

Verbundkonstruktionen im Hochbau

Kapitel 8 – Brandschutz und Brandverhalten

Inhalt

8. Brandschutz	3
8.1 Allgemeines.....	3
8.2 Bemessungstabellen	4
8.2.1 Verbundträger	5
8.2.2 Verbundstützen.....	7
8.3 Vereinfachte Bemessungsverfahren	11
8.4 Allgemeine Bemessungsverfahren.....	11
8.5 Brandschutztechnische Maßnahmen	12

8. Brandschutz

8.1 Allgemeines

Die Grundlage für die Bemessung im Brandfall ist, neben den temperaturabhängigen Werkstoffeigenschaften, die thermische und mechanischen Einwirkungen, die auf die einzelnen Tragelemente wirken. Die Besonderheit bei der Verbundbauweise ist, dass die Werkstoffeigenschaften von Baustahl und Beton in einem Bauteil berücksichtigt werden müssen.

Im Brandfall erreichen ungeschützte Stahlkonstruktionen mit üblichen Profilen und je nach Profilmassfaktor A/V aufgrund ihrer schlanken und filigranen Bauweise keine größere Feuerwiderstandsdauer als 30 Minuten. Damit sind unter bestimmten Voraussetzungen ungeschützte Stahlkonstruktionen mithilfe der Heißbemessung in R30 Qualität ausführbar. Werden an diese Bauteile höhere Anforderungen gestellt, müssen diese entsprechend untersucht werden. Bei Verbundbauteilen verhindert der Beton infolge seiner geringen Wärmeleitfähigkeit die rasche Durchwärmung der Verbundquerschnitte. Durch den deutlichen Temperaturabfall von der Oberfläche zum Kern hin verliert Baustahl, der ungeschützt an der Oberfläche eines Verbundquerschnittes angeordnet ist, zuerst seine Festigkeit, sodass eine Kräfteumlagerung auf den kälteren Betonkern und auf die weiter innenliegende Stahlteile stattfindet. Bei Verbundbauteilen, bei denen das Stahlprofil durch eine allseitige Betonschicht geschützt wird, kann der Beton als isolierende Schicht angesetzt werden und schützt so das Stahlprofil vor erhöhten Temperaturen.

Grundsätzlich stellt die DIN EN 1994-1-2, wie auch die Eurocodes 2 (Beton- und Stahlbetonbauteile) und 3 (Stahlbauteile), drei Berechnungsstufen für die Nachweise des konstruktiven baulichen Brandschutzes zur Verfügung.

1. Bemessungstabellen
2. Vereinfachte Berechnungsverfahren
3. Allgemeine Berechnungsverfahren

Die Bemessungstabellen stellen dabei die einfachste und damit auch die konventionellste Möglichkeit bereit, den Nachweis im Brandfall zu erbringen und eignen sich in der Regel zur Vordimensionierung von Verbundbauteilen.

Vereinfachte Berechnungsverfahren sind im Vergleich zu den Bemessungstabellen bereits um ein Vielfaches umfangreicher und damit auch wirtschaftlicher. Grundsätzlich können Stahlverbunddecken, Stahlverbundstützen und Stahlverbundträger mit den vereinfachten Berechnungsverfahren berechnet werden.

Die allgemeinen Berechnungsverfahren bilden die umfangreichste und wissenschaftlichste Berechnungsmöglichkeit dar und eignen sich für verschiedene Temperaturzeitkurven sowie für eine globale Tragwerksanalyse. Diese Berechnungsverfahren sind nur mit einem sehr großen Aufwand zu betreiben und sind entsprechend bei besonderen Objekten anzutreffen. Die bisherigen nominellen Temperaturzeitkurven finden bei den allgemeinen Berechnungsverfahren eher wenig bis keine Anwendung, da hier im Wesentlichen auf realistische Naturbrandmodelle zurückgegriffen wird.

8.2 Bemessungstabellen

Der Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit von Verbundbauteilen kann mithilfe von vereinfachten Bemessungstabellen, die auf Ergebnisse von Brandversuchen zurückzuführen sind, geführt werden. Für die Anwendung der Bemessungstabellen ist als erstes die Widerstandsfähigkeit des Bauteils (R_d) aus der „normalen“ Bemessung notwendig. Zusätzlich muss die Bemessungslast unter Berücksichtigung der außergewöhnliche Lastfallkombination $E_{fi,d,t}$ bestimmt werden. Aus diesen beiden Werten kann der Lastausnutzungsfaktors $\eta_{fi,t}$ ermittelt werden.

