

Wirtschaftliche Bemessung von Mauerwerkskonstruktionen aus Leichtbeton - Neues vom Eurocode 6 -

em. Univ. Prof. Dr.-Ing. C.-A. Graubner



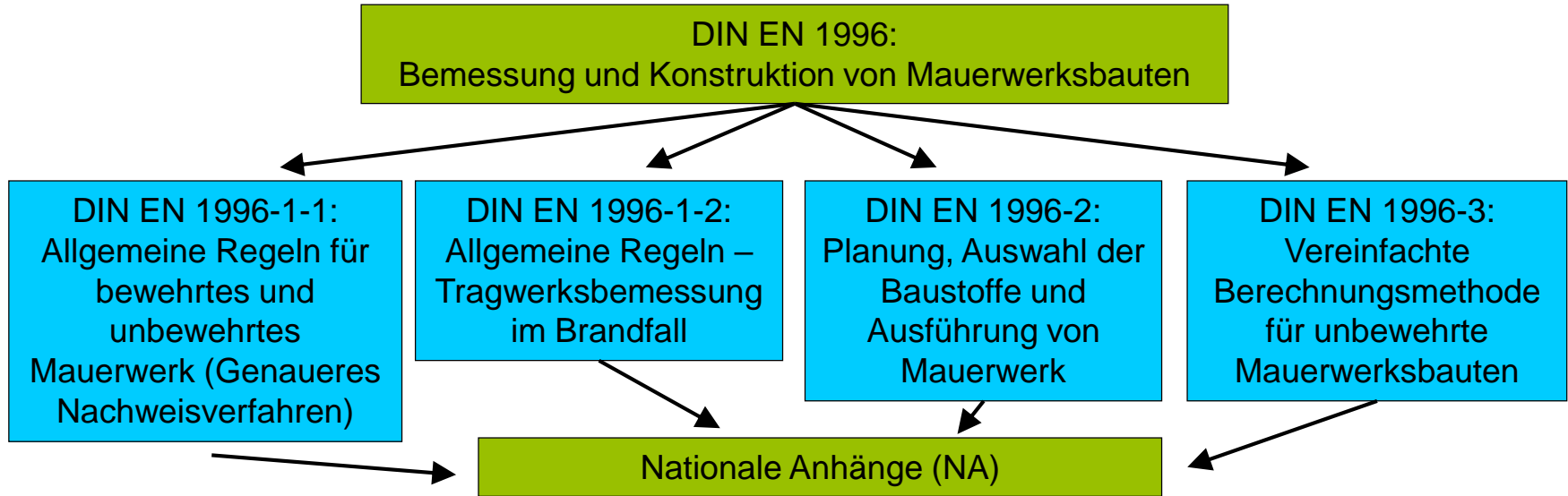
Agenda

- 1 | Einführung - Neuerungen in DIN EN 1996/NA**
- 2 | Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA**
- 3 | Allgemeine Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA**
- 4 | Bemessung im Brandfall**



1 Einführung

1 Einführung



Die parallele Anwendung von
DIN EN 1996-1-1 und
DIN EN 1996-3 ist zulässig.
Es besteht kein Mischungsverbot!

Aktualisierter Nationaler Anhang
2019:12 zu den Teilen 1-1, 2 und 3

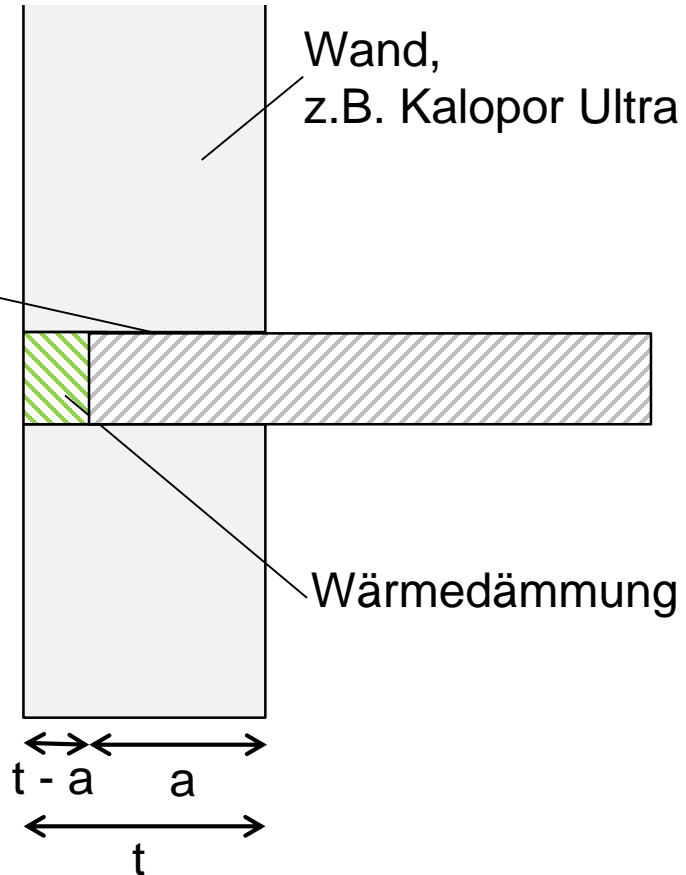
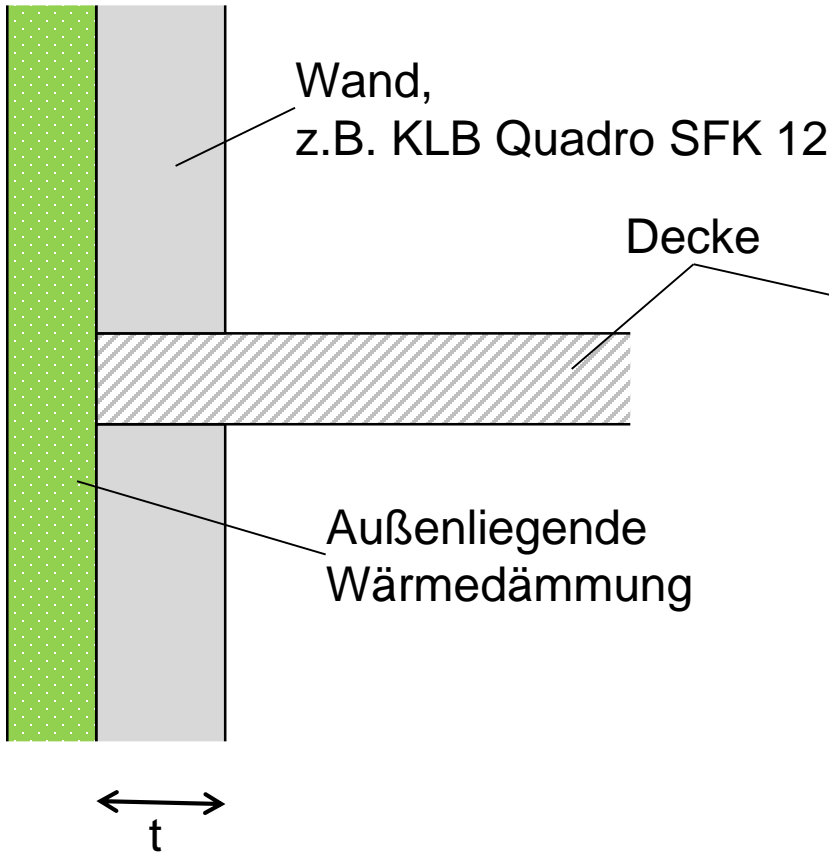
Vereinfachter Nachweis
teilauflegender Decken
nach Teil 3 möglich

1

Einführung

Wand mit vollaufliegender Decke:

Wand mit teilaufliegender Decke



1 Einführung



Grund für die Ausführung von teilaufliegenden Decken:

- Vor hoch wärmedämmenden Steinen, wie z.B. Leichtbetonsteinen Kalopor Ultra muss keine zusätzliche Wärmedämmung angebracht werden.
- Zur Vermeidung von Wärmebrücken, muss die Stirn der stark wärmeleitenden Stahlbetondecke nach innen versetzt werden.

