bau_schule
Schweizerische Bauschule Aarau

Projektaufgabe

Bildungsgang:	Bauplanung	Semester:	4
Klasse:	IB 4f	Fach:	STIB
Lehrperson:	**Reto Cantamessi**	Datum:	25. Januar 2017 (Aufgabe abgegeben)
Kontakt Lehrperson:	reto@cantamessi.ch	Lernleistung:	
Abgabetermin:	**18. Februar 2017**	Arbeitsform:	☐ Einzelarbeit ☒ Gruppenarbeit
Abgabeform:	schriftlich	Unterschrift Studierende:	…… (nur bei Nichterfüllung)
Aufgabe wird kontrolliert:	☐ quantitatives Feedback ☐ qualitatives Feedback (sehr gut/gut/genügend/ungenügend) ☒ Benotung zählt als Note zum Semesterzeugnis		
Thema:	**Vordach aus Stahl**		
Hinweise/Beilagen:	Alle Berechnungen sind sorgfältig und nachvollziehbar darzustellen		

Lernziele:		
Anwendung der im Unterricht erarbeiteten Berechnungsverfahren anhand eines konkreten Projektes.	☐ K1 Wissen	(So wie gelernt wiedergeben)
	☐ K2 Verständnis	(Erklären warum..)
	☒ K3 Anwendung	(Situatives Übertragen)
	☐ K4 Analyse	(Prinzip/Struktur aufzeigen)
	☐ K5 Synthese	(Ergänzen,verbessern,kreativ)
	☐ K6 Beurteilen	(Ganzheitliche Bewertung)

Aufgaben:
Gegeben ist gemäss Planbeilage ein Vordach aus Stahl.
Es ist nun Ihre Aufgabe im Rahmen des Projektunterrichtes eine statische Nachrechnung durchzuführen.

1.1 Ermitteln Sie das statische System am Hauptträger und berechnen Sie alle Auflagereaktionen.
1.2 Untersuchen Sie die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sowie am Längsträger (Pfetten) als auch die des Hauptträgers.
1.4 Zeichnen Sie die Momentenlinie des Hauptträgers in einem geeigneten Massstab auf und ermitteln Sie alle relevanten Schnittkraftgrössen.
1.5 Die Aufhängung kann infolge Wind auch auf Druck beansprucht werden.
Untersuchen Sie also auch die Aufhängung bezüglich „Knicken“ indem Sie für die Knicklast die Auflagerreaktion einsetzen, welche Sie zuvor ermittelt haben.
Für die Knicklänge reduzieren Sie die Länge der Aufhängung um Faktor 0.9

Name:	Vorname:
Kontrolliert am: Unterschrift Lehrperson:	Lernleistung: ☐ erfüllt ☐ nicht erfüllt (es gibt keine Zwischenstufe!) ☐ Nachbesserung bis

Planbeilage und Materialkennwerte

System und Belastung:

Eternit,	(γ_g = 1.35)	$g_{k,E}$	= 0.20 kN/m^2
Stahlgewicht (geschätzt)	(γ_s = 1.35)	$q_{k,S}$	= 0.20 kN/m^2
Schnee (300 mü.M.)	(γ_s = 1.50)	q_k	= 0.70 kN/m^2

S 235, E-Modul 210 kN/mm^2

Die zulässige Durchbiegung der Längsträger $w_{(zul)}$ wird mit l/150 festgelegt.
Die zulässige Durchbiegung der Hauptträger $w_{(zul)}$ wird mit l/250 festgelegt.

