

Dr.-Ing. Markus Hauer
Prüfingenieur für Bautechnik VPI
Rastatter Str. 25
76199 Karlsruhe

DIN EN 1996-1-2/NA Mauerwerksbau Eurocode 6 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ für die Tragwerksbemessung im Brandfall nach dem vereinfachten Verfahren

Der Brandschutznachweis für Mauerwerksbauteile wird mit dem tabellarischen Verfahren nach DIN EN 1996-1-2/NA geführt: Im Anhang B [2] sind Tabellenwerte der Mindestabmessungen der Mauerwerksbauteile für die Einstufung in Feuerwiderstandsklassen angegeben. Für tragendes Mauerwerk erfolgt die Klassifizierung anhand des Ausnutzungsfaktors α_{fi} oder $\alpha_{6,fi}$.

Eine wesentliche Hürde bei der Nachweisführung stellt die Ermittlung des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ bei der Tragwerksbemessung im Brandfall dar. In dieser Tech-News wird im Abschnitt 1 der Hintergrund für die erforderliche Unterscheidung in Ausnutzungsfaktor α_{fi} und $\alpha_{6,fi}$ erläutert. Im Abschnitt 2 wird das Rechenverfahren für $\alpha_{6,fi}$ behandelt. Rechenbeispiele sind im Abschnitt 3 zusammengestellt. Zahlenwerte für einen Grenzwert $\alpha_{6,fi,lim}$ werden für das vereinfachte Verfahren im Abschnitt 4 in Diagrammen und im Abschnitt 5 in Tabellen zusammengefasst.

1. Ausnutzungsfaktor α_{fi} und $\alpha_{6,fi}$ für die Tragwerksbemessung im Brandfall

Im Mauerwerksbau erfolgt die Tragwerksbemessung im Brandfall ausschließlich mit tabellarischen Daten. Der Nachweis der Feuerwiderstandsklasse erfolgt durch Vergleich mit Tabellenwerten für Mindestwanddicke t_F bzw. Mindestwandlänge l_F . Für tragende Mauerwerksbauteile ist die Feuerwiderstandsklasse abhängig vom Ausnutzungsfaktor α_{fi} bzw. $\alpha_{6,fi}$ in Tabellen angegeben.

1.1 Ausnutzungsfaktor α_{fi}

Nur für einen Teil der Baustoffe sind Tabellenwerte für den Ausnutzungsfaktor

$\alpha_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$ verfügbar. Bei einer Bemessung nach Eurocode 6 vereinfachtes Verfahren

kann die Mindestwanddicke für die Brandschutzbemessung für Kalksandsteinmauerwerk in Abhängigkeit von α_{fi} aus Tabellen [2] abgelesen werden. In der Tabelle 1.1 ist eine Übersicht über die für Kalksandsteinmauerwerk verfügbaren Tabellen des nationalen Anhangs zusammengestellt. Weiterhin wird der Ausnutzungsfaktor α_{fi} auch in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, z.B. für Ziegelmauerwerk, verwendet.

Tabelle DIN EN 1996-1-2	Anwendbar für
Tabelle NA.B.2.2 Kalksandstein-Mauerwerk Mindestdicke tragender, raumabschließender 1schaliger Wände (Kriterium REI) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen	Kalksandstein-Mauerwerk aus Voll- und Block- steinen (auch als Plan- oder Fasansteine) sowie Planelemente unter Verwendung von Normalmauermörtel und Dünnbettmörtel
Tabelle NA.B.2.3 Kalksandstein-Mauerwerk Mindestdicke tragender, nichtraumabschlie- ßender 1schaliger Wände, Länge $\geq 1,0$ m, (Kriterium R) zur Einstufung in Feuerwider- standsklassen	Kalksandstein-Mauerwerk aus Plansteinen, Fasansteine, Planelemente unter Verwendung von Dünnbettmörtel
Tabelle NA.B.2.4 Kalksandstein-Mauerwerk Mindestdicke tragender, nichtraumabschlie- ßender 1schaliger Wände, Länge $< 1,0$ m, (Kriterium R) zur Einstufung in Feuerwider- standsklassen	Kalksandstein-Mauerwerk aus Planelementen mit Dünnbettmörtel

Tabelle 1.1: Übersicht über das Rechenverfahren α_{fi} für Kalksandstein-Mauerwerk

1.2 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$

In der Tragwerksbemessung für den Brandfall im nationalen Anhang DIN EN 1996 [2] wird ein Verfahren verwendet, bei dem auf den Ausnutzungsfaktor α_2 von DIN 4102-4 [10] Bezug genommen wird. Dies erlaubt, die bisherige Klassifizierung aus DIN 4102-4 in den nationalen Anhang des Eurocodes zu übertragen, ohne dass gesonderte zusätzliche Brandversuche durchgeführt werden. Allerdings ergibt sich in diesem Verfahren systemimmanent für Mauerwerksbauteile, an die eine Anforderung in Bezug auf Brandwiderstandsdauer gestellt wird, eine Beschränkung auf die Tragfähigkeit auf das Beanspruchungsniveau nach DIN 1053-1 [11].

Für folgende Baustoffe ist als Eingangswert für die brandschutztechnische Klassifizierung der tragenden Bauteile der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ anzuwenden:

- Ziegelmauerwerk aus Vollziegel oder Hochlochziegel nach DIN EN 771-1
- Kalksandstein Loch- und Hohlblocksteine mit Normalmörtel
- Betonstein-Mauerwerk nach DIN EN 771-3
- Porenbetonstein-Mauerwerk nach DIN EN 771-4

Weiterhin ist auch für Kalksandsteinmauerwerk der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ anzuwenden, wenn die Mindestwanddicke aufgrund von geringer Lastausnutzung gegenüber dem für $\alpha_{fi} = 0,70$ vorgegebenen Mindestwert reduziert werden soll.

Die Berechnung für den Brandschutznachweis ist auch im vereinfachten Verfahren aufgrund des Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ sehr rechenaufwändig. In dieser Tech-News werden daher Tabellenwerte zusammengestellt mit denen die Tragwerksbemessung im Brandfall durchgeführt werden kann.

2. Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ im vereinfachten Verfahren

2.1 Verwendete Formelzeichen

2.1.1 Formelzeichen DIN EN 1996-1-2/NA

Es werden in DIN EN 1996-1-2/NA [2] folgende Formelzeichen verwendet:

$\alpha_{6,fi}$	Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach DIN EN 1996-1-2/NA Für $10 \leq \frac{h_{ef}}{t} \leq 25$: $\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{N_{Ed,fi}}{l * t * \frac{f_k}{k_0} * \left(1 - 2 * \frac{e_{mk,fi}}{t}\right)}$ (NA.1) Für $\frac{h_{ef}}{t} \leq 10$: $\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{N_{Ed,fi}}{l * t * \frac{f_k}{k_0} * \left(1 - 2 * \frac{e_{mk,fi}}{t}\right)}$ (NA.2)
α_{fi}	Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach DIN EN 1996-1-2/NA Gleichung NA.3 $\alpha_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$
$N_{Ed,fi}$	der Bemessungswert der Normalkraft (Einwirkung) im Brandfall Es darf $N_{Ed,fi} = \eta_{fi} * N_{Ed}$ angenommen werden.
η_{fi}	der Reduktionsfaktor für den Bemessungswert der Einwirkungen im Brandfall; ohne genaueren Nachweis gilt $\eta_{fi} = 0,70$
N_{Rd}	der Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstandes nach DIN EN 1996-1-1/NA bzw. DIN EN 1996-3/NA
ω	ein Anpassungsfaktor an die verschiedenen Steinarten auf der Grundlage von Brandprüfungen nach Tabelle NA.1
l	die Wandlänge
t	die Dicke der Wand
f_k	die charakteristische Druckfestigkeit des Mauerwerks
k_0	ein Faktor zur Berücksichtigung von Wandquerschnitten kleiner als 0,1 m ² mit $k_0 = 1,25$; sonst gilt $k_0 = 1,0$.
$e_{mk,fi}$	die planmäßige Ausmitte von $N_{Ed,fi}$ in halber Geschosshöhe unter Berücksichtigung des Kriecheinflusses nach DIN EN 1996-1-1:2013-02, Gleichung (6.6); bei Bemessung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA darf bei vollständig aufliegender Decke $e_{mk,fi}$ zu Null gesetzt werden
h_{ef}	die Knicklänge der Wand

2.1.2 Formelzeichen oberer Grenzwert für Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$

In dieser Tech-News wird im Abschnitt 4 und Abschnitt 5 der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ als oberer Grenzwert verwendet für den Anwendungsfall der voller Ausnutzung in der Kaltbemessung, d.h. der Bemessungswert der Einwirkung entspricht genau dem Bemessungswert des Tragwiderstandes ($n_{Ed} = n_{Rd}$).

