

Grundlagen

Allgemeines

Siehe Hausübung 2.

Einwirkungen

Eigenlast ... Quersrippen ... $V(g_k) = 390,9 \text{ kN} \rightarrow 2 \cdot 390,9 \cdot 1,25/5 = 211,1 \text{ kN/m}$

Längsträger

$$1 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 1,35 = 40,5 \text{ "}$$

Schnee ... $20 \cdot 0,76 \cdot 1,5$

$$= 22,8 \text{ "}$$

Total Bemessungslast

$$\underline{274,4 \text{ "}}$$

N.B. Wind hat keinen Einfluss, $c_{f3} = 0$ (Bemessfläche b · d)

Hinweise

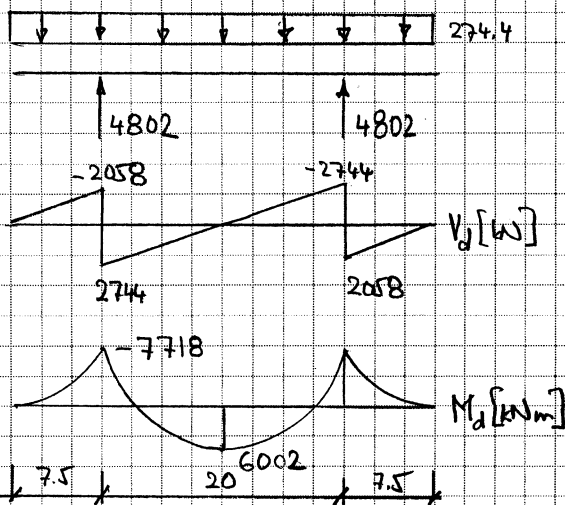
HU2, S.2

HU2, S.1

SIA 261
Tab. 57

Tragwerksanalyse

Statisch bestimmtes Grundsystem



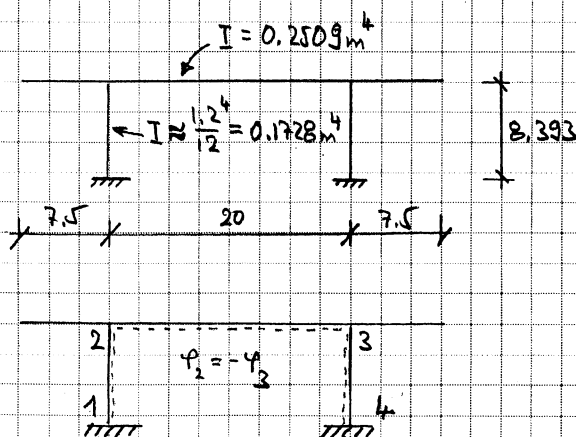
Vereinfachend wird mit einer gleichmäßig verteilten Last gerechnet.

Effektiv ergibt sich wegen der Last-einträgung über die Rippen eine etwas andere Schnittgrößenverteilung.

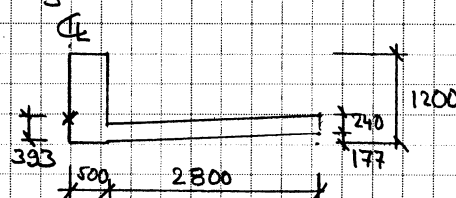
Außerdem wurde die Durchlauf-wirkung der Rippenplatte in y-Richtung vernachlässigt, und die Eigenlast der Randrippe (0,4m dick) wurde nicht korrekt berücksichtigt.

→ Verfeinerung in späterer Projektphase erforderlich.

Statisch unbestimmter Rahmen



Riegel:



mittlere Stützenabmessungen

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot 0,7 \cdot 20 = 2,8 \text{ m}$$

$$A/2 = 0,5 \cdot 1,2 + 2,8 \cdot 0,24 = 1,272 \text{ m}^2$$

$$I/2 = 1,2^3 \cdot 0,5/12 + 0,6 \cdot 0,207^2$$

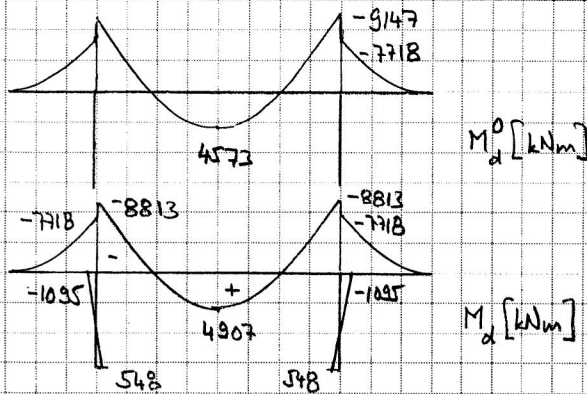
$$+ 0,672 \left(\frac{0,24^2 + 0,177^2}{12} + 0,184^2 \right)$$

$$= 0,1254 \text{ m}^4$$

SIA 262 (19)

