

## **6 Bemessung von unbewehrtem Mauerwerk für Normalkraft- und Biegebeanspruchung nach dem vereinfachten Nachweisverfahren**

### **6.1 Vereinfachtes Nachweisverfahren nach DIN EN 1996-3/NA**

#### **6.1.1 Grundlagen und Anwendungsgrenzen**

Ziel jeder Tragwerksbemessung ist es, die Einwirkungen, die auf ein Bauwerk und seine Bauteile wirken, wirklichkeitsnah zu erfassen und deren sicheren Abtrag in den Baugrund nachzuweisen. Dabei ist je nach Beanspruchungsart der Wände zwischen Platten- und Scheibenbeanspruchung zu unterscheiden. Einwirkungen in Richtung der Wandebene erzeugen eine Scheibenbeanspruchung, Einwirkungen quer zur Mittelfläche führen zu einer Plattenbeanspruchung.

Für die Bemessung von unbewehrtem Mauerwerk stehen im Eurocode 6 zwei Berechnungsverfahren zur Verfügung:

- Die vereinfachten Berechnungsmethoden nach DIN EN 1996-3/NA
- Die allgemeinen Regeln zur Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA

Die Grundlagen beider Berechnungsverfahren sind identisch. Die gleichzeitige Verwendung in einem Gebäude oder sogar innerhalb eines Bauteils ist zulässig. So kann beispielsweise der Nachweis der von einer Wand aufnehmbaren Normalkraft mit dem vereinfachten Verfahren erfolgen, während der Querkraftnachweis nach dem allgemeinen Verfahren geführt wird. Auch kann der Nachweis am Wandkopf und am Wandfuß mit Hilfe der vereinfachten Berechnungsmethoden erfolgen und - falls der Nachweis gegen Knicken in Wandmitte mit diesem nicht gelingt - hierfür die allgemeinen Regeln angewendet werden.

Die Anwendung des allgemeinen Berechnungsverfahrens nach DIN EN 1996-1-1/NA ist insbesondere in zwei Fällen angezeigt. Zum einen muss es angewendet werden, wenn die nachfolgend genannten Randbedingungen zur Anwendung des vereinfachten Berechnungsverfahrens nicht eingehalten sind. Zum anderen können durch den Nachweis nach den allgemeinen Regeln teilweise erheblich höhere rechnerische Tragfähigkeiten ausgenutzt werden. Hierbei muss allerdings eine ggf. recht aufwändige Schnittgrößenermittlung in Kauf genommen werden, da sowohl die Ermittlung der Knotenmomente als auch die rechnerische Berücksichtigung von Windlasten erforderlich ist.

Das vereinfachte Berechnungsverfahren nach DIN EN 1996-3/NA ermöglicht den statischen Nachweis der meisten in der Praxis im Mauerwerksbau auftretenden Problemstellungen auf der Basis von Bemessungsschnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit innerhalb kürzester Zeit und ohne großen Aufwand. Wesentlicher Vorteil hierbei ist, dass die auf die Wand einwirkenden Biegebeanspruchungen aus exzentrisch angreifenden Vertikallasten und Wind bereits in stark vereinfachter Form über die Randbedingungen im Bemessungsverfahren berücksichtigt sind. Daher kann auch bei teilweise, d.h. nicht über die volle Wanddicke, aufliegenden Decken auf eine detaillierte Schnittgrößenermittlung verzichtet werden.

Ein weiterer Vorteil des vereinfachten Berechnungsverfahrens liegt darin, dass die Querkrafttragfähigkeit in Plattenrichtung nicht gesondert nachzuweisen ist. Zudem kann in der Regel bei einfachen, hinreichend ausgesteiften Gebäuden auf einen rechnerischen

Nachweis der Gebäudeaussteifung verzichtet werden, sodass in diesem Fall ein Querkraftnachweis in Scheibenrichtung entbehrlich ist.