Es handelt sich bei dem Grenzwert $\alpha_{6,fi,lim}$ lediglich um eine Rechengröße, um das Nachweisverfahren zu vereinfachen. Empfohlen wird, den Grenzwert $\alpha_{6,fi,lim}$ lediglich als Hilfswert zu verwenden und weiterhin eine Materialausnutzung von 80 % nicht zu überschreiten, wie in [8] empfohlen.

2.2 Der Anpassungsfaktor ω

Der Anpassungsfaktor ω ist gemäß [7] wie folgt definiert:

$$\omega = 0,7 * \frac{f_k}{\sigma_0}$$

Der Anpassungsfaktor für die jeweilige Stein-Mörtel-Kombination beinhaltet den Quotienten von

- charakteristischer Festigkeit f_k nach DIN EN 1996-1-1 bzw. DIN EN 1996-3 und
- dem Grundwert der zulässigen Spannung σ_0 nach DIN 1053-1

multipliziert mit dem Faktor 0,7.

Der Anpassungsfaktor ist im nationalen Anhang DIN EN 1996-1-2/NA für die Stein-Mörtelkombinationen in Tabelle NA.1 angegeben.

Zeile	Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01	ω	
1	Hochlochziegel HLzA, HLzB Mauertafelziegel T1 Kalksand-Loch- und Hohlblocksteine	NM	NA.4 NA.D.1	2,2	
2	Hochlochziegel HLzW Mauertafelziegel T2, T3, T4	NM	NA.5 NA.D.2	1,8	
3.1	Vollziegel Kalksand-Voll- und Blocksteine	NM	NA.6 NA.D.3	NM II	3,3
3.2				NM IIa	3,0
3.3				NM III, IIIa	2,6
4	Kalksand-Plansteine Kalksand-Planelemente	DM	NA.7 NA.D.4	2,2 ^a	
5	Mauerziegel Kalksandsteine	LM	NA.8 NA.D.5	2,2	
6.1	Leichtbeton- und Betonsteine	NM	NA.9 NA.D.6	Hbl, Hbn	2,1
6.2				V, Vbl	2,5
6.3				Vn, Vbn, Vm, Vmb	2,8
7	Leichtbeton-Vollblöcke mit Schlitzen Vbl S, Vbl SW	NM	NA.9 NA.D.7	2,2	
8	Leichtbeton-Voll- und Lochsteine	LM	NA.9 NA.D.8	2,2 ^b	
9	Porenbetonsteine	DM	NA.10 NA.D.9	2,1	
a Bei Planelementen und Plan-Vollsteinen der Steindruckfestigkeitsklassen ≥ 28 ist $\omega = 2,6$.					
b Bei Leichtbeton-Voll- und Lochsteinen der Steindruckfestigkeitsklassen 6 und 8 und Leichtmauermörtel LM 21 ist $\omega = 3,0$.					

Anpassungsfaktor ω in Abhängigkeit der verwendeten Stein-Mörtel-Kombination (Tabelle NA.1 aus [2])

2.3 Klasseneinteilung für $\alpha_{6,fi}$

Zielsetzung des Rechenverfahrens ist die Bezugnahme auf die Zahlenwerte aus DIN 4102-4 [10], Ausgabe 1994. Es werden daher die Klasseneinteilungen für Ausnutzung in der Abstufung $\alpha_2 = 0,2$ sowie $\alpha_2 = 0,6$ und $\alpha_2 = 1,0$ verwendet, jedoch die Eingangswerte neu skaliert mit 0,70:

Wegen $N_{Ed,fi} = 0,7 * N_{Rd}$ ergibt sich für die Klasseneinteilung des Ausnutzungsfaktors

$$\alpha_{6,fi} = 0,7 * 0,2 = 0,14$$

$$\alpha_{6,fi} = 0,7 * 0,6 = 0,42$$

$$\alpha_{6,fi} = 0,7 * 1,0 = 0,70$$

Die Mindestwanddicken für die Nachweise mit $\alpha_{6,fi}$ [2] entsprechen den Mindestwanddicken aus DIN 4102-4, Ausgabe 1994 [10].

2.4 Vereinfachung für die Ausmitte $\frac{e_{mk,fi}}{t}$ im vereinfachten Verfahren.

2.4.1 Klassifizierung mit $\alpha_{6,fi}$ im vereinfachten Verfahren bei voller Deckenauflagerung ($a/t = 1,0$)

Bei vollständig aufliegender Decke darf im vereinfachten Verfahren die planmäßige Ausmitte $e_{mk,fi}$ zu Null gesetzt werden (siehe hierzu [2], Seite 8). Man erhält dann:

$$\text{Für } 10 \leq \frac{h_{ef}}{t} \leq 25$$

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{N_{Ed,fi}}{l * t * \frac{f_k}{k_0}}$$

$$\text{Für } \frac{h_{ef}}{t} \leq 10$$

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{N_{Ed,fi}}{l * t * \frac{f_k}{k_0}}$$

2.4.2 Klassifizierung mit $\alpha_{6,fi}$ im vereinfachten Verfahren bei teilweiser Deckenauflagerung ($a/t < 1,0$)

Bei teilweise aufliegender Decke darf im vereinfachten Verfahren die Ausmitte $\frac{e_{mk,fi}}{t}$ wie folgt berücksichtigt werden (siehe [8] bzw. allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, z.B. [12], Abschnitt 3.6.3): $\left(1 - 2 * \frac{e_{mk,fi}}{t}\right) = \frac{a}{t}$

Man erhält dann:

$$\text{Für } 10 \leq \frac{h_{ef}}{t} \leq 25$$

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{N_{Ed,fi}}{l * t * \frac{f_k}{k_0} * \frac{a}{t}}$$

$$\text{Für } \frac{h_{ef}}{t} \leq 10$$

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{N_{Ed,fi}}{l * t * \frac{f_k}{k_0} * \frac{a}{t}}$$

3. Rechenbeispiele

3.1 Rechenbeispiel 1, Innenwand KSL

Innenwand als Zwischenaufleger einer Stahlbetondecke mit voll aufliegender Decke

$a/t = 1,0$

Kalksand-Lochstein

Steinfestigkeitsklasse 12 / Normalmörtel NM II

$f_k = 3,9 \text{ MN/m}^2$

Lichte Geschosshöhe 2,75 m

Wanddicke $t = 17,5 \text{ cm}$

vorhanden $N_{Ed} = 269 \text{ kN/m}$

Klassifizierung für R90 gesucht.

Abminderung der Knickhöhe bei voll auf liegender Stahlbetondecke

$h_{ef} = 0,75 * 2,75 \text{ m} = 2,06 \text{ m}$

$h_{ef} / t = 2,06 / 0,175 = 11,8$

aus Tabelle NA.1, Zeile 2: $\omega = 2,2$

Wand: $k_0 = 1,0$

Die Bemessungswert der Normalkraft im Brandfall (bezogen auf die Wandlänge) beträgt:

$n_{Ed,fi} = 0,7 * 269 = 188 \text{ kN/m} = 0,188 \text{ MN/m}$

$$\alpha_{6,fi} = 2,2 * \frac{15}{25 - 11,8} * \frac{0,188}{0,175 * \frac{3,9}{1,0}} = 0,69 \leq 0,7$$

Aus Tabelle NA.B.2.3 Zeile 1.3 [2] abgelesen: Mindestwanddicke $t_F = 140 \text{ mm}$

Vorhanden $t = 175 \text{ mm} > \text{Mindestwanddicke } t_F$

Feuerwiderstandsdauer R90 nachgewiesen.

3.2 Rechenbeispiel 2, Innenwand KSL

Innenwand als Zwischenaufleger einer Stahlbetondecke mit voll aufliegender Decke

$a/t = 1,0$

Kalksand Lochstein

Steinfestigkeitsklasse 12 / Normalmörtel NM II

$f_k = 3,9 \text{ MN/m}^2$

Lichte Geschosshöhe 2,75 m

Wanddicke $t = 15 \text{ cm}$

vorhanden $n_{Ed} = 210 \text{ kN/m}$

Klassifizierung für R30 gesucht.

Abminderung der Knickhöhe bei voll auf liegender Stahlbetondecke

$h_{ef} = 0,75 * 2,75 \text{ m} = 2,06 \text{ m}$

$h_{ef} / t = 2,06 / 0,15 = 13,7$

aus Tabelle NA.1, Zeile 1: $\omega = 2,2$

Wand: $k_0 = 1,0$

Copyright Landesvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik in Baden-Württemberg e.V.

Trotz sorgfältiger Zusammenstellung der Informationen und Texte kann für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine

Haftung von der Landesvereinigung und deren Autoren übernommen werden.