Insgesamt liegen Bemessungstabellen für folgende Verbundkonstruktionen vor:

- Verbundträger mit ausbetonierten Kammern
- vollständig einbetonierte Verbundträger
- Verbundstützen mit Kammerbeton
- Verbundstützen mit vollständig einbetonierten Stahlquerschnitt
- Verbundstützen aus betongefüllten Hohlprofilen

Die nachfolgenden Tabellenwerte entsprechen den klassifizierten Bemessungswerten der DIN EN 1994-1-2 und beziehen sich auf Einzelbauteile mit direkter Brandbeanspruchung über die gesamte Bauteillänge und einer einheitlichen Querschnittstemperaturverteilung. Die Werte liegen in der Regel auf der sicheren Seite und sind für eine Vordimensionierung geeignet. Alle physikalischen Parameter dürfen linear interpoliert werden.

8.2.1 Verbundträger

Für Verbundträger mit Kammerbeton ist der Nachweis im Brandfall erbracht, wenn die Trägerbreite b und die notwendige Zulagebewehrung A_s bezogen auf die untere Flanschfläche A_f den Werten aus **Tabelle 5.1** entsprechen. Diese sind abhängig vom Ausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t}$. Zusätzlich müssen die Abstände aus **Tabelle 5.2** eingehalten werden.

Voraussetzung der Bemessungstabellen

Für die Anwendung der Bemessungstabellen ist als erstes die Widerstandsfähigkeit des Bauteils (R_d) aus der „normalen“ Bemessung und die Bemessungslast unter Berücksichtigung der Lastfallkombination Brand (außergewöhnliche Lastfallkombination) $E_{fi,d,t}$ für die Berechnung des Lastausnutzungsfaktors $\eta_{fi,t}$ zu bestimmen. Mit letzterem lassen sich dann die notwendigen Werte aus der Tabelle ablesen. Zusätzlich müssen folgende konstruktive Maßnahmen eingehalten werden:

- die Stegdicke e_w beträgt höchstens $1/15$ der Trägerbreite b ,
- die untere Flanschdicke e_f beträgt höchstens das Doppelte der Stegdicke e_w ,
- die Dicke der Betonplatte h_c beträgt mindestens 120mm,
- die Fläche der Zulagebewehrung bezogen auf die Gesamtfläche zwischen den Flanschen $A_s/(A_c+A_s)$ beträgt höchstens 5%
- der Wert für R_d wird auf Grundlage von DIN EN 1994-1-1 berechnet, vorausgesetzt dass
- die mittragende Plattenbreite b_{eff} den Wert 5m nicht überschreitet und
- die Zulagebewehrung A_s nicht in Rechnung gestellt wird.

Randbedingungen für Tabelle 8.2.1 und 8.2.2

Die in der Tabelle 4.1 abzulesende Werte für die Mindestbreite $\min b$ und den Verhältniswerte (A_s/A_f) gelten für Einfeldträger in der Stahlgüte S355. Falls andere Stahlgüten zur Anwendung kommen, sind die Werte entsprechend der gewählten Streckgrenze zu modifizieren. Für den Betonstahl in der Betonkammer gilt die Betonstahlgüte S500. Die Stahlbetondecke muss schubfest mit dem Stahlverbundträger verbunden sein. Die Zulagebewehrung soll möglich nah am Unterflansch liegen und gleichzeitig die Achsabstände (u_1 und u_2) aus Tabelle 4.2 einhalten. Für die Ermittlung von R_d wird die Zulagebewehrung A_s rechnerisch nicht berücksichtigt, damit sind weitere Reserven im Brandfall vorhanden die rechnerisch nicht angerechnet werden. Bei Stahlprofilblech-Verbunddecken gelten die Werte entsprechend, wenn 85% der Oberseite des Stahlprofils durch das Stahlprofilblech abgedeckt sind. Wenn der Beton nur eine isolierende Funktion haben soll und rechnerisch nicht berücksichtigt wurde ist der Betonstahl nur konstruktiver Natur und muss lediglich die Betondeckung nach Tabelle 4.3 einhalten.