1 Einführung

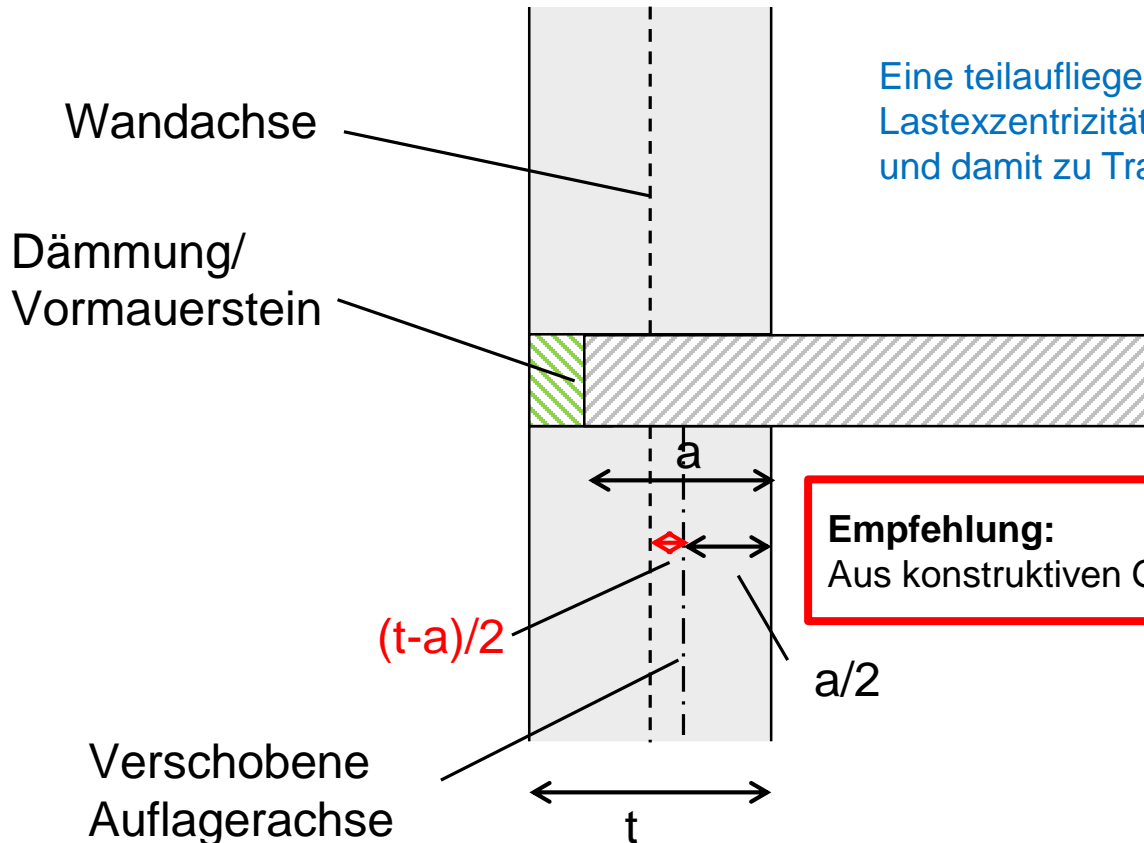
Erforderliche Auflagertiefe bei Wänden mit teilaufliegender Decke

Issue of supplement 2 DIN 4108 / Ausgabe Beiblatt 2 DIN 4108	2006				2019							
Lump sum thermal bridge supplement ΔU_{WB} / pauschalierter Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} [W/(m ² K)]	0.05				0.05 (category A) / 0,05 (Kategorie A)				0.03 (category B) / 0,03 (Kategorie B)			
Length-related thermal transmittance Ψ_e / Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ_e [W/(mK)]	0.06				0.19				0.12			
Wall thickness t / Wanddicke t [mm]	300	365	425	490	300	365	425	490	300	365	425	490
Face insulation WLG 35 / Stirndämmung WLG 35 [mm]	100	120	140	160	50	50	50	50	60	70	75	85
Possible bearing length a / Mögliche Auflagertiefe a [mm]	200	245	285	330	250	315	375	440	240	295	350	405
Relative bearing length a/t / Bezogene Auflagertiefe a/t [-]	0.67	0.67	0.67	0.67	0.83	0.86	0.88	0.90	0.80	0.81	0.82	0.83
Increase of bearing length compared to old Supplement / Erhöhung Auflagertiefe gegenüber altem Beiblatt					25%	29%	32%	33%	20%	20%	23%	23%

Quelle: Kranzler, TH.: Geschosswohnungsbau mit monolithischem Mauerwerk aus Leichtbeton

1 Einführung

Wände mit teilaufliegender Decke



1 Einführung



Bei der Bemessung am Wandkopf ist zu beachten:

- Berechnung der Tragfähigkeit mit reduzierter Auflagertiefe (a_{red} anstelle von a)
- Ein Nachweis der Teilflächenpressung ist nicht erforderlich

Für die Bemessung in Wandhöhenmitte gilt:

- Der Lastfreistreifen wird sich i. d. R. positiv aus und kann häufig bei der Bemessung vernachlässigt werden

Empfehlung:

Lastfreistreifen nur bei kleinen Normalkräften ($\Phi_{\text{Ed}} = N_{\text{Ed}} / (b \cdot a_{\text{red}} \cdot f_d) < 0,33$) anordnen!

Druckfestigkeit von Leichtbetonmauerwerk

Einsteinmauerwerk aus KLB-Steinen

Stein- sorte	Stein- druckfes- tigkeits- klasse	Mörtelklasse		
		M2,5	M5	M10 und M20
		f_k in N/mm ²		
Hbl, Hbn	2	1,4	1,5	1,7
	4	2,2	2,4	2,6
	6	2,9	3,1	3,3
	8	2,9	3,7	4,0
	10	2,9	4,3	4,6
	12	2,9	4,8	5,1
V, Vbl	2	1,5	1,6	1,8
	4	2,5	2,7	3,0
	6	3,4	3,7	4,0
	8	3,4	4,5	5,0
	10	3,4	5,4	5,9
	12	3,4	6,1	6,7
	16	3,4	6,1	8,3
	20	3,4	6,1	9,8

Einsteinmauerwerk aus KLB-Vollblöcken Vbl-S und Vbl-SW

Steindruck- festigkeits- klasse	Mörtelklasse			
	M2,5	M5	M10 und M20	
		f_k in N/mm ²		
2	1,4	1,6	1,8	
4	2,1	2,4	2,9	
6	2,7	3,1	3,7	
8	2,7	3,9	4,4	
10	2,7	4,5	5,0	
12	2,7	5,0	5,6	