Die Bemessungswert der Normalkraft im Brandfall (bezogen auf die Wandlänge) beträgt:
 $n_{Ed,fi} = 0,7 * 210 = 147 \text{ kN/m} = 0,147 \text{ MN/m}$

$$\alpha_{6,fi} = 2,2 * \frac{15}{25 - 13,7} * \frac{0,147}{0,15 * \frac{3,9}{1,0}} = 0,73 > 0,7$$

Für die Einwirkung $n_{Ed} = 210 \text{ kN/m}$ ist der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ größer als der maximal zulässige Wert von 0,70.

Eine brandschutztechnische Klassifizierung für diese Einwirkung ist daher nicht mehr möglich.

Es kann rechnerisch maximal $n_{Ed,fi} = 147 \text{ kN} * 0,70 / 0,73 = 141 \text{ kN/m}$ nachgewiesen werden. Dies entspricht $n_{Ed} = n_{Ed,fi} / \mu_{fi} = 141 \text{ kN/m} / 0,70 = 201 \text{ kN/m}$

3.3 Rechenbeispiel Endauflager Porenbetonmauerwerk

Außenwand als Endauflager einer Stahlbetondecke mit teilauf liegender Decke $a/t = 2/3$

Porenbetonplansteine PP 4

Steinfestigkeitsklasse 4 / Dünnbettmörtel

$f_k = 3,0 \text{ MN/m}^2$

Lichte Geschosshöhe 2,75 m

Wanddicke $t=36,5 \text{ cm}$

Auflagertiefe $a=24,0 \text{ cm}$

vorhanden $n_{Ed} = 312 \text{ kN/m}$

Klassifizierung für R30 gesucht.

$h_{ef} = 1,0 * 2,75 \text{ m} = 2,75 \text{ m}$

$h_{ef} / t = 2,75 / 0,365 = 7,5$

aus Tabelle NA.1, Zeile 3.1: $\omega = 2,1$

Wand: $k_0 = 1,0$

Rohdichteklasse $\geq 0,40$

$a/t = 240 / 365$

Die Bemessungswert der Normalkraft im Brandfall (bezogen auf die Wandlänge) beträgt:

$n_{Ed,fi} = 0,7 * 312 = 218 \text{ kN/m} = 0,218 \text{ MN/m}$

$$\alpha_{6,fi} = 2,1 * \frac{0,218}{0,365 * \frac{3,0}{1,0} * \frac{240}{365}} = 0,636 \leq 0,7$$

Aus Tabelle NA.B.4.3 Zeile 1.3 [2] abgelesen: Mindestwanddicke $t_F = 140 \text{ mm}$

Vorhanden $t = 365 \text{ mm} > \text{Mindestwanddicke } t_F$

Feuerwiderstandsklasse R30 nachgewiesen.

4. Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ für den Grenzfall $n_{Ed} = n_{Rd}$

Wesentlicher Nachteil der Tragwerksbemessung im Brandfall mit dem Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ ist die auf das Bauteil bezogene Zahlenrechnung mit $N_{Ed,fi}$, Wandlänge l , Knicklänge h_{ef} , Wanddicke t , charakteristische Mauerwerksfestigkeit f_k und Ausmitte $e_{mk,fi}$. Es wird daher hier für den Grenzfall, dass der Bemessungswert der Einwirkungen n_{Ed} dem Bemessungswert des Tragwiderstandes n_{Rd} entspricht, der obere Grenzwert für $\alpha_{6,fi}$ ermittelt und im Folgenden als $\alpha_{6,fi,lim}$ bezeichnet.

Nachfolgend wird gezeigt, dass sich die Ermittlung des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ wesentlich einfacher darstellt, wenn die Normalkraft auf die Länge bezogen wird. Es wird daher statt N_{Ed} die auf die Länge gezogene Normalkraft $n_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{l}$ verwendet.

Die nachfolgende Berechnung wird für Wände zusammengestellt. Wandpfeiler werden hier nicht betrachtet. Es darf daher nachfolgend jeweils $k_0 = 1,0$ eingesetzt werden.

Die Zahlenrechnung und Diagramme gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk.

4.1 Rechnerische Ermittlung Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$

4.1.1 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $h_{ef}/t > 10$

Es ergibt sich dann:

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{n_{Ed,fi}}{t * f_k * \frac{a}{t}}$$

Wegen $n_{Rd} = \Phi_s * f_d * t$ und $f_d = 0,85 * \frac{f_k}{\gamma_M}$ darf man schreiben:

$$n_{Rd} = \Phi_s * 0,85 * \frac{f_k * t}{\gamma_M}$$

Umgestellt nach $f_k * t$ ergibt sich:

$$f_k * t = \frac{n_{Rd}}{\Phi_s * 0,85 * \frac{1}{\gamma_M}}$$

In die Nachweisgleichung für $\alpha_{6,fi}$ eingesetzt:

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{n_{Ed,fi}}{\Phi_s * 0,85 * \frac{1}{\gamma_M} * \frac{a}{t}}$$

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{\Phi_s * 0,85 * n_{Ed,fi}}{\frac{a}{t} * \gamma_M * n_{Rd}}$$

Man erhält somit

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{\Phi_s * 0,85}{\frac{a}{t} * \gamma_M} * \frac{n_{Ed,fi}}{n_{Rd}}$$

Mit $\alpha_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$ erhält man den rechnerischen Zusammenhang zwischen $\alpha_{6,fi}$ und α_{fi} wie folgt:

$$\alpha_{6,fi} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{\Phi_s * 0,85}{\frac{a}{t} * \gamma_M} * \alpha_{fi}$$

Für die Ermittlung von $\alpha_{6,fi}$ ist der Anpassungsfaktor ω , die Ausnutzung α_{fi} sowie die Bemessungsparameter des vereinfachten Verfahrens ($\Phi_s, \frac{h_{ef}}{t}, \frac{a}{t}, \gamma_M$) erforderlich.

Um gesonderte Zahlenrechnungen zu vermeiden, wird hier nun der obere Grenzwert für $\alpha_{6,fi}$ bestimmt, der sich für $n_{Ed,fi} = 0,7 * n_{Rd}$ ergibt wie folgt:

$$\alpha_{6,fi,lim} = \omega * \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} * \frac{\Phi_s * 0,85}{\frac{a}{t} * \gamma_M} * 0,7$$

Für vorgegebene Werte von ω, h_{ef}, t, a und γ_M ergeben sich jeweils konkrete Zahlenwerte für Φ und $\alpha_{6,fi,lim}$.

Der Ausnutzungsfaktor im Brandfall kann dann wie folgt bestimmt werden:

$$\alpha_{6,fi} = \alpha_{6,fi,lim} * \frac{n_{Ed}}{n_{Rd}}$$

4.1.2 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $h_{ef}/t < 10$

Die im Abschnitt 4.1 dargestellte Umformung angewendet auf $h_{ef}/t < 10$ ergibt:

$$\alpha_{6,fi,lim} = \omega * \frac{\Phi_s * 0,85}{\frac{a}{t} * \gamma_M} * 0,7$$

Die im Abschnitt 4 zusammengestellten Gleichungen sind für eine Handrechnung nur umständlich nutzbar. Mit den Gleichungen aus Abschnitt 4 kann jedoch der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ in Abhängigkeit von der Schlankheit h_{ef}/t grafisch dargestellt werden. Weiterhin werden die hier entwickelten Gleichungen im Abschnitt 5 verwendet, um für ausgewählte lichte Wandhöhen und Wanddicken den Grenzwert $\alpha_{6,fi,lim}$ für das vereinfachte Verfahren zusammenzustellen.