<p> A_c - Kammerbetonfläche A_s - Bewehrungsstahlfläche A_f - Flanschfläche unten $A_f = b \times e_f$ </p>	Anwendungsbedingung: 1. Decke: $h_c \geq 120\text{mm} \ \& \ b_{\text{eff}} \leq 5$ 2. Stahlquerschnitt: $b/e_w \geq 15 \ \& \ e_f/e_w \leq 2$ 3. Verhältnis der Zulagebewehrung zur Gesamtfläche zwischen den Flanschen $A_s/(A_c + A_s) \leq 5\%$	Feuerwiderstandsdauer									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>R30</th> <th>R60</th> <th>R90</th> <th>R120</th> <th>R180</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>min b A_s/A_f</td> <td>min b A_s/A_f</td> <td>min b A_s/A_f</td> <td>min b A_s/A_f</td> <td>min b A_s/A_f</td> </tr> </tbody> </table>	R30	R60	R90	R120	R180	min b A_s/A_f	min b A_s/A_f	min b A_s/A_f	min b A_s/A_f
R30	R60	R90	R120	R180							
min b A_s/A_f	min b A_s/A_f	min b A_s/A_f	min b A_s/A_f	min b A_s/A_f							
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $n_{R,t} \leq 0,3$											
$h \geq 0,9 \times \text{min } b$		70 0,0	100 0,0	170 0,0	200 0,0	260 0,0					
$h \geq 1,5 \times \text{min } b$		60 0,0	100 0,0	150 0,0	180 0,0	240 0,0					
$h \geq 2,0 \times \text{min } b$		60 0,0	100 0,0	150 0,0	180 0,0	240 0,0					
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $n_{R,t} \leq 0,5$											
$h \geq 0,9 \times \text{min } b$		80 0,0	170 0,0	250 0,4	270 0,5	-					
$h \geq 1,5 \times \text{min } b$		80 0,0	150 0,0	200 0,2	240 0,3	300 0,5					
$h \geq 2,0 \times \text{min } b$		70 0,0	120 0,0	180 0,2	220 0,3	280 0,3					
$h \geq 3,0 \times \text{min } b$		60 0,0	100 0,0	170 0,2	200 0,3	250 0,3					
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $n_{R,t} \leq 0,7$											
$h \geq 0,9 \times \text{min } b$		80 0,0	270 0,4	300 0,6	-	-					
$h \geq 1,5 \times \text{min } b$		80 0,0	240 0,3	270 0,4	300 0,6	-					
$h \geq 2,0 \times \text{min } b$		70 0,0	190 0,3	210 0,4	270 0,5	320 1,0					
$h \geq 3,0 \times \text{min } b$		70 0,0	170 0,2	190 0,4	270 0,5	300 0,8					
<small>A_s/A_f - erforderliches Verhältnis der Zulagebewehrung zur Untergurtfläche des Verbundträgers</small>		<small>min b in mm</small>									

Tabelle 8.2.1 Mindestquerschnittsabmessung min b und erforderliche Verhältnisse (A_s/A_f) von Zulagebewehrung zur Untergurtfläche für Verbundträger mit Kammerbeton

Profilbreite b in mm	Mindeststabsabstand u_1 und u_2 in mm	Feuerwiderstandsdauer			
		R60	R90	R120	R180
170	u_1	100	120	-	-
	u_2	45	60	-	-
200	u_1	80	100	120	-
	u_2	40	55	60	-
250	u_1	60	75	90	120
	u_2	35	50	60	60
≤ 300	u_1	40	50	70	90
	u_2	*25	45	60	60

*Dieser Wert muss nach DIN EN 1992-1-1, 4.4.1.2, überprüft werden.

