruck

$$f_{c,90,d} = \frac{A_d}{b \cdot I_A \cdot \eta_w} = \frac{6.86 \cdot 10^3 \text{ N}}{120 \text{ mm} \cdot 240 \text{ mm} \cdot 0.8} = 0.30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 1.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{erfüllt!})$$

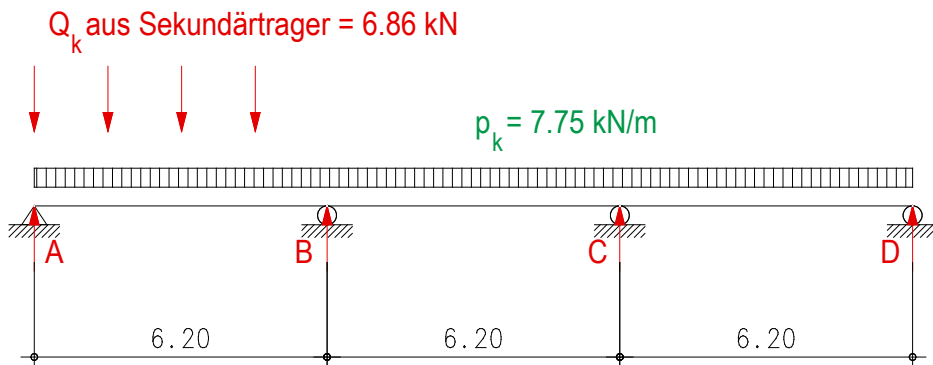
## Gebrauchstauglichkeitsnachweis

$$w_{\text{zul}} = \frac{L}{200} = \frac{5300 \text{ mm}}{200} = 26.50 \text{ mm}$$

$$I_{\text{erforderlich}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot L^2}{9.6 \cdot E \cdot w_{\text{zul}}} = \frac{9.09 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot (5'300 \text{ mm})^2}{9.6 \cdot 11'000 \text{ N/mm}^2 \cdot 26.50 \text{ mm}} = 91.27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massgebend}$$

Aus HBT S.36 folgen möglicher Balkenquerschnitt: 12/24 cm  $W_{\text{vorh}} = 115 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$   
 $I_{\text{vorh}} = 138 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

vorhandene Durchbiegung  $w_{\text{vorh}} = w_{\text{zul}} \cdot \frac{91.27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{138 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 17.53 \text{ mm} < w_{\text{zul}} = 26.50 \text{ mm}$



Lastzusammenstellung (Hauptträger als Durchlaufträger)

$$p_k = 0.20 \text{ kN/m} + (2.70 \text{ kN/m}^2) \cdot 0.885 \text{ m} = 2.59 \text{ kN/m}$$

$$A_k = B_k = \frac{2.59 \text{ kN/m} \cdot 5.30 \text{ m}}{2} = 6.86 \text{ kN}$$

Belastung des Hauptträgers

$$p_k = \frac{6.86 \text{ kN}}{0.885 \text{ m}} = 7.75 \text{ kN/m}$$

(Eigengewicht  $g_k = 0.2 \text{ kN/m}$ )

$$p_d = 1.35 \cdot 0.20 \text{ kN/m} + (1.5 \cdot 7.75 \text{ kN/m}) = 11.90 \text{ kN/m}$$

$$M_{d,\max} = M_B = -0.1 \cdot 11.90 \text{ kN/m} \cdot (6.20 \text{ m})^2 = -45.74 \text{ kNm}$$

$$B_d = 1.1 \cdot 11.90 \text{ kN/m} \cdot 6.20 \text{ m} = +81.16 \text{ kNm}$$

Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{\text{erforderlich}} = \frac{M_{d,\max}}{f_{m,d} \cdot \eta_w} = \frac{45.74 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.8} = 3.57 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

1. Annahme des Querschnittes aus HBT, Seite 37      180/360

$$W_{\text{vorh.}} = 3.89 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 700 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Schubspannungen

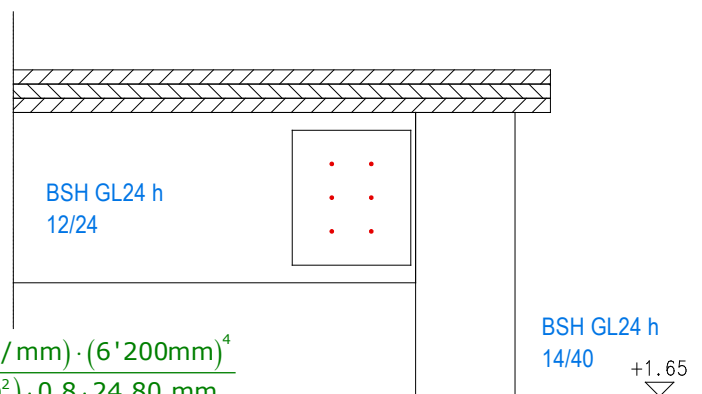
$$\tau_{d,\text{vorh.}} = 1.5 \cdot \frac{V_d}{A} = \frac{44.27 \cdot 10^3 \text{ N}}{(180 \cdot 360)^2} = 0.68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_y = 1.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Gebrauchstauglichkeit

Lastberechnung:  $p_k = 7.75 \text{ kN/m}$

$$w_{\text{zul}} = \frac{L}{250} = \frac{6'200 \text{ mm}}{250} = 24.80 \text{ mm}$$

$$I_{\text{erforderlich}} = \frac{0.0068 \cdot p_k \cdot l^4}{E \cdot \eta_w \cdot w_{\text{zul}}} = \frac{0.0068 \cdot (7.75 \text{ N/mm}) \cdot (6'200 \text{ mm})^4}{(11'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 0.8 \cdot 24.80 \text{ mm}} = 356.81 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massgebend!}$$



gewählt 180/360

vorhandene Durchbiegung

$$w_{\text{vorh.}} = w_{\text{zul}} \cdot \frac{I_{\text{erforderlich}}}{I_{\text{vorhanden}}} = 24.80 \text{ mm} \cdot \frac{356.81 \cdot 10^6}{700 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 12.46 \text{ mm} < 24.80 \text{ mm} \rightarrow \text{i.O.}$$