

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 $\gamma_{M0} = 1.00$

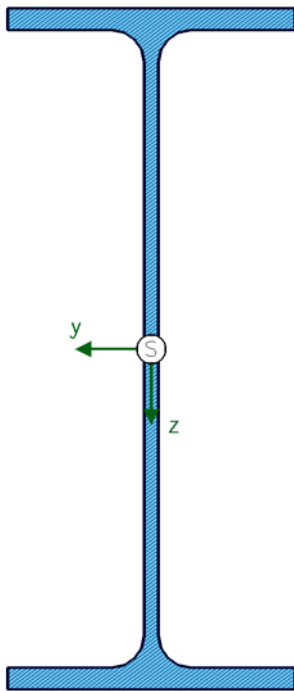
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.10$

1.3. Querschnitt

Material: S355 (St52) ($E = 210000 \text{ N/mm}^2$, $G = 80769 \text{ N/mm}^2$, $f_{y,k} = 355 \text{ N/mm}^2$)

Profil: IPE450

Schnitt Maßstab 1:5.0



1.4. Profilwerte (auf den Schwerpunkt S bezogen)

$I_y = 33740.0 \text{ cm}^4$, $I_z = 1680.0 \text{ cm}^4$, $I_{\omega} = 33740.0 \text{ cm}^4$, $I_{\tau} = 1680.0 \text{ cm}^4$, $\alpha = 0.0^\circ$

$I_{\omega} = 791000.0 \text{ cm}^6$, $I_{\tau} = 67.1 \text{ cm}^4$

$W_y = 1500.0 \text{ cm}^3$, $W_z = 176.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 1702.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,z} = 275.0 \text{ cm}^3$

$z_{m,y} = 0.0 \text{ mm}$, $z_{m,z} = 0.0 \text{ mm}$, $A = 98.8 \text{ cm}^2$, Querschnitt ist verdrehweich

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

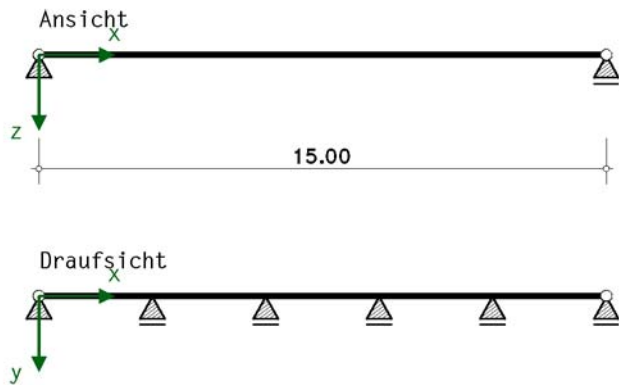
$y_{\text{Last}} = 0.0 \text{ mm}$ (Schwerpunkt)

$z_{\text{Last}} = -225.0 \text{ mm}$ (Profiloberkante)

1.6. Statisches System

Alle Lager als Gabellager, Stablänge 15.000 [m]

Kein Zwischenlager in z-Richtung, 4 Zwischenlager in y-Richtung



1.7. Knickbeiwerte

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

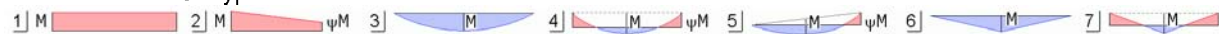
Wölbeinspanngrad $\beta_0 = 1.000$

1.8. Bemessungsschnittgrößen (Lastkombinationen)

Lk	N _d kN	Typ - y -	M _{0y,d} kNm	ψ _y -	k _{c,y} -	ζ _y -
1	24.00	5	393.80	0.798	0.910	1.993

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 durch 4 Querträger

Profil IPE180

h = 180.0 mm, t_w = 5.3 mm, b_f = 91.0 mm, t_f = 8.0 mm, r = 9.0 mm

A = 23.95 cm², I_y = 1316.94 cm⁴, I_z = 100.83 cm⁴, I_T = 5.15 cm⁴, y_s = -45.5 mm, z_s = 90.0 mm