Bemerkung:
- Führen Sie die Nachweise der Längsträger und der Hauptträger getrennt. (Übernehmen Sie beispielsweise keine Auflagerreaktionen vom Längsträger, die auf den Hauptträger einwirken)
  Zur Berechnung des Hauptträgers führen Sie also die ursprünglichen Belastungen ein.
- Bei der Durchbiegungsberechnung ist zu berücksichtigen, dass die Aufhängung sich ebenfalls verschiebt. Wir berücksichtigen diesen Umstand, dass wir bei der Berechnung die vorhandene Durchbiegung mit dem Faktor 1.4 nach oben korrigieren.
- Ermitteln Sie die Spannungen (Biegung mit Normalkraft) im Haupträger und stellen Sie diese graphisch dar. (W_{el} aus C5)
- Beschreiben Sie ihre Vorgehensweise in einem kurzen statischen Bericht und führen Sie alle verwendeten Normen mit entsprechenden Seitenzahlen inklusive Ziffern auf.

Lösung

Längsträger RRW 150 · 150 · 5.0

Bemessungswerte der Auswirkungen

Lastberechnung:

$g_{k,E} = 0.20\text{kN/m}^2 \cdot 2.22\text{m} = 0.44\ \text{kN/m}$

$q_{k,St} = 0.20\text{kN/m}^2 \cdot 2.22\text{m} = 0.44\ \text{kN/m}$

$q_{k,S} = 0.70\text{kN/m}^2 \cdot 2.22\text{m} = 1.55\ \text{kN/m}$

Biegemoment : $M_d = \frac{\left(1.35 \cdot g_{k,E,St} + 1.5 \cdot q_{k,S}\right) \cdot l^2}{8}$

$$M_d = \frac{\left(1.35 \cdot 0.88\text{kN/m} + 1.5 \cdot 1.50\text{kN/m}\right) \cdot \left(5.0\text{m}\right)^2}{8} = 10.74\ \text{kNm}$$

Tragfähigkeitsnachweis Längsträger (Pfetten)

Bemessungswert des Biegewiderstandes

aus C5 Seite 61 folgt eine RRW-150/150-5

$W_{pl,y} = 156 \cdot 10^3\text{mm}^3$

$I_y = 10.0 \cdot 10^6\text{mm}^4$

$M_d \le M_{R,d}$ $\qquad M_d \le \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M1}} = \frac{235\text{N/mm}^2 \cdot 156 \cdot 10^3\text{mm}^3}{1.05} \triangleq 34.91\text{kNm}$ i.O.

Gebrauchstauglichkeit

Lastberechnung : $p_k = g_{k,E} + q_{k,St} + q_{k,S} = 0.44\text{kN/m} + 0.44\text{kN/m} + 1.55\text{kN/m} = 2.43\text{kN/m}$

$w_{zul} = \frac{L}{150} = \frac{5'000\text{mm}}{150} = 33.33\ \text{mm}$

$w_{vorhanden} = \frac{5 \cdot p_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_{vor}} = \frac{5 \cdot \left(2.43\ \text{N/mm}\right) \cdot \left(5'000\text{mm}\right)^4}{384 \cdot \left(210'000\ \text{N/mm}^2\right) \cdot 10 \cdot 10^6\ \text{mm}^4} = 9.42\text{mm} \rightarrow \text{erfüllt}$

Haupträger RRW 200 · 200 · 6.3

Bemessungswerte der Auswirkungen

Lastberechnung:

$g_{k,E} = 0.20 kN/m^2 \cdot 5.00m = 1.00\ kN/m$

$q_{k,St} = 0.20 kN/m^2 \cdot 5.00m = 1.00\ kN/m$

$q_{k,S} = 0.70 kN/m^2 \cdot 5.00m = 3.50\ kN/m$

charakteristisch: $p_k = 1.00\ kN/m + 1.00\ kN/m + 3.50\ kN/m = 5.50 kN/m$

Design : $p_d = 1.35 \cdot (1.00\ kN/m + 1.00\ kN/m) + 1.50 \cdot 3.50\ kN/m \simeq 7.95 kN/m$

