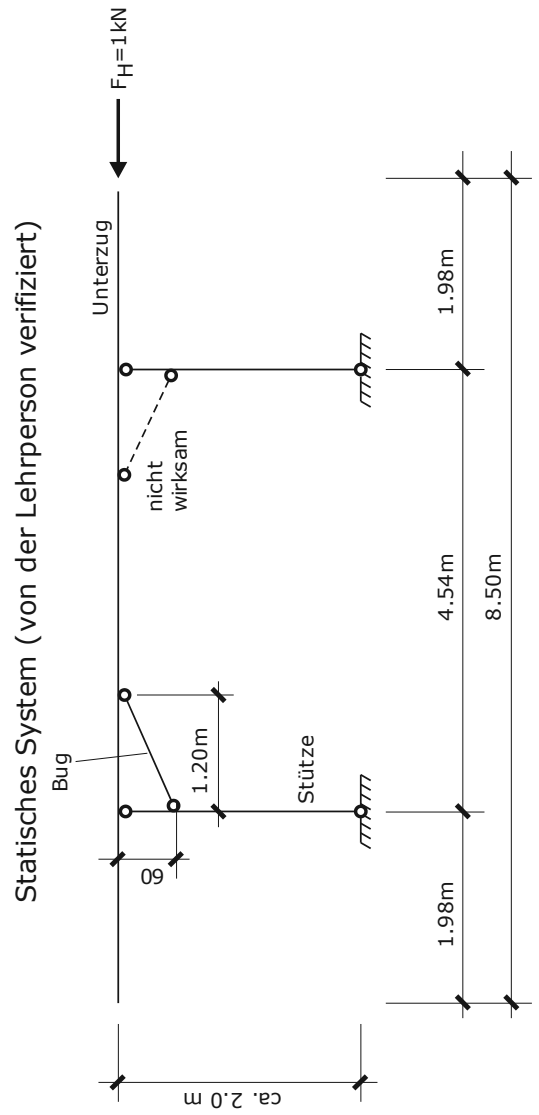
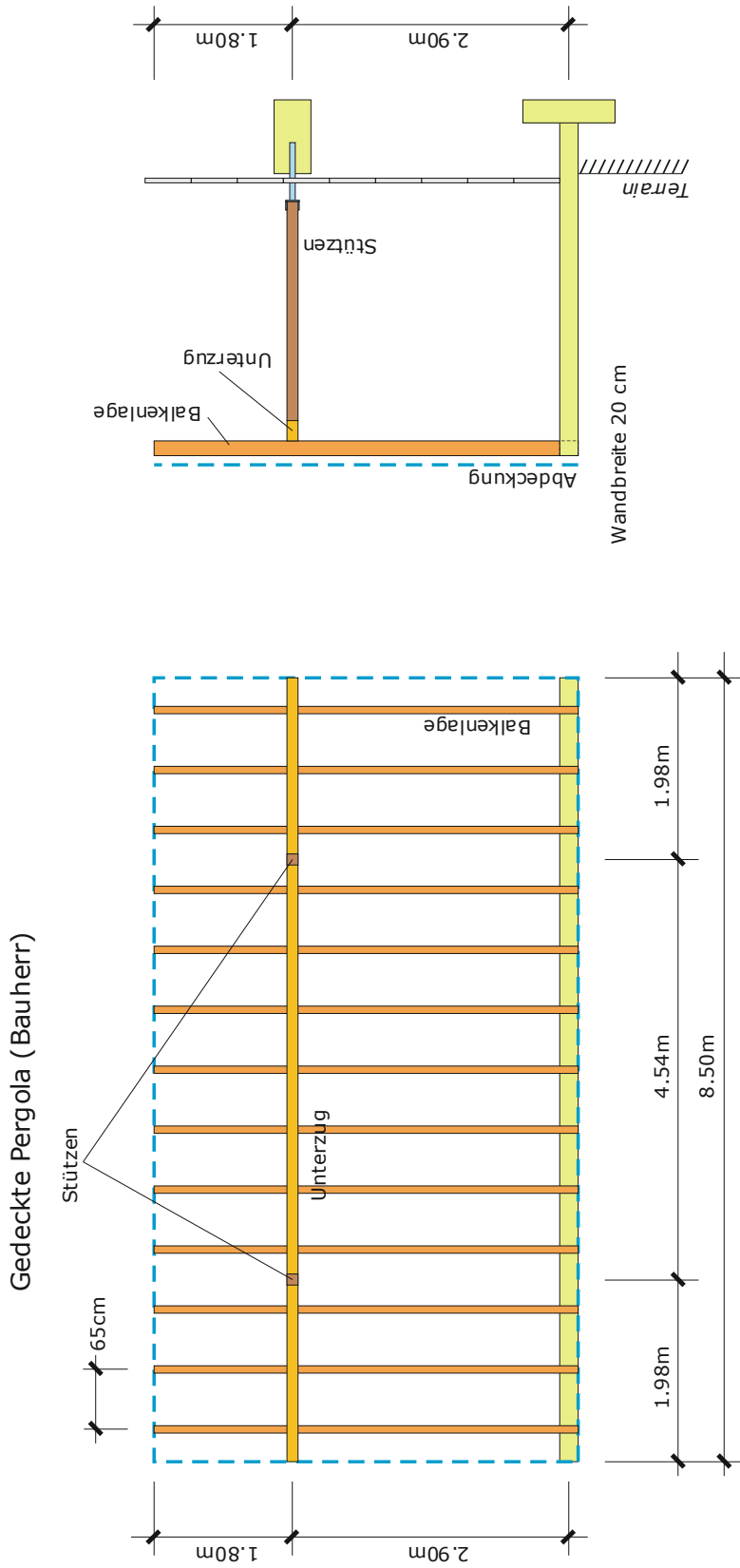