4.2 Ausnutzungsfaktor für zweiseitig gehaltene Wand als Zwischenaufleger

Der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ ist für Wände als Zwischenaufleger im Diagramm 4.1 in Abhängigkeit von der Schlankheit h_{ef}/t grafisch dargestellt. Verwendet wurden die Gleichungen aus Abschnitt 4.1.1 und 4.1.2, wobei berücksichtigt wurde:

- Die Deckenaufлагertiefe a entspricht der Wanddicke t und damit $a/t = 1$,
- Für den Abminderungsbeiwert wird wegen der zweiseitigen Lagerung eingesetzt:

$$\Phi_s = 0,85 * \left(\frac{a}{t}\right) - 0,0011 * \left(\frac{h_{ef}}{t}\right)^2$$

Aus dem Diagramm lässt sich entnehmen:

- Für Mauerwerk mit $\omega=1,8$ und Schlankheit $h_{ef}/t < 16,7$ gilt $\alpha_{6,fi,lim} \leq 0,70$
- Für Mauerwerk mit $\omega=2,1$ und Schlankheit $h_{ef}/t < 13,2$ gilt $\alpha_{6,fi,lim} \leq 0,70$
- Für Mauerwerk mit $\omega=2,2$ und Schlankheit $6,2 < h_{ef}/t < 12$ gilt $\alpha_{6,fi,lim} \leq 0,70$
- Für Mauerwerk mit $\omega > 2,5$ ist $\alpha_{6,fi,lim} > 0,70$

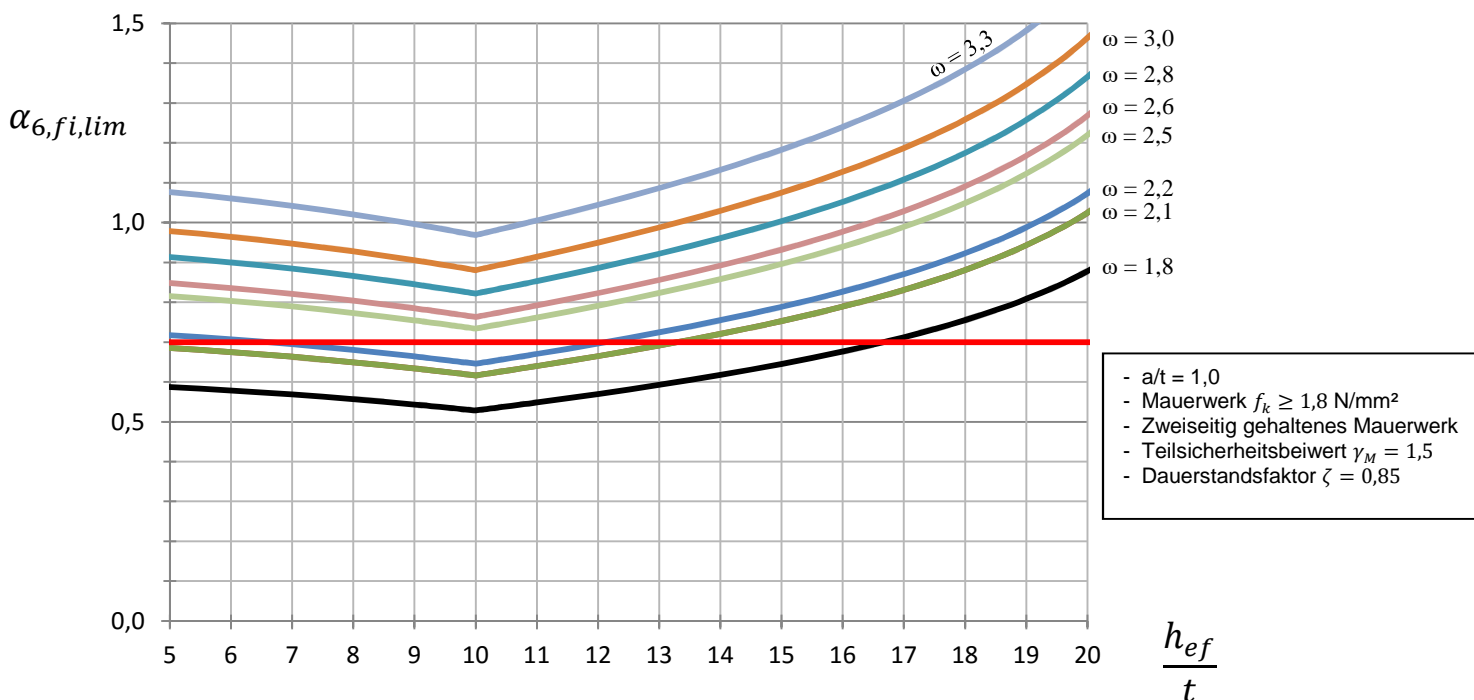


Abbildung 4.1: Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für zweiseitig gehaltene Mauerwerkswand als Zwischenaufleger ($a/t=1,0$) für Schlankheiten $5 \leq h_{ef}/t \leq 20$

4.3 Ausnutzungsfaktor für zweiseitig gehaltene Wand als Endauflager mit $a/t=1,0$ und Deckenspannweite $l_f \leq 4,5 \text{ m}$

Bei Endauflagern ist zusätzlich zum Abminderungsbeiwert Φ_2 auch der Einfluss aus dem Deckendrehwinkel mit dem Abminderungsbeiwert $\Phi_1 = 1,6 - \frac{l_f}{6}$ zu überprüfen. Für kurze Deckenspannweiten mit $l_f \leq 4,5 \text{ m}$ und Mauerwerksfestigkeit $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$ ist jedoch stets Φ_2 maßgebend. Der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für Endauflager stimmt in diesem Fall mit Ausnutzungsfaktor der Mauerwerkswand als Zwischenaufleger überein. Es gilt daher ebenfalls das Diagramm 4.1.

Copyright Landesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik in Baden-Württemberg e.V.

Trotz sorgfältiger Zusammenstellung der Informationen und Texte kann für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung von der Landesvereinigung und deren Autoren übernommen werden.

4.3 Ausnutzungsfaktor für zweiseitig gehaltene Wand als Endauflager mit $a/t=1,0$ und Deckenspannweite $l_f = 6,0 \text{ m}$

Der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ ist für Wände als Endauflager im Diagramm 4.2 in Abhängigkeit von der Schlankheit h_{ef}/t grafisch dargestellt. Verwendet wurden die Gleichungen aus Abschnitt 4.1.1 und 4.1.2, wobei berücksichtigt wurde:

- Die Deckenauflagertiefe a entspricht der Wanddicke t und damit $a/t = 1$,
- Mauerwerksfestigkeit $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Für den Abminderungsbeiwert wird wegen der zweiseitigen Lagerung eingesetzt:

$$\Phi_s = \min \left[\begin{array}{l} 1,6 - \frac{l_f}{6} \\ 0,85 * \left(\frac{a}{t}\right) - 0,0011 * \left(\frac{h_{ef}}{t}\right)^2 \end{array} \right]$$

- Deckenspannweite $l_f = 6,0 \text{ m}$

Aus dem Diagramm lässt sich entnehmen:

- Für Mauerwerk mit $\omega < 2,8$ und Schlankheit $h_{ef}/t < 10,5$ gilt $\alpha_{6,fi,lim} \leq 0,70$

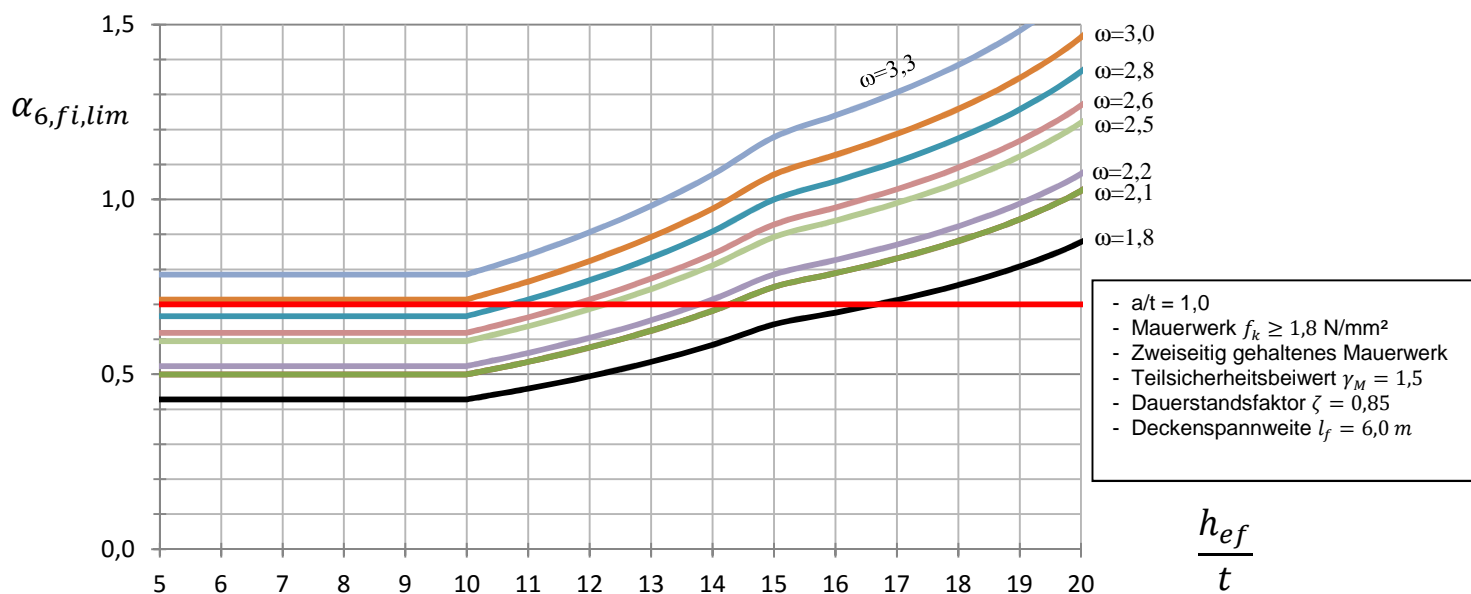


Abbildung 4.2: Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für zweiseitig gehaltene Mauerwerkswand als Endauflager ($a/t=1,0$) für Schlankheiten $5 \leq h_{ef} / t \leq 20$ und Deckenspannweite $l_f = 6,0 \text{ m}$