Auflagerreaktionen und Schnittkräfte gem. statischer Berechnung aus CUBUS

$A_{V,d} = F_Z = 23.33\ kN$ $\quad B_{V,d} = F_Z = 16.42\ kN$

$A_{H,d} = F_X = 43.21\ kN$ $\quad B_{H,d} = F_X = 43.21\ kN$

$M_{max,d}$ = Belastung (Design) = 34.23 kNm $\quad M_{max}$ = Belastung(charakt.) = 23.68 kNm

$N_{max,d}$ = Normalkraft für Knickberechnung = 46.22 kN

Gebrauchstauglichkeit

$$M_0 = \frac{7.95 kN/m \cdot (5.0m)^2}{8} = 24.84 kNm \quad \rightarrow M_{max} \approx 1.4 \cdot M_0 \quad !$$ (Siehe dazu Ergänzung Statik S. 13)

Bei der Durchbiegungsberechnung ist zu berücksichtigen, dass die Aufhängung sich ebenfalls verschiebt. Wir berücksichtigen diesen Umstand, dass wir bei der Berechnung der Durchbiegung die vorhandene Durchbiegung mit dem Faktor 1.4 nach oben korrigieren.

$$w_{zul} = \frac{L}{250} = \frac{5'000mm}{250} = 20.00\ mm$$

$$w_{vorhanden} = \frac{M_{max} \cdot l^2}{9.6 \cdot E \cdot I_{vor}} = \frac{23.68 \cdot 10 Nmm \cdot (5'000mm)^2}{9.6 \cdot (210'000\ N/mm^2) \cdot 30.1 \cdot 10^6\ mm^4} = 9.76mm \cdot 1.4 = 13.66 \rightarrow \text{erfüllt}$$

Aufhängung RRW $150 \cdot 150 \cdot 5.0$

Knicknachweis (gelenkig gelagert)
Knicklänge $l_k = 0.9 \cdot l = 0.9 \cdot 5.35\text{m} = 4.80$ (aus Statik CUBUS Seite 16)

Einzellast N_d=46.22kN aus statischer Berechnung entspricht der Auflagereaktion B_d!

Tragfähigkeitsnachweis : Stahlbautabelle C5, Seite 61
Trägheitsradius $i = 59.0$ mm, $A = 2873$ mm^2

Schlankheit $\lambda_k = \frac{l_k}{i} = \frac{4'800 \text{ mm}}{59.0 \text{ mm}} = 81.36 \leq 150$ I.O.

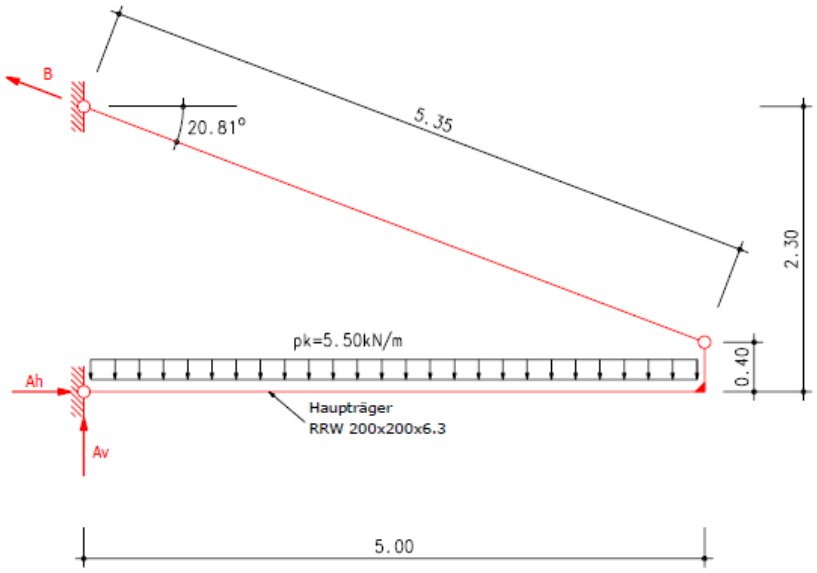
Stahlbautabelle C4 Seite 25, Kurve a $\lambda_k = 82$