## Transferleistung (Semesterarbeit)

Bildungsgang: Bauplanung	Semester: 3
Klasse: IB 34f	Fach: STIB
Lehrperson: <b>Reto Cantamessi</b>	Datum: 23. August 2017 (Aufgabe abgegeben)
Kontakt Lehrperson: <a href="mailto:reto@cantamessi.ch">reto@cantamessi.ch</a>	Transferleistung: 12 Punkte
Abgabetermin: <b>09. September 2017</b>	Arbeitsform: <input type="checkbox"/> Einzelarbeit <input checked="" type="checkbox"/> Gruppenarbeit
Abgabeform: schriftlich	
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>Gedekte Pergola</b>	
Hinweise/Beilagen: Alle Berechnungen sind sorgfältig und nachvollziehbar darzustellen	
Lernziele: 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 checked="" type="checkbox"/> K4 Analyse (Prinzip/Struktur aufzeigen) <input type="checkbox"/> K5 Synthese (Ergänzen, verbessern, kreativ) <input type="checkbox"/> K6 Beurteilen (Ganzheitliche Bewertung)
Aufgabe: Gegeben ist gemäss Planbeilage eine gedekte Pergola. Die Holzkonstruktion wird mit Vollholz C24 ausgeführt. Es ist nun Ihre Aufgabe im Rahmen des Projektunterrichtes folgende Aufgaben zu lösen.  1.1 Wählen Sie für den Balken einen Kantholzquerschnitt, so dass sowohl der Biegespannungs- /Schubnachweis und der Querdruckspannungsnachweis erfüllt sind. (Balkenbreite = 8 cm) 1.2 Wählen Sie für den Unterzug einen Kantholzquerschnitt, und untersuchen Sie die Biegespannung, Schubspannung und Querdruckspannung. (Unterzugsbreite = 14 cm) 1.3 Ermitteln Sie die Durchbiegung des Unterzuges im Feld und an den Kragarmen und führen Sie den Durchbiegungsnachweis. Nehmen Sie dabei vereinfacht eine gleichmässig verteilte Belastung, welche aus den Auflagerreaktion (Aufgabe 1.1) resultiert. 1.4 Wählen Sie eine quadratische Stütze und führen Sie den Knicknachweis aus ihrer statischen Berechnung. 1.5 Bemessen Sie zusätzlich das Fundament bei den Stützen. (Bindiger Boden)	
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

## Planbeilage Bauherr (nicht massstäblich)



## Materialkennwerte

### System und Belastung:

Ständige Einwirkungen,  $(\gamma_g = 1.35)$   $g_k = 0.20 \text{ kN/m}^2$   
Schneelast, gem. HBT S. 18  $(\gamma_s = 1.50)$   $q_k = \mu_k \cdot C_e \cdot S_k$   
Meereshöhe 580.00 mü.M.