Aus diesem Grund enthält DIN EN 1996-3/NA auch keinerlei Regelungen zum Querkraftnachweis. Voraussetzung für einen Verzicht auf den rechnerischen Nachweis der Aussteifung des Gebäudes ist, dass die Geschossdecken als steife Scheiben ausgebildet sind bzw. statisch nachgewiesene, ausreichend steife Ringbalken vorhanden sind und dass in Längs- und Querrichtung des Gebäudes eine offensichtlich ausreichende Anzahl von genügend langen aussteifenden Wänden vorhanden ist, die ohne größere Schwächungen und ohne Versprünge bis auf die Fundamente geführt werden. Bei Elementmauerwerk mit einem planmäßigen Überbindemaß  $l_{oi} < 0,4 \cdot h_u$  ( $h_u$  = Steinhöhe) ist bei einem Verzicht auf den rechnerischen Nachweis der Aussteifung des Gebäudes die ggf. geringere Schubtragfähigkeit bei hohen Auflasten zu berücksichtigen. Die Entscheidung, ob im konkreten Anwendungsfall auf einen Aussteifungsnachweis verzichtet werden kann, obliegt dem planenden Ingenieur. Ist bei einem Bauwerk nicht von vornherein erkennbar, dass dessen Aussteifung gesichert ist, so ist ein rechnerischer Nachweis der betreffenden Bauteile hinsichtlich Biege- und Querkrafttragfähigkeit in Scheibenrichtung nach dem allgemeinen Verfahren gemäß DIN EN 1996-1-1/NA zu führen.

Für die Anwendung des vereinfachten Berechnungsverfahrens gelten folgende Randbedingungen:

- Der Einfluss von Windlasten senkrecht zur Wandebene von tragenden Wänden kann vernachlässigt werden, wenn eine ausreichende horizontale Halterung am Wandkopf und -fuß vorhanden ist. Die Auswirkung der Windlasten wird durch den vorhandenen Sicherheitsabstand zwischen einwirkenden und widerstehenden Schnittgrößen abgedeckt.
- Bestimmte Beanspruchungen, z. B. Biegemomente aus Deckeneinspannungen oder Deckenauflagerungen und ungewollte Ausmitten beim Knicksicherheitsnachweis sind nicht explizit zu berücksichtigen, sondern ebenfalls in der Modellierung des Bemessungsverfahrens enthalten oder durch konstruktive Regeln abgedeckt. Voraussetzung ist, dass in halber Geschosshöhe der Wand nur Biegebeanspruchungen aus der Deckenverdrehung oder teilweise aufliegenden Decken und aus Windlasten auftreten.
- Greifen abweichend von den vorgenannten Randbedingungen an tragenden Wänden größere horizontale Lasten an, so ist der Tragwiderstand nach DIN EN 1996-1-1/NA nach den allgemeinen Berechnungsregeln nachzuweisen.
- Ein Versatz der Wandachsen infolge einer Änderung der Wanddicken gilt dann nicht als größere Ausmitte, wenn der Querschnitt der dickeren tragenden Wand den Querschnitt der dünneren tragenden Wand umschreibt.

Aufgrund der genannten Randbedingungen ist die Anwendung des vereinfachten Berechnungsverfahrens nur unter bestimmten Voraussetzungen zulässig. Die Voraussetzungen für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens sind:

- Die Anwendungsgrenzen nach Tabelle 6-1 sind eingehalten.
- Gebäudehöhe über Gelände  $h_m \leq 20$  m. Diese Einschränkung ist auch erforderlich, um im Regelfall auf einen rechnerischen Nachweis der Gebäudeaussteifung

verzichten zu können. Als Gebäudehöhe darf bei geneigten Dächern das Mittel von First- und Traufhöhe angenommen werden.

- Das Überbindemaß  $l_{ol}$  muss mindestens  $0,4 \cdot h_u$  ( $h_u$  = Steinhöhe) und mindestens 45 mm betragen. Nur bei Elementmauerwerk darf das Überbindemaß  $l_{ol}$  auch  $0,2 \cdot h_u$ , mindestens aber 125 mm betragen.
- Stützweite der angrenzenden Decken  $l_f \leq 6,0$  m, sofern die Biegemomente aus dem Deckendrehwinkel nicht durch konstruktive Maßnahmen, z.B. Zentrierleisten, begrenzt werden. Bei größeren Stützweiten treten infolge der Einspannung der Decken in die Wände erhöhte Kantenpressungen gegenüber einer zentrischen Belastung auf, die im vereinfachten Nachweis nicht mehr abgedeckt sind. Bei zweiachsig gespannten Decken ist für die Länge  $l_f$  die kürzere der beiden Stützweiten anzusetzen.
- Die Deckenaufлагertiefe  $a$  muss mindestens die halbe Wanddicke ( $t/2$ ), jedoch mehr als 100 mm betragen. Bei einer Wanddicke  $t = 365$  mm darf die Mindestdeckenaufлагertiefe auf  $0,45 \cdot t$  reduziert werden.
- Für den Nachweis von Kellerwänden gelten die Voraussetzungen nach Kapitel 9.
- Freistehende Wände sind nach DIN EN 1996-1-1/NA nachzuweisen