E = 210000 N/mm², c = 3.000 m (Abstand), I_y/c = 4389797 mm³, s = 6.000 m (Stützweite)

C_{D,B}: Berechnung nach Lindner, C_{D,C}: Innenfeld

C_{D,B} = 26.620 kNm/m, C_{D,C} = 614.572 kNm/m, C_D = 25.515 kNm/m ⇒ I_T^{*} = 95.91 cm⁴

I_T^{*} = I_T + ΔI_T mit I_T = 67.10 cm⁴, ΔI_T = (C_D · c²) / (G · π²) = 28.81 cm⁴, C_D = 25.515 kNm/m, c = 3.000 m

2. Nachweise

2.1. Querschnittsklassifizierung

2.1.1. Lastkombination 1 ⇒ 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	69.3	14.6	4.75	0.814	205.19	205.19	Eins. 1/1	---	---	---	1
2	69.3	14.6	4.75	0.814	205.19	205.19	Eins. 1/1	---	---	---	1
3	378.8	9.4	40.30	0.814	178.84	-173.98	Beids. 3/1	0.509	---	---	1
4	69.3	14.6	4.75	0.814	-200.34	-200.34	-----	---	---	---	---
5	69.3	14.6	4.75	0.814	-200.34	-200.34	-----	---	---	---	---

Druckspannungen haben entsprechend EC 3 ein positives Vorzeichen.

Die Nachweise erfolgen in der vorgegebenen Querschnittsklasse 2: $U_{σ,t} = 0.611 < 1$ **ok**

2.2. Biegedrillknicken

2.2.1. Biegeknicken für Normalkraft

I_p = 35420 cm⁴, I_T = 96 cm⁴, i_p² = 35850 mm², c² = 67105 mm², i_m² = 35850 mm²

Biegeknicken um die y-Achse:

i_y = 184.8 mm, β_z = 1.00 (⊥ z-Achse), L_{cr,z} = 3.000 m, λ₁ = 76.409

λ_y = 1.062, y-Knicklinie a ⇒ α_y = 0.21, Φ_y = 1.155, γ_y = 0.622, **N_{by,Rd} = 1983.40 kN**

Biegeknicken um die z-Achse:

i_z = 41.2 mm, β_y = 1.00 (⊥ y-Achse), L_{cr,y} = 15.000 m, λ₁ = 76.409

λ_z = 0.952, z-Knicklinie b ⇒ α_z = 0.34, Φ_z = 1.081, γ_z = 0.628, **N_{bz,Rd} = 2001.21 kN**

2.2.1.1. Ausnutzungen

Lk	N _d kN	U _y -	U _z -
1	24.00	0.012	0.012

2.2.2. Biegedrillknicken für Biegung um die y-Achse

$c^2 = 67105 \text{ mm}^2$, Knicklinie $c \Rightarrow \alpha_{LT} = 0.49$, $N_{cr} = 3868.88 \text{ kN}$

2.2.2.1. Ausnutzungen

Lk	M _{cr} kNm	λ_{LT} -	f -	Φ_{LT} -	χ_{LT} m	$\chi_{LT,mod}$ m	M _{Ed} kNm	M _{b,Rd} kNm	U -
1	835.08	0.851	0.955	0.882	0.732	0.766	314.25	420.87	0.747

2.2.3. Interaktion

Lk	G _I -	C _{my} -	k _{yy} -	C _{mLT} -	k _{zy} -	U -
1	(6.61) (6.62)	0.400 ---	0.404 ---	0.950 0.950	--- 0.998	0.314 0.757

max U = 0.757 < 1 **ok**

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung U = 0.757 < 1 **ok**

c/t-Ausnutzung U = 0.611 < 1 **ok**

Nachweis erbracht