

1. Eingabedaten

1.1. Allgemeine Angaben

Stabilitätsnachweise nach EN 1993-1-1

c/t-Nachweis (Querschnittsklassifizierung)

Biegedrillknicken nach dem Ersatzstabverfahren für N+My, Interaktionsnachweis nur mit Gl. (6.61)

1.2. Materialsicherheit

Beanspruchbarkeit von Querschnitten $\gamma_{M0} = 1.00$

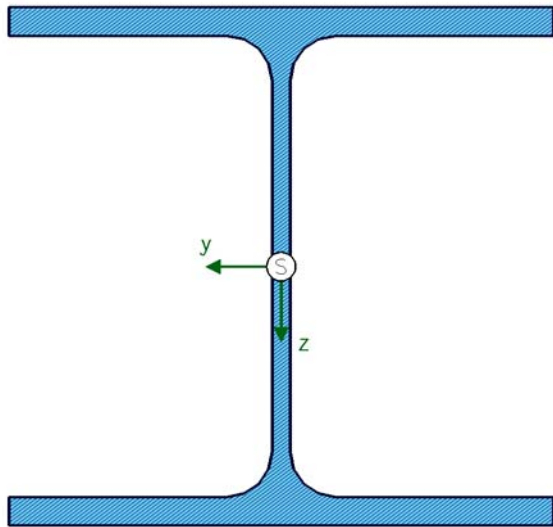
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.10$

1.3. Querschnitt

Material: S235 (St37) ($E = 210000 \text{ N/mm}^2$, $G = 80769 \text{ N/mm}^2$, $f_{y,k} = 235 \text{ N/mm}^2$)

Profil: HE180A

Schnitt Maßstab 1:2.5



1.4. Profilwerte (auf den Schwerpunkt S bezogen)

$I_y = 2510.0 \text{ cm}^4$, $I_z = 925.0 \text{ cm}^4$, $I_{yz} = 2510.0 \text{ cm}^4$, $I_{\eta} = 925.0 \text{ cm}^4$, $\alpha = 0.0^\circ$

$I_{\omega} = 60210.0 \text{ cm}^6$, $I_T = 14.9 \text{ cm}^4$

$W_y = 294.0 \text{ cm}^3$, $W_z = 103.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 325.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,z} = 157.0 \text{ cm}^3$

$z_{m,y} = 0.0 \text{ mm}$, $z_{m,z} = 0.0 \text{ mm}$, $A = 45.3 \text{ cm}^2$, Querschnitt ist verdrehsteif

1.5. Lastangriffspunkt (auf den Mittelpunkt des umgebenden Rechtecks bezogen)

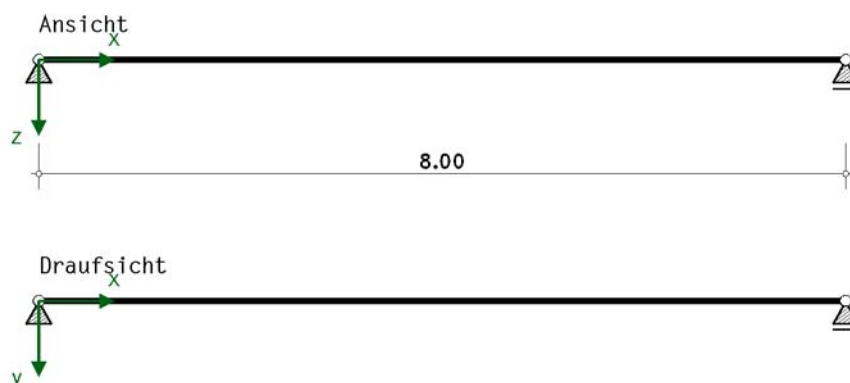
$y_{\text{Last}} = 0.0 \text{ mm}$ (Schwerpunkt)

$z_{\text{Last}} = 0.0 \text{ mm}$ (Schwerpunkt)

1.6. Statisches System

Alle Lager als Gabelager, Stablänge 8.000 [m]

Kein Zwischenlager in z-Richtung, kein Zwischenlager in y-Richtung



1.7. Knickbeiwerte

⊥ y-Achse: $\beta_y = 1.000$, ⊥ z-Achse: $\beta_z = 1.000$

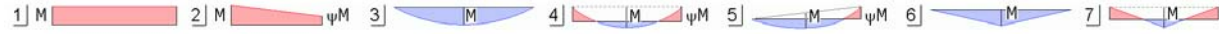
Wölbeinspanngrad $\beta_0 = 1.000$

1.8. Bemessungsschnittgrößen (Lastkombinationen)

Lk	N _d kN	Typ -y-	M _{0y,d} kNm	ψ _y -	k _{c,y} -	ζ _y -
1	105.00	3	32.00	0.000	0.940	1.128

N_d: konstante Normalkraft im Stab; Typ (y): Momentenverlaufstyp je Richtung; M_{0y,d}, ψ_y: Bezugsgrößen des Momentenverlaufs
k_{c,y}, ζ_y: Beiwerte für die Berechnung

