

64.1 Klassifizierte Stahlverbundbauteile



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Grundlagen

Verbundträger und Verbundstützen werden brandschutztechnisch durch Klassifizierung nach DIN 4102 – Abschnitt 7 nachgewiesen. Die Norm enthält Tabellen für

- Verbundträger mit ausbetonierten Kammern
- Verbundstützen aus
 - betongefüllten Hohlprofilen,
 - einbetonierten Stahlträgern,
 - aus Stahlprofilen mit ausbetonierten Seitenteilen

unter Verwendung handelsüblicher Walzprofile nach DIN EN 10025 oder Schweißprofile, Betongüten > B25, Betonstahl BSt 500 S.

Verbundträger mit ausbetonierten Kammern

nach den „Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern“ können nach DIN 4102 in die Feuerwiderstandsklassen F 30 bis F 180-A in Abhängigkeit des Ausnutzungsgrads unter Einhaltung von Mindestquerschnittsabmessungen, Bewehrungsgrad eingestuft werden. Der Träger ist vor Brandangriff von oben zu schützen, speziell beim Einsatz von Verbunddecken (Trapezprofile). Decken aus Stahlbeton oder bauaufsichtlich zugelassene Verbunddecken in der geforderten Feuerwiderstandsklasse schützen den Obergurt des Stahlträgers ausreichend. Die Bemessungstabellen gelten für statisch bestimmt gelagerte Träger und für die Bereiche positiver Momente statisch unbestimmter Verbundträger. Für den Nachweis nach Tabelle 1 sind für die Bemessung der Schubbewehrung zusätzliche Anforderungen zu beachten.

Die Tabellenwerte wurden für Stahlträger der Stahlgüte St 52-3 (S355) ermittelt. Für S235 (St 37) darf die erforderliche Bewehrung auf 70 % reduziert werden. Die Zulagebewehrung ist reine Brandschutzbewehrung. Der Kammerbeton ist mit Bügeln, Steckhaken oder Kopfbolzen zugest an den Träger anzuschließen.

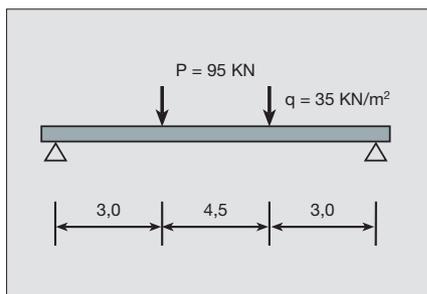


Bild 1: System und Belastung

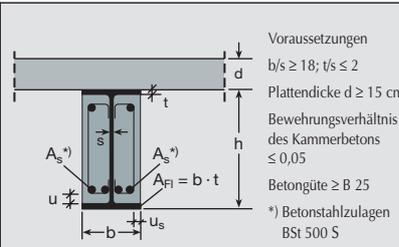
Zeile	 <p>Voraussetzungen $b/s \geq 18$; $t/s \leq 2$ Plattendicke $d \geq 15$ cm Bewehrungsverhältnis des Kammerbetons $\leq 0,05$ Betongüte $\geq B 25$ *) Betonstahlzulagen BSt 500 S</p>	Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_5 = 0,4$ Mindestbreite min b in mm/min (A_s/A_{FI}) bei zugehöriger Profilhöhe $h \geq 0,9 \cdot \min b$	70/0,0	120/0,0	180/0,0	220/0,0	300/0,3
1.1	bei zugehöriger Profilhöhe $h \geq 1,5 \cdot \min b$	60/0,0	100/0,0	150/0,0	200/0,0	280/0,2
1.2	bei zugehöriger Profilhöhe $h \geq 2,0 \cdot \min b$	60/0,0	100/0,0	150/0,0	180/0,0	260/0,0
2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_5 = 0,7$ Mindestbreite min b in mm/min (A_s/A_{FI}) bei zugehöriger Profilhöhe $h \geq 0,9 \cdot \min b$	80/0,0	200/0,2	250/0,7	300/0,7	–
2.1	bei zugehöriger Profilhöhe $h \geq 1,5 \cdot \min b$	80/0,0	200/0,0	200/0,6	300/0,4	300/1,0
2.2	bei zugehöriger Profilhöhe $h \geq 2,0 \cdot \min b$	70/0,0	150/0,0	200/0,4	300/0,3	300/0,8
2.3	bei zugehöriger Profilhöhe $h \geq 3,0 \cdot \min b$	60/0,0	120/0,0	190/0,2	270/0,3	300/0,6

Tabelle 1: Mindestquerschnittsabmessungen min b und erforderliche Verhältnisse min (A_s/A_{FI}) von Zulagebewehrung zur Untergurffläche für Verbundträger mit ausbetonierten Kammern