Steindruck- festigkeits- klasse	Mörtelgruppe LM 21 und LM 36
	f_k in N/mm ²
2	1,4
4	2,3
6	3,0
8	3,6

Quelle: KLB-Broschüre 2021: Eurocode 6 Kompendium

Druckfestigkeit von Leichtbetonmauerwerk

Einsteinmauerwerk aus zugelassenen KLB-Vollblöcken (SW1)

Steindruckfestigkeitsklasse	Mörtelklasse	
	M2,5	M5
	f_k in N/mm ²	
2	1,3	1,3
4	1,8	2,1
6	2,4	2,6

Steindruckfestigkeitsklasse	Mörtelgruppe	
	LM 21	LM 36
	f_k in N/mm ²	
2	1,3	1,3
4	1,8	2,1
6	1,8	2,4

Steindruckfestigkeitsklasse	Steinsorte		
	Superdämmblöcke SW1 Z-17.1-730	Wärmedämmblöcke SW1 Z-17.1-766	Plan-Vollblöcke Z-17.1-459
	f_k in N/mm ²		
2	1,5	1,3	-
4	2,7	2,1	-
6	3,8	2,6	4,3
12	-	-	6,9
20	-	-	10,0

Einsteinmauerwerk aus KLB-Planelementen mit Dünnbettmörtel

Steindruckfestigkeitsklasse	Steinsorte
	KLB-Großformate / Planelemente KLBQUADRO / Z-17.1-852
	f_k in N/mm ²
2	1,6
4	3,1
6	4,3
12	6,9
20	10,0

Quelle: KLB-Broschüre 2021: Eurocode 6 Kompendium

Druckfestigkeit von Leichtbetonmauerwerk

Einsteinmauerwerk aus KLB-Hohlblöcken mit Kammerfüllung

Steindruckfestigkeitsklasse	Steinsorte		
	Hohlblöcke Z-17.1-797		Hohlblöcke Z-17.1-842
	Typ I	Typ II	
	f_k in N/mm ²		
2	1,6	1,4	1,3
4	2,5	2,2	2,0
6	3,2	2,9	2,6
8	3,9	3,5	-
12	4,3	4,0	-

Steindruckfestigkeitsklasse	Steinsorte			
	Kalopor Z-17.1-959	Kalopor M Z-17.1-1020	ISOSTAR M Z-17.1-1075	SK ^b Z-17.1-1078
	f_k in N/mm ²			
2	0,9	0,9	1,1	1,0 / 0,9 / 0,8
4	1,7	-	1,7 ^a	1,6 / 1,5 / 1,1

^a für Mauerwerk der Wanddicke 425 mm gilt $f_k = 1,8$ N/mm² ^b f_k -Werte für die Wanddicken 365/425/490 mm

Quelle: KLB-Broschüre 2021: Eurocode 6 Kompendium



2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

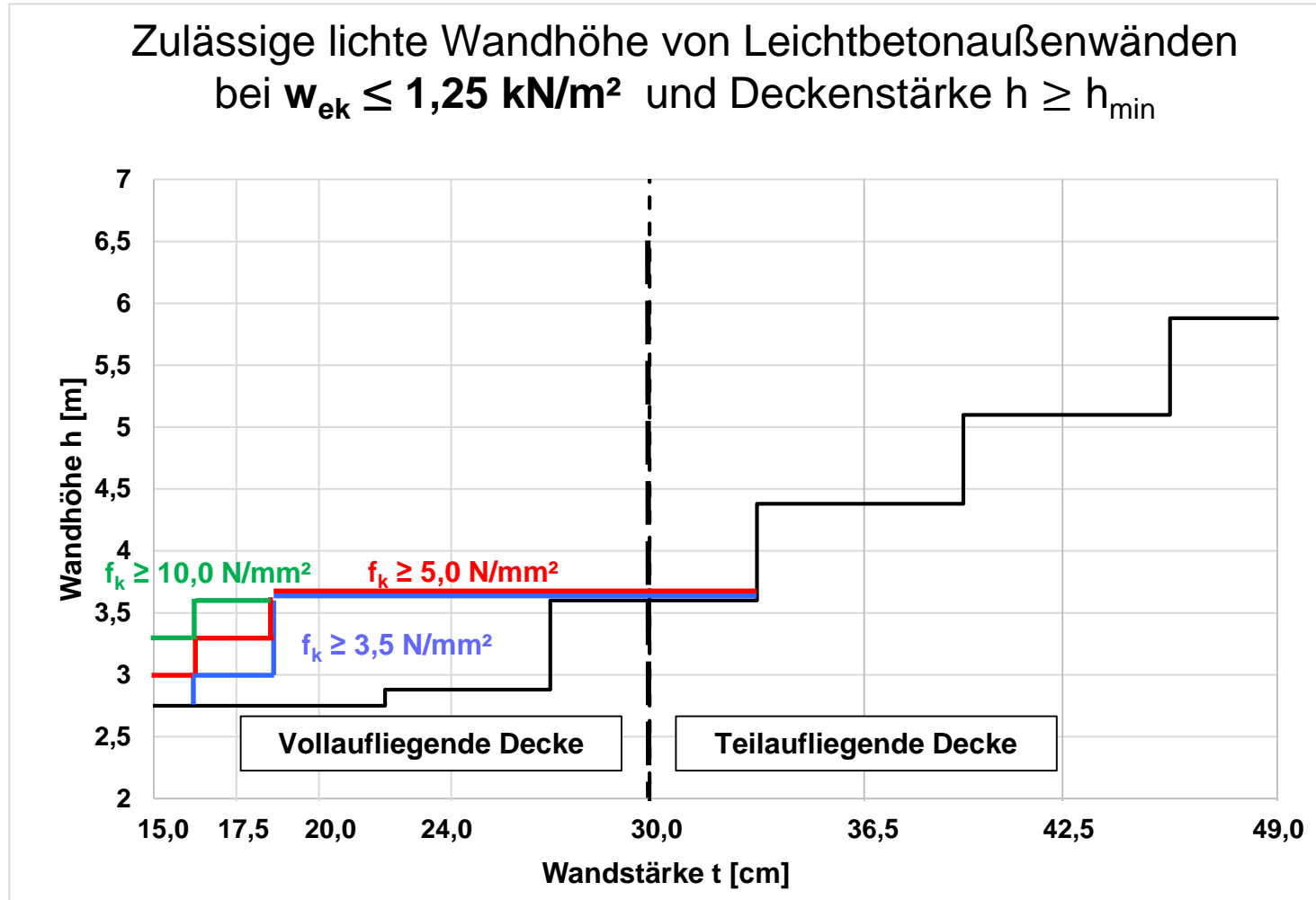
2 Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Anwendungsgrenzen von DIN EN 1996-3/NA (2019:12)

Bauteil	Wanddicke t [mm]	max. zulässige lichte Wandhöhe h [m]					
		allgemein	bei Berücksichtigung von Fußnote ^d				
			Mauerwerk aus Porenbetonsteinen	Mauerwerk aus Ziegeln, Kalksandstein, Leichtbeton- und Betonsteinen mit Normal und Dünnbettmörtel			
				Mauerwerksdruckfestigkeit f_k [N/mm ²]			
			≥ 1,8	≥ 3,0	≥ 3,5	≥ 5,0	≥ 10,0
Tragende Außenwände und zweischalige Haustrennwände	≥ 115 ^{a, b}	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
	≥ 150 ^c	2,75 ^b	2,75 ^b	2,75 ^b	2,75 ^b	3,0 ^{e, f}	3,3 ^h
	≥ 175	2,75	2,75	3,3	3,0 ^e	3,3 ^g	3,6 ^h
	≥ 200	2,75	3,3	3,6	3,6	3,6	3,6 ^h
	≥ 240	12 t	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6 ^h
	≥ 300	12 t	12 t	12 t	12 t	12 t	12 t
Tragende Innenwände	≥ 115	2,75	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
	≥ 240	k. E.	k. E.		keine Einschränkung (k. E.)		