$\sigma_{kd} = \chi \cdot f_y / \gamma_{M1} = 168$ N/mm^2 $\rightarrow N_{K.Rd} = \sigma_{kd} \cdot A = \left(168 \text{ N/mm}^2 \cdot 2873\text{mm}^2\right) \cdot 10^{-3} = 482.66$ kN

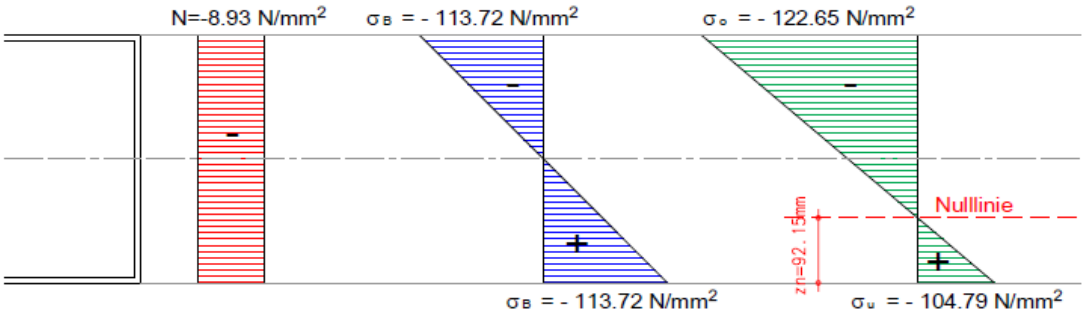
$N_{K.Rd} = 482.66$ kN $>> N_d = 46.22$ kN

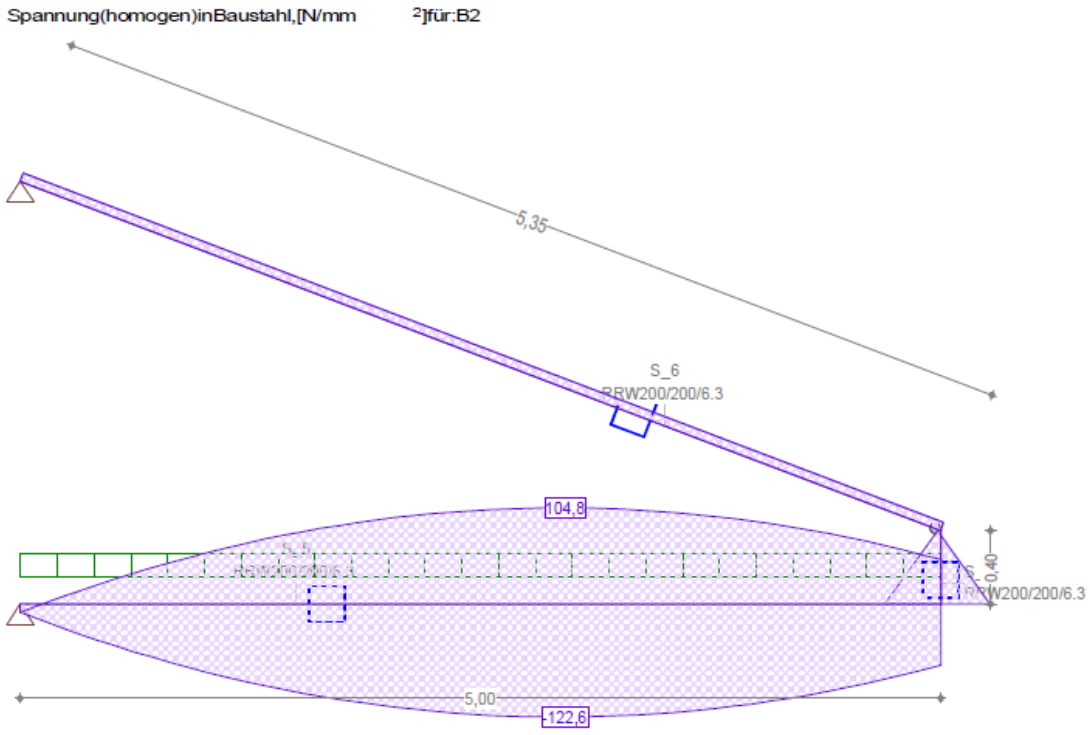
Die Knickgefahr der Aufhängung infolge Wind ist kein Problem und genügt bei weitem!