Tabelle 8.2.2 Mindestabstände der Zulagebewehrung für Verbundträger mit ausbetonierten Kammern

<p>Betonüberdeckung c</p>	Feuerwiderstandsdauer									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>R30</th> <th>R60</th> <th>R90</th> <th>R120</th> <th>R180</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	R30	R60	R90	R120	R180	0	25	30	40
R30	R60	R90	R120	R180						
0	25	30	40	50						
<small>Für R60 bis R180 ist konstruktiv eine Mattenbewehrung $\geq \varnothing 4/25$ vorzusehen.</small>										

Tabelle 8.2.3 Mindestbetondeckung c für Stahlquerschnitte mit Beton als Brandschutzbekleidung

8.2.2 Verbundstützen

Neben der Nachweisführung der Tragfähigkeit bei Normaltemperatur eines Bauteils ist die Nachweisführung im Brandfall bei gegebenen Anforderungen ebenfalls zwingend von Nöten. Im Hochbau wird dabei die Klassifizierung eines Bauteils üblicherweise über die Feuerwiderstandsdauer in Minuten geführt. Diese ist zum Beispiel in die Klassen R30 (feuerhemmend), R60 (feuerbeständig) einzuordnen. Wie im konstruktiven Stahlbau können die Brandschutzanforderungen auch über einen Schutz des Bauteils durch Bekleidung, Brandschutzspritzschutz oder mit reaktiven, dämmschichtbildenden Beschichtungen erreicht werden. Diese Maßnahmen verhindern ein zu schnelles aufheizen des Stahlquerschnitts zur Einordnung einer definierten Feuerwiderstandsdauer (R30 bis R180) oder einer maximalen Bauteiltemperatur. Im Verbundquerschnitt ist durch den Beton ein thermisch vorteilhafter Effekt zu bemerken. Normalbeton besitzt im Vergleich zu Stahl nur 3% der Wärmeleitfähigkeit sowie eine doppelt so hohe Wärmekapazität. Diese Verhältnisse sind bei Normaltemperatur und im Brandfall vergleichbar. Daher ist ein Aufbringen des Betons außen aufs Stahlprofil aus brandschutztechnischer Sicht als positiv zu bewerten. Aus vorher genannten Gründen sind vollständig einbetonierte Stahlprofile oder ausbetonierte Hohlprofil Querschnitte mit Einstellprofil besonders für hohe Brandschutzanforderungen geeignet.

Die konstruktiven Brandschutzanforderungen für Verbundbauteile sind nach der DIN EN 1994-1-2 und im zugehörigen Nationalen Anhang geregelt. Dabei sind für Verbundstützen in der Norm drei Nachweisstufen zu unterscheiden. Die Stufe 1 stellt dabei ein tabellarisches Verfahren, Stufe 2 eine vereinfachte Bemessung und Stufe 3 ein genaues Nachweisverfahren dar.

In dieser Arbeit erfolgt die Klassifizierung der Verbundstützen anhand der anerkannten Tabellen nach DIN EN 1994-1-2 Stufe 1. Die Klassifizierung der Feuerwiderstandsdauer erfolgt dabei im Wesentlichen über die Querschnittsabmessungen, Betonüberdeckung und den Bewehrungsgrad.

Zur Anwendung der Tabellen nach Stufe 1 sind konstruktive Details zu beachten, nach denen die Tabellen angewendet werden dürfen. Dazu ist das Tragwerk als ausgesteift anzunehmen. Des Weiteren ist der Lastausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t}$ der Verbundstütze zu berücksichtigen.

$$E_{fi,d,t} = \eta_{fi,t} R_d$$

$$\text{mit: } E_{fi,d,t} = N_{Gk} + \psi_{2,1} N_{Qk}$$

$$\eta_{fi,t} = \text{Lastausnutzungsfaktor im Brandfall}$$

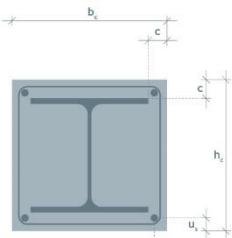
$$R_d = \text{Beanspruchung der Stütze}$$

Hierfür ist die der Berechnung der Beanspruchung R_d bei Normaltemperatur, mit einer beidseitig gelenkigen Lagerung der Stützen anzunehmen. Zu beachten ist jedoch, dass eine beidseitige Einspannung der Stütze im Brandfall vorliegt. Dazu sind konstruktive Ausführungen der Anschlüsse nach den Bildern 5.3 bis 5.6 nach DIN EN 1994-1-2 vorzusehen. Sollte dieser Fall jedoch nicht erfüllt sein, so ist für die Knicklänge, zur Berechnung der Beanspruchung R_d , zu verdoppeln. Die maximale Stützenlänge ist auf das 30-fache der minimalen Außenabmessung zu begrenzen. Sollte die Knicklänge jedoch verdoppelt werden müssen so ist diese als maximale Stützenlänge maßgebend.