Tabelle 6-1: Anwendungsgrenzen für das vereinfachte Berechnungsverfahren nach DIN EN 1996-3/NA

	Bauteil	Voraussetzungen			
		Wanddicke $t$ [mm]	Lichte Wandhöhe $h$ [m]	aufliegende Decke	
				Stützweite $l_f$ [m]	Nutzlast <sup>a</sup> $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	tragende Innenwände	$\geq 115$	$\leq 2,75$	$\leq 6,0$	$\leq 5$
2		$< 240$			
3	tragende Außenwände und zweischalige Haustrennwände	$\geq 240$	---	$\leq 6,0$	$\leq 3$
4		$\geq 115^b$	$\leq 2,75$		
5		$< 150^b$			
6		$\geq 150$			
		$< 175$			
		$\geq 175$			
	$< 240$				
		$\geq 240$	$\leq 12 t$		$\leq 5$

<sup>a</sup> Einschließlich Zuschlag für nichttragende innere Trennwände.  
<sup>b</sup> Als einschalige Außenwand nur bei eingeschossigen Garagen und vergleichbaren Bauwerken, die nicht zum dauernden Aufenthalt von Menschen vorgesehen sind;  
 Als Tragschale zweischaliger Außenwände und bei zweischaligen Haustrennwänden bis maximal zwei Vollgeschosse zuzüglich ausgebautes Dachgeschoss; aussteifende Querwände im Abstand  $\leq 4,50$  m bzw. Randabstand von einer Öffnung  $\leq 2,0$  m

## 6.1.2 Nachweisformat und Traglastfaktoren

Die Tragfähigkeit von Wänden unter zentrischer und exzentrischer (vertikaler) Druckbeanspruchung gilt nach DIN EN 1996-3/NA als nachgewiesen, wenn die einwirkende Bemessungsnormalkraft  $N_{Ed}$  den Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft  $N_{Rd}$  nicht überschreitet:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (6.1)$$

Die Ermittlung des Bemessungswertes der einwirkenden Normalkraft  $N_{Ed}$  erfolgt nach den in Kapitel 3.1.3 genannten Bemessungsansätzen. Vereinfachend genügt es im vereinfachten Berechnungsverfahren für den Nachweis hinreichender Tragfähigkeit, die maximale innerhalb der Wand einwirkende Normalkraft  $\max N_{Ed}$ , der kleinsten aufnehmbaren Normalkraft  $\min N_{Rd}$  gegenüberzustellen. Die Ausnutzung der Wand kann jedoch erhöht werden, wenn der Nachweis an der jeweiligen Bemessungsstelle (Wandkopf, Wandmitte, Wandfuß) mit der jeweils vorhandenen einwirkenden Normalkraft  $N_{Ed}$  sowie dem zugehörigen Abminderungsbeiwert  $\Phi$  geführt wird.

Der Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft  $N_{Rd}$  wird unabhängig vom tatsächlichen Last-Verformungs-Verhalten des verwendeten Materials unter der Annahme starr-plastischen Materialverhaltens mit Hilfe eines rechteckigen Spannungsblocs ermittelt, dessen Schwerpunkt mit dem Angriffspunkt der Lastresultierenden übereinstimmt. Die Abminderung der Traglast infolge Knicken und/oder Lastexzentrizitäten gegenüber einer zentrisch gedrückten Wand erfolgt dabei über den Traglastbeiwert  $\Phi$ . Für die vertikale Tragfähigkeit von Mauerwerkswänden im Grenzzustand der Tragfähigkeit gilt daher:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d \quad (6.2)$$

mit

$\Phi$	Traglastbeiwert
A	Bruttoquerschnittsfläche eines Wandabschnitts ( $=l \cdot t$ )
l	Wandlänge
t	Wanddicke
$f_d$	Bemessungswert der Druckfestigkeit des Mauerwerks