4.4 Ausnutzungsfaktor für zweiseitig gehaltene Wand als Endauflager mit $a/t=2/3$

Der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ ist für Wände als Endauflager im Diagramm 4.3 in Abhängigkeit von der Schlankheit h_{ef}/t grafisch dargestellt. Verwendet wurden die Gleichungen aus Abschnitt 4.1.1 und 4.1.2, wobei berücksichtigt wurde:

- Die Deckenauflagertiefe a entspricht $2/3$ der Wanddicke t und damit $a/t = 2/3$,
- Mauerwerksfestigkeit $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Für den Abminderungsbeiwert wird wegen der zweiseitigen Lagerung eingesetzt:

$$\Phi_s = \min \left[\begin{array}{l} 1,6 - \frac{l_f}{6} \\ 0,85 * \left(\frac{a}{t}\right) - 0,0011 * \left(\frac{h_{ef}}{t}\right)^2 \end{array} \right]$$

- Deckenspannweite $l_f \leq 6,0 \text{ m}$

Aus dem Diagramm lässt sich entnehmen:

- Für Mauerwerk mit $\omega < 2,2$ und Schlankheit $h_{ef}/t > 5,5$ gilt $\alpha_{6,fi,lim} \leq 0,70$

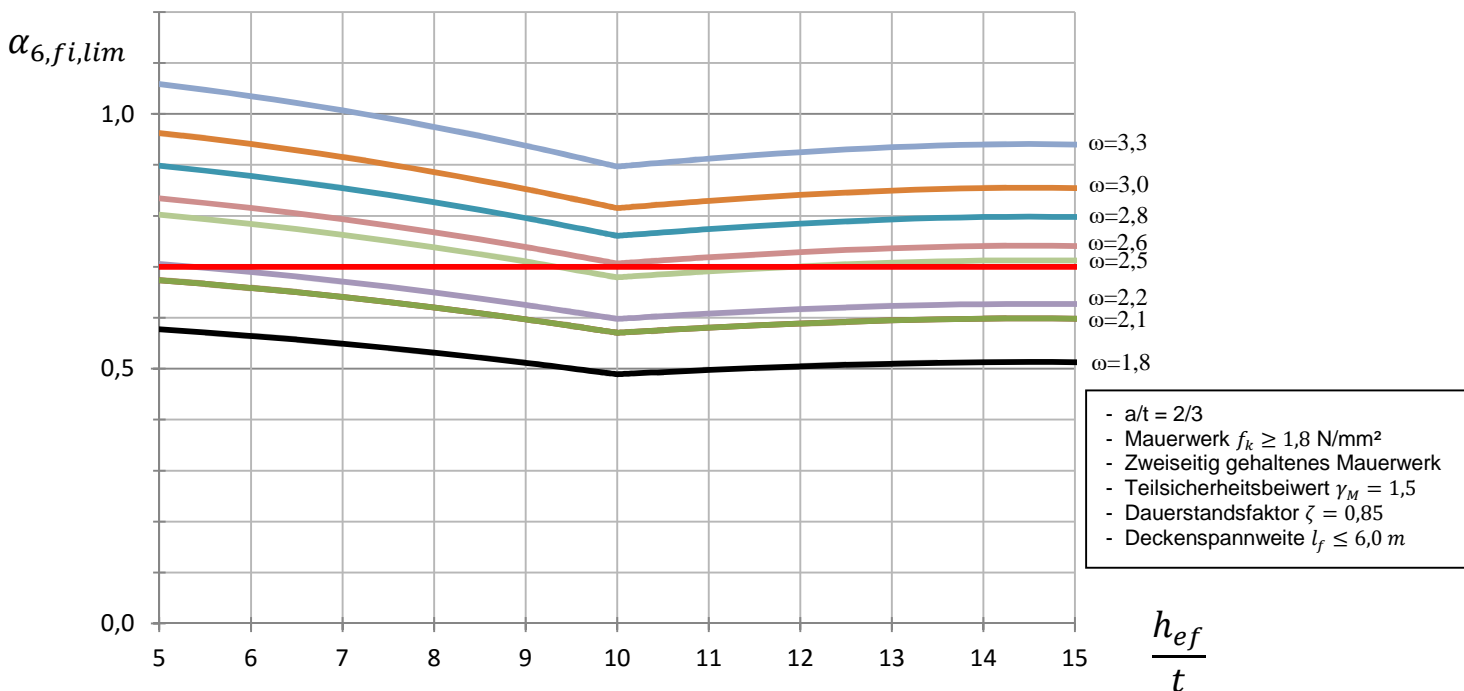


Abbildung 4.3: Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für zweiseitig gehaltene Mauerwerkswand als Endauflager mit teilweiser Deckenauflagerung $a/t=2/3$ für Schlankheiten $5 \leq h_{ef}/t \leq 15$

5 Tafelwerte für den Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$

In den Abschnitten 5.1 bis 5.8 sind die Werte für $\alpha_{6,fi,lim}$ in Tabellen in Abhängigkeit von ω zusammengefasst. Hierbei wurde die Tabellenstruktur von Graubner [9], Tafel 7.20 übernommen und jeweils $\alpha_{6,fi,lim}$ bestimmt für $n_{Ed} = n_{Rd}$.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

Sofern der Tafelwert größer als 0,70 ausgewiesen ist, ist eine brandschutztechnische Klassifizierung mit dem Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ nur dann möglich, wenn der Bemessungswert der Einwirkung wie folgt begrenzt wird:

z.B. Tafelwert $\alpha_{6,fi} = 0,865$, dann $n_{Ed} \leq 0,70 / 0,865 * n_{Rd}$

5.1 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 1,8$

Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01	ω
Hochlochziegel HLzW Mauertafelziegel T2, T3, T4	NM	NA.5 NA.D.2	1,8

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$													
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager										
			Geschossdecke				Dachdecke						
			vollaufliegende Decke a/t = 1,0				a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0	a/t = 2/3	a/t = 1/2		
			Deckenspannweite l_f [m]										
			≤ 6,0	≤ 4,5	5,0	5,5	6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	
2,50	11,5	0,680	0,680				-	-	0,397	-	-		
	15,0	0,575	0,575			0,514	0,499	-	0,282	0,499	-		
	17,5	0,537	0,537		0,507	0,446	0,499	-	0,249	0,499	-		
	20,0	0,550	0,550		0,529	0,467	0,499	-	0,254	0,420	-		
	24,0	0,536	0,536		0,483	0,425	0,486	0,443	0,236	0,365	0,443		
	30,0	0,550	0,550	0,546	0,487	0,428	0,523	0,496	0,235	0,353	0,470		
	36,5	0,570	0,570	0,545	0,487	0,428	0,549	0,532	0,235	0,352	0,469		
	42,5	0,578	0,578	0,546	0,486	0,427	0,565	0,551	0,237	0,356	0,474		
	49,0	0,586	0,586	0,545	0,486	0,427	0,575	0,566	0,237	0,355	0,473		
2,75	11,5	0,744	0,744				-	-	0,488	-	-		
	15,0	0,605	0,605			0,571	0,454	-	0,314	0,454	-		
	17,5	0,564	0,564		0,548	0,482	0,506	-	0,270	0,506	-		
	20,0	0,576	0,576		0,576	0,509	0,504	-	0,277	0,466	-		
	24,0	0,531	0,531		0,493	0,434	0,497	0,442	0,241	0,393	0,442		
	30,0	0,538	0,538		0,487	0,428	0,504	0,470	0,235	0,353	0,470		
	36,5	0,559	0,559	0,545	0,487	0,428	0,539	0,511	0,235	0,352	0,469		
	42,5	0,572	0,572	0,546	0,486	0,427	0,556	0,540	0,237	0,356	0,474		
	49,0	0,581	0,581	0,545	0,486	0,427	0,567	0,555	0,237	0,355	0,473		
3,00	24,0	0,550							0,258				
	30,0	0,525	0,525		0,487	0,428	0,485	0,445	0,235	0,353	0,445		
	36,0	0,560	0,560	0,553	0,494	0,434	0,530	0,504	0,238	0,357	0,476		
	42,5	0,566	0,566	0,546	0,486	0,427	0,547	0,528	0,237	0,356	0,474		
	49,0	0,576	0,576	0,545	0,486	0,427	0,559	0,545	0,237	0,355	0,473		

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8$ N/mm²
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