### Biegespannungsnachweis:

Grenzspannung  $f_{m,d} = 14 \text{ N/mm}^2$

### Schubnachweis:

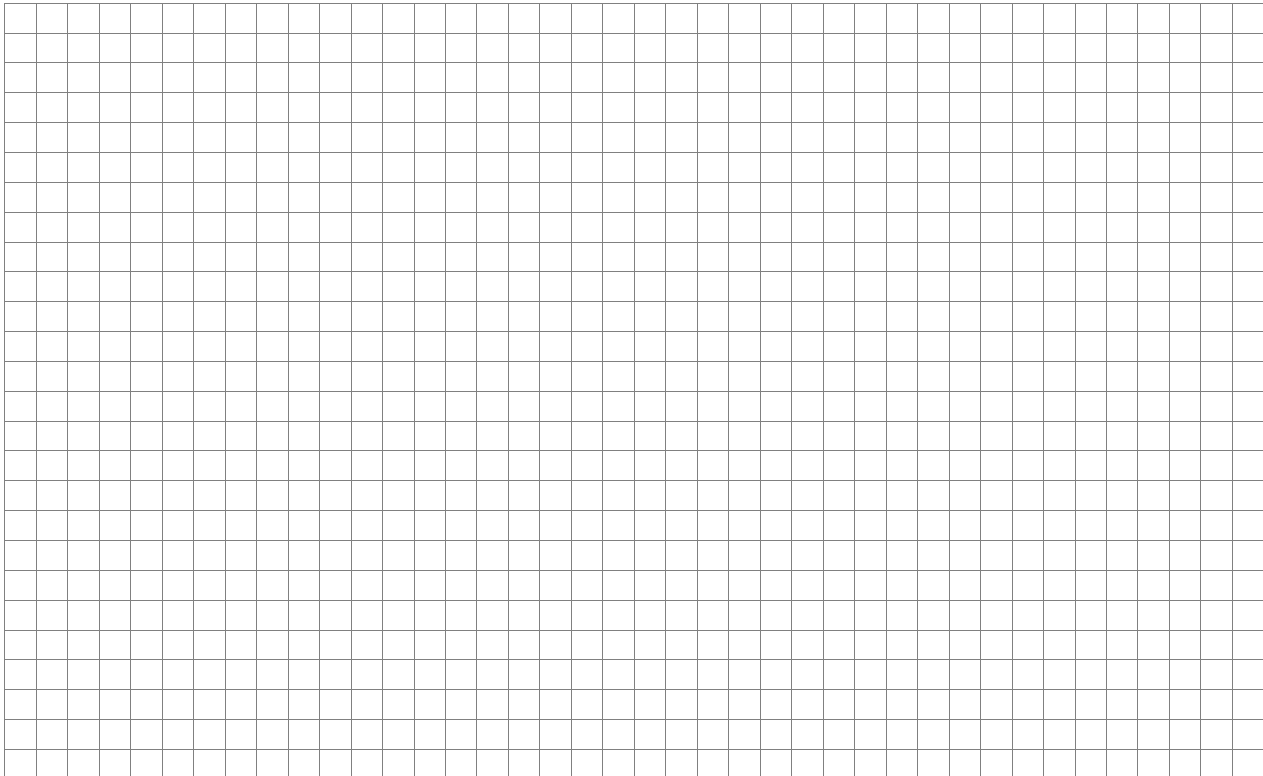
Schubspannung  $f_{v,d} = 1.5 \text{ N/mm}^2$

### Durchbiegungsnachweis für Unterzug:

Elastizitätsmodul Nadelholz Die Bauteile sind teilweise vor Witterung geschützt  
Umrechnungsfaktoren gem. HBT.