Momentenverlaufstypen



1.9. Drehelastische Bettung mit freier Vorgabe der Drehfeder- und Schubfeldsteifigkeit

Schubfeldsteifigkeit

erforderliche Schubfeldsteifigkeit je Träger erf $S_i = (E \cdot I_{\omega} \cdot \pi^2 / L^2 + G \cdot I_T + E \cdot I_{z1} \cdot \pi^2 / L^2 \cdot h^2 / 4) \cdot 70 / h^2 = 38719.7 \text{ kN}$
mit $h = 171.0 \text{ mm}$, $L = 8.000 \text{ m}$, $I_{\omega} = 60210.00 \text{ cm}^6$, $I_T = 14.90 \text{ cm}^4$, $I_z = 925.00 \text{ cm}^4$

Drehbettung

$C_D = 100.000 \text{ kNm/m}$ (benutzerdefiniert) $\Rightarrow I_T^* = 817.75 \text{ cm}^4$

$I_T^* = I_T + \Delta I_T$ mit $I_T = 14.90 \text{ cm}^4$, $\Delta I_T = (C_D \cdot c^2) / (G \cdot \pi^2) = 802.85 \text{ cm}^4$, $C_D = 100.000 \text{ kNm/m}$, $c = 8.000 \text{ m}$

2. Nachweise

2.1. Querschnittsklassifizierung

2.1.1. Lastkombination 1 $\Rightarrow$ Querschnittsklasse 1

Nr	c mm	t mm	c/t -	ε -	σ ₁ N/mm ²	σ ₂ N/mm ²	Tab 5.2	α -	ψ -	k _σ -	Klasse -
1	72.0	9.5	7.58	1.000	126.13	126.13	Eins. 1/1	---	---	---	1
2	72.0	9.5	7.58	1.000	126.13	126.13	Eins. 1/1	---	---	---	1
3	122.0	6.0	20.33	1.000	100.95	-54.59	Beids. 3/1	0.805	---	---	1
4	72.0	9.5	7.58	1.000	-79.77	-79.77	-----	---	---	---	---
5	72.0	9.5	7.58	1.000	-79.77	-79.77	-----	---	---	---	---

Druckspannungen haben entsprechend EC 3 ein positives Vorzeichen.

Die Nachweise erfolgen in der vorgegebenen Querschnittsklasse 1: $U_{cr,t} = 0.842 < 1$ **ok**

2.2. Biegedrillknicken

2.2.1. Biegeknicken für Normalkraft

$I_p = 3435 \text{ cm}^4$, $I_T = 818 \text{ cm}^4$, $i_p^2 = 7583 \text{ mm}$, $c^2 = 2211392 \text{ mm}^2$, $i_m^2 = 7583 \text{ mm}^2$

Biegeknicken um die y-Achse:

$i_y = 74.4 \text{ mm}$, $\beta_z = 1.00$ (⊥ z-Achse), $L_{cr,z} = 8.000 \text{ m}$, $\lambda_1 = 93.913$

$\lambda_y = 1.144$, y-Knicklinie b $\Rightarrow \alpha_y = 0.34$, $\Phi_y = 1.315$, $\chi_y = 0.509$, **N_{by,Rd} = 492.79 kN**

Biegeknicken um die z-Achse:

$i_z = 45.2 \text{ mm}$, $\beta_y = 1.00$ (⊥ y-Achse), $L_{cr,y} = 8.000 \text{ m}$, $\lambda_1 = 93.913$

$\lambda_z = 1.885$, z-Knicklinie c $\Rightarrow \alpha_z = 0.49$, $\Phi_z = 2.690$, $\chi_z = 0.217$, **N_{bz,Rd} = 210.01 kN**

2.2.1.1. Ausnutzungen

Lk	N _d kN	U _y -	U _z -
1	105.00	0.213	0.500

2.2.2. Biegedrillknicken für Biegung um die y-Achse

$c^2 = 2211392 \text{ mm}^2$, Knicklinie b $\Rightarrow \alpha_{LT} = 0.34$, $N_{cr} = 299.56 \text{ kN}$

2.2.2.1. Ausnutzungen

Lk	M _{cr} kNm	λ _{LT} -	f -	Φ _{LT} -	χ _{LT} m	χ _{LT,mod} m	M _{Ed} kNm	M _{b,Rd} kNm	U -
1	502.51	0.390	0.980	0.555	1.000	1.000	32.00	69.43	0.461

2.2.3. Interaktion

Lk	G _I -	C _{my} -	k _{yy} -	C _{mLT} -	k _{zy} -	U -
1	(6.61)	0.950	1.112	0.950	---	0.726
	(6.62)	---	---	0.950	0.667	0.807

max U = 0.807 < 1 **ok**

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung $U = 0.807 < 1$ **ok**
c/t-Ausnutzung $U = 0.842 < 1$ **ok**

Nachweis erbracht