^{d)} nur bei vollaufliegenden Decken mit $h \geq h_{\min}$ nach DIN EN 1992/1-1/NA und $w_{ek} \leq 1,25 \text{ kN/m}^2$

2 Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA



2 Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Anwendungsgrenzen von DIN EN 1996-3/NA (2019:12)

Voll- und teilaufliegende Decke ($a/t \geq 0,5$)

Bauteil	Wanddicke t in mm	max. h in m
A	≥ 115 a,b	2,75
	≥ 150 c	2,75 ^b
	≥ 175	2,75
	≥ 200	2,75
	≥ 240	12 t
	≥ 300	12 t
I	≥ 115	2,75
	≥ 240	k. E.

Voll aufliegende Decke ($a/t = 1$) mit $h > h_{\min}$
und $w_{ek} \leq 1,25 \text{ kN/m}^2$

Bauteil	Wanddicke t in mm	f_k in N/mm ²		
		$\geq 3,5$	$\geq 5,0$	$\geq 10,0$
		max. h in m		
A	≥ 115 a,b	2,75	2,75	2,75
	≥ 150 c	2,75 ^b	3,0 ^d	3,3 ^e
	≥ 175	3,0 ^d	3,3	3,6 ^e
	≥ 200	3,6	3,6	3,6 ^e
	≥ 240	3,6	3,6	3,6 ^e
	≥ 300	12 t	12 t	12 t
	≥ 115	3,6	3,6	3,6
I	≥ 240	k. E.		

Quelle: KLB-Broschüre 2021: Eurocode 6 Kompendium

Tragfähigkeit von Leichtbetonwänden nach dem **stark vereinfachten** Nachweisverfahren

- Anwendungsgrenzen:
- nicht mehr als 3 Geschosse über Gelände
 - lichte Wandhöhe $h \leq 3,0$ m
 - Wanddicke $t \geq 200$ mm
 - bei teilaufliegenden Decken $t \geq 365$ mm
 - Wandschlankheit $h_{ef}/t \leq 21$;

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit: $\max n_{Ed} \leq n_{Rd} = \phi \cdot A \cdot f_d$

ϕ	Bedingung
0,33	Wände als Endauflager im obersten Geschoss und insbesondere unter Dachdecken
0,33	$18 < h_{ef}/t \leq 21$
0,40	$h_{ef}/t < 18$ und $f_k < 1,8$ N/mm ² $5,5 < l_f \leq 6,0$ m
0,50	$h_{ef}/t \leq 18$

Wenn die Mauerwerksdruckfestigkeit $f_k \geq 1,8$ N/mm² beträgt, muss bei teilauflegender Decke und Deckenstützweiten $l_f > 5,0$ m der Traglastfaktor mit dem Verhältnis **a/t** abgemindert werden.

Bei Mauerwerksfestigkeiten von $f_k < 1,8$ N/mm² muss die Abminderung der Traglastfaktors mit **a/t** bereits bei Deckenstützweiten $l_f < 4,0$ m erfolgen.

In vielen Fällen gilt: $n_{Rd} = \phi \cdot t \cdot f_d = 0,5 \cdot t \cdot 0,85 \cdot f_k / 1,5 = 0,283 \cdot t \cdot f_k$

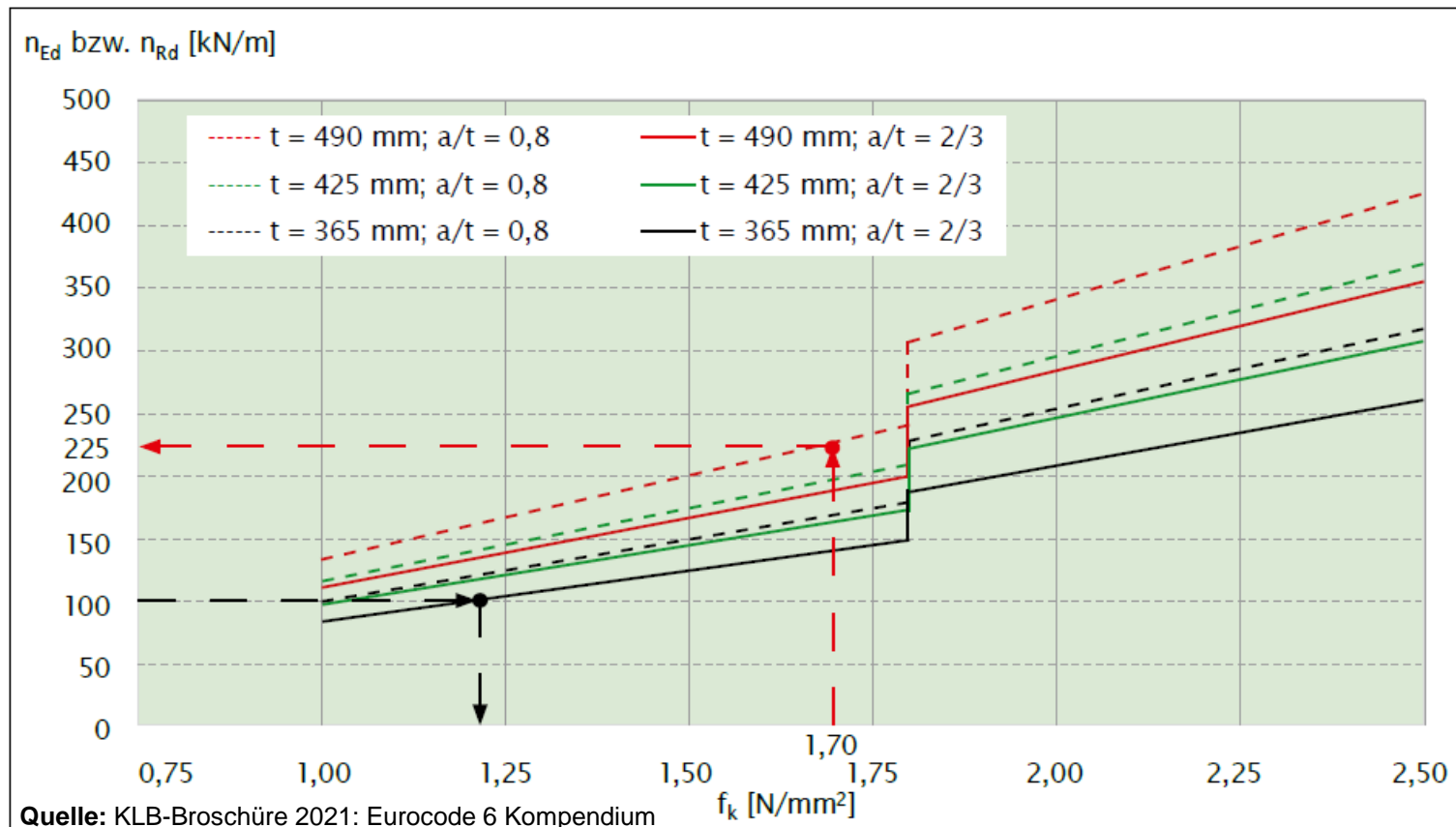
Tragfähigkeit von Leichtbetonwänden nach dem **stark vereinfachten** Nachweisverfahren von DIN EN 1996-3/NA (Wände unter Zwischendecken, nicht unter Dachdecken)

$$n_{Rd} = \phi \cdot t \cdot f_d = 0,5 \cdot t \cdot 0,85 \cdot f_k / 1,5 = 0,283 \cdot t \cdot f_k$$