Kriechfaktor  $\varphi = 2$   
zulässige Durchbiegungen  $f = L/150$  am Kragarm

Bemerkung: Die Längsstabilisierung wird durch zwei Büge gewährleistet.  
Für die Projektaufgabe sind diese jedoch nicht zu berücksichtigen.



## Lösung

### Lastzusammenstellung

Abdeckung + Balken :	Annahme $g_k$	= 0.20kN/m <sup>2</sup>
Schnee : HBT.S18)	$q_k = \mu_i \cdot C_e \cdot s_k$ wobei $s_k = \left[ 1 + \left( \frac{h_0}{350} \right)^2 \right] \cdot 0.4\text{kN/m}^2 \geq 0.9\text{kN/m}^2$	
	$q_k = 0.8 \cdot 1.0 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{580}{350} \right)^2 \right] \cdot 0.4\text{kN/m}^2$	= 1.20kN/m <sup>2</sup>
Belastung des Balken	$p_k = (0.20\text{kN/m}^2 + 1.20\text{kN/m}^2) \cdot 0.65\text{m}$	= 0.91kN/m
	$p_d = (1.35 \cdot 0.20\text{kN/m}^2 + 1.5 \cdot 1.20\text{kN/m}^2) \cdot 0.65\text{m}$	= 1.35kN/m

Die statischen Werte zur weiteren Berechnung gemäss Programm

### Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{\text{erforderlich}} = \frac{M_{d,\text{max}}}{f_{m,d} \cdot \eta_w} = \frac{2.20 \cdot 10^6 \text{Nmm}}{14.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.8} = 0.20 \cdot 10^6 \text{mm}^3$$

1. Annahme des Querschnittes aus HBT. S.34 80/160 mm

$$W_y = 0.341 \cdot 10^6 \text{mm}^3$$

$$I_y = 27.3 \cdot 10^6 \text{mm}^4$$

### Schubspannungen

$$f_{v,d} = 1.5 \frac{V_d}{b \cdot h \cdot \eta_w} = 1.5 \frac{2.71 \cdot 10^3 \text{N}}{80\text{mm} \cdot 160\text{mm} \cdot 0.8} = 0.26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 1.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{erfüllt!})$$

### Querdruck am Auflager Betonwand

$$f_{c,90,d} = \frac{A_d}{b \cdot l_A \cdot \eta_w} = \frac{1.20 \cdot 10^3 \text{N}}{80\text{mm} \cdot 200\text{mm} \cdot 0.8} = 0.10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 1.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{erfüllt!})$$

### Querdruck am Auflager Unterzug

$$f_{c,90,d} = \frac{A_d}{b \cdot l_A \cdot \eta_w} = \frac{5.14 \cdot 10^3 \text{N}}{80\text{mm} \cdot 140\text{mm} \cdot 0.8} = 0.60 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 2.3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{erfüllt!}) \text{ kein Endauflager!}$$

Lastzusammenstellung : Belastung auf Unterzug gem. Statik aus 1.1/1.2

Einzellast  $F_d = 5.14 \text{ kN}$  → Umrechnung auf verteilte Belastung  $p_d = 7.86 \text{ kN/m}$

Bemessungswerte der Auswirkungen

Biegemoment :  $M_{d, \text{Kragarm}} = 15.41 \text{ kNm}$  massgebend

Auflager :  $A_d = B_d = 33.41 \text{ kN}$

$Q_{B-A} = 17.84 \text{ kN}$

Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{\text{erforderlich}} = \frac{M_{d, \text{max}}}{f_{m, d} \cdot \eta_w} = \frac{15.41 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{14.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.8} = 1.38 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

1. Annahme des Querschnittes aus HBT. S.35 140/260 mm  
 $W_y = 1.58 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$   
 $I_y = 205 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Schubspannungen

$$f_{v, d} = 1.5 \frac{V_d}{b \cdot h \cdot \eta_w} = 1.5 \frac{17.84 \cdot 10^3 \text{ N}}{140 \text{ mm} \cdot 260 \text{ mm} \cdot 0.8} = 0.61 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 1.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{erfüllt!})$$