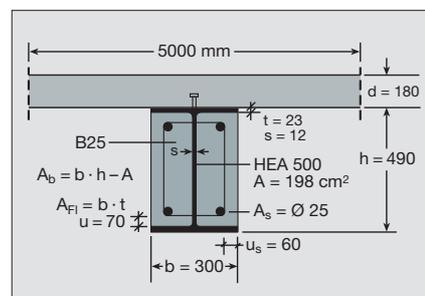


Bild 2: Verbundträger aus Stahlprofil HEA 500, S235; Stahlbetondecke d = 18 cm, B35; Bewehrung 4 Ø 25 BSt 500 S

Beispiel für eine brandschutztechnische Bemessung eines Verbundträgers nach Tabellen

Die Feuerwiderstandsklasse des Verbundträgers aus HEA 500, S235 mit Kammerbeton ist nach **Tabelle 1** zu bestimmen. Die Stahlbetondecke aus B35 hat eine Dicke $d = 18$ cm und eine Breite von 5 m. Das vorhandene Moment beträgt $\text{vorh } M = 767,3$ kNm.

Um **Tabelle 1** anwenden zu können, sind verschiedene Randbedingungen einzuhalten.
 HEA 500: $\text{vorh } b/s = 300/12 = 25 > 18$
 $\text{vorh } t/s = 23/12 = 1,92 < 2$
 Betonplatte: $d = 18$ cm > 15
 $B 35 > B 25$

Zur Bestimmung des Ausnutzungsfaktor α_5 wird die plastische Grenztragfähigkeit nach den „Richtlinien für Stahlverbundträger (3.81)“ ermittelt: $M_{pl} = 1856,9$ kNm

$$\alpha_5 = \frac{\text{vorh } M}{M_{pl}} = \frac{767,3}{1856,9/1,7} = 0,70$$

Die Klassifizierung erfolgt nach Zeile 2.2 für die Feuerwiderstandsklasse F 120-A: Mit der Profilhöhe $h = 490 > 1,5 \cdot 300 = 450$ und Flanscbreite $b = 300$ mm ergibt sich $\text{erf } A_s/A_{FI} = 0,4$.

Die erforderliche Bewehrung A_s darf wegen Verwendung von der Stahlgüte S235 auf 70 % abgemindert werden.

$$\text{erf } A_s = 0,7 \cdot 0,4 \cdot A_{FI} = 19,32 \text{ cm}^2$$

Gewählt werden: 2 Stäbe pro Kammer 4 Ø 25, $A_s = 4 \cdot 4,91 = 19,6 \text{ cm}^2 > 19,32 \text{ cm}^2$
 Mindestabstände für die Zugbewehrung $u = 70$ mm, $u_s = 60$ mm

Das Bewehrungsverhältnis des Kammerbetons darf 0,05 nicht überschreiten: Überprüfung des Bewehrungsgrades des Kammerbetons:
 $A_s/A_b = 19,6 / (49 \cdot 30 - 198) = 0,015 < 0,05$

Die Brandschutzanforderungen F 120 ist für diesen Träger nachgewiesen. Die Anschlüsse an Träger und Stützen sind in geeigneter Weise auszuführen. In DIN 4102-4, Abs. 7, sind Anschlüsse, die die Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit erfüllen, dargestellt.

Verbundstützen

Verbundstützen nach DIN 18806 Teil 1 mit 4-seitiger Beflammung können nach DIN 4102-4 klassifiziert werden. Sie müssen die angegebenen Mindestquerschnittsabmessungen in Abhängigkeit des Ausnutzungsfaktors α_6 besitzen. Voraussetzung für die Anwendung ist, dass die Rotation der Stützenenden im Brandfall wirksam behindert ist. Werden die Stützen mit Knaggen- oder Laschenanschluss (Beispiele DIN 4102-4 Bild 72 bis 74) angeschlossen oder durchlaufend über mehrere Geschosse durchgeführt, kann in ausgesteiften Tragsystemen eine wirksame Einspannung der Endquerschnitte angenommen werden. Der Ausnutzungsfaktor α_6 ist das Verhältnis der 1,0-fachen Bemessungslast zur $1/\gamma$ -fachen rechnerischen Traglast.

Verbundstützen aus betongefüllten Hohlprofilen

Die Tabellen gelten für rechteckige und runde Hohlprofile mit D/s bzw. $d/s \geq 25$, St 37 (S235) und Verwendung der Materialgüten von Beton $\geq B 25$ und Bewehrung BSt 500 S. Es sind mindestens vier Längsbewehrungsstäbe vorzusehen, die durch entsprechende Verbügelung während des Betonierens in ihrer Lage zu fixieren sind. Die Hohlprofile müssen im Abstand von höchstens 5 m sowie an den Stützenenden mindestens zwei Löcher ($A \geq 6 \text{ cm}^2$) als Dampfaustrittsöffnung besitzen.

Verbundstützen aus vollständig einbetonierten Stahlprofilen

Verbundstützen dieses Typs erfüllen bei Einhaltung der Mindestquerschnittsabmessungen die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer bei voller Lastausnutzung.