'Baustatik'
S. 649, 2

Annahme Einspannhorizont OK Fundamentplatte



$$S_{21} \sim \frac{4 \cdot 0.1728}{8.393}$$

$$S_{23} \sim \frac{2 \cdot 0.2509}{20}$$

$$\alpha_{21} = \frac{1}{1 + \frac{2509 \cdot 8.393}{1728 \cdot 40}} = 0.7665$$

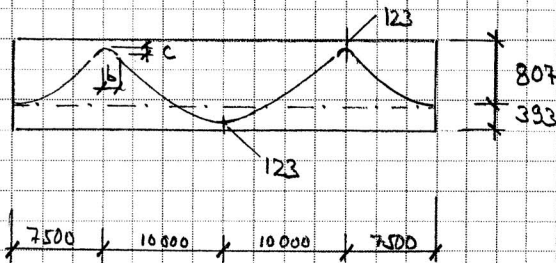
$$0.7665 \cdot (9147 - 7718) = 1095$$

Zwängungsmomente infolge Vorspannung werden unten abgeschätzt.

Hinweise
'Borstahl' (17.62)

Bemessung

Vorspannkonzent



2 Kabel VSL EC 6-19 mit Möglichkeit, beidseitig zu spannen.

$$P_k = 2 \cdot 19 \cdot 150 \cdot 1390 = 7923 \text{ kN}$$

$$P_0 = 2 \cdot 19 \cdot 150 \cdot 1302 = 7421 \text{ kN}$$

$$P_{\infty} \approx 0.85 \cdot P_0 = 6308 \text{ kN}$$

$$R_{min} \sim 125 \cdot \sqrt{19 \cdot 150} = 6.673 \text{ m}$$

Annahme Bügel $\phi 16$, $c_{nom} = 40$

Stahlkaltzehr $\phi 35/102$

$$0.3 \cdot \sqrt{19 \cdot 150} = 16 \text{ mm}$$

$$40 + 16 + \frac{102}{2} + 16 = 123 \text{ mm}$$

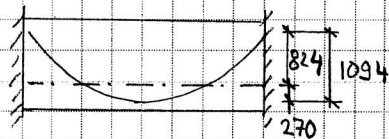
$$\rightarrow f = 1200 - 2 \cdot 123 = 954 \text{ mm}$$

$$b = \frac{4Rf}{c} = \frac{4 \cdot 6673 \cdot 954}{20000} = 1273 \text{ mm}$$

$$c = \frac{BRf^2}{l^2} = \frac{8 \cdot 6673 \cdot 954^2}{(20000)^2} = 121 \text{ mm}$$

Zwängungsmomente

Absehtzung beidseitig eingespannt:



$$(954 - 121) \cdot \left(\frac{10}{8.727}\right)^2 = 1094 \text{ mm}$$

$$e_1 = e_2 = -824$$

$$X_1 = X_2 \approx P_{\infty} \cdot \left(-824 + \frac{2}{3} \cdot 1094\right)$$

$$= 6308 \cdot (-94.7) = -597 \text{ kNm}$$

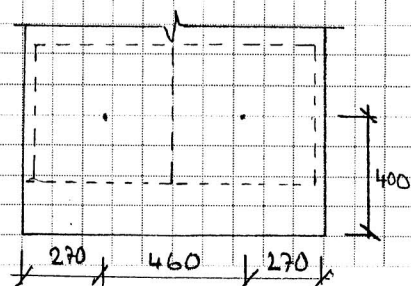
Die Zwängungsmomente sind relativ klein und werden in der Folge vernachlässigt.