Statisches System

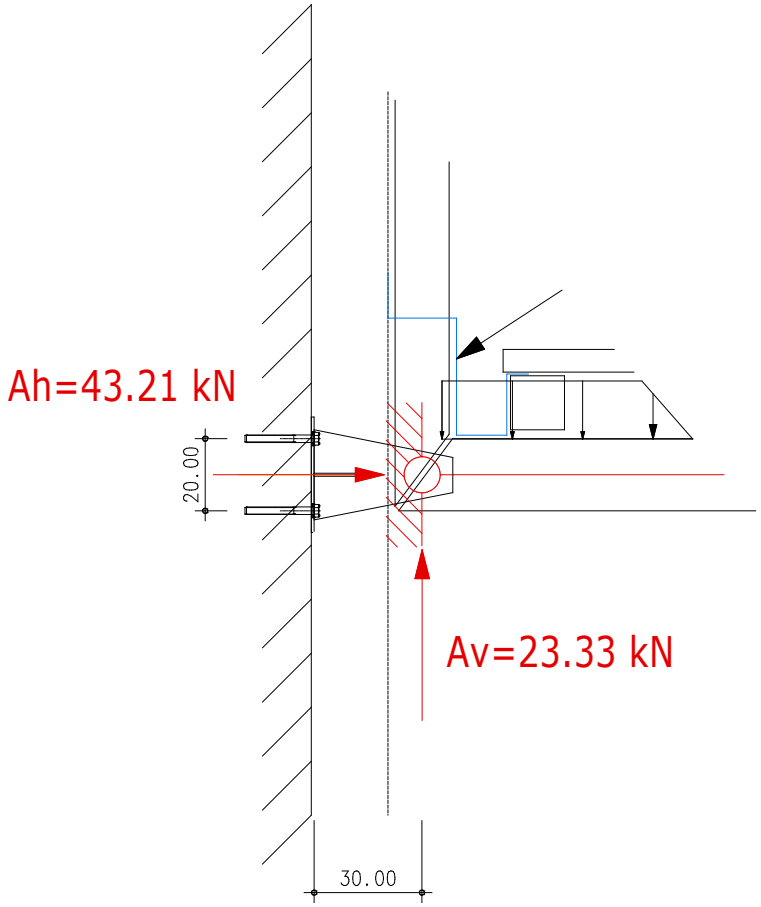


Elastischer Spannungsverlauf des Haupträgers
mit Schnittkräften auf D-Niveau und elastischem Widerstandsmoment Wel aus Tabelle





Detail Auflager A 1:20



Aufhängung

Aufzunehmende Kräfte für Schrauben oder Hilti Klebeanker
M=23.33 kN · 0.30m =7.00 kNm
N=43.21 kN

$$Z=\frac{N}{2}+\frac{M}{0.2\ m}=\frac{43.21\ kN}{2}+\frac{7.00\ kNm}{0.2\ m}=+56.61\ kN$$

$$D=\frac{N}{2}-\frac{M}{0.2\ m}=\frac{43.21\ kN}{2}-\frac{7.00\ kNm}{0.2\ m}=-13.40\ kN$$

Kraft pro Schraube: $Z_A=\frac{+56.61\ kN}{3}=18.90\ kN$

→ Hilti Tabellen ca. M 16 6 Schrauben