Bei annähernd zentrisch belasteten Wänden und Pfeilern liegt im Regelfall keine planmäßige Exzentrizität der Normalkraft infolge von Beanspruchungen um die starke Achse vor, wie dies zum Beispiel bei Windscheiben und/oder Wänden der Fall ist. Die Traglastminderungen infolge vorhandener Lastexzentrizitäten um die schwache Achse, zum Beispiel durch Deckeneinspannung, Deckenauflagerung und Verformungen nach Theorie II. Ordnung, werden - solange die Anwendungsgrenzen des vereinfachten Berechnungsverfahrens eingehalten sind - durch den Traglastbeiwert erfasst.

Vereinfacht kann die maßgebende Größe für den Traglastbeiwert  $\Phi$  aus dem kleineren der beiden Abminderungsbeiwerte  $\Phi_1$  und  $\Phi_2$  (s. Gleichung (6.3)) bestimmt werden, wenn der Bemessung die maximal einwirkende Normalkraft zu Grunde gelegt wird. Der Beiwert  $\Phi_1$  berücksichtigt den Einfluss von Biegebeanspruchungen an Wandkopf bzw. Wandfuß, wohingegen der Beiwert  $\Phi_2$  dem Einfluss der Wandschlankheit auf die Traglast Rechnung trägt und daher in Wandmitte anzusetzen ist.

$$\Phi = \min(\Phi_1; \Phi_2) \quad (6.3)$$

Eine gleichzeitige Berücksichtigung von  $\Phi_1$  und  $\Phi_2$  ist aufgrund der unterschiedlichen Nachweisstellen (Wandmitte, Wandkopf/-fuß) nicht erforderlich. Allerdings kann die Ausnutzung der Wand erhöht werden, wenn der Nachweis an der jeweiligen Bemessungsstelle (Wandkopf, Wandmitte, Wandfuß) mit der jeweils zugehörigen einwirkenden Normalkraft  $N_{Ed}$  sowie dem zugehörigen Traglastbeiwert  $\Phi$  geführt wird.

Der Traglastfaktor  $\Phi_1$  berücksichtigt - wie bereits angesprochen - eine exzentrische Lasteinleitung infolge der Deckenverdrehung am Endauflager auf Außen- oder Innenwänden und wird in Abhängigkeit von der Deckenstützweite  $l_f$  und der charakteristischen Mauerwerksdruckfestigkeit  $f_k$  nach (6.4) und (6.5) berechnet. Bei teilweise aufliegenden Decken wird die Exzentrizität der Auflast ebenfalls im Traglastbeiwert abgebildet.

$$\Phi_1 = 1,6 - \frac{l_f}{5} \leq 0,9 \cdot \frac{a}{t} \quad \text{für} \quad f_k < 1,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.4)$$

$$\Phi_1 = 1,6 - \frac{l_f}{6} \leq 0,9 \cdot \frac{a}{t} \quad \text{für} \quad f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2 \quad (6.5)$$

mit

$l_f$  Stützweite der Decke; bei zweiachsig gespannten Decken ist  $l_f$  die kürzere der beiden Stützweiten

$a/t$  Verhältnis von Deckenaufлагertiefe zur Dicke der Wand; bei voll aufliegender Decke ist  $a/t = 1,0$

Bei Decken über dem obersten Geschoss (Dachdecken) gilt allgemein:

$$\Phi_1 = 0,333 \quad (6.6)$$

Wird die Traglastminderung infolge Deckenverdrehung durch konstruktive Maßnahmen, z. B. Zentrierleisten mittig unter dem Deckenaufleger, vermieden, so gilt unabhängig von der Deckenstützweite bei teilweise aufliegender Deckenplatte  $\Phi_1 = 0,9 \cdot a/t$  und  $\Phi_1 = 0,9$  bei vollaufliegender Deckenplatte. Bei Verwendung von streifenförmigen Zentrierlagern ist die bei konzentrierter Lasteinleitung entstehende Spitzenspannung als Teilflächenpressung nach Kapitel 7.7 nachzuweisen.

