



Programmausgabe

Position: STT+_001_Handrechnung
Beispiel Stahlbau Teil 1: Grundlagen Kindmann, 5.Aufl. S.268
Einfeldträger Stahl (x64) STT+ 02/2022 (FRILO R-2022-2/P07)

Die zum Programmausdruck zugehörige Stelle in der Handrechnung finden Sie über einen Klick auf die blauen Nummernfelder.

Grundparameter

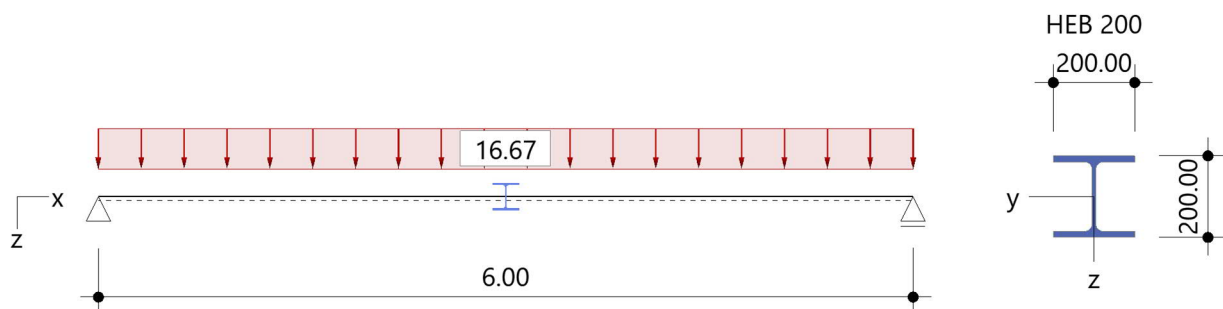
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
 Ψ_2 für Kranlasten : 0.90
 $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE) : nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung : plastisch
Stabilitätsnachweis nach : 6.3.3 - Anhang B

System



Träger: Länge = 6.00 m

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
Streckgrenze $t \leq 40.00 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40.00 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Querschnitt - HEB 200

Profil	$h = 200.00 \text{ mm}$	
Steg (lichte Höhe)	$h_1 = 134.00 \text{ mm}$	$s = 9.00 \text{ mm}$
Ober- und Untergurt	$b = 200.00 \text{ mm}$	$t = 15.00 \text{ mm}$
Ausrundung	$r = 18.00 \text{ mm}$	
Fläche	$A = 78.1 \text{ cm}^2$	
Statische Werte	$I_y = 5696.0 \text{ cm}^4$	$W_y = 570.0 \text{ cm}^3$
	$I_z = 2003.0 \text{ cm}^4$	$W_z = 200.0 \text{ cm}^3$



Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Q	ständig/vorübergehend	Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30

Lasten

Lastarten

Art 2 = Gleichstreckenlast kN/m

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Nr	Art	in/um	p_i	a [m]	p_j	l [m]	Ew
10,00 kN/m ² × 1,00 m	1	2	in z-Richtung	16.67	-		-	1

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,74
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,92

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	0.00	75.02	0.00	0.00	0.00
3.00	0.00	0.00	112.52	0.00	0.00
6.00	0.00	-75.02	0.00	0.00	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 $\gamma_{M0} = 1,00$

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{Mv}	η_{Vv}	η_{Mz}	η_{MvMz}	η
0.00	1	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
3.00	1	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00	0.74	0.74
6.00	1	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22

Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 3.00$ m

$N_{pld} = 1834.88$ kN	$N_{Rd} = 1834.88$ kN
$N_{Ed} = 0.00$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 151.31$ kNm	$M_{y,Rd} = 151.31$ kNm
$M_{y,Ed} = 112.52$ kNm	$\eta_{My} = 0.74$
$V_{z,pld} = 336.89$ kN	$V_{z,Rd} = 336.89$ kN
$V_{z,Ed} = 0.00$ kN	$\eta_{Vz} = 0.00$
$M_{z,pld} = 71.91$ kNm	$M_{z,Rd} = 71.91$ kNm
$M_{z,Ed} = 0.00$ kNm	$\eta_{Mz} = 0.00$
$V_{y,pld} = 814.06$ kN	$V_{y,Rd} = 814.06$ kN
$V_{y,Ed} = 0.00$ kN	$\eta_{Vy} = 0.00$
	$\eta = 0.74$