5.2 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 2,1$

Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01		ω
Leichtbeton- und Betonsteine	NM	NA.9 NA.D.6	Hbl, Hbn	2,1
Porenbetonsteine	DM	NA.10 NA.D.9		2,1

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$											
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager								
			Geschossdecke					Dachdecke			
			vollaufliegende Decke a/t = 1,0		a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0	a/t = 2/3	a/t = 1/2		
			Deckenspannweite l_f [m]								
			≤ 6,0	≤ 4,5	5,0	5,5	6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	
2,50	11,5	0,794	0,794				-	-	0,463	-	-
	15,0	0,670	0,670			0,600	0,582	-	0,329	0,582	-
	17,5	0,626	0,626		0,591	0,520	0,582	-	0,291	0,582	-
	20,0	0,641	0,641		0,617	0,545	0,582	-	0,297	0,490	-
	24,0	0,625	0,625		0,564	0,496	0,567	0,517	0,276	0,425	0,517
	30,0	0,642	0,642	0,637	0,568	0,500	0,610	0,578	0,274	0,412	0,549
	36,5	0,665	0,665	0,636	0,568	0,499	0,640	0,620	0,274	0,411	0,548
	42,5	0,674	0,674	0,636	0,567	0,498	0,659	0,643	0,277	0,415	0,553
	49,0	0,684	0,684	0,636	0,567	0,498	0,671	0,660	0,276	0,414	0,552
2,75	11,5	0,868	0,868				-	-	0,570	-	-
	15,0	0,706	0,706			0,666	0,529	-	0,366	0,529	-
	17,5	0,658	0,658		0,639	0,563	0,590	-	0,315	0,590	-
	20,0	0,672	0,672		0,672	0,594	0,588	-	0,323	0,544	-
	24,0	0,619	0,619		0,575	0,507	0,580	0,516	0,281	0,458	0,516
	30,0	0,627	0,627		0,568	0,500	0,588	0,549	0,274	0,412	0,549
	36,5	0,652	0,652	0,636	0,568	0,499	0,628	0,596	0,274	0,411	0,548
	42,5	0,668	0,668	0,636	0,567	0,498	0,649	0,630	0,277	0,415	0,553
	49,0	0,678	0,678	0,636	0,567	0,498	0,662	0,648	0,276	0,414	0,552
3,00	24,0	0,641						0,301			
	30,0	0,613	0,613		0,568	0,500	0,566	0,519	0,274	0,412	0,519
	36,0	0,653	0,653	0,645	0,576	0,506	0,619	0,588	0,278	0,417	0,555
	42,5	0,661	0,661	0,636	0,567	0,498	0,638	0,616	0,277	0,415	0,553
	49,0	0,672	0,672	0,636	0,567	0,498	0,653	0,636	0,276	0,414	0,552

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

Copyright Landesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Bautechnik in Baden-Württemberg e.V.

Trotz sorgfältiger Zusammenstellung der Informationen und Texte kann für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung von der Landesvereinigung und deren Autoren übernommen werden.

5.3 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 2,2$

Zeile	Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01	ω
1	Hochlochziegel HLzA, HLzB Mauertafelziegel T1 Kalksand-Loch- und Hohlblocksteine	NM	NA.4, NA.D.1	2,2
4	Kalksand-Plansteine Kalksand-Planelemente	DM	NA.7, NA.D.4	2,2 ^a
5	Mauerziegel, Kalksandsteine	LM	NA.8, NA.D.5	2,2
7	Leichtbeton-Vollblöcke mit Schlitz S, Vbl SW	NM	NA.9, NA.D.7	2,2
8	Leichtbeton-Voll- und Lochsteine	LM	NA.9, NA.D.8	2,2 ^b

a Bei Planelementen und Plan-Vollsteinen der Steindruckfestigkeitsklassen ≥ 28 ist $\omega = 2,6$.
b Bei Leichtbeton-Voll- und Lochsteinen der Steindruckfestigkeitsklassen 6 und 8 und Leichtmauermörtel LM 21 ist $\omega = 3,0$.

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$											
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager								
			Geschossdecke				Dachdecke				
			vollaufliegende Decke a/t = 1,0		a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0		a/t = 2/3	a/t = 1/2	
			Deckenspannweite l_f [m]								
			$\leq 4,5$	5,0	5,5	6,0	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	
2,50	11,5	0,832	0,832				-	-	0,485	-	-
	15,0	0,702	0,702			0,628	0,610	-	0,345	0,610	-
	17,5	0,656	0,656		0,619	0,545	0,610	-	0,305	0,610	-
	20,0	0,672	0,672		0,647	0,571	0,610	-	0,311	0,513	-
	24,0	0,655	0,655		0,590	0,520	0,594	0,541	0,289	0,446	0,541
	30,0	0,672	0,672	0,667	0,595	0,524	0,639	0,606	0,287	0,431	0,575
	36,5	0,696	0,696	0,667	0,595	0,523	0,671	0,650	0,287	0,430	0,574
	42,5	0,707	0,707	0,667	0,594	0,522	0,690	0,674	0,290	0,435	0,580
	49,0	0,717	0,717	0,666	0,594	0,522	0,702	0,691	0,289	0,434	0,578
2,75	11,5	0,910	0,910				-	-	0,597	-	-
	15,0	0,739	0,739			0,698	0,554	-	0,383	0,554	-
	17,5	0,689	0,689		0,669	0,589	0,618	-	0,330	0,618	-
	20,0	0,704	0,704		0,704	0,622	0,616	-	0,338	0,570	-
	24,0	0,649	0,649		0,603	0,531	0,608	0,540	0,295	0,480	0,540
	30,0	0,657	0,657		0,595	0,524	0,616	0,575	0,287	0,431	0,575
	36,5	0,684	0,684	0,667	0,595	0,523	0,658	0,624	0,287	0,430	0,574
	42,5	0,699	0,699	0,667	0,594	0,522	0,679	0,659	0,290	0,435	0,580
	49,0	0,710	0,710	0,666	0,594	0,522	0,693	0,679	0,289	0,434	0,578
3,00	24,0	0,672							0,315		
	30,0	0,642	0,642		0,595	0,524	0,593	0,544	0,287	0,431	0,544
	36,0	0,684	0,684	0,676	0,603	0,530	0,648	0,616	0,291	0,436	0,582
	42,5	0,692	0,692	0,667	0,594	0,522	0,669	0,645	0,290	0,435	0,580
	49,0	0,704	0,704	0,666	0,594	0,522	0,684	0,666	0,289	0,434	0,578

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

Copyright Landesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Bautechnik in Baden-Württemberg e.V.

Trotz sorgfältiger Zusammenstellung der Informationen und Texte kann für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung von der Landesvereinigung und deren Autoren übernommen werden.

5.4 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 2,5$

Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01		ω
Leichtbeton- und Betonsteine	NM	NA.9 NA.D.6	V, Vbl	2,5

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$												
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager									
			Geschossdecke						Dachdecke			
			vollaufliegende Decke a/t = 1,0			a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0	a/t = 2/3	a/t = 1/2		
			Deckenspannweite l_f [m]									
			≤ 6,0	≤ 4,5	5,0	5,5	6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	
2,50	11,5	0,945	0,945				-	-	0,551	-	-	
	15,0	0,798	0,798			0,714	0,693	-	0,392	0,693	-	
	17,5	0,746	0,746		0,704	0,620	0,693	-	0,347	0,693	-	
	20,0	0,764	0,764		0,735	0,649	0,693	-	0,353	0,583	-	
	24,0	0,744	0,744		0,671	0,591	0,675	0,615	0,328	0,506	0,615	
	30,0	0,764	0,764	0,758	0,677	0,595	0,726	0,688	0,327	0,490	0,653	
	36,5	0,791	0,791	0,758	0,676	0,595	0,762	0,738	0,326	0,489	0,652	
	42,5	0,803	0,803	0,758	0,675	0,593	0,784	0,766	0,329	0,494	0,659	
	49,0	0,814	0,814	0,757	0,675	0,593	0,798	0,786	0,329	0,493	0,657	
2,75	11,5	1,034	1,034				-	-	0,678	-	-	
	15,0	0,840	0,840			0,793	0,630	-	0,436	0,630	-	
	17,5	0,783	0,783		0,761	0,670	0,703	-	0,375	0,703	-	
	20,0	0,800	0,800		0,800	0,707	0,700	-	0,385	0,648	-	
	24,0	0,737	0,737		0,685	0,603	0,691	0,614	0,335	0,545	0,614	
	30,0	0,747	0,747		0,677	0,595	0,700	0,653	0,327	0,490	0,653	
	36,5	0,777	0,777	0,758	0,676	0,595	0,748	0,710	0,326	0,489	0,652	
	42,5	0,795	0,795	0,758	0,675	0,593	0,772	0,749	0,329	0,494	0,659	
	49,0	0,807	0,807	0,757	0,675	0,593	0,788	0,771	0,329	0,493	0,657	
3,00	24,0	0,764							0,358			
	30,0	0,729	0,729			0,677	0,595	0,674	0,618	0,327	0,490	0,618
	36,0	0,778	0,778	0,768	0,685	0,603	0,736	0,700	0,331	0,496	0,661	
	42,5	0,786	0,786	0,758	0,675	0,593	0,760	0,733	0,329	0,494	0,659	
	49,0	0,800	0,800	0,757	0,675	0,593	0,777	0,757	0,329	0,493	0,657	