Der Traglastbeiwert  $\Phi_2$  berücksichtigt den Schlankheitseinfluss (Momente nach Theorie II. Ordnung) auf die Tragfähigkeit der Wand. Er wird ermittelt mit:

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot \left( \frac{a}{t} \right) - 0,0011 \cdot \left( \frac{h_{ef}}{t} \right)^2 \quad (6.7)$$

mit

$a/t$  Verhältnis von Deckenaufлагertiefe zur Dicke der Wand; bei voll aufliegender Decke ist  $a/t = 1,0$

$h_{ef}$  Knicklänge der Wand nach Kapitel 5

$t$  Wanddicke

Eine wichtige Voraussetzung bei Anwendung des Traglastbeiwerts  $\Phi_2$  ist, dass entsprechend den Anwendungsvoraussetzungen des vereinfachten Berechnungsverfahrens in halber

Geschosshöhe tatsächlich nur Biegemomente aus Knotenmomenten infolge Deckeneinspannung und -auflagerung sowie aus Windlasten vorhanden sind. Greifen größere horizontale Lasten (z.B. infolge Fahrzeuganprall) an, ist der Knicksicherheitsnachweis mit dem allgemeinen Berechnungsverfahren zu führen.

### 6.1.3 Mindestauflast

In DIN EN 1996-3 ist für windlastbeanspruchte Wände als zusätzliche Anwendungsbedingung ein Nachweis der Mindestwanddicke für tragendes Mauerwerk enthalten, der gemäß Nationalem Anhang in Deutschland nicht geführt werden muss. Stattdessen wird entsprechend der A2-Änderung zum deutschen Nationalen Anhang für Wände, die als Endauflager für Decken oder Dächer dienen und durch Wind beansprucht werden, ein ergänzender Nachweis in ähnlicher Form gefordert. Danach darf der Nachweis der Mindestauflast vereinfacht nach Gleichung (6.8) in Wandmittenhöhe erfolgen, sofern kein genauere Nachweis erfolgt. Ist dieser Nachweis nicht erfüllt, können die betreffenden Wände bzw. Wandabschnitte auf der sicheren Seite liegend als nichttragende Außenwände nach Kap. 10 bemessen und ausgeführt werden.

Für den Nachweis muss der charakteristische Wert der ständigen Einwirkungen  $N_{Gk}$  größer sein als die nach Gleichung (6.8) berechnete Mindestauflast. Beim Ansatz der ständigen Einwirkungen dürfen neben dem Eigengewicht der Stahlbeton-Dachdecke auch das Gewicht von Attiken mit angesetzt werden. Der Nachweis ist zudem in Wandmittenhöhe zu führen, so dass das Eigengewicht der halben Wand zuzüglich Putz ebenfalls angerechnet werden darf. Auch ständige Lasten des Dachaufbaus dürfen bei der Bestimmung von  $N_{Ed,min}$  berücksichtigt werden.

$$N_{Ed,min} = 1,0 \cdot N_{Gk} = 1,0 \cdot \left( N_{Gk,Decke} + \frac{h}{2} \cdot t \cdot l \cdot \gamma_{MW} \right) \geq \frac{3 \cdot w_k \cdot \gamma_Q \cdot h^2 \cdot l}{16 \cdot \left( a - \frac{h}{300} \right)} \quad (6.8)$$

mit

$N_{Gk}$	charakteristischer Wert der ständigen Einwirkungen
$N_{Gk,Decke}$	charakteristischer Wert der ständigen Einwirkungen am Wandkopf (z. B. aus der Dachdecke, Attika und ggf. Ausbaulasten)
$h$	lichte Wandhöhe
$\gamma_{MW}$	Wichte des Mauerwerks
$w_k$	charakteristische Windlast nach Kap. 3.2.3
$\gamma_Q$	Teilsicherheitsbeiwert für die veränderliche Einwirkung
$l$	Wandlänge
$a$	Deckenaufлагertiefe (bei voll aufliegender Decke ist $a = t$ zu setzen)

In üblichen Fällen wird dieser Nachweis nur bei parallel zu langen Wandabschnitten spannenden Dachdecken mit entsprechend geringen Auflasten maßgebend. Zudem bezieht sich der Nachweis auf 2-seitig oben und unten gehaltene Wände, sodass bei kraftschlüssig angeschlossenen Querwänden, insbesondere an den Gebäudeecken die Ableitung der Windlast häufig ohnehin gegeben ist. Bei Pfeilern zwischen Fensteröffnungen ist der Nachweis durch die Lastkonzentration in der Regel ebenfalls immer erfüllt.

