

1. Eingabedaten

1.1. Allgemeine Angaben

Stabilitätsnachweise im Brandfall nach EN 1993-1-2

Biegedrillknicken nach dem Ersatzstabverfahren für N+My, Interaktionsnachweis nur mit Gl. (4.21a,c)

1.2. Materialsicherheit

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

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

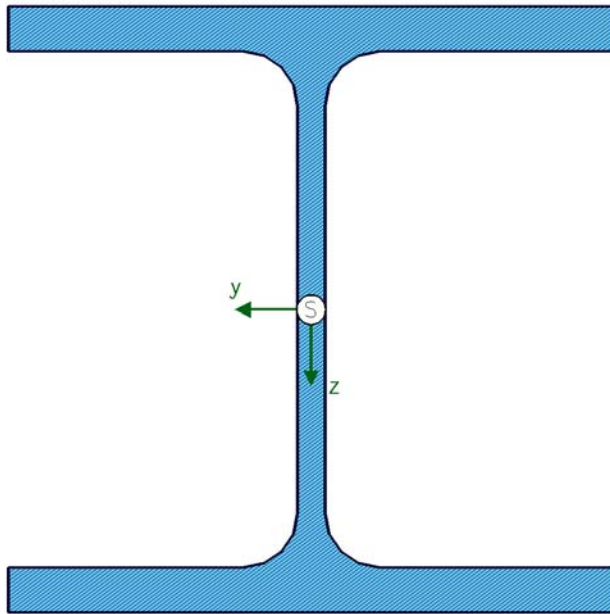
Beanspruchbarkeit von Bauteilen im Brandfall $\gamma_{M,fi} = 1.00$

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: HE200B

Schnitt Maßstab 1:2.5



1.4. Profilwerte (auf den Schwerpunkt S bezogen)

$I_y = 5700.0 \text{ cm}^4$, $I_z = 2000.0 \text{ cm}^4$, $I_{\xi} = 5700.0 \text{ cm}^4$, $I_{\eta} = 2000.0 \text{ cm}^4$, $\alpha = 0.0^\circ$

$I_{\omega} = 171100.0 \text{ cm}^6$, $I_T = 59.5 \text{ cm}^4$

$W_y = 570.0 \text{ cm}^3$, $W_z = 200.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 643.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,z} = 306.0 \text{ cm}^3$

$z_{m,y} = 0.0 \text{ mm}$, $z_{m,z} = 0.0 \text{ mm}$, $A = 78.1 \text{ cm}^2$, Querschnitt ist verdrehweich

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

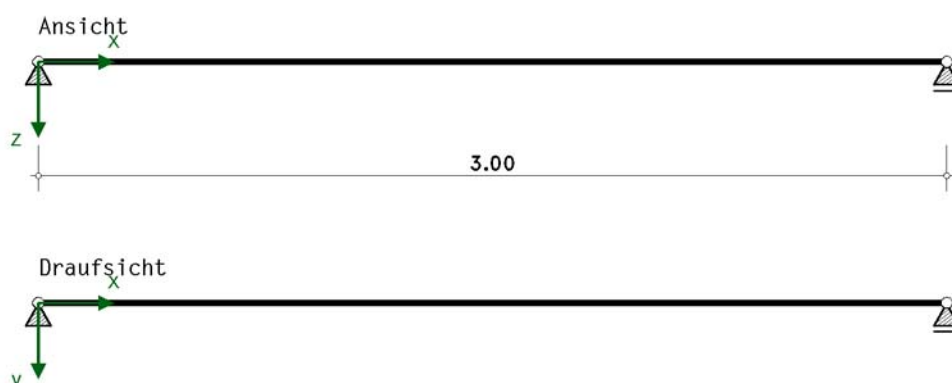
$y_{Last} = 0.0 \text{ mm}$ (Schwerpunkt)

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

1.6. Statisches System

Alle Lager als Gabelager, Stablänge 3.000 [m]

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



1.7. Knickbeiwerte

⊥ y-Achse: $\beta_y = 0.500$, ⊥ z-Achse: $\beta_z = 0.500$

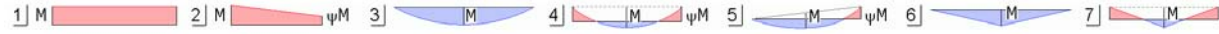
Wölbeinspanngrad $\beta_0 = 1.000$

1.8. Bemessungsschnittgrößen (Lastkombinationen)

Lk	N _d kN	Typ -y-	M _{0y,d} kNm	ψ _y -	k _{c,y} -	ζ _y -
1	800.00	2	50.00	-1.000	0.602	2.555

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. Brandschutznachweis

thermische Beanspruchung mit der Einheitstemperaturkurve, Feuerwiderstandsdauer t = 15.2 min

