

1. Eingabedaten

1.1. Allgemeine Angaben

Stabilitätsnachweise nach EN 1993-1-1

c/t-Nachweis (Querschnittsklassifizierung)

Biegedrillknicken nach dem Ersatzstabverfahren für M_y

1.2. Materialsicherheit

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

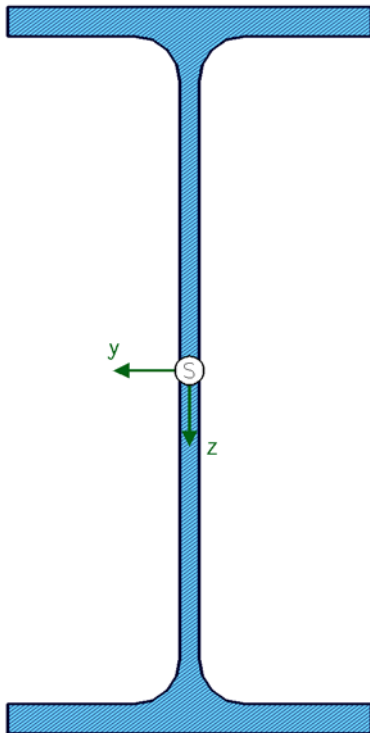
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.00$

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: IPE240

Schnitt Maßstab 1:2.5



1.4. Profilwerte (auf den Schwerpunkt S bezogen)

$I_y = 3890.0 \text{ cm}^4$, $I_z = 284.0 \text{ cm}^4$, $I_{yz} = 3890.0 \text{ cm}^4$, $I_{\eta} = 284.0 \text{ cm}^4$, $\alpha = 0.0^\circ$

$I_{\omega} = 37390.0 \text{ cm}^6$, $I_T = 12.9 \text{ cm}^4$

$W_y = 324.0 \text{ cm}^3$, $W_z = 47.3 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 367.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,z} = 74.0 \text{ cm}^3$

$z_{m,y} = 0.0 \text{ mm}$, $z_{m,z} = -0.0 \text{ mm}$, $A = 39.1 \text{ cm}^2$

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

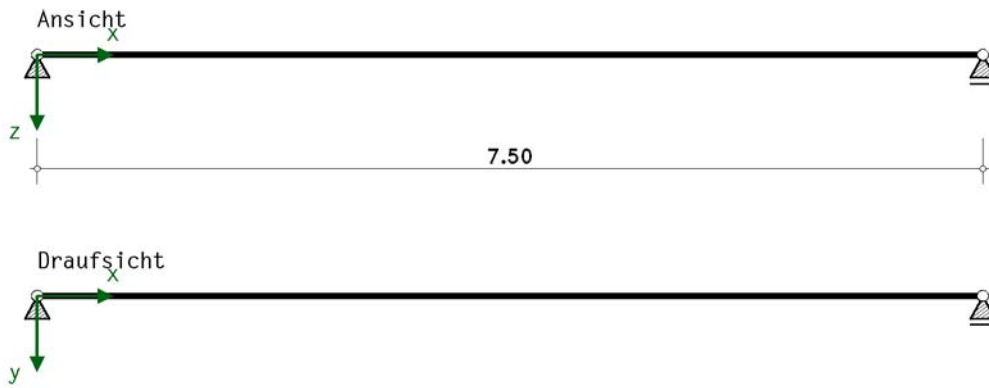
$y_{\text{Last}} = 0.0 \text{ mm}$ (Schwerpunkt)

$z_{\text{Last}} = -120.0 \text{ mm}$ (Profiloberkante)

1.6. Statisches System

Alle Lager als Gabellager, Stablänge 7.500 [m]

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



1.7. Knickbeiwerte

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

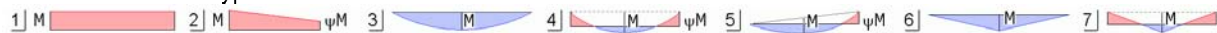
Wölbeinspanngrad $\beta_0 = 1.000$

1.8. Bemessungsschnittgrößen (Lastkombinationen)

Lk	Typ	$M_{0y,d}$ kNm	ψ_y	$k_{c,y}$	ζ_y
1	5	50.00	1.000	0.910	2.222

Typ (y): Momentenverlaufstyp je Richtung; $M_{0y,d}, \psi_y$: Bezugsgrößen des Momentenverlaufs; $k_{c,y}, \zeta_y$: Beiwerte für die Berechnung

Momentenverlaufstypen



1.9. Drehelastische Bettung durch Trapezbleche Hoesch T 35.1, $t_{nom} = 1.00$ mm

Schubfeldsteifigkeit

ideeller Schubmodul $G_S = 10^4 / (K_1 + K_2/L_S) = 24038.5$ kN/m

mit $K_1 = 0.149$ m/kN, $K_2 = 2.670$ m²/kN, $L_S = 10.000$ m

Schubfeldsteifigkeit $S = G_S \cdot L_S = 240384.6$ kN

Schubfeldsteifigkeit je Träger $S_i = S/n = 40064.1$ kN mit $n = 6$

Drehbettung

$C_{100} = 5.2$ kNm/m, $b_{T,max} = 40$ mm entsprechend EC 3-1-3, Tab. 10.3 Zeile 1