Wird Gleichung (6.8) nach der einwirkenden Windlast aufgelöst, kann direkt die aufnehmbare Windeinwirkung bestimmt werden:

$$w_d = w_k \cdot \gamma_Q \leq \frac{16 \cdot \left( a - \frac{h}{300} \right) \cdot \left( n_{Gk, Decke} + \frac{h}{2} \cdot t \cdot \gamma_{MW} \right)}{3 \cdot h^2} \quad (6.9)$$

Ein Vergleich der auf diese Weise ermittelten aufnehmbaren Windlast mit den in DIN EN 1991-1-4/NA angegebenen Windeinwirkungen zeigt, dass der Nachweis der Mindestauflast bei praxisüblichen Mauerwerksgebäuden in den Windzonen 1 bis 3 im Binnenland problemlos erfüllt werden kann. Lediglich in der Windzone 4 sowie in den Küstenbereichen und auf den Inseln ist ggf. ein zweiachsiger Lastabtrag der Decken mit entsprechend größeren Auflasten erforderlich, wenn lange Außenwandbereiche ohne Fensteröffnungen vorhanden sind und eine seitliche Halterung der Außenwand durch Querwände nicht gegeben ist (vgl. [10]).

## 6.2 Stark vereinfachtes Nachweisverfahren

### 6.2.1 Anwendungsbedingungen

In DIN EN 1996-3/NA ist in Anhang A ein stark vereinfachtes Berechnungsverfahren für unbewehrte Mauerwerkswände bei Gebäuden mit höchstens 3 Geschossen geregelt. Damit kann die aufnehmbare Normalkraft ohne großen Aufwand nur in Abhängigkeit der vorhandenen Wandschlankheit direkt bestimmt werden. Zusätzlich zu den Bedingungen nach Abschnitt 6.1.1 gelten bei Anwendung des stark vereinfachten Verfahrens folgende weitere Anwendungsbedingungen:

- Die Wände sind rechtwinklig zur Wandebene **in horizontaler Richtung** gehalten, und zwar entweder durch die Decken und das Dach oder durch geeignete Konstruktionen, z.B. Ringbalken mit aussteifender Steifigkeit.
- Die kleinste Gebäudeabmessung im Grundriss beträgt mindestens 1/3 der Gebäudehöhe.
- Die lichte Geschosshöhe ist nicht größer als 3,0 m.
- Die Deckenauflagertiefe beträgt mindestens 2/3 der Wanddicke ( $a/t \geq 2/3$ ) oder mindestens 85 mm, der größere Wert ist einzuhalten. Eine Teilauflagerung ist jedoch erst bei einer Wanddicke  $t \geq 36,5$  cm zulässig.
- Die Schlankheit der Wand darf nicht größer sein als  $\lambda = h_{ef}/t \leq 21$

### 6.2.2 Nachweisformat

Der Nachweis der aufnehmbaren Normalkraft erfolgt grundsätzlich analog zum vereinfachten Verfahren (s. Gleichungen (6.1) und (6.2)). Der Traglastfaktor wird in Anhang A der DIN EN 1996-3/NA mit  $c_A$  bezeichnet und hängt lediglich von der Wandschlankheit ab. Zur Vereinheitlichung der Bezeichnungen wird hier ebenfalls der Buchstabe  $\phi$  für den Traglastfaktor verwendet.

Für vollaufliegende Decken gilt für den Traglastfaktor  $\phi$ :

$$\begin{aligned}\phi &= 0,5 \quad \text{für} \quad \lambda \leq 18; \\ &= 0,4 \quad \text{für} \quad \lambda \leq 18 \text{ und } f_k < 1,8 \text{ N/mm}^2 \text{ und } l_f > 5,5 \text{ m} \\ &= 0,33 \quad \text{für} \quad 18 < \lambda \leq 21 \quad \text{sowie generell für Wände im obersten Geschoss}\end{aligned}$$

Die Schlankheit der Wand  $\lambda$  ist dabei aus dem Verhältnis der Knicklänge der Wand  $h_{ef}$  zur Wanddicke  $t$  zu bestimmen (s. Kap. 6.2.1).

Der Nachweis des Mindestwerts der einwirkenden Normalkraft erfolgt analog zum vereinfachten Verfahren nach Gleichung (6.8).