

Vorbemerkungen

Das Bimoment wird durch einen zusätzlichen Ansatz für das Biegemoment um die z-Achse erfasst:

Lk 1: $\Delta M_{\text{Oz,d}} = 5.05 \text{ kNm}$

Lk 2: $\Delta M_{\text{Oz,d}} = 7.75 \text{ kNm}$

1. Eingabedaten

1.1. Allgemeine Angaben

Stabilitätsnachweise nach EN 1993-1-1

c/t-Nachweis (Querschnittsklassifizierung)

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

1.2. Materialsicherheit

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

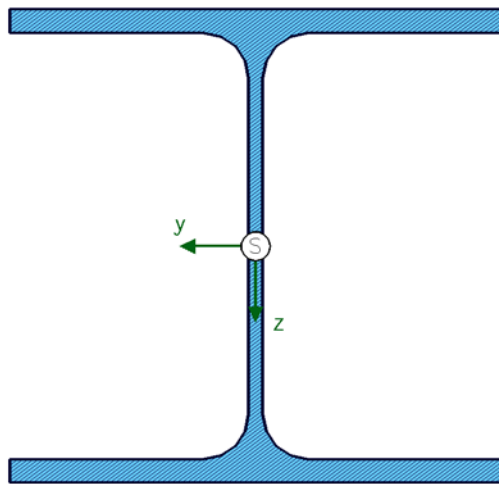
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.10$

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: HE260A

Schnitt Maßstab 1:4.0



1.4. Profilwerte (auf den Schwerpunkt S bezogen)

$I_y = 10450.0 \text{ cm}^4$, $I_z = 3670.0 \text{ cm}^4$, $I_{yz} = 10450.0 \text{ cm}^4$, $I_{\eta} = 3670.0 \text{ cm}^4$, $\alpha = 0.0^\circ$

$I_{\omega} = 516400.0 \text{ cm}^6$, $I_T = 52.6 \text{ cm}^4$

$W_y = 836.0 \text{ cm}^3$, $W_z = 282.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 920.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,z} = 430.0 \text{ cm}^3$

$z_{m,y} = 0.0 \text{ mm}$, $z_{m,z} = -0.0 \text{ mm}$, $A = 86.8 \text{ cm}^2$, Querschnitt ist verdrehweich

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

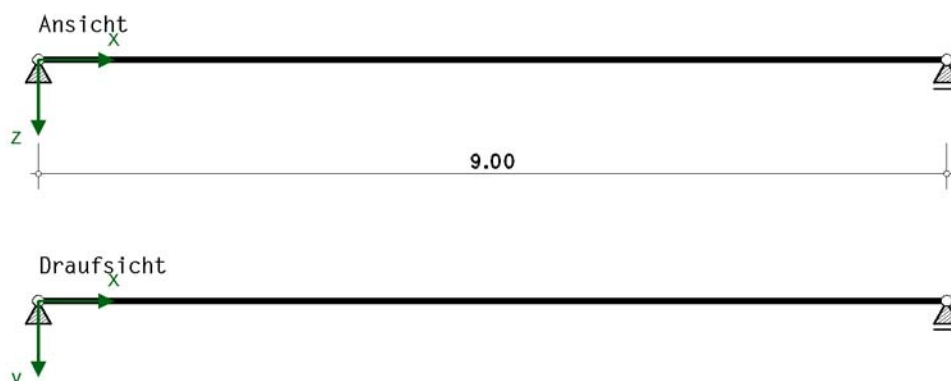
$y_{\text{Last}} = 0.0 \text{ mm}$ (Schwerpunkt)

$z_{\text{Last}} = -125.0 \text{ mm}$ (Profiloberkante)

1.6. Statisches System

Alle Lager als Gabellager, Stablänge 9.000 [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 -	Typ -z-	M _{0z,d} kNm	ψ _z -	k _{c,z} -	ζ _z -
1	68.30	3	60.90	0.000	0.940	1.128	3	27.45	0.000	0.940	1.128
2	68.30	3	41.90	1.000	0.940	1.128	3	41.65	1.000	0.940	1.128

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

Momentenverlaufstypen



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	102.3	12.5	8.18	1.000	174.31	97.83	Eins. 1/1	---	---	---	1
2	102.3	12.5	8.18	1.000	-20.16	56.32	Eins. 3/1	0.264	---	---	1
3	177.0	7.5	23.60	1.000	59.44	-43.71	Beids. 3/1	0.609	---	---	1
4	102.3	12.5	8.18	1.000	35.90	-40.58	Eins. 2/1	0.469	---	---	1
5	102.3	12.5	8.18	1.000	-158.57	-61.34	-----	---	---	---	---

2.1.2. Lastkombination 2 ⇒ 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	102.3	12.5	8.18	1.000	203.02	86.98	Eins. 1/1	---	---	---	1
2	102.3	12.5	8.18	1.000	-92.05	23.99	Eins. 3/1	0.207	---	---	1
3	177.0	7.5	23.60	1.000	43.35	-27.62	Beids. 3/1	0.609	---	---	1
4	102.3	12.5	8.18	1.000	107.79	-8.25	Eins. 2/1	0.929	---	---	1
5	102.3	12.5	8.18	1.000	-187.28	-39.74	-----	---	---	---	---

Druckspannungen haben entsprechend EC 3 ein positives Vorzeichen.