Querdruck

$$f_{c, 90, d} = \frac{A_d}{b \cdot l_A \cdot \eta_w} = \frac{33.41 \cdot 10^3 \text{ N}}{140 \text{ mm} \cdot 140 \text{ mm} \cdot 0.8} = 2.13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 2.3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{erfüllt!}), \text{ da Die Stütze kein Endauflager ist!}$$

gewählt Stützenabmessung 140/140mm

## Gebrauchstauglichkeit

Lastberechnung :  $F_{\varphi} = g_k + \frac{1}{2} q_k = 0.20 \text{ kN/m}^2 + \frac{1}{2} \cdot 1.20 \text{ kN/m}^2 = 0.80 \text{ kN/m}^2$

Kriechfaktor :  $\left(1 + \varphi \frac{F_{\varphi}}{F}\right) = \left(1 + 2.0 \frac{0.80 \text{ kN/m}^2}{1.40 \text{ kN/m}^2}\right) = 2.14$

$w_{zul} = \frac{L}{150} = \frac{1'980 \text{ mm}}{150} = 13.20 \text{ mm}$

Einfacher Balken mit  $L=4.54 \text{ m}$

$$I_{erforderlich} = \frac{1}{24} \cdot p_k \cdot c \cdot \frac{c^2 \cdot (6 \cdot l + 3 \cdot c) - l^3}{E \cdot \eta_w \cdot w_{zul}} =$$

$$= \frac{1}{24} \cdot 5.30 \text{ N/mm} \cdot 1'980 \text{ mm} \cdot \frac{(1'980 \text{ mm})^2 \cdot (6 \cdot 4'540 \text{ mm} + 3 \cdot 1'980 \text{ mm}) - (4'540 \text{ mm})^3}{(11'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 0.8 \cdot 13.20 \text{ mm}} \cdot 2.14$$

$= 294.04 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow$  massgebendes Trägheitsmoment

1. Querschnittsannahme: 140/320

$W_{y,vor.} = 2.39 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$I_{y,vor.} = 382 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$w_{vorhanden} = w_{zul} \cdot \frac{I_{erforderlich}}{I_{vorhanden}} = 13.20 \text{ mm} \cdot \frac{294.04 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{382 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 10.16 < 13.20 \text{ mm}$

gemäss statischer Berechnung aus Programm  $f_{vorhanden} = 7.88 \text{ mm}$  ist die Durchbiegung kleiner, weil der Kriechfaktor nicht berücksichtigt worden ist.

### Lastzusammenstellung

Knicknachweis der gewählten Holzstütze  
oben und unten gelenkig gelagert.

Knicklänge  $l_k = 2.00 \text{ m}$  (aus Berechnung)

Einzellast  $F_d = 33.41 \text{ kN}$

### Tragfähigkeitsnachweis

Trägheitsradius  $i_z = 0.289 \cdot 140 \text{ mm} = 40.46 \text{ mm}$ ,  $A = 140 \text{ mm} \cdot 140 \text{ mm} = 19.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

Schlankheit  $\lambda = \frac{l_k}{i_z} = \frac{2'000 \text{ mm}}{40.46 \text{ mm}} = 49.43 \leq 150 \text{ I.O.}$

rel. Schlankheit  $\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{18\pi} = \frac{49.43}{56.55} = 0.87$

aus HBT Seite 53 folgt die Knickfestigkeit  $k_c \cdot f_{c,o,d} = 9.30 \text{ N/mm}^2$

$N_{k,Rd} = k_c \cdot f_{c,o,d} \cdot 0.8 \cdot A = 9.30 \text{ N/mm}^2 \cdot 0.8 \cdot 19.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \hat{=} 145.82 \text{ kN} > 33.41 \text{ kN} \rightarrow$  reicht bei weitem!!

Einzelfundament : Lastzusammenstellung

Einzellast  $F_d = 33.41 \text{ kN}$

$f_{zul}$  für bindigen Boden  $= 0.15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Fläche  $A = \frac{F_d}{f_{zul}} \rightarrow$  Seitenlänge  $a = \sqrt{\frac{F_d}{f_{zul}}} = \sqrt{\frac{33.41 \cdot 10^3 \text{ N}}{0.15 \text{ N/mm}^2}} = 471.95 \text{ mm} \rightarrow$  Gewählt : 50cm