



## Programmausgabe

Position: STS+\_001\_Handrechnung, Beispiel Schneider, S.8.25, 20.Auflage

Stahlstütze (x64) STS+ 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  
 $\Psi_2$  für Kranlasten : 0.90  
 $\Psi_2 = 0.5$  für Schnee (AE) : nicht angesetzt  
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches  $\gamma_F$  ( $\gamma_{G,sup}$  oder  $\gamma_{G,int}$ )

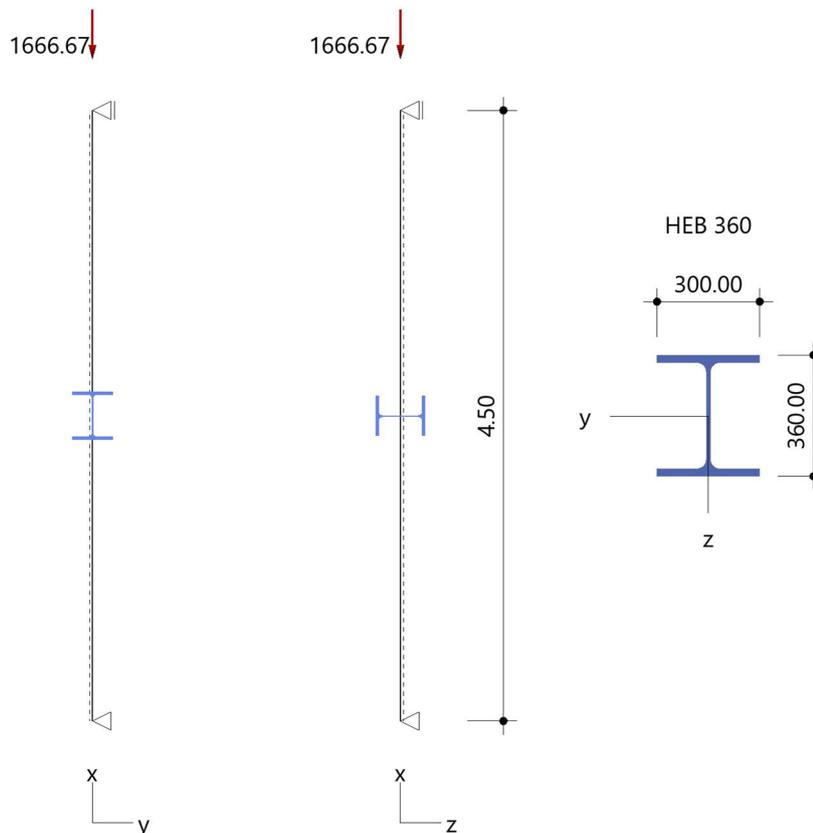
Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung : plastisch  
 Stabilitätsnachweis nach : 6.3.3 - Anhang B

Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit : charakteristisch  
 Nachweis Absolutverformung mit  $\delta_{lim} = 5.00$  cm  
 Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit  $\delta_{lim} = l_{eff} / 300$

### System Pendelstütze





Stütze: Höhe = 4.50 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 360

Profil  $h = 360.00 \text{ mm}$   
 Steg (lichte Höhe)  $h_1 = 261.00 \text{ mm}$        $s = 12.50 \text{ mm}$   
 Ober- und Untergurt  $b = 300.00 \text{ mm}$        $t = 22.50 \text{ mm}$   
 Ausrundung  $r = 27.00 \text{ mm}$   
 Fläche  $A = 180.6 \text{ cm}^2$   
 Statische Werte  $I_y = 43190.0 \text{ cm}^4$        $W_y = 2400.0 \text{ cm}^3$   
                           $I_z = 10140.0 \text{ cm}^4$        $W_z = 676.0 \text{ cm}^3$

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen <sup>*)</sup>			Verdrehungen <sup>*)</sup>		
		ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.50	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

## Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	Q	ständig/vorübergehend	Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	$p_i$	a [m]	$p_j$	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	1666.67	4.50		-	1

Nr : Nummer der Last  
 Art : Art der Last  
 in/um : in bzw. um die x,y,z-Achse, oder Verwölbung  
 $p_i$  : Lastwert bei  $x=a$   
 a : Ordinate des ersten Lastwertes  
 $p_j$  : Lastwert bei  $x=a+l$   
 l : Länge der Last  
 Ew : Einwirkung

## Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	$\eta$
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,59
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,85
charakteristisch	2	Absolutverformung	0,04



Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
0.00	-2500.01	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	-2500.01	0.00	0.00	0.00	0.00

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

x [m]	Qkl	$\eta_N$	$\eta_{Vz}$	$\eta_{Mv}$	$\eta_{Vv}$	$\eta_{Mz}$	$\eta_{MvMz}$	$\eta$
0.00	1	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59
4.50	1	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59