Der Brandschutznachweis für Verbundstützen ist eingehalten, wenn die Bemessungstabellen nach DIN EN 1994-1-2 eingehalten sind.

Voraussetzung für die Bemessungstabellen

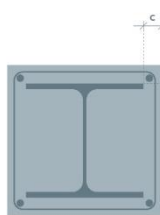
- Der Lastausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t}$ wird unter der Annahme einer beidseitig gelenkigen Lagerung der Stütze für die Berechnung von R_d und einer vollständigen Einspannung im Brandfall bestimmt (siehe Konstruktionsdetails DIN EN 1994-1-2 Bild 5.3 bis 5.6). Diese Annahme gilt vor allem bei durchgehenden Stützensträngen.
- der Brand ist nur in einem Stockwerk.
- Für die Berechnung von R_d muss die Exzentrizität berücksichtigt werden.
- Die maximale Stützhöhe beträgt: $h_{max}=30 \times b_{min}$
- Für die Bewehrung gilt mindestens $4\phi 12$.
- Höchst- und Mindestbewehrungsgrad für Verbundstützen sind einzuhalten.

	Feuerwiderstandsdauer				
	R30	R60	R90	R120	R180
Mindestabmessung h_c und b_c in mm	150	180	220	300	350
Mindestbetonüberdeckung des Stahlquerschnitts c in mm	40	50	50	75	75
Mindestachsabstände der Bewehrungsstäbe u_s in mm	20*	30	30	40	50
oder					
Mindestabmessung h_c und b_c in mm	-	200	250	350	400
Mindestbetonüberdeckung des Stahlquerschnitts c in mm	-	40	40	50	60
Mindestachsabstände der Bewehrungsstäbe u_s in mm	-	20*	20*	30	40

*Dieser Wert muss nach DIN EN 1992-1-1, 4.4.1.2, überprüft werden.

Tabelle 8.2.4 Mindestquerschnittsabmessungen mit h_c und b_c , Mindestbetonüberdeckung c des Stahlquerschnitts und Mindestabstände

Die Anforderungen für vollständig einbetonierte Verbundquerschnitte sind nach Tabelle 8.2.4 definiert. Es erfolgt die Einordnung über die Mindestquerschnittsabmessung (Minimum aus h_c und b_c), die Betonüberdeckung des Stahlprofils c sowie dem Achsabstand u_s der Längsbewehrung zur Betonoberfläche. Die geringen Achsabstände der Längsbewehrung sind jedoch stets mit denen in DIN EN 1992-1-1 zu überprüfen und baupraktisch, um die Differenz zu vergrößern.

	Feuerwiderstandsdauer				
	R30	R60	R90	R120	R180
Betonüberdeckung c	0	25	30	40	50

Für R60 bis R180 ist konstruktiv eine Mattenbewehrung $\geq \phi 4/25$ vorzusehen.

Tabelle 8.2.5 Mindestbetondeckung c für Stahlquerschnitte mit Beton als Brandschutzbekleidung

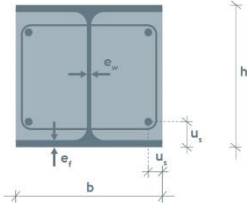
	Feuerwiderstandsdauer			
	R30	R60	R90	R120
Mindestverhältnis von Steg- zu Flanschdicke e_w/e_f	0,5	0,5	0,5	0,5
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $\eta_{n,t} \leq 0,28$				
Mindestabmessung h und b in mm	160	200	300	400
Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe u_s in mm	-	50	50	70
Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %	-	4	3	4
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $\eta_{n,t} \leq 0,47$				
Mindestabmessung h und b in mm	160	300	400	-
Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe u_s in mm	-	50	70	-
Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %	-	4	4	-
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $\eta_{n,t} \leq 0,66$				
Mindestabmessung h und b in mm	160	400	-	-
Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe u_s in mm	40	70	-	-
Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %	1	4	-	-
Anmerkung: Die Werte des Lastausnutzungsfaktors $\eta_{n,t}$ wurden an das Rechenverfahren von DIN EN 1994-1-1 für Verbundstützen angepasst.				