Lichte Wandhöhe h [m] ≤	Wanddicke t in mm	$l_f \leq 4,0 \text{ m}$				$l_f \leq 5,0 \text{ m}$						
		f_k in N/mm ²										
		1,00	1,25	1,50	1,75	1,80	2,00	2,25	2,50	3,00	3,25	3,50
n_{Rd} in kN/m												
3,00	365	103	129	155	181	186	207	233	259	310	336	362
	425	120	151	181	211	217	241	271	301	361	391	421
	490	139	174	208	243	250	278	312	347	417	451	486

Quelle: KLB-Broschüre 2021: Eurocode 6 Kompendium

Abschätzung der Tragfähigkeit von Leichtbetonwänden



Auch bei geringen Mauerwerksdruckfestigkeiten $f_k < 1,8$ N/mm² sind 4 Geschosse möglich

Erforderliche Druckfestigkeit von Leichtbetonmauerwerk nach dem **stark vereinfachten Nachweisverfahren** von DIN EN 1996-3/NA

n_{Ed} [kN/m]	erforderliche charakteristische Druckfestigkeit f_k in N/mm ²																	
	Wände unter Zwischendecken mit $h_{ef}/t \leq 18$ ^{a,b} ($\Phi = 0,5$)									Wände mit geringer Auflast (Dachgeschoss) ^d und generell für $18 < h_{ef}/t \leq 21$ ^a ($\Phi = 0,33$)								
	Wanddicke t in cm									Wanddicke t in cm								
	115	150	175	200	240	300	365	425	490	115	150	175	200	240	300	365	425	490
50	1,5	1,2	1,0	0,9						2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	0,9			
100	3,1	2,4	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8		4,7	3,6	3,1	2,7	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1
150	4,6	3,5	3,0	2,6	2,2	1,8	1,5	1,2	1,1	7,0	5,3	4,6	4,0	3,3	2,7	2,2	1,9	1,6
200	6,1	4,7	4,0	3,5	2,9	2,4	1,9	1,7	1,4	9,3	7,1	6,1	5,3	4,5	3,6	2,9	2,5	2,2
250	7,7	5,9	5,0	4,4	3,7	2,9	2,4	2,1	1,8		8,9	7,6	6,7	5,6	4,5	3,7	3,1	2,7
300	9,2	7,1	6,1	5,3	4,4	3,5	2,9	2,5	2,2			9,2	8,0	6,7	5,3	4,4	3,8	3,3
400		9,4	8,1	7,1	5,9	4,7	3,9	3,3	2,9					8,9	7,1	5,9	5,0	4,4
500				8,8	7,4	5,9	4,8	4,2	3,6						8,9	7,3	6,3	5,5

^a Bei teilaufliegenden Decken sind die Werte in Abhängigkeit der Deckenspannweite bei $l_f > 5$ m (für $f_k \geq 1,8$ N/mm²) sowie bei Deckenspannweiten $l_f > 4$ m (für $f_k < 1,8$ N/mm²) mit dem Faktor t/a zu multiplizieren.

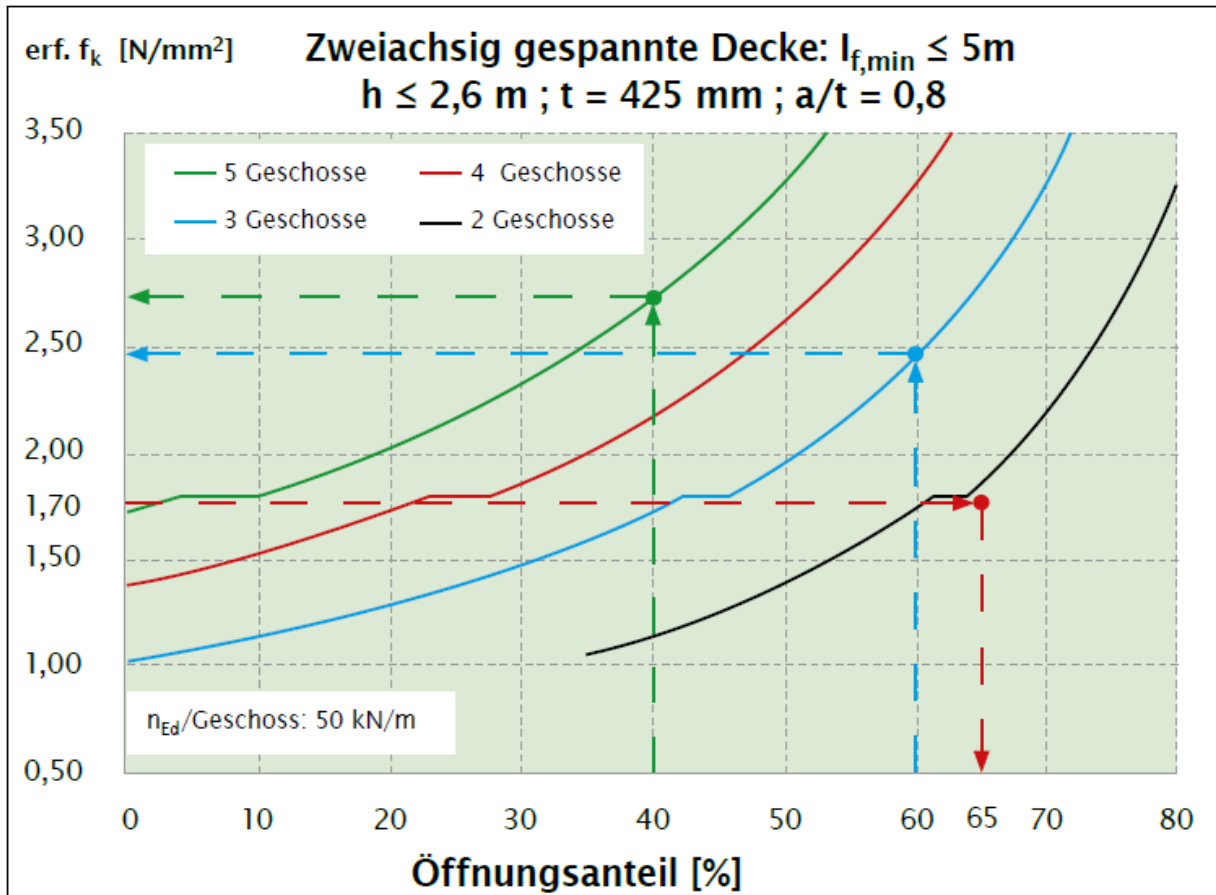
^b Bei $f_k < 1,8$ N/mm² in Verbindung mit Deckenspannweite $l_f > 5,5$ m sind die Werte mit dem Faktor **1,25** zu multiplizieren.