Die Nachweise erfolgen in der vorgegebenen Querschnittsklasse 2: $U_{cr,t} = 0.818 < 1$ **ok**

2.2. Biegedrillknicken

2.2.1. Biegeknicken für Normalkraft

$I_p = 14120 \text{ cm}^4$, $I_T = 53 \text{ cm}^4$, $i_p^2 = 16267 \text{ mm}^2$, $c^2 = 59312 \text{ mm}^2$, $i_m^2 = 16267 \text{ mm}^2$

Biegeknicken um die y-Achse:

$i_y = 109.7 \text{ mm}$, $\beta_z = 1.00$ (⊥ z-Achse), $L_{cr,z} = 9.000 \text{ m}$, $\lambda_{11} = 93.913$

$\lambda_y = 0.873$, y-Knicklinie $b \Rightarrow \alpha_y = 0.34$, $\Phi_y = 0.996$, $\chi_y = 0.678$, **N_{by,Rd} = 1257.69 kN**

Biegeknicken um die z-Achse:

$i_z = 65.0 \text{ mm}$, $\beta_y = 1.00$ (⊥ y-Achse), $L_{cr,y} = 9.000 \text{ m}$, $\lambda_{11} = 93.913$

$\lambda_z = 1.474$, z-Knicklinie $c \Rightarrow \alpha_z = 0.49$, $\Phi_z = 1.898$, $\chi_z = 0.323$, **N_{bz,Rd} = 599.28 kN**

2.2.1.1. Ausnutzungen

Lk	N _d kN	U _y -	U _z -
1	68.30	0.054	0.114
2	68.30	0.054	0.114

2.2.2. Biegedrillknicken für Biegung um die y-Achse

$c^2 = 59312 \text{ mm}^2$, Knicklinie $b \Rightarrow \alpha_{LT} = 0.34$, $N_{cr} = 939.07 \text{ kN}$

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	200.14	1.039	0.973	1.014	0.676	0.694	60.90	136.40	0.446
2	200.14	1.039	0.973	1.014	0.676	0.694	41.90	136.40	0.307

2.2.3. Biegedrillknicken für Biegung um die z-Achse

$c^2 = 59312 \text{ mm}^2$, Knicklinie b $\Rightarrow \alpha_{LT} = 0.34$, $N_{cr} = 2673.93 \text{ kN}$

2.2.3.1. 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	734.60	0.371	0.981	0.547	1.000	1.000	27.45	91.86	0.299
2	734.60	0.371	0.981	0.547	1.000	1.000	41.65	91.86	0.453

2.2.4. Interaktion

Lk	G1.	C_{my} -	k_{yy} -	C_{mLT} -	k_{zy} -	C_{mz} -	k_{zz} -	k_{yz} -	U -
1	(6.61)	0.950	0.985	0.950	---	---	---	0.661	0.691
	(6.62)	---	---	0.950	0.984	0.950	1.102	---	0.882
2	(6.61)	0.950	0.985	0.950	---	---	---	0.661	0.656
	(6.62)	---	---	0.950	0.984	0.950	1.102	---	0.916

max U = 0.916 < 1 **ok**

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung U = 0.916 < 1 **ok**

c/t-Ausnutzung U = 0.818 < 1 **ok**

Nachweis erbracht

4. Ausgewählte Bemessungsparameter des nationalen Anhangs

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

Kapitel	Wert	Bedeutung
6.1(1)	ständige/vorüberg. Situation $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M1} = 1.10$ $\gamma_{M2} = 1.25$	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl Querschnittsversagen Stabilitätsversagen Bruchversagen infolge Zug
	außergewöhnliche Situation $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M1} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl Querschnittsversagen Stabilitätsversagen Bruchversagen infolge Zug
6.3.2.2(2)	Faktor f zur Modifizierung von χ_{LT} ansetzen	Biegedrillknicken Allgemeiner Fall
6.3.2.3(1)	$\lambda_{LT,0} = 0.40$ $\beta = 0.75$	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 Deutschland

Kapitel	Wert	Bedeutung
2.3(1)	Brandfall $\gamma_{M,fi} = 1.00$	Teilsicherheitsbeiwert für mechanisches Versagen