Stabilitätsnachweis

x [m]	QKI	⁷	N _{Ed} [kN]	M _{v,Ed} [kNm]	Gl	η	Lfk
3.00	1		0.00	112.52	6.54	0.92	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{v,Ed} / (\chi_{lt} * M_{v,Rd}) = 0.92$$

$$\begin{aligned} M_{v,Ed} &= 112.52 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 291.67 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.72 \\ \chi_{lt} &= 0.89 \\ M_{v,Rd} &= 151.31 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lfk 1 bei x = 3.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Links	0.00	10,00 kN/m² × 1,00 m	1	-	50.01	-	-	-
Rechts	6.00	10,00 kN/m² × 1,00 m	1	-	50.01	-	-	-

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Lager	x [m]	Ew	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	R _{y,min} [kN]	R _{y,max} [kN]
Links	0.00	1	-	50.01	-	-
Rechts	6.00	1	-	50.01	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	1:1,50



Handrechnung

Die zur Handrechnung zugehörige Stelle im Programmausdruck finden Sie über einen Klick auf die blauen Nummernfelder.

Biegedrillknicken nach DIN EN 1993-1-1, 6.3.2.1:

Die Handrechnung des Stabilitätsnachweises erfolgt anhand des Beispiels aus dem Buch „Stahlbau Teil 1: Grundlagen“ von Rolf Kindmann, Ulrich Krüger, 5. Auflage, S. 268

Materialkennwerte:

S235 E=21000kN/cm² G=8077kN/cm²

Querschnittswerte HEB 200:

A=78,08cm² I_y=5696cm⁴ I_z=2003cm⁴ I_w=167060cm⁶

I_T=59,59cm⁶

Belastung:

$$q_d = 1,5 \cdot 16,67 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Maximales Biegemoment:

$$M_{y,Ed} = \frac{q_d \cdot l^2}{8} = \frac{25 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot (6\text{m})^2}{8} = 112,5 \text{ kN}$$

1

Ermittlung der Querschnittsklasse:

Steg

$$\frac{c}{t_w} = \frac{134\text{mm}}{9\text{mm}} = 14,9 < 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot 1 = 72 \rightarrow \text{QKL 1}$$

Flansch

$$\frac{c}{t_f} = \frac{\frac{200\text{mm}}{2} - 18\text{mm}}{15\text{mm}} = 5,4 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot 1 = 9 \rightarrow \text{QKL 1}$$

7



Ideales Biegedrillknickmoment (Feldmitte):

$$M_{cr,y} = \xi \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l^2} \cdot \left(\sqrt{c^2 + (0,25 \cdot z_p)^2} - 0,5 \cdot z_p \right)$$

mit:

$$c^2 = \frac{167060 \text{ cm}^6}{2003 \text{ cm}^4} + \frac{600^2 \cdot 8077 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \cdot 59,59 \text{ cm}^4}{\pi^2 \cdot 21000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \cdot 2003 \text{ cm}^4} = 500,78 \text{ cm}^2$$

$$\xi = 1,12$$

$$z_p = 0$$

$$M_{cr,y} = 1,12 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 21000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \cdot 2003 \text{ cm}^4}{(600 \text{ cm})^2} \cdot \left(\sqrt{500,78 \text{ cm}^2 + (0,25 \cdot 0)^2} - 0,5 \cdot 0 \right)$$

$$M_{cr,y} = 28902 \text{ kNcm} \triangleq 289 \text{ kNm}$$

2

Grenzbiegemoment:

$$M_{pl,y} = 151 \text{ kNm (aus Tabellenheft)}$$

5

Bezogener Schlankheitsgrad:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{M_{pl,y}}{M_{cr,y}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{151 \text{ kNm}}{289 \text{ kNm}}} = 0,72$$

3

mit:

$$h = 200 \text{ mm und } b = 200 \text{ mm}$$

$$\frac{h}{b} = \frac{200 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 1,0 < 2,0 \text{ Knickspannungslinie b} \rightarrow \chi_{LT} = 0,86 \leq \begin{cases} 1,0 \\ \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} = 1,92 \end{cases}$$

4

$$k_c = 0,94$$

$$f = 1 - 0,5 \cdot (1 - k_c) \cdot (1 - 2 \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2)$$

$$f = 1 - 0,5 \cdot (1 - 0,94) \cdot (1 - 2 \cdot (0,72 - 0,8)^2) = 0,97$$



Nachweis:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT}}{f} \cdot \frac{M_{pl,y}}{\gamma_{M1}}}$$

$$\gamma_{M1} = 1,1$$

$$\eta = \frac{112,5 \text{ kNm}}{\frac{0,86}{0,97} \cdot \frac{151 \text{ kNm}}{1,1}} = 0,92$$

6