^c Die Fußnoten a und b sind erforderlichenfalls in Kombination anzuwenden.

^d Bei teilaufliegenden Decken sind die Werte mit dem Faktor (t/a) zu multiplizieren.

Im Geschosswohnungsbau sind bis zu 8 Geschosse mit Wandstärken $t \leq 240$ mm möglich

Einfluss von Öffnungen auf die mögliche Geschosshöhe von Leichtbetonwänden



$$\ddot{O} = b_{\ddot{O}} / (b_{\ddot{O}} + b_W)$$

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Vereinfachte Bemessung von Leichtbetonwänden

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit: $\max N_{Ed} \leq N_{Rd} = \min(\Phi_1; \Phi_2) \cdot A \cdot f_d$

Es ist die vollständige Querschnittsfläche der Wand anzusetzen: $A = t \cdot l$

Nachweis am Wandkopf und Wandfuß:

- Φ_1 berücksichtigt die Lastexzentrizität bei Endauflagern auf Außenwänden.

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

- Aufgrund geringer Auflasten ist bei Decken über dem obersten Geschoss (Endauflagern), insbesondere bei Dachdecken: $\Phi_1 = 0,333 \cdot a/t$
- Bei zweiachsig gespannten Decken mit $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2$ darf für l_f das 0,85-fache der kürzeren Stützweite angesetzt werden.

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit in Wandhöhenmitte :

- Φ_2 berücksichtigt die Traglastminderung bei Knickgefahr:

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

h_{ef} : Knicklänge der Wand $h_{ef} = \rho_2 \cdot h$

Vollaufliegende Decke:

$\rho_2 = 0,75$ für $t \leq 17,5 \text{ cm}$

$\rho_2 = 0,9$ für $17,5 \text{ cm} < t \leq 25 \text{ cm}$

$\rho_2 = 1,0$ für $t > 25 \text{ cm}$

Teilaufliegende Decke:

$\rho_2 = 0,9$ für $t = 24 \text{ cm}$ und $a \geq 17,5 \text{ cm}$

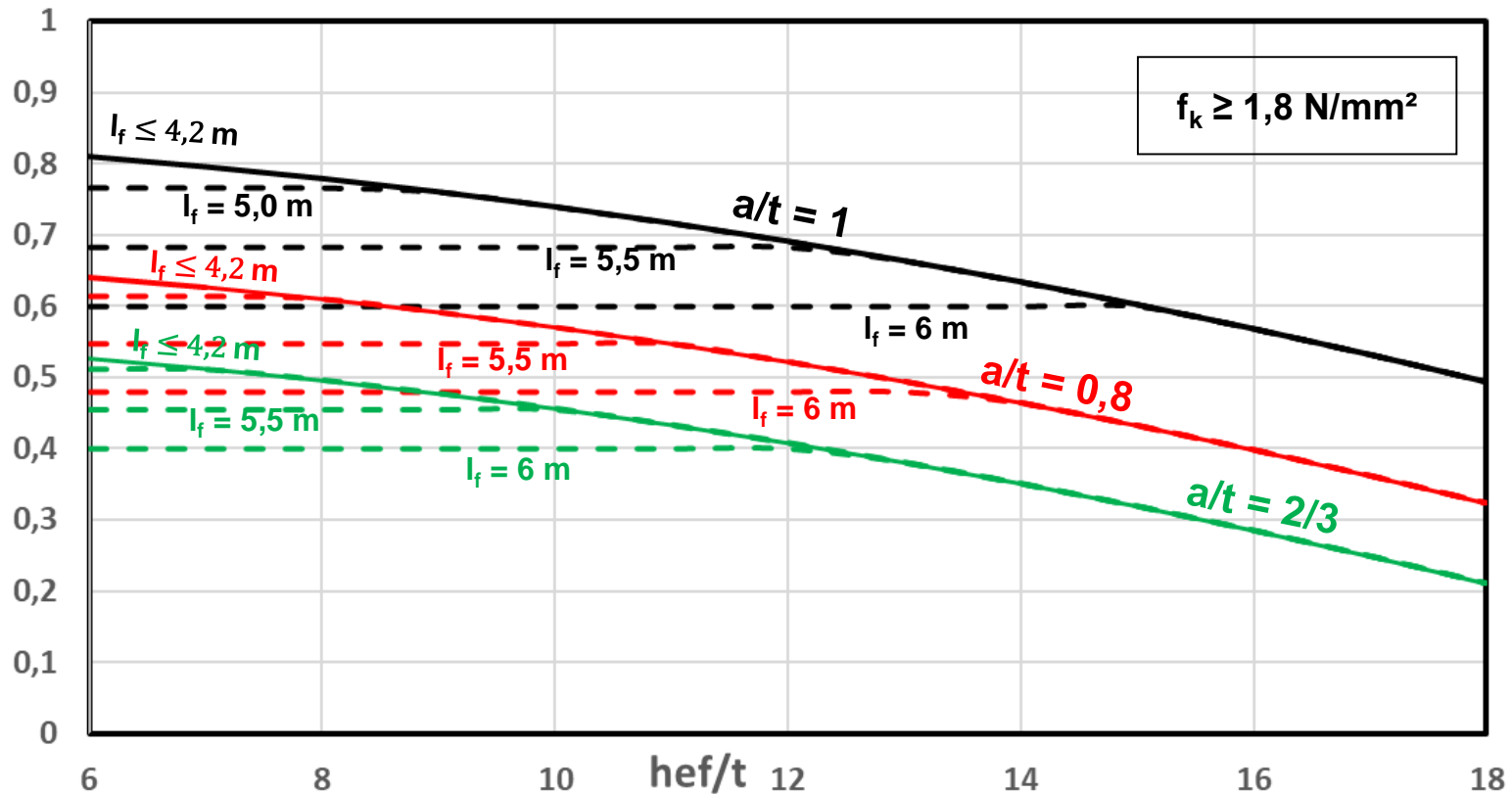
$\rho_2 = 1,0$ in allen anderen Fällen

Bei Leichtbetonwänden liegt die Wandschlankheit h_{ef}/t regelmäßig im Bereich zwischen 6 und 15

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit : $n_{Rd} = \phi \cdot A \cdot f_d$

Traglastfaktor ϕ



Bei $h_{ef}/t < 10$ und $l_f > 5$ m ist meist der Nachweis am Wandfuß bemessungsrelevant