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

5.5 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 2,6$

Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01		ω
Vollziegel Kalksand-Voll- und Blocksteine	NM	NA.6 NA.D.3	NM III, IIIa	2,6

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$												
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager									
			Geschossdecke						Dachdecke			
			vollauffliegende Decke a/t = 1,0			a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0	a/t = 2/3	a/t = 1/2		
			Deckenspannweite l_f [m]									
			≤ 6,0	≤ 4,5	5,0	5,5	6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	
2,50	11,5	0,983	0,983				-	-	0,573	-	-	-
	15,0	0,830	0,830			0,743	0,721	-	0,408	0,721	-	
	17,5	0,775	0,775		0,732	0,644	0,721	-	0,360	0,721	-	
	20,0	0,794	0,794		0,764	0,675	0,721	-	0,367	0,606	-	
	24,0	0,774	0,774		0,698	0,614	0,702	0,640	0,341	0,527	0,640	
	30,0	0,795	0,795	0,789	0,704	0,619	0,755	0,716	0,340	0,510	0,679	
	36,5	0,823	0,823	0,788	0,703	0,618	0,793	0,768	0,339	0,509	0,678	
	42,5	0,835	0,835	0,788	0,702	0,617	0,816	0,797	0,343	0,514	0,685	
	49,0	0,847	0,847	0,787	0,702	0,617	0,830	0,817	0,342	0,513	0,683	
2,75	11,5	1,075	1,075				-	-	0,706	-	-	
	15,0	0,874	0,874			0,825	0,655	-	0,453	0,655	-	
	17,5	0,815	0,815		0,791	0,697	0,731	-	0,390	0,731	-	
	20,0	0,833	0,833		0,833	0,735	0,728	-	0,400	0,673	-	
	24,0	0,767	0,767		0,713	0,627	0,718	0,638	0,349	0,567	0,638	
	30,0	0,777	0,777		0,704	0,619	0,728	0,679	0,340	0,510	0,679	
	36,5	0,808	0,808	0,788	0,703	0,618	0,778	0,738	0,339	0,509	0,678	
	42,5	0,826	0,826	0,788	0,702	0,617	0,803	0,779	0,343	0,514	0,685	
	49,0	0,839	0,839	0,787	0,702	0,617	0,819	0,802	0,342	0,513	0,683	
3,00	24,0	0,794							0,372			
	30,0	0,758	0,758		0,704	0,619	0,701	0,643	0,340	0,510	0,643	
	36,0	0,809	0,809	0,799	0,713	0,627	0,766	0,728	0,344	0,516	0,688	
	42,5	0,818	0,818	0,788	0,702	0,617	0,790	0,762	0,343	0,514	0,685	
	49,0	0,832	0,832	0,787	0,702	0,617	0,808	0,787	0,342	0,513	0,683	

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

5.6 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 2,8$

Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01		ω
Leichtbeton- und Betonsteine	NM	NA.9 NA.D.6	Vn, Vbn, Vm, Vmb	2,8

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$											
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager								
			Geschossdecke					Dachdecke			
			vollaufliegende Decke a/t = 1,0		a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0	a/t = 2/3	a/t = 1/2		
			Deckenspannweite l_f [m]								
			≤ 4,5	5,0	5,5	6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	
2,50	11,5	1,058	1,058				-	-	0,617	-	-
	15,0	0,894	0,894			0,800	0,776	-	0,439	0,776	-
	17,5	0,835	0,835		0,788	0,694	0,776	-	0,388	0,776	-
	20,0	0,855	0,855		0,823	0,727	0,776	-	0,396	0,653	-
	24,0	0,833	0,833		0,751	0,662	0,756	0,689	0,368	0,567	0,689
	30,0	0,856	0,856	0,849	0,758	0,666	0,813	0,771	0,366	0,549	0,732
	36,5	0,886	0,886	0,848	0,757	0,666	0,854	0,827	0,365	0,548	0,730
	42,5	0,899	0,899	0,849	0,756	0,664	0,879	0,858	0,369	0,553	0,738
	49,0	0,912	0,912	0,848	0,756	0,664	0,894	0,880	0,368	0,552	0,736
2,75	11,5	1,158	1,158				-	-	0,760	-	-
	15,0	0,941	0,941			0,889	0,706	-	0,488	0,706	-
	17,5	0,877	0,877		0,852	0,750	0,787	-	0,420	0,787	-
	20,0	0,897	0,897		0,897	0,792	0,784	-	0,431	0,725	-
	24,0	0,826	0,826		0,767	0,676	0,773	0,688	0,375	0,611	0,688
	30,0	0,836	0,836		0,758	0,666	0,784	0,732	0,366	0,549	0,732
	36,5	0,870	0,870	0,848	0,757	0,666	0,838	0,795	0,365	0,548	0,730
	42,5	0,890	0,890	0,849	0,756	0,664	0,865	0,839	0,369	0,553	0,738
	49,0	0,904	0,904	0,848	0,756	0,664	0,882	0,864	0,368	0,552	0,736
3,00	24,0	0,855							0,401		
	30,0	0,817	0,817		0,758	0,666	0,755	0,693	0,366	0,549	0,693
	36,0	0,871	0,871	0,860	0,768	0,675	0,825	0,784	0,370	0,555	0,740
	42,5	0,881	0,881	0,849	0,756	0,664	0,851	0,821	0,369	0,553	0,738
	49,0	0,896	0,896	0,848	0,756	0,664	0,870	0,848	0,368	0,552	0,736

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

5.7 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 3,0$

Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01		ω
Vollziegel Kalksand-Voll- und Blocksteine	NM	NA.6 NA.D.3	NM IIa	3,0

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$													
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager										
			Geschossdecke				Dachdecke						
			vollaufliegende Decke a/t = 1,0				a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0		a/t = 2/3	a/t = 1/2	
			Deckenspannweite l_f [m]										
			≤ 6,0	≤ 4,5	5,0	5,5	6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	≤ 6,0	
2,50	11,5	1,134	1,134				-	-	0,662	-	-		
	15,0	0,958	0,958			0,857	0,832	-	0,470	0,832	-		
	17,5	0,895	0,895		0,844	0,743	0,832	-	0,416	0,832	-		
	20,0	0,916	0,916		0,882	0,779	0,832	-	0,424	0,699	-		
	24,0	0,893	0,893		0,805	0,709	0,810	0,738	0,394	0,608	0,738		
	30,0	0,917	0,917	0,910	0,812	0,714	0,872	0,826	0,392	0,588	0,784		
	36,5	0,949	0,949	0,909	0,811	0,713	0,915	0,886	0,391	0,587	0,782		
	42,5	0,964	0,964	0,909	0,810	0,712	0,941	0,919	0,395	0,593	0,791		
	49,0	0,977	0,977	0,909	0,810	0,711	0,958	0,943	0,394	0,591	0,789		
2,75	11,5	1,241	1,241				-	-	0,814	-	-		
	15,0	1,008	1,008			0,952	0,756	-	0,523	0,756	-		
	17,5	0,940	0,940		0,913	0,804	0,843	-	0,450	0,843	-		
	20,0	0,961	0,961		0,961	0,848	0,840	-	0,462	0,777	-		
	24,0	0,885	0,885		0,822	0,724	0,829	0,737	0,402	0,654	0,737		
	30,0	0,896	0,896		0,812	0,714	0,840	0,784	0,392	0,588	0,784		
	36,5	0,932	0,932	0,909	0,811	0,713	0,898	0,852	0,391	0,587	0,782		
	42,5	0,954	0,954	0,909	0,810	0,712	0,926	0,899	0,395	0,593	0,791		
	49,0	0,969	0,969	0,909	0,810	0,711	0,945	0,926	0,394	0,591	0,789		
3,00	24,0	0,916							0,430				
	30,0	0,875	0,875		0,812	0,714	0,809	0,742	0,392	0,588	0,742		
	36,0	0,933	0,933	0,922	0,823	0,723	0,884	0,840	0,397	0,595	0,793		
	42,5	0,944	0,944	0,909	0,810	0,712	0,912	0,880	0,395	0,593	0,791		
	49,0	0,960	0,960	0,909	0,810	0,711	0,932	0,909	0,394	0,591	0,789		

