

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 $\gamma_{M1} = 1.10$

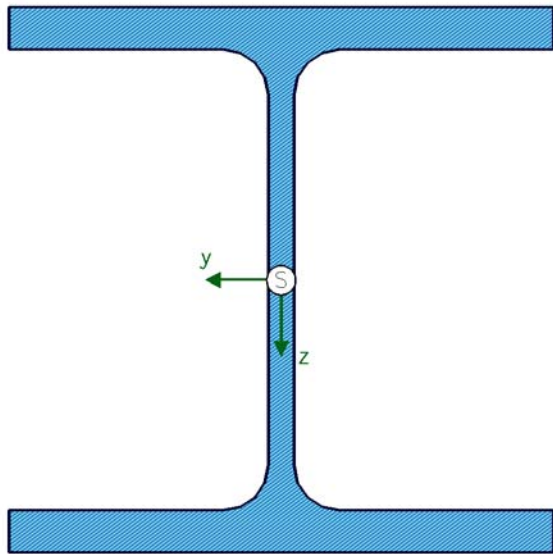
Beanspruchbarkeit von Bauteilen im Brandfall $\gamma_{M,fi} = 1.00$

1.3. Querschnitt

Material: S275 (St44) ($E = 210000 \text{ N/mm}^2$, $G = 80769 \text{ N/mm}^2$, $f_{y,k} = 275 \text{ N/mm}^2$)

Profil: HE180B

Schnitt Maßstab 1:2.5



1.4. Profilwerte (auf den Schwerpunkt S bezogen)

$I_y = 3830.0 \text{ cm}^4$, $I_z = 1360.0 \text{ cm}^4$, $I_{\zeta} = 3830.0 \text{ cm}^4$, $I_{\eta} = 1360.0 \text{ cm}^4$, $\alpha = 0.0^\circ$

$I_{\omega} = 93750.0 \text{ cm}^6$, $I_T = 42.3 \text{ cm}^4$

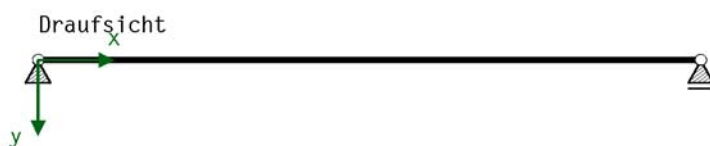
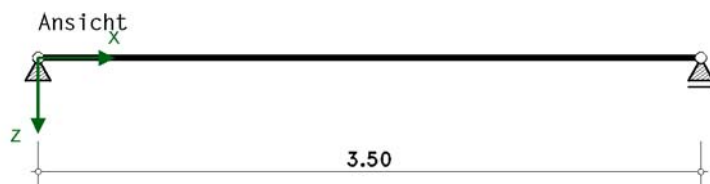
$W_y = 426.0 \text{ cm}^3$, $W_z = 151.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 481.0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,z} = 231.0 \text{ cm}^3$

$z_{m,y} = 0.0 \text{ mm}$, $z_{m,z} = -0.0 \text{ mm}$, $A = 65.3 \text{ cm}^2$

1.5. Statisches System

Alle Lager als Gabelager, Stablänge 3.500 [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	495.00

N_d: konstante Normalkraft im Stab

1.8. Brandschutznachweis

thermische Beanspruchung mit der Einheitstemperaturkurve, Feuerwiderstandsdauer $t = 30.0$ min

Emissivität der Querschnittsoberfläche von unbehandeltem Stahl

Profil allseitig beflammt

Rohdichte Stahl 7850.0 kg/m^3 , Raumtemperatur 20.0 °C

Brandschutznachweis auf Traglastebene

Anpassungsfaktoren der Biegemomente für eine ungleichmäßige Temperaturverteilung
über den Querschnitt $\kappa_1 = 1.00$, entlang des Trägers $\kappa_2 = 0.85$

2. Querschnittstemperatur

brandbeanspruchte Oberfläche des Querschnitts $A_m = 1037.2 \text{ mm}^2/\text{mm}$

Profilfaktor des ungeschützten Bauteils $A_m/V = 1037.2 / 6525.1 \cdot 10^3 = 159.0 \text{ 1/m}$

brandbeanspruchte innenseitige Oberfläche des umschließenden Kastens $A_b = 720.0 \text{ mm}^2/\text{mm}$

Profilfaktor für den umschließenden Kasten $A_b/V = 720.0 / 6525.1 \cdot 10^3 = 110.3 \text{ 1/m}$

Korrekturfaktor $k_{sh} = (A_b/V) / (A_m/V) = 110.3 / 159.0 = 0.694$, I-Profil: $0.9 \cdot k_{sh} = 0.625$

Querschnittstemperatur nach $t = 30.0$ min: **$T_a = 766.3 \text{ °C}$**

Abminderungsfaktoren: $k_{y,fi} = 0.150$, $k_{E,fi} = 0.103$

Materialkennwerte: $f_{y,fi} = 41.4 \text{ N/mm}^2$, $E_{fi} = 21728.1 \text{ N/mm}^2$

3. Nachweise

3.1. Querschnittsklassifizierung

3.1.1. 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	70.8	14.0	5.05	0.786	75.80	75.80	E ins. 1/1	---	---	---	1
2	70.8	14.0	5.05	0.786	75.80	75.80	E ins. 1/1	---	---	---	1
3	122.0	8.5	14.35	0.786	75.80	75.80	Beids. 2/1	---	---	---	1
4	70.8	14.0	5.05	0.786	75.80	75.80	E ins. 1/1	---	---	---	1
5	70.8	14.0	5.05	0.786	75.80	75.80	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. Biegeknicken um die z-Achse

$I_p = 5190 \text{ cm}^4$, $I_T = 42 \text{ cm}^4$, $i_p^2 = 7948 \text{ mm}$, $c^2 = 5435 \text{ mm}^2$, $i_m^2 = 7948 \text{ mm}^2$

$i_z = 45.6 \text{ mm}$, $\beta_y = 0.50$ (⊥ y-Achse), $L_{cr,y} = 1.750 \text{ m}$, $\lambda_1 = 72.006$

$\lambda_z = 0.533$, z-Knicklinie 'Brand' ⇒ $\alpha_z = 0.60$, $\Phi_z = 0.802$, $\chi_z = 0.714$, **$N_{b,z,Rd} = 192.75 \text{ kN}$**

3.2.1. Ausnutzungen

Lk	N _d kN	U _z -
1	495.00	2.568

max U = 2.568 > 1 nicht ok !!

4. Endergebnis

Maximale Ausnutzung **U = 2.568 > 1 nicht ok !!**

Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!

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