2

Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

lichte Wandhöhe h in m	Wanddicke t in mm	Kaltbemessung für $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$ $n_{Ed} \leq n_{Rd} = \text{Tafelwert} \cdot f_k$ (mit n_{Rd} in kN/m und f_k in N/mm ²)										Brandfall			
		Innenwand	Außenwand										n_{Ed}^a $\leq \text{Tafelwert}$ $\cdot f_k \cdot \frac{2,2}{\omega} \cdot \frac{\alpha_{6,fi}}{0,7}$ (mit n_{Rd} in kN/m und f_k in N/mm ²)		
			Geschossdecke					Dachdecke ^b							
			$a/t = 1,0$ (vollaufliegend)		$a/t = 0,8$ (teilaufliegend)			$a/t = 1,0$		$a/t = 0,8$					
Deckenspannweite l_f in m ^c												$a/t = 1,0$	$a/t = 2/3$		
$\leq 6,0$	$\leq 4,5$	$\leq 5,0$	$\leq 5,5$	$\leq 6,0$	$\leq 4,5$	$\leq 5,0$	$\leq 5,5$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$					
2,50	150	57	57		51	31				28	22	56	25		
	175	71	71	67	59	45				33	26	75	37		
	200	80	80	77	68	57		54	37	30	83	50			
	240	102	102		92	81	76	74	65	45	36	109	70		
	300	131	131	130	116	102	102		92	81	56	45	136	90	
	365	165	165	158	141	124	129	126	113	99	68	55	165	110	
	425	195	195	184	164	144	154	147	131	115	80	64	193	128	
490	228	228	212	189	166	180	170	151	133	92	73	222	148		
2,75	150	54	54		51	26				28	22	51	20		
	175	69	69	67	59	40				33	26	70	32		
	200	77	77	77	68	53				37	30	76	45		
	240	99	99	92	81	72		65	45	36	106	65			
	300	128	128		116	102	99	92	81	56	45	136	90		
	365	162	162	158	141	124	127	126	113	99	68	55	165	110	
	425	193	193	184	164	144	152	147	131	115	80	64	193	128	
490	224	224	212	189	166	177	170	151	133	92	73	222	148		
3,00	150	51	51			-					28	-	45	-	
	175	66	66		59	-					33	-	64	-	
	200	73	73			68	-					37	-	69	-
	240	96	96	92	81	-					45	-	100	-	
	300	125	125		116	102	96	92	81	56	45	136	90		
	365	160	160	158	141	124	125		113	99	68	55	165	110	
	425	191	191	184	164	144	150	147	131	115	80	64	193	128	
490	224	224	212	189	166	177	170	151	133	92	73	222	148		

lichte Wand- höhe h in m	Wand- dicke t in mm	Kaltbemessung für $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$ $n_{Ed} \leq n_{Rd} = \text{Tafelwert} \cdot f_k$ (mit n_{Rd} in kN/m und f_k in N/mm ²)										Brandfall n_{Ed}^a $\leq \text{Tafelwert}$ $\cdot f_k \cdot \frac{2,2}{\omega} \cdot \frac{\alpha_{6,fi}}{0,7}$ (mit n_{Rd} in kN/m und f_k in N/mm ²)			
		Innen- wand	Außenwand										$a/t = 1,0$ $a/t = 2/3$		
			Geschossdecke					Dachdecke ^b							
			$a/t = 1,0$ (vollaufliegend)		$a/t = 0,8$ (teilauflegend)			$a/t = 1,0$		$a/t = 0,8$					
Deckenspannweite l_f in m ^c															
		$\leq 6,0$	$\leq 4,5$	$\leq 5,0$	$\leq 5,5$	$\leq 6,0$	$\leq 4,5$	$\leq 5,0$	$\leq 5,5$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$
3,30	175	62	62		59	-					33	-	57	-	
	200	68	68		68	-					37	-	61	-	
	240	92	92		81	-					45	-	91	-	
	300	121	121		116	102		92			81	56	45	127	84
	365	157	157		141	124	122		113	99	68	55	165	110	
	425	188	188	184	164	144	147		131	115	80	64	193	128	
	490	222	222	212	189	166	174	170	151	133	92	73	222	148	
3,60	200	63	63			-					37	-	53	-	
	240	88	88			81	-					45	-	83	-
	300	117	117		116	102	88			81	56	45	118	78	
	365	153	153		141	124	118		113	99	68	55	165	110	
	425	185	185	184	164	144	144		131	115	80	64	193	128	
	490	219	219	212	189	166	172	170	151	133	92	73	222	148	
4,00	240	81	-			-					-	-	72	-	
	300	111	-			82		81			-	-	106	-	
	365	148	148		141	124	113		99	68	55	155	103		
	425	181	181		164	144	140		131	115	80	64	193	128	
	490	215	215	212	189	166	168	151	133	92	73	222	148		

^a n_{Ed} ist der Bemessungswert bei Normaltemperatur.

^b Bei zweiachsig gespannten Decken mit $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$ dürfen die Tabellenwerte mit dem Faktor 1,2 vergrößert werden.

^c Bei zweiachsig gespannten Decken mit $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$ darf für l_f das 0,85-fache der kürzeren Stützweite eingesetzt werden.

Die Tabelle ist für den Anwendungsbereich der vereinfachten Berechnungsmethode für primär vertikal beanspruchte Wände nach DIN EN 1996-3/NA:2019-12, der Bemessung im Brandfall nach DIN EN 1996-1-2/NA:2013-06 und für charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeiten $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$ gültig.

lichte Wandhöhe h in m	Wanddicke t in mm	Kaltbemessung für $f_k < 1,8 \text{ N/mm}^2$ $n_{Ed} \leq n_{Rd} = \text{Tafelwert} \cdot f_k$ (mit n_{Rd} in kN/m und f_k in N/mm ²)										Brandfall			
		Innenwand	Außenwand										n_{Ed}^a $\leq \text{Tafelwert}$ $f_k \cdot \frac{2,2 \cdot \alpha_{6,fi}}{\omega \cdot 0,7}$ (mit n_{Rd} in kN/m und f_k in N/mm ²)	$a/t = 1,0$	$a/t = 2/3$
			Geschossdecke					Dachdecke ^b							
			$a/t = 1,0$ (vollauflegend)		$a/t = 0,8$ (teilauflegend)			$a/t = 1,0$		$a/t = 0,8$					
Deckenspannweite l_f in m ^c															
		$\leq 6,0$	$\leq 3,5$	$\leq 4,0$	$\leq 5,0$	$\leq 6,0$	$\leq 3,5$	$\leq 4,0$	$\leq 5,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$			
2,50	300	131	131	102	68	102	81	54	56	45	136	90			
	365	165	165	124	82	129	99	66	68	55	165	110			
	425	195	195	192	144	96	154	115	77	80	193	128			
	490	228	228	222	166	111	180	177	133	88	92	73	222	148	
2,75	300	128	128	102	68	99	81	54	56	45	136	90			
	365	162	162	124	82	127	99	66	68	55	165	110			
	425	193	193	192	144	96	152	115	77	80	193	128			
	490	226	226	222	166	111	179	177	133	88	92	73	222	148	
3,00	300	125	125	102	68	96	81	54	56	45	136	90			
	365	160	160	124	82	125	99	66	68	55	165	110			
	425	191	191	144	96	150	115	77	80	64	193	128			
	490	224	224	222	166	111	177	133	88	92	73	222	148		
3,30	300	121	121	102	68	92	81	54	56	45	127	84			
	365	157	157	124	82	122	99	66	68	55	165	110			
	425	188	188	144	96	147	115	77	80	64	193	128			
	490	222	222	166	111	174	133	88	92	73	222	148			
3,60	300	117	117	102	68	88	81	54	56	45	118	78			
	365	153	153	124	82	118	99	66	68	55	165	110			
	425	185	185	144	96	144	115	77	80	64	193	128			
	490	219	219	166	111	172	133	88	92	73	222	148			

^a n_{Ed} ist der Bemessungswert bei Normaltemperatur.

^b Bei zweiachsig gespannten Decken mit $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$ dürfen die Tabellenwerte mit dem Faktor 1,2 vergrößert werden.