Skript (7.10)

Platzbedarf Verankerungen

Mit dem gewählten Spannungskabeln 6-19 ergibt sich ein Achsabstand $X = 460 \text{ mm}$. Damit ergeben sich keine Probleme zum Trägerrand i

$$\frac{X}{2} + c_{nom} = 230 + 50 = 280 \text{ mm} \approx 270 \text{ mm}$$



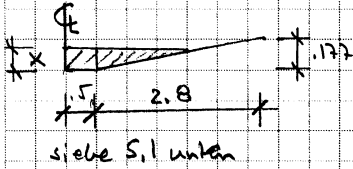
Biege-widerstand

Stützenquerschnitt ... Spannglieder allein: $P_{Rd} = 7923 \text{ kN}$

erforderliche Druckzonenfäche = $7.923/20 = 0.3962 \text{ m}^2 = x + x^2 \cdot \frac{2.8}{0.177}$

$\rightarrow x = 130 \text{ mm}$

Schwerpunkt-Abstand vom untern Rand = $(6.5 \cdot 0.13 + \frac{2}{3} \cdot 130 \cdot 0.2662) / 0.3962 = 80 \text{ mm}$



siehe S.1 unten

$M_{Rd} \approx 7923 \text{ kN} (1.2 \text{ m} - 0.123 \text{ m} - 0.08 \text{ m}) = 7899 \text{ kNm}$

Feldquerschnitt ... $M_{Rd} \approx 7923 \text{ kN} (1.2 \text{ m} - 0.123 \text{ m} - \frac{0.396 \text{ m}}{2}) = 6964 \text{ kNm}$

Beurteilung:

Der Widerstand der Vorspannbewehrung reicht über der Stütze praktisch aus, um die Biegemomente abzudecken. Unter Berücksichtigung der Momentenumschüttung infolge verteilter Stützenreaktion ergäben sich wohl etwas bessere Verhältnisse als mit der M_d -Linie gezeigt.

Im Feld ist der Widerstand aus Vorspannbewehrung reichlich, allerdings ist die (oberliegende) Druckzone relativ dick:

$x \approx \frac{0.396 \text{ m}}{0.85} = 0.466 \text{ m}, d = (1.2 \text{ m} - 0.123 \text{ m}) = 1.077 \text{ m}, x/d = 0.43 < 0.5$

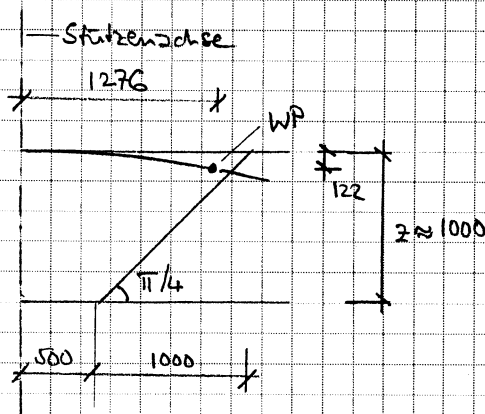
Insgesamt ergibt sich mit den gewählten Spanngliedern eine ausreichende Biegetragfähigkeit. Die zusätzliche schräge Bewehrung kann rein konstruktiv gewählt werden, in einer späteren Projektphase sind die Nachweise unter Berücksichtigung aller Bewehrungen sowie der Zwängungsmomente noch zu erbringen.

Querkraftwiderstand

Minimaler Bügelbewehrungsgehalt $0.2\% \leq 2000 \text{ mm}^2/\text{m}$

$\phi 16 @ 200$ zweischnittig ... $2011 \text{ mm}^2/\text{m}$

Widerstand $2011 \cdot 4.35 = 875 \text{ kN/m}$



Annahme kritischer Schnitt unter 45° vom Stützenrand ausgehend, $z \approx 1 \text{ m}$ (siehe oben)

Spanngliedneigung ... $\tan \alpha \approx \frac{2.122}{1.276} = 0.1662$

$\rightarrow \sin \alpha \approx 0.1878$

$P_{00} \cdot \sin \alpha = 6308 \cdot 0.1878 = 1185 \text{ kN}$

$V_{d,max} - P_{00} \cdot \sin \alpha = 2744 - 1185 = 1559 \text{ kN}$

Bügel $\phi 16$ vierschnittig ... 1750 kN

Fazit: Bis zur ersten Querrippe neben den Stützen werden vierschnittige Bügel $\phi 16$ angeordnet, daneben zweischnittige Bügel $\phi 16 @ 200$.