Tabelle 8.2.6 Mindestquerschnittsabmessungen, Mindestabstand der Bewehrung und Mindestbewehrungsgrad von Verbundstützen mit Kammerbeton

Für teilweise einbetonierte Stahlquerschnitte oder ausbetonierte Hohlprofile wird der Lastausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t}$ zur Einordnung notwendig. Dabei sind die Verbundquerschnitte nach verschiedenen Lastausnutzungsfaktoren $\eta_{fi,t}$ über die Querschnittsabmessungen, die Achsabstände der Längsbewehrung und des Mindestbewehrungsgrades zu klassifizieren. Für teilweise einbetonierte Querschnitte ist das Verhältnis aus Stegdicke zu Flanschbreite zu berechnen und folgende Bedingung zu erfüllen.

$$\frac{e_w}{e_f} \geq 0,5$$

Außerdem ist Tabelle 8.2.6 nur für Stahlgüteklassen S235, S275, S355 anzuwenden.

Bei ausbetonierten Hohlprofilen sind darüber hinaus zur Berechnung der Beanspruchung $R_{d,fi}$ einige Regeln zu beachten. Dabei darf nur maximal 1/25 der Wanddicke des Hohlprofils bezogen auf die Außenabmessungen (b , h oder d) angerechnet werden. Der Bewehrungsanteil ρ_s muss rechnerisch auf 3% begrenzt werden und die Stahlgüte ist mit S235 anzunehmen, egal welche Stahlgüte zur Kaltbemessung angesetzt wird.

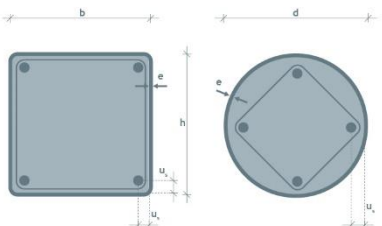
	Feuerwiderstandsdauer				
	R30	R60	R90	R120	R180
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $n_{fi,t} \leq 0,28$					
Mindestabmessung h und b oder d in mm	160	200	220	260	400
Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe u_s in mm	-	30	40	50	60
Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %	0	1,5	3,0	6,0	6,0
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $n_{fi,t} \leq 0,47$					
Mindestabmessung h und b oder d in mm	260	260	400	450	500
Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe u_s in mm	-	30	40	50	60
Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %	0	3,0	6,0	6,0	6,0
Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $n_{fi,t} \leq 0,66$					
Mindestabmessung h und b oder d in mm	260	450	550	-	-
Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe u_s in mm	25	30	40	-	-
Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %	3,0	6,0	6,0	-	-
Anmerkung: Die Werte des Lastausnutzungsfaktors $n_{fi,t}$ wurden an das Rechenverfahren von DIN EN 1994-1-1 für Verbundstützen angepasst.					

Tabelle 5.7 Mindestquerschnittsabmessungen, Mindestbewehrungsgrad, Mindestabstand u_s der Bewehrungsstäbe zur Profilinnenseite bei gefüllten Hohlprofilen

8.3 Vereinfachte Bemessungsverfahren

Wie bereits unter Kapitel 8.2 erläutert, eignet sich das tabellarische vor allem zur Vordimensionierung und ersten Abschätzung von Bauteilabmessungen und sollte aufgrund der sehr konservativen Ausprägung durch vereinfachte oder allgemeine Verfahren konkretisiert werden.

Vereinfachte Verfahren sind durch ihre, wie der Name schon sagt, vereinfachten Annahme schnell und mit vergleichsweise überschaubarem Aufwand umzusetzen und führen zu wirtschaftlicheren Ergebnissen als die Tabellenanwendung. Zusätzlich erschließen sich neue Bauteile für die Heißbemessung.