Emissivität der Querschnittsoberfläche von unbehandeltem Stahl

Profil allseitig beflammt

Rohdichte Stahl 7850.0 kg/m³, Raumtemperatur 20.0 °C

Brandschutznachweis auf Traglastebene

Anpassungsfaktoren der Biegemomente für eine ungleichmäßige Temperaturverteilung

über den Querschnitt κ₁ = 1.00, entlang des Trägers κ₂ = 1.00

2. Querschnittstemperatur

brandbeanspruchte Oberfläche des Querschnitts A_m = 1151.1 mm²/mm

Profilfaktor des ungeschützten Bauteils A_m/V = 1151.1 / 7808.1 · 10³ = 147.4 1/m

brandbeanspruchte innenseitige Oberfläche des umschließenden Kastens A_b = 800.0 mm²/mm

Profilfaktor für den umschließenden Kasten A_b/V = 800.0 / 7808.1 · 10³ = 102.5 1/m

Korrekturfaktor k_{sh} = (A_b/V) / (A_m/V) = 102.5 / 147.4 = 0.695, I-Profil: 0.9 · k_{sh} = 0.625

Querschnittstemperatur nach t = 15.2 min: T_a = 552.5 °C

Abminderungsfaktoren: k_{y,fi} = 0.617, k_{E,fi} = 0.448

Materialkennwerte: f_{y,fi} = 145.1 N/mm², E_{fi} = 94038.1 N/mm²

3. Nachweise

3.1. Querschnittsklassifizierung

3.1.1. Lastkombination 1 ⇒ Querschnittsklasse 1

Nr	c mm	t mm	c/t -	ε -	σ ₁ N/mm²	σ ₂ N/mm²	Tab 5.2	α -	ψ -	k _σ -	Klasse -
1	77.5	15.0	5.17	0.850	183.57	183.57	E ins. 1/1	---	---	---	1
2	77.5	15.0	5.17	0.850	183.57	183.57	E ins. 1/1	---	---	---	1
3	134.0	9.0	14.89	0.850	161.20	43.66	Beids. 3/1	1.000	---	---	1
4	77.5	15.0	5.17	0.850	21.29	21.29	E ins. 1/1	---	---	---	1
5	77.5	15.0	5.17	0.850	21.29	21.29	E ins. 1/1	---	---	---	1

Druckspannungen haben entsprechend EC 3 ein positives Vorzeichen.

Die Querschnittsklassifizierung im Brandfall erfolgt nach EC 3-1-2, 4.2.2.

Die Nachweise erfolgen in der kleinstmöglichen Querschnittsklasse 1

3.2. Biegedrillknicken

3.2.1. Biegeknicken für Normalkraft

I_p = 7700 cm⁴, I_T = 60 cm⁴, i_p² = 9859 mm, c² = 4747 mm², i_m² = 9859 mm²

Biegeknicken um die y-Achse:

i_y = 85.4 mm, β_z = 0.50 (⊥ z-Achse), L_{cr,z} = 1.500 m, λ₁ = 79.987

λ_y = 0.220, y-Knicklinie 'Brand' ⇒ α_y = 0.65, Φ_y = 0.595, χ_y = 0.870, N_{by,Rd} = 986.11 kN

Biegeknicken um die z-Achse:

i_z = 50.6 mm, β_y = 0.50 (⊥ y-Achse), L_{cr,y} = 1.500 m, λ₁ = 79.987

λ_z = 0.371, z-Knicklinie 'Brand' ⇒ α_z = 0.65, Φ_z = 0.689, χ_z = 0.787, N_{bz,Rd} = 892.04 kN

3.2.1.1. Ausnutzungen

Lk	N _d kN	U _y -	U _z -
1	800.00	0.811	0.897

3.2.2. Biegedrillknicken für Biegung um die y-Achse

$c^2 = 4747 \text{ mm}^2$, Knicklinie 'Brand' $\Rightarrow \alpha_{LT} = 0.65$, $N_{cr} = 8249.95 \text{ kN}$

3.2.2.1. Ausnutzungen

Brandfall: $M_{Ed} = \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot M_{Ed}$

Lk	Klasse	M_{cr} kNm	λ_{LT}	f	Φ_{LT}	χ_{LT} m	$\chi_{LT,mod}$ m	M_{Ed} kNm	$M_{b,Rd}$ kNm	U
1	1 $\Rightarrow W_{p1,y}$	1452.04	0.253	1.000	0.614	0.852	0.852	50.00	79.43	0.629

3.2.3. Interaktionsnachweis nur mit Gl. (4.21a,c)

Lk	Gl.	μ_y	k_y	μ_{LT}	k_{LT}	U
1	(4.21a)	0.800	0.351	---	---	0.999

max U = 0.999 < 1 **ok**

4. Endergebnis

Maximale Ausnutzung U = 0.999 < 1 **ok**

Nachweis erbracht

5. Ausgewählte Bemessungsparameter des nationalen Anhangs

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

Kapitel	Wert	Bedeutung
6.1(1)	ständige/vorüberg. Situation $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M1} = 1.10$ $\gamma_{M2} = 1.25$ außergewöhnliche Situation $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M1} = 1.00$ $\gamma_{M2} = 1.25$	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} 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 $\gamma_{M,f1} = 1.00$	Teilsicherheitsbeiwert für mechanisches Versagen