

Einleitung

Um die Standsicherheit von Stahlbauteilen unter Brandeinwirkung nachzuweisen, stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. Bei geringen Anforderungen, wie etwa feuerhemmend (30min), kann es zielführend sein, den Nachweis der Stahlbauteile nach DIN EN 1993-1-2, der sogenannten "Heißbemessung", zu führen. Falls höhere Anforderungen gestellt werden, wie hochfeuerhemmend (60min) oder sogar feuerbeständig (90min), werden in der Regel Brandschutzbeschichtungen oder Bekleidungen verwendet. Putzbeschichtungen sind ebenfalls möglich. Unabhängig vom Verfahren ist das Ziel, die kritische Stahltemperatur $\theta_{a,cr}$ nicht zu erreichen oder den Zeitpunkt des Erreichens zu verzögern. Ein Überschreiten dieser Temperatur führt im GZT zum Versagen des Stahlbauteils. Neben Abschattungsfaktoren, der Wärmeleitfähigkeit sowie der Wahl des Temperaturverlaufs (nominell oder Naturbrand) spielt der Profilmfaktor bei der Berechnung eine wesentliche Rolle.

Der Profilmfaktor ist nach DIN EN 1993-1-2 beschrieben, als Verhältnis von brandbeanspruchter Oberfläche (A) zum Volumen des Stahlbauteils (V). Im Regelfall verändert sich die Profilmgeometrie des Bauteils über die Länge nicht, sodass der Profilmfaktor vereinfacht auch als U/A Verhältnis angegeben werden kann. Je größer dieser Faktor, umso schneller erwärmt sich das Profil. Demnach erwärmt sich ein feingliedriges IPE-Profil schneller als ein massiveres HEA-Profil.

Der Profilmfaktor wird DIN EN 1993-1-2 unterteilt in:

- Querschnittsfaktor A_m/V für ungeschützte
- Querschnittsfaktor A_p/V für geschützte

Zusätzlich wird bei der Ermittlung des Profilmfaktors unterschieden, wie die Brandbeanspruchung auf das Profil einwirkt (drei- oder vierseitige Brandbeanspruchung). Stützen sind in der Regel einer vierseitigen Beflammung unterworfen, Träger einer dreiseitigen.

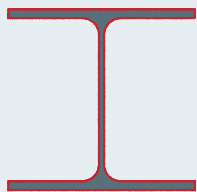
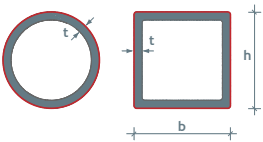
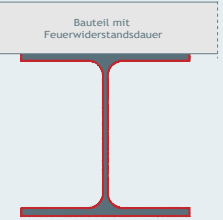
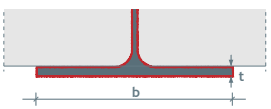
Profilmfaktor für ungeschützte Stahlbauteile	
vierseitige Brandbeanspruchung	 <p>Offener Querschnitt</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{Stahlumfang}}{\text{Fläche}}$
vierseitige Brandbeanspruchung	 <p>Hohlprofile (rund/eckig)</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{1}{t}$ <p>wenn $t \ll b$</p>
dreiseitige Brandbeanspruchung	 <p>Offener Querschnitt</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{brandbeanspruchte Oberfläche}}{\text{Fläche}}$
dreiseitige Brandbeanspruchung	 <p>Flansch eines I-Querschnitts oder Flachstahl</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{(b+2t_f)}{bt_f}$ <p>wenn $t \ll b$</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{1}{t_f}$

Bild 1: Profilmfaktoren für ungeschützte Stahlbauteile (Auszug)