Verbundstützen mit ausbetonierten Seitenteilen

Verbundstützen mit ausbetonierten Kammern erreichen ohne Lastabminderung Feuerwiderstandsdauern bis zu F 60. In **Tabelle 2** sind die Mindestdicken d und b , der zugehörige Mindestabstand u der Längsbewehrung und erforderliche Verhältnis der Steg-/Flanschdicke in Abhängigkeit des Ausnutzungsgrades angegeben. Für Verbundstützen mit einer Stützenlänge $\leq 7,50 \text{ m}$ und einem Mindestbewehrungsverhältnis von 3 % gelten geringere Anforderungen.

Der Kammerbeton ist gegen Herausfallen zu sichern und durch angeschweißte Bügel, Steckhaken oder Kopfbolzen mit dem Stützensteg zu verbinden. Der Abstand der Verbindungsmittel darf nicht größer als 500 mm sein, im Knotenbereich circa 100 mm. Die nach DIN 18806 Teil 1 erforderliche Bügelbefestigung, darf für die im Brandfall notwendige Verankerung berücksichtigt werden.

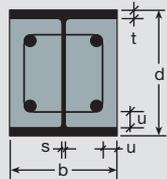
Zeile		(Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.)				
		Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_6 = 0,4$ Mindestdicken b und d in mm Mindestabstand u Mindestverhältnis s/t	160 40 0,6	260 40 0,5	300 50 0,5	300 60 0,7	400 60 0,7
2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_6 = 0,7$ Mindestdicken b und d in mm Mindestabstand u Mindestverhältnis s/t	200 35 0,6	300 40 0,6	300 50 0,7	– – –	– – –

Tabelle 2: Mindestquerschnittsabmessungen für Verbundstützen aus Stahlprofilen mit ausbetonierten Seitenteilen

Beispiel für eine brandschutztechnische Bemessung einer Verbundstütze mit ausbetonierten Seitenteilen mit Hilfe von Tabellen

Eine Pendelstütze mit einer Länge $l = 8,0 \text{ m}$ wird durch eine zentrische Normalkraft $N = 1400 \text{ kN}$ belastet. Das Tragsystem ist in Wandebene (z-Achse) unverschieblich gehalten. Die Stütze wird um die starke y-Achse auf Knicken beansprucht.

Verbundstütze aus HEB 340, S 235
Kammerbeton B 25

Betonstahl BSt 500 S, 4 Ø 20 mm, $u = 50 \text{ mm}$
Brandschutztechnische Anforderung F 90

Die rechnerische Traglast der Verbundstütze mit der Knicklänge $s_{ky} = 8,0 \text{ m}$ (Knickbeanspruchung um y-Achse) wird nach DIN 18806 berechnet.

$$N_{pl} = 5822 \text{ kN}; \quad N_{ki} = 13533 \text{ kN}; \quad \bar{\lambda} = 0,655; \quad \kappa = 0,817$$

$$\text{Ausnutzungsfaktor } \alpha = \frac{\text{vor}N}{\kappa \cdot N_{pl}/\gamma} = 0,4$$

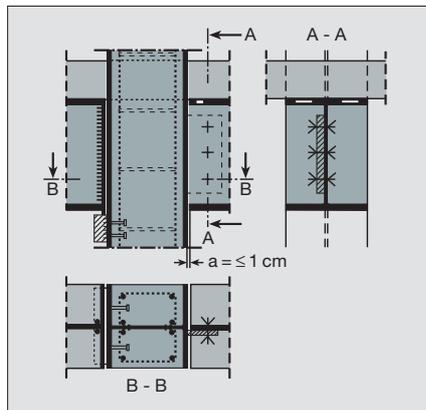


Bild 3: Stützenanschluss

Die Klassifizierung erfolgt nach **Tabelle 2**, Zeile 1: Mindestquerschnittsabmessungen $b = 300 = \min b = 300 \text{ mm}$
 $d = 340 > \min d = 300 \text{ mm}$
Mindestabstand der Längsbewehrung $u = 50 \text{ mm}$
Mindestverhältnis Steg-/Flansch-Dicke vorh $s/t = 0,56 > \text{erf } s/t = 0,5$
Die Stütze erfüllt die Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse F 90-A.

Die Träger/Stützenanschlüsse müssen im Brandfall die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen wie die Bauteile.

Literatur

- Stahlbau Brandschutz Handbuch; Hass, Meyer-Ottens, Richter; Ernst & Sohn, Berlin
- Verbundbau Brandschutz Handbuch; Hass, Meyer-Ottens, Richter, Ernst & Sohn, Berlin
- DIN 4102-4 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Beuth Verlag, Berlin

Qualifizierte Beratung

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Hilfe, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Hans-Werner Girkes

Tel.: (02 11) 67 07-826

brandschutz@bauen-mit-stahl.de

www.bauen-mit-stahl.de/brandschutz.htm



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
Internet: www.bauen-mit-stahl.de
E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de