Folgende Bauteile lassen sich mit vereinfachtes Bemessungsverfahren brandschutztechnisch Beurteilen:

- Stahlverbunddecken (ungeschützt und geschützt)
- Stahlverbundträger (unbekleidet, bekleidet, kammerbetoniert)
- Stahlverbundstützen (einbetoniert, kammerbetoniert, betongefüllt)

8.4 Allgemeine Bemessungsverfahren

Das mit Abstand aufwendigste Verfahren für die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer wird vereinfacht als Stufe 3 Verfahren bezeichnet und meint damit die allgemeinen Bemessungsverfahren nach Eurocode. Diese Verfahren eignen sich für bauteilbezogene Betrachtungen sowie für globale Bauwerksbetrachtungen mit verschiedensten nominellen Temperaturzeitkurven. Die Anwendung von Naturbrandmodellen ist hier ebenfalls möglich und kommt häufig zur Anwendung.

Der Nachteil liegt hier klar an dem enormen Rechenaufwand, der nur durch entsprechende Rechenleistung zu bewerkstelligen ist. Das allein reicht allerdings nicht aus und ist nur die technische Voraussetzung für die Anwendung. Viel wichtiger ist das entsprechend hohe Maß an Erfahrung, dass vorhanden sein muss, um solche Nachweise durchführen und auch auswerten zu können.

8.5 Brandschutztechnische Maßnahmen

Grundsätzlich können Stahlverbundkonstruktion in Hinblick auf den Brandschutz, je nach Ausführung, auch als reine Stahlbeton oder Stahlbauteile betrachtet werden. In diesen Fällen gelten die bewehrten Technische Regeln und Ausführungsvarianten entsprechend.

Für den Stahlbau sind das im wesentlichen Bekleidungen mit Wärmedämmplatten die entweder nach den Regeln der DIN EN 1993-1-2 konstruiert werden oder über Produkte die einen entsprechenden Verwendbarkeitsnachweis haben.

Eine weitere, häufig eingesetzte, Brandschutzlösung im Stahlbau sind sogenannten Intumeszierende Brandschutzbeschichtungen. Diese haben den Vorteil, dass die Stahlkonstruktion als Gestaltungselement weiterhin gut sichtbar ist und nicht hinter Kastenförmigen Wärmedämmplatten verschwindet. Ein wichtiger Punkt der bei der Wahl der Bauprodukte beachtet werden sollte ist die Belastung des Bauteils. Zugbeanspruchte Bauteile sind besonders zu betrachten und sollte nicht über 70% ausgelastet werden. Die genauen Randparameter sind den entsprechenden Zulassungen zu entnehmen.

Eine weitere, nicht ganz so häufig vorkommende, Möglichkeit sind Spritzputzbeschichtungen. Der Anwendungsbereich ist relativ klein da viele Architekten bei der gestalterischen Planung Stahlkonstruktionen mit einer Spritzputzbeschichtung nicht in Betracht ziehen. In anderen Ländern ist das jedoch anders. Dort kommt diese Systematik weitaus häufiger zum Einsatz.

Eine letzte, relativ neue Möglichkeit ist die Verzinkung von Stahlbauteilen. Forschungsergebnisse aus dem Jahr 2020 haben den positiven Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit im Brandfall nachgewiesen und kommen immer häufiger in Verbindung mit der Heißbemessung (Vereinfachte Bemessungsverfahren) zum Einsatz.

Falls Sie Fragen und Hilfe bei der Planung einer der genannten Brandschutztechnischen Maßnahmen brauchen melden Sie sich gerne bei [bauforumstahl e.V.](http://bauforumstahl.e.v) Dort wird Ihnen geholfen!

Copyright-Klausel mit Haftungsausschluss

© Copyright - Klausel

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Autoren, der Verlag und der Hersteller können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung übernehmen. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind daher ausgeschlossen. Für alle Hinweise und Verbesserungsvorschläge sind Herausgeber und Verlag stets dankbar. Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung von elektronischen Medien.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, besonders die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Bildentnahme, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Nachspeicherung und Auswertung von Datenverarbeitungsunterlagen, bleiben auch bei Verwendung von Teilen des Werkes, der Verlag vorbehalten. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind ausgeschlossen. Bei gewerblichen Zwecken dienender Vervielfältigung ist an den Verlag gemäß § 54 UrhG eine Vergütung zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

Herausgeber:

bauforumstahl e. V., Düsseldorf

Vertrieb:

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Düsseldorf