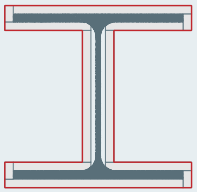
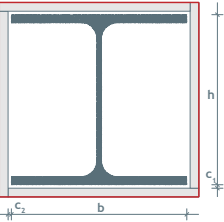
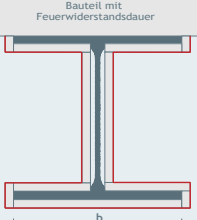
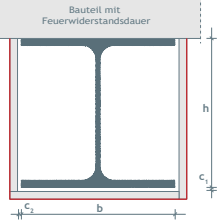
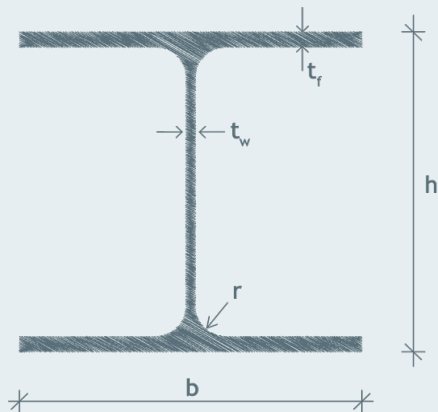
Profilmfaktor für geschützte Stahlbauteile (Ummantelung)	
vierseitige Brandbeanspruchung	<p>Profilmfolgende Verkleidung mit konstanter Dicke</p>  $\frac{A_p}{V} = \frac{\text{Stahlumfang}}{\text{Fläche des Stahlquerschnitts}}$
vierseitige Brandbeanspruchung	<p>Kastenförmige Verkleidung mit konstanter Dicke</p>  $\frac{A_p}{V} = \frac{2(b+h)}{\text{Fläche des Stahlquerschnitts}}$ <p>c_1 und c_2 sollen $h/4$ nicht überschreiten</p>
dreiseitige Brandbeanspruchung	<p>Profilmfolgende Verkleidung mit konstanter Dicke.*</p>  $\frac{A_p}{V} = \frac{\text{Umfang Stahlprofil } b}{\text{Fläche des Stahlquerschnitts}}$
dreiseitige Brandbeanspruchung	<p>Kastenförmige Verkleidung mit konstanter Dicke.*</p>  $\frac{A_p}{V} = \frac{2(h+b)}{\text{Fläche des Stahlquerschnitts}}$ <p>* Das anschließende Bauteil verfügt mindestens über die gleiche Feuerwiderstandsdauer</p>

Bild 2: Profilmfaktoren für geschützte Stahlbauteile (Auszug)

Ermittlung des Profilkennwertes für einen HEA 300 mit vierseitiger Brandbeanspruchung



Gewähltes Profil HEA 300

Querschnittswerte aus Profiltabellen (www.bauforumstahl.de)

$b = 300\text{mm}$, $h = 290\text{mm}$, $r = 27\text{mm}$, $t_w = 8,5\text{mm}$,
 $t_f = 14,0\text{mm}$, $A = 113\text{cm}^2$

Profilfaktor für einen verkleideten Träger

$$\frac{A_m}{V} = \frac{2 \cdot h + 2 \cdot b}{V} = \frac{2 \cdot 29 + 2 \cdot 30}{113} = \frac{118}{113} [\text{cm}^{-1}] \cdot 100 = 104 \text{ m}^{-1}$$

Profilfaktor für einen unverkleideten Träger

$$\begin{aligned} \frac{A_p}{V} &= (4 \cdot t_f + 2 \cdot b + 2(b - t_w - 2r) + 2(h - 2t_f - 2r) + 2 \cdot \pi \cdot r) \cdot \frac{1}{A} \\ &= (4 \cdot 1,4 + 2 \cdot 30 + 2(30 - 0,85 - 2 \cdot 2,7) + 2(29 - 2 \cdot 1,4 - 2 \cdot 2,7) + 2 \cdot \pi \cdot 2,7) \cdot \frac{1}{113} \\ &= 176 \cdot \frac{1}{113} = 1,52 \text{ cm}^{-1} = 152 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

Bild 3: Exemplarisches Beispiel für die Ermittlung des Profilkennwertes

Profilfaktoren und Querschnittswerte

Um Ihnen die alltägliche Arbeit zu erleichtern, finden Sie alle Querschnittswerte und Profilkennwerte für alle handelsüblichen Stahlprofile auf unserer Internetseite.

<https://bauforumstahl.de/wissen/stahlprofile/>



Die digitalen Tabellen spielen im Bereich der digitalen Planung eine wichtige Rolle. Mit Hilfe der Tabellen sorgt bauforumstahl für einen Standard, der bereits durch diverse Normen und Richtlinien festgelegt ist. Der Zugang zu den digitalen Profilen ist für jedermann frei zugänglich. Information zur Geometrie zu offenen Stahlprofilen, Information zu Tragfähigkeit und viele weitere wichtige Informationen zu Stahlprofilattributen sind in den digitalen Tabellen zu finden.

Brandschutzmaterial

Die erforderliche Dicke der Brandschutzummantelung, wie zum Beispiel einer Verkleidung mit Brandschutzplatten oder mit einer aufschäumenden Brandschutzbeschichtung, ist immer abhängig von der Wahl des Bauproduktes und des Profilkennwertes. Letzteres ist entscheidend für die notwendige Dicke des Brandschutzmaterials. Bei geregelten Bauprodukten finden Sie die Mindestdicke in der DIN 4102-4. Bei ungeregelten Bauprodukten, die einen Verwendbarkeitsnachweis erfordern, finden Sie die Angaben zum Profilkennwert in den jeweiligen Zulassungen (abZ/aBG/ETA). Zusätzlich müssen je nach verwendetem Bauprodukt weitere Konstruktionsgrundsätze und Regeln eingehalten werden, um die Feuerwiderstandsdauer sicherstellen zu können.

Literatur

- DIN EN 1993-1-2+NA – Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke
- DIN EN 1993-1-2+NA – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauteilen – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- DIN 4102-4:2016:05 – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile