

1 Motivation

In der Praxis kursiert häufig der Begriff der *kritischen Temperatur* von Baustahl. In diesem Zusammenhang werden häufig 500°C genannt. Diese Temperatur kann (näherungsweise) für Querschnittsnachweise gelten. Für stabilitätsgefährdete Bauteile muss jedoch immer eine Heißbemessung für die jeweilige Stütze durchgeführt werden.

Um dies zu veranschaulichen, werden zwei identische Stützen für den Brandfall nach EN 1993-1-2 nachgewiesen. Es wird angenommen, dass beide Stützen dem ETK-Brand für 15 Minuten standhalten sollen. Die Stützen unterscheiden sich nur hinsichtlich ihrer Höhen: Stütze A = 3 m, Stütze B = 9 m. Das Eigengewicht wird vernachlässigt, die Einwirkung im Brandfall setzen wir für beide Stützen zu $N_{c,Ed} = 400$ kN fest.

2 Material- und Profilkennwerte (gemeinsam)

- Baustahl: S235
- Elastizitätsmodul: $E = 210000$ N/mm²
- Profil: HE-A 240
- Querschnittsfläche: $A = 76.84$ cm²
- Flächenträgheitsmomente: $I_y = 7763$ cm⁴, $I_z = 2769$ cm⁴
- Trägheitsradien: $i_y = 100.5$ mm, $i_z = 60$ mm
- Profilmoment ungeseht: $A_m/V = 178$ 1/m

3 Brand- und Stabilitätsparameter

- Teilsicherheitsbeiwert Brandfall: $\gamma_{M,fi} = 1.0$
- Profilmoment umschließender Kasten: $[A_m/V]_b = 122.3$ 1/m
- Abschattungseffekt: $k_{sh} = 0.62$
- Abminderungsfaktor der Streckgrenze bei Temperatur: $k_{y,\theta} = 0.50$

4 Heißbemessung für die beiden Stützen

Fall A: Stütze mit einer Höhe von 3 m

- Knicklängenfaktoren: $k_y = 1$, $k_z = 1$ (Eulerfall 2)
- Schlankheit nach Eurocode 3:

$$\overline{\lambda}_y = \frac{k_y L}{i_y} = \frac{1 \cdot 3 \text{ m}}{0.1005 \text{ m}} \approx 29.85, \quad \overline{\lambda}_z = \frac{k_z L}{i_z} = \frac{1 \cdot 3 \text{ m}}{0.060 \text{ m}} = 50$$

- Reduzierter Streckgrenzenwert bei Temperatur:

$$f_{y,\theta} = k_{y,\theta} \cdot f_y = 0.50 \cdot 23.5 \text{ kN/cm}^2 = 11.75 \text{ kN/cm}^2$$

- Abminderungsfaktor für Knicken: $\chi_y \approx 1$, $\chi_z \approx 1$ (kurze Stütze, Eulerfall 2)
- Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit (Axial, Brandfall):

$$N_{fi,\theta,Rd} = A \cdot f_{y,\theta} \cdot \chi = 76.84 \text{ cm}^2 \cdot 11.75 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1 \approx 902 \text{ kN}$$

- Bemessungsdruckkraft aus Einwirkung (Brandfall, ohne Eigengewicht):

$$N_{c,fi,Ed} = 400 \text{ kN}$$

- Nachweiskriterium:

$$\eta = \frac{N_{c,fi,Ed}}{N_{fi,\theta,Rd}} = \frac{400}{902} \approx 0.44 \leq 1$$

Interpretation: Die Stütze **erfüllt** den Nachweis nach EN 1993-1-2 für den Brandfall.

Fall B: Stütze mit einer Höhe von 9 m

- Knicklängenfaktoren: $k_y = 1$, $k_z = 1$ (Eulerfall 2)
- Schlankheit nach Eurocode 3:

$$\overline{\lambda}_y = \frac{k_y L}{i_y} = \frac{1 \cdot 9 \text{ m}}{0.1005 \text{ m}} \approx 89.55, \quad \overline{\lambda}_z = \frac{k_z L}{i_z} = \frac{1 \cdot 9 \text{ m}}{0.060 \text{ m}} = 150$$

- Abminderungsfaktor für Knicken (Eulerfall 2):

$$\chi_y \approx 0.57, \quad \chi_z \approx 0.19$$

- Reduzierter Streckgrenzenwert bei Temperatur:

$$f_{y,\theta} = k_{y,\theta} \cdot f_y = 11.75 \text{ kN/cm}^2$$

- Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit (Axial, Brandfall):

$$N_{fi,\theta,Rd} = A \cdot f_{y,\theta} \cdot \chi_z = 76.84 \cdot 11.75 \cdot 0.19 \approx 171.5 \text{ kN}$$

- Bemessungsdruckkraft aus Einwirkung (Brandfall, ohne Eigengewicht):

$$N_{c,fi,Ed} = 400 \text{ kN}$$

- Nachweiskriterium:

$$\eta = \frac{N_{c,fi,Ed}}{N_{fi,\theta,Rd}} = \frac{400}{171.5} \approx 2.33 > 1$$

Interpretation: Die Stütze **verfehlt** den Nachweis nach EN 1993-1-2 für den Brandfall! Der Vergleich der beiden Stützen verdeutlicht den großen Einfluss der Stabilitätsgefährdung.

Meine Seminare

Diese und andere Fragestellungen behandle ich in meinen Seminaren. Wenn Sie interessiert sind, schauen Sie gerne auf meine Website www.brandseminar.de oder klicken Sie auf die nachstehenden Links.

Weitere Informationen zu Seminaren:

- [Inhouse Seminare](#)
- [Nächstes offenes Seminar am 03.03.2027 in Essen, Haus der Technik](#)