$A = 0.00$ kN/m (Auflast, die zwischen Blech und Träger wirkt), $b_R = 207.0$ mm, $b_T = 40.0$ mm

$E = 210000$ N/mm², $c = 7.500$ m (Knicklänge), $I_{eff} = 203000$ mm⁴, $s = 2.000$ m (Stützweite)

$C_{D,B}$: Berechnung nach EN 1993-1-1, $C_{D,C}$: Endfeld und gleichsinnige Verdrehung der Träger

$k_{bA} = 1.440$, $k_t = 1.372$, $k_{bR} = 0.894$, $k_A = 0.905$, $k_{bT} = 1.000$

$C_{D,A} = 8.311$ kNm/m, $C_{D,B} = 56.031$ kNm/m, $C_{D,C} = 85.260$ kNm/m, $C_D = 6.671$ kNm/m $\Rightarrow I_T^* = 59.97$ cm⁴

$I_T^* = I_T + \Delta I_T$ mit $I_T = 12.90$ cm⁴, $\Delta I_T = (C_D \cdot c^2) / (G \cdot \pi^2) = 47.07$ cm⁴, $C_D = 6.671$ kNm/m, $c = 7.500$ 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	41.9	9.8	4.28	1.000	147.94	147.94	Eins. 1/1	---	---	---	1
2	41.9	9.8	4.28	1.000	147.94	147.94	Eins. 1/1	---	---	---	1
3	190.4	6.2	30.71	1.000	122.37	-122.37	Beids. 1/1	---	---	---	1
4	41.9	9.8	4.28	1.000	-147.94	-147.94	-----	---	---	---	---
5	41.9	9.8	4.28	1.000	-147.94	-147.94	-----	---	---	---	---

Druckspannungen haben entsprechend EC 3 ein positives Vorzeichen.

Die Nachweise erfolgen in der vorgegebenen Querschnittsklasse 2: $U_{eff} = 0.428 < 1$ **ok**

2.2. Biegedrillknicken für Biegung um die y-Achse

$c^2 = 476068$ mm², Knicklinie b $\Rightarrow \alpha_{LT} = 0.34$, $N_{cr} = 104.64$ kN

2.2.1. Lastkombination 1

Momentenbeiwerte für Drehbettung und Schubfeldsteifigkeit:

verbessertes Verfahren: $\zeta_{0y} = 2.045$, $\zeta_{0s} = 0.133$ für $\beta_w = 1.132$, $\psi = 1.000$

kritisches Moment aus Drehbettung:

$M_{cr,y} = \alpha_{cr} \cdot M_{Ed} = 128.15$ kNm mit $\alpha_{cr} = 2.563$, $M_{Ed} = 50.00$ kNm

kritisches Moment aus Schubfeldsteifigkeit:

$M_{cr,s} = \alpha_{cr} \cdot M_{Ed} = 1277.30$ kNm mit $\alpha_{cr} = 25.546$, $M_{Ed} = 50.00$ kNm

kritisches Moment: $M_{cr} = M_{cr,y} + M_{cr,s} = 1405.46$ kNm

2.2.2. 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	1405.46	0.248	1.000	0.497	1.000	1.000	50.00	86.25	0.580

max U = 0.580 < 1 **ok**

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung U = 0.580 < 1 **ok**

c/t-Ausnutzung U = 0.428 < 1 **ok**

Nachweis erbracht

4. Ausgewählte Bemessungsparameter des nationalen Anhangs

DIN EN 1993-1-1 (EC 3, Hochbau), NA EC-Standardparameter

Kapitel	Wert	Bedeutung
6.1(1)	ständige/vorüberg. Situation γ _{M0} = 1.00 γ _{M1} = 1.00 γ _{M2} = 1.25 außergewöhnliche Situation γ _{M0} = 1.00 γ _{M1} = 1.00 γ _{M2} = 1.25	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl Querschnittsversagen Stabilitätsversagen Bruchversagen infolge Zug Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl Querschnittsversagen Stabilitätsversagen Bruchversagen infolge Zug
6.3.2.2(2)	Faktor f zur Modifizierung von χ _{LT} nicht ansetzen	Biegedrillknicken Allgemeiner Fall
6.3.2.3(1)	λ _{LT,0} = 0.40 β = 0.75	Schlankheitsgrad Gl. (6.75) Korrekturfaktor Gl. (6.75)
6.3.2.3(2)	Beiwert k _c aus Tabelle 6.6	Berechnung des Abminderungsfaktors χ _{LT}

DIN EN 1993-1-2 (EC 3, Brandfall), NA EC-Standardparameter

Kapitel	Wert	Bedeutung
2.3(1)	Brandfall γ _{M,f1} = 1.00	Teilsicherheitsbeiwert für mechanisches Versagen