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

5.8 Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$ und $\omega = 3,3$

Steine	Mörtel	zugehörige Tabelle in DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 bzw. DIN EN 1996-3/NA:2012-01		ω
Vollziegel Kalksand-Voll- und Blocksteine	NM	NA.6 NA.D.3	NM II	3,3

$\alpha_{6,fi,lim}$ für $n_{Ed} = n_{Rd}$											
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenaufleger	Endauflager								
			Geschossdecke						Dachdecke		
			vollauffliegende Decke a/t = 1,0			a/t = 2/3	a/t = 1/2	a/t = 1,0	a/t = 2/3	a/t = 1/2	
			Deckenspannweite l_f [m]								
		$\leq 6,0$	$\leq 4,5$	5,0	5,5	6,0	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$
2,50	11,5	1,247	1,247				-	-	0,728	-	-
	15,0	1,053	1,053			0,942	0,915	-	0,517	0,915	-
	17,5	0,984	0,984		0,929	0,818	0,915	-	0,457	0,915	-
	20,0	1,008	1,008		0,970	0,857	0,915	-	0,466	0,769	-
	24,0	0,982	0,982		0,886	0,780	0,891	0,812	0,433	0,668	0,812
	30,0	1,009	1,009	1,001	0,893	0,785	0,959	0,909	0,431	0,647	0,862
	36,5	1,044	1,044	1,000	0,892	0,785	1,006	0,975	0,430	0,646	0,861
	42,5	1,060	1,060	1,000	0,891	0,783	1,035	1,011	0,435	0,652	0,870
	49,0	1,075	1,075	0,999	0,891	0,783	1,054	1,037	0,434	0,651	0,867
2,75	11,5	1,365	1,365				-	-	0,896	-	-
	15,0	1,109	1,109			1,047	0,832	-	0,575	0,832	-
	17,5	1,034	1,034		1,004	0,884	0,928	-	0,494	0,928	-
	20,0	1,057	1,057		1,057	0,933	0,924	-	0,508	0,855	-
	24,0	0,973	0,973		0,904	0,796	0,912	0,810	0,442	0,720	0,810
	30,0	0,986	0,986		0,893	0,785	0,924	0,862	0,431	0,647	0,862
	36,5	1,025	1,025	1,000	0,892	0,785	0,987	0,937	0,430	0,646	0,861
	42,5	1,049	1,049	1,000	0,891	0,783	1,019	0,989	0,435	0,652	0,870
	49,0	1,065	1,065	0,999	0,891	0,783	1,040	1,018	0,434	0,651	0,867
3,00	24,0	1,008							0,473		
	30,0	0,963	0,963		0,893	0,785	0,889	0,816	0,431	0,647	0,816
	36,0	1,027	1,027	1,014	0,905	0,796	0,972	0,924	0,436	0,655	0,873
	42,5	1,038	1,038	1,000	0,891	0,783	1,003	0,967	0,435	0,652	0,870
	49,0	1,056	1,056	0,999	0,891	0,783	1,025	0,999	0,434	0,651	0,867

Für die grau hinterlegten Tabellenbereiche ist die im Brandfall nachweisbare Einwirkung kleiner als $0,70 \cdot n_{Rd}$. Es ist dann in der Kaltbemessung für die Einwirkung $n_{Ed} \leq \frac{0,70}{\alpha_{6,fi}} \cdot n_{Rd}$ einzuhalten, um eine brandschutztechnische Klassifizierung vornehmen zu können.

Die Tafelwerte gelten für:

- Mauerwerk $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$
- Zweiseitig gehaltenes Mauerwerk
- Teilsicherheitsbeiwert auf der Materialseite $\gamma_M = 1,5$, Dauerstandsfaktor $\zeta = 0,85$
- Die Abminderung der Knicklänge bei flächig aufgelagerten Stahlbetondecken ist berücksichtigt. Die Tabellen dürfen daher nur für flächig aufgelagerte Stahlbetondecken verwendet werden.
- Die Tafelwerte gelten nicht für erddruckbeanspruchtes Mauerwerk

6 Zusammenfassung

In der Praxis wird auf die aufwändige rechnerische Ermittlung des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ verzichtet und die Brandschutznachweise mit der Ausnutzung α_{fi} durchgeführt, wobei noch entsprechend der Erfahrung aus der alten Bemessungspraxis mit DIN 1053-1 in Verbindung mit DIN 4102-4 nur die Bauteile kleiner als Wanddicke 175 mm einer genaueren Untersuchung unterzogen werden.

Die Tabellenauswertung in den Abschnitten 5.1 bis 5.3 zeigt, dass im Anwendungsbereich des vereinfachten Verfahrens für Mauerwerk mit Anpassungsfaktor ω bis 2,1 hier eine gute Näherung vorliegt. Für Wanddicken $t \geq 175$ mm darf in diesem Fall stets auf der sicheren Seite $\alpha_{6,fi} = \alpha_{fi}$ gesetzt werden.

Für Mauerwerk mit Anpassungsfaktor ω bis 2,2 ist auch für größere Wanddicken im Einzelfall zu prüfen, ob der Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ den maximalen Wert von 0,70 für die Klassifizierung im Brandfall überschreitet.

Nur für Mauerwerk mit Anpassungsfaktor $\omega \geq 2,5$ ist für jede Wanddicke der genaue Zahlenwert für den Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ zu beachten, um das tragende Mauerwerk klassifizieren zu können.

Die in der Literatur vorgeschlagene Ausnutzung der Mauerwerkswände von maximal 80 % der Tragfähigkeit ist für Wanddicken $t \geq 175$ mm ebenfalls ein praktikabler Ansatz, um die gesonderte Berechnung des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ zu vermeiden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Brandschutznachweise sehr kompliziert in der Anwendung geregelt sind. Dies war bereits in der Entwurfsfassung der Normen erkennbar. Dies resultiert aus der Übertragung der Brandschutznorm Stand 1984 mit Hilfe des ω -Verfahrens. Hierbei bleibt beim Nachweisverfahren mit Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ die in der Kaltbemessung geringere Tragfähigkeit nach DIN 1053-1 erhalten. Ursache für diesen in der Nachweisführung komplexen Rechengang sind die zur Zeit fehlenden Brandschutzversuche mit Mauerwerk unter dem nach heutigen Bemessungsnormen möglichen Beanspruchungsniveau. Die im Kaltzustand aufnehmbaren Kräfte sind bei einer Bemessung nach Eurocode 6 mitunter höher als sie sich im Vergleich zur alten DIN 1053-1 ergeben.

Leider ist derzeit nicht erkennbar, wann und ob die Brandschutznachweise im Mauerwerksbau vollständig auf α_{fi} umgestellt werden. Der Blick auf die Tabellen im Abschnitt 5.1 bis 5.8 zeigt, dass man für die in der Baupraxis im wesentlichen verwendeten Baustoffe den Brandschutznachweis ohne weiteres einfacher darstellen könnte.

Literatur:

- [1] DIN EN 1996-1-2:2011-04: Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [2] DIN EN 1996-1-2/NA:2013-06: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall

- [3] Hahn, C.; Kalksandstein – Brandschutz Seite 237 - 284
http://www.kalksandstein.de/ks_ost/binaries/content/82131/file_pka_heft_12_brandschutz_1_2014_de.pdf?session_id=6920a5200876938fa3f0dacd38fe1eb6
- [4] Schlundt, Andreas; Meyer, Udo: Brandschutzbemessung von Mauerwerk nach Eurocode 6, Mauerwerk 18 (2014), Heft 3 / 4, Seite 258 bis 266
- [5] Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, AMz-Bericht 003/2013, DIN EN 1996-1-2/NA Brandschutz mit Mauerwerk
- [6] Schlundt, Andreas; Meyer, Udo: Bemessung von Mauerwerk im Brandfall nach DIN EN 1996-1-2/NA und nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, Mauerwerk 18 (2014), Heft 6, Seite 338 bis 341
- [7] Zehfuß, Jochen; Mittmann, Thorsten: Aktuelle Entwicklungen im Brandschutz – Umstellung auf die Bemessung und Klassifizierung nach europäischen Normen, Mauerwerk 20 (2016), Heft 1, Seite 49 bis 63
- [8] Meyer, Udo: Baulicher Brandschutz im Wohnungsbau, Hrsg: Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V., Bonn, <http://www.argemauerziegel.de>
- [9] Graubner, C.: Mauerwerksbau (DIN EN 1996) , Tafel 7.20, Schneider-Bautabellen 22. Auflage
- [10] DIN 4102-4:1994-03, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- [11] DIN 1053-1:1996-11 Mauerwerk; Teil 1: Berechnung und Ausführung
- [12] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Porenbeton-Plansteine, Z-17.1-540