$\eta_N$  : Interaktion  $N_{Ed}/N_{Rd}$   
 $\eta_{Vz}$  : Interaktion  $V_{z,Ed}/V_{z,Rd}$   
 $\eta_{My}$  : Interaktion  $M_{y,Ed}/M_{y,Rd}$   
 $\eta_{Vy}$  : Interaktion  $V_{y,Ed}/V_{y,Rd}$   
 $\eta_{Mz}$  : Interaktion  $M_{z,Ed}/M_{z,Rd}$   
 $\eta_{MyMz}$  : Interaktion  $[M_{y,Ed}/M_{Ny,Rd}]^{\alpha} + [M_{z,Ed}/M_{Nz,Rd}]^{\beta}$

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.00 m

$N_{pld} = 4244.10$ kN	$N_{Rd} = 4244.10$ kN
$N_{Ed} = -2500.01$ kN	$\eta_N = 0.59$
$M_{y,pld} = 631.80$ kNm	$M_{y,Rd} = 631.80$ kNm
$M_{y,Ed} = 0.00$ kNm	$\eta_{My} = 0.00$
$V_{z,pld} = 821.70$ kN	$V_{z,Rd} = 821.70$ kN
$V_{z,Ed} = 0.00$ kN	$\eta_{Vz} = 0.00$
$M_{z,pld} = 242.78$ kNm	$M_{z,Rd} = 242.78$ kNm
$M_{z,Ed} = 0.00$ kNm	$\eta_{Mz} = 0.00$
$V_{y,pld} = 1831.64$ kN	$V_{y,Rd} = 1831.64$ kN
$V_{y,Ed} = 0.00$ kN	$\eta_{Vy} = 0.00$
	$\eta = 0.59$

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	1	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	Gl	$\eta$	Lfk
0.00	1		2500.01	0.00	6.46	0.85	1

Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)

$N_{Ed}/(\chi_T \cdot N_{Rd}) = 0.76 N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rd}) = 0.85$

$N_{Ed} = 2500.01$ kN	$N_{Rk} = 4244.10$ kN
$\lambda_T = 0.49$	$S_{kz} = 4.50$ m
$N_{cr,T} = 17994.14$ kN	$\lambda_z = 0.64$
$\chi_T = 0.85$	$N_{cr,z} = 10378.44$ kN
$\gamma_{M1} = 1.10$	$\chi_z = 0.76$

Nachweis für Lfk 1 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.46) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5.00$  cm

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	$\eta$	Lfk
4.50	-0.20	0.00	0.00	0.20	0.04	2



## Auflagerkräfte

### Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
Fuss	0.00	Lf 1	1	-1666.67	-	-	-	-

### Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	1:1,50
2	charakteristisch	1:1,00



## Handrechnung

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

Biegeknicken nach DIN EN 1993-1-1, 6.3.1.1:

Die Handrechnung des Stabilitätsnachweises erfolgt anhand des Beispiels aus den Schneider Bautabellen für Ingenieure, 20. Auflage, S. 8.25

Materialkennwerte:

S235                      E=21000kN/cm<sup>2</sup>              G=8077kN/cm<sup>2</sup>

Querschnittswerte HEB 360:

A=180,6cm<sup>2</sup>              I<sub>y</sub>=43193cm<sup>4</sup>              I<sub>z</sub>=10141cm<sup>4</sup>              i<sub>z</sub>=7,493cm<sup>6</sup>

Belastung:

N<sub>Ed</sub> = 2500kN

Ermittlung der Querschnittsklasse:

Steg

$$\frac{c}{t_w} = \frac{261\text{mm}}{12,5\text{mm}} = 20,9 < 72 \cdot \varepsilon = 72 \cdot 1 = 72 \rightarrow \text{QKL 1}$$

Flansch

$$\frac{c}{t_f} = \frac{\frac{300\text{mm}}{2} - 27\text{mm}}{22,5\text{mm}} = 5,5 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot 1 = 9 \rightarrow \text{QKL 1}$$

1

Es wird nur das Knicken um die z-Achse von Hand nachgerechnet, da dies maßgebend wird:

Schlankheitsgrad für Biegeknicken

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z \cdot \lambda_1}$$

mit:

$$L_{cr,z} = 450\text{cm}$$

$$\bar{\lambda}_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{450\text{cm}}{7,493\text{cm} \cdot 93,9} = 0,64$$

2

3



mit:

$$h = 360\text{mm} \text{ und } b = 300\text{mm}$$

$$\frac{h}{b} = \frac{360\text{mm}}{300\text{mm}} = 1,2 \leq 1,2 \text{ und } t_f = 22,5\text{mm} \leq 100\text{mm} \rightarrow \text{Knickspannungslinie c}$$

$$\rightarrow \chi_z = 0,76$$

4

Bemessungswert der Beanspruchbarkeit auf Biegeknicken von Druckstäben

$$N_{b,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

mit:

$$f_y = 23,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

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

$$N_{bz,Rd} = 0,76 \cdot 180,6\text{cm}^2 \cdot \frac{23,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,1} = 2932\text{kN}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot E \cdot \frac{I_z}{L_{cr,z}^2}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot 21000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{10141\text{cm}^4}{(450\text{cm})^2} = 10379\text{kN}$$

5

Nachweis:

$$\eta = \frac{N_{Ed}}{N_{bz,Rd}}$$

$$\eta = \frac{2500\text{kN}}{2932\text{kN}} = 0,85$$

6