

1. Eingabedaten

1.1. Allgemeine Angaben

Stabilitätsnachweise im Brandfall nach EN 1993-1-2

Biegeknicken nach dem Ersatzstabverfahren, keine Knickrichtung

1.2. Materialsicherheit

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

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

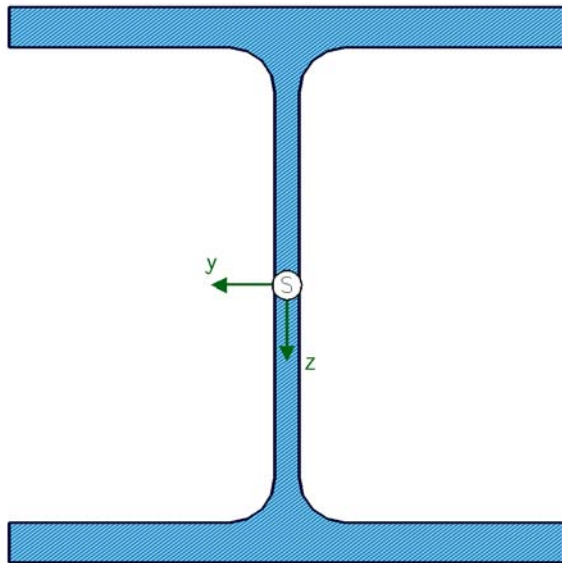
Beanspruchbarkeit von Bauteilen im Brandfall $\gamma_{M,fi} = 1.00$

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: HE220B

Schnitt Maßstab 1:3.0



1.4. Profilwerte (auf den Schwerpunkt S bezogen)

$I_y = 8090.0 \text{ cm}^4$, $I_z = 2840.0 \text{ cm}^4$, $I_{yz} = 8090.0 \text{ cm}^4$, $I_{\eta} = 2840.0 \text{ cm}^4$, $\alpha = 0.0^\circ$

$I_{\omega} = 295400.0 \text{ cm}^6$, $I_T = 76.8 \text{ cm}^4$

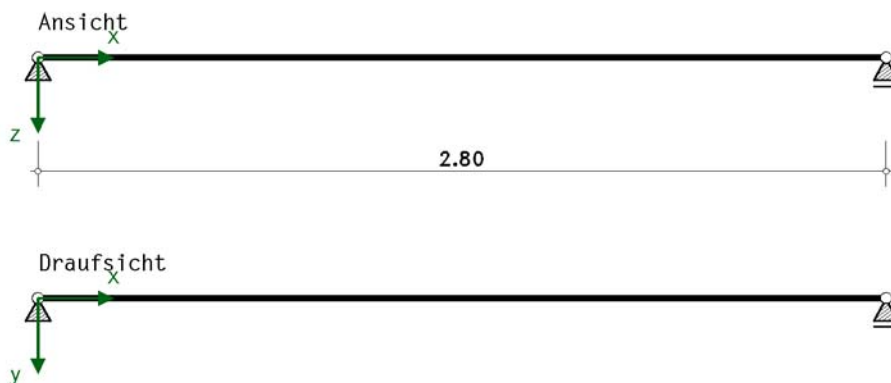
$W_y = 736.0 \text{ cm}^3$, $W_z = 258.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 827.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,z} = 394.0 \text{ cm}^3$

$z_{m,y} = 0.0 \text{ mm}$, $z_{m,z} = -0.0 \text{ mm}$, $A = 91.0 \text{ cm}^2$

1.5. Statisches System

Alle Lager als Gabellager, Stablänge 2.800 [m]

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



1.6. Knickbeiwerte

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

Wölbeinspanngrad $\beta_0 = 1.000$

1.7. Bemessungsschnittgrößen (Lastkombinationen)

Lk	N _d kN
1	980.00

N_d: konstante Normalkraft im Stab

1.8. Brandschutznachweis

thermische Beanspruchung mit der Einheitstemperaturkurve, Feuerwiderstandsdauer $t = 101.0$ min

Profil allseitig beflammt

Wärmedämmschutz durch Gipskarton-Platten:

Wärmeleitfähigkeit $\lambda_p = 0.20$ W/(m·K), spezifische Wärmekapazität $c_p = 1700$ J/(kg·K), Rohdichte $\rho_p = 800$ kg/m³

Feuchtigkeitsgehalt $p_p = 20.0$ %

Dicke des Dämmstoffs $d_p = 20.0$ mm

Rohdichte Stahl 7850.0 kg/m³, Raumtemperatur 20.0 °C

Brandschutznachweis auf Traglastebene

Anpassungsfaktoren der Biegemomente für eine ungleichmäßige Temperaturverteilung
über den Querschnitt $\kappa_1 = 1.00$, entlang des Trägers $\kappa_2 = 1.00$

2. Querschnittstemperatur

innere Abwicklung der brandbeanspruchten Kastenverkleidung $A_p = 880.0$ mm²/mm

Profilfaktor des geschützten Bauteils $A_p/V = 880.0 / 9104.1 \cdot 10^3 = 96.7$ 1/m

Zeitgewinn infolge Feuchtigkeitsgehalt des Dämmstoffs $t_v = (p_p \cdot \rho_p \cdot d_p^2) / (5 \cdot \lambda_p) = 6.4$ min

Querschnittstemperatur nach $t = 101.0$ min: **T_a = 567.5 °C**

Abminderungsfaktoren: $k_{y,fi} = 0.571$, $k_{E,fi} = 0.404$

Materialkennwerte: $f_{y,fi} = 134.1$ N/mm², $E_{fi} = 84895.7$ 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	87.3	16.0	5.45	0.850	107.69	107.69	Eins. 1/1	---	---	---	1
2	87.3	16.0	5.45	0.850	107.69	107.69	Eins. 1/1	---	---	---	1
3	152.0	9.5	16.00	0.850	107.69	107.69	Beids. 2/1	---	---	---	1
4	87.3	16.0	5.45	0.850	107.69	107.69	Eins. 1/1	---	---	---	1
5	87.3	16.0	5.45	0.850	107.69	107.69	Eins. 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. Biegeknicken um die z-Achse

$I_p = 10930$ cm⁴, $I_T = 77$ cm⁴, $i_p^2 = 12011$ mm, $c^2 = 4666$ mm², $i_m^2 = 12011$ mm²

$i_z = 55.9$ mm, $\beta_y = 0.50$ (⊥ y-Achse), $L_{cr,y} = 1.400$ m, $\lambda_1 = 79.037$

$\lambda_z = 0.317$, z-Knicklinie 'Brand' ⇒ $\alpha_z = 0.65$, $\Phi_z = 0.653$, $\chi_z = 0.817$, **N_{bz,Rd} = 996.78 kN**

3.2.1. Ausnutzungen

Lk	N _d kN	U _z -
1	980.00	0.983

max U = 0.983 < 1 ok

4. Endergebnis

Maximale Ausnutzung **U = 0.983 < 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 $\gamma_{M0} = 1.00$ $\gamma_{M1} = 1.10$ $\gamma_{M2} = 1.25$	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