^c Bei zweiachsig gespannten Decken mit $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$ darf für l_f das 0,85-fache der kürzeren Stützweite eingesetzt werden.

Die Tabelle ist für den Anwendungsbereich der vereinfachten Berechnungsmethode für primär vertikal beanspruchte Wände nach DIN EN 1996-3/NA:2019-12, der Bemessung im Brandfall nach DIN EN 1996-1-2/NA:2013-06 und für charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeiten $f_k < 1,8 \text{ N/mm}^2$ gültig.

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Tragfähigkeit von Wänden aus KLBQuadro-Planelementen Vbi-PE 20/DM

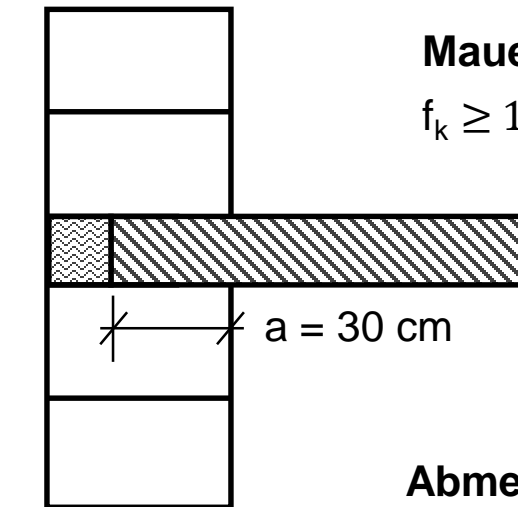
lichte Wandhöhe h in m	Wanddicke t in mm	Wand als Endlager mit $a = t$						Innenwand
		Decke im Regelgeschoss				Decke mit geringen Auflasten (z. B. Dachdecke)		
		Deckenspannweite l_f in m						
		$\leq 5,0$	5,25	5,5	5,75	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	
		n_{Rd} in kN/m						
$\leq 2,50$	115 ^a	359				217		359
	150	569			534	498	283	570
	175	711	705	664	623	582	330	711
	240	1.015	968	911	854	798	452	1.015
$\leq 2,62^5$	115 ^a	339				217		339
	150	555			533	498	283	555
	175	698		663	622	581	330	698
	240	1.001	967	910	853	797	452	1.001
$\leq 2,75$	115 ^a	318				217		318
	150	539			533	497	283	539
	175	684		663	622	580	330	684
	240	987	966	909	853	796	452	987

Quelle: KLB-Broschüre 2021: Eurocode 6 Kompendium

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Beispiel: Ermittlung der Tragfähigkeit nach DIN EN 1996-3/NA

Teilaufliegende Decke:



Mauerwerksdruckfestigkeit:

$$f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$$

Abmessungen:

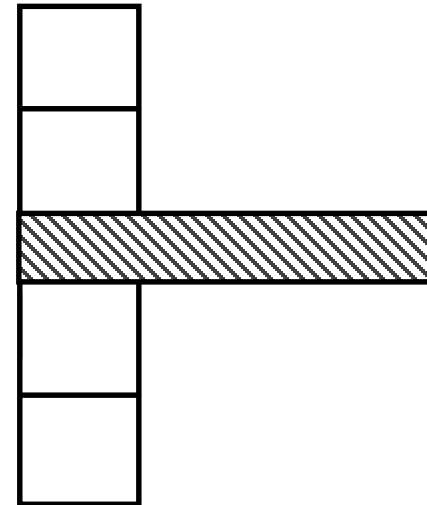
Deckenstützweite $l_f = 6,0 \text{ m}$

lichte Höhe $h = 2,75 \text{ m}$

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

$$h_{ef}/t = 2,75/0,365 = 7,53$$

Vollaufliegende Decke:



$$t = a = 30 \text{ cm}$$

$$h_{ef}/t = 2,75/0,3 = 9,17$$

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Beispiel: Ermittlung der Tragfähigkeit nach DIN EN 1996-3/NA

Teilaufliegende Decke :

Vollaufliegende Decke:

Wandhöhenmitte

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

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot \frac{30}{36,5} - 0,0011 \cdot \left(\frac{2,75}{0,365} \right)^2$$

$$\Phi_2 = 0,636$$

$$n_{Rd} = 0,636 \cdot 0,365 \cdot f_d = 0,232 \cdot f_d$$

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot 1,0 - 0,0011 \cdot \left(\frac{2,75}{0,30} \right)^2$$

$$\Phi_2 = 0,76$$

$$n_{Rd} = 0,76 \cdot 0,30 \cdot f_d = 0,228 \cdot f_d$$

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Beispiel: Ermittlung der Tragfähigkeit nach DIN EN 1996-3/NA

Teilaufliegende Decke ($t = 36,5$ cm):

Vollaufliegende Decke ($t = 30$ cm):

Wandkopf / -fuß

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

$$\Phi_1 = \left(1,6 - \frac{l_f}{6}\right) \cdot \frac{a}{t} \leq 0,9 \cdot \frac{a}{t}$$

$$\Phi_1 = \left(1,6 - \frac{6,0 \text{ m}}{6}\right) \cdot \frac{30}{36,5} \leq 0,9 \cdot \frac{30}{36,5}$$

$$\Phi_1 = (1,6 - 1,0) \cdot 0,82 \leq 0,9 \cdot 0,82$$

$$\Phi_1 = 0,492 \leq 0,74$$

$$n_{Rd} = 0,492 \cdot 0,365 \cdot f_d = 0,18 \cdot f_d = 0,102 \cdot f_k$$

$$\Phi_1 = \left(1,6 - \frac{l_f}{6}\right) \cdot \frac{a}{t} \leq 0,9 \cdot \frac{a}{t}$$

$$\Phi_1 = \left(1,6 - \frac{6,0 \text{ m}}{6}\right) \leq 0,9$$

$$\Phi_1 = (1,6 - 1,0) \leq 0,9$$

$$\Phi_1 = 0,6 \leq 0,9$$

$$n_{Rd} = 0,6 \cdot 0,30 \cdot f_d = 0,18 \cdot f_d = 0,102 \cdot f_k$$

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Beispiel: Ermittlung der Tragfähigkeit nach DIN EN 1996-3/NA

Bemessung mittels Tragfähigkeitstabellen:

		Kaltbemessung für $f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$ $n_{Ed} \leq n_{Rd} = \text{Tafelwert} \cdot f_k$ (mit n_{Rd} in kN/m und f_k in N/mm ²)											
lichte Wandhöhe h in m	Wanddicke t in mm	Außenwand											
		Innenwand					Geschossdecke					Dachdecke ^b	
		$a/t = 1,0$ (vollauflegend)					$a/t = 0,8$ (teilauflegend)					$a/t = 1,0$	$a/t = 0,8$
		Deckenspannweite l_f in m ^c											
	$\leq 6,0$	$\leq 4,5$	$\leq 5,0$	$\leq 5,5$	$\leq 6,0$	$\leq 4,5$	$\leq 5,0$	$\leq 5,5$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	$\leq 6,0$	
2,50	150	57	57		51	31				28	22		
	175	71	71	67	59	45				33	26		
	200	80	80		68	57				37	30		
	240	102	102		81	76	74	65	45	36			
	300	131	131	130	116	102	102	92	81	56	45		
	365	165	165	158	141	124	129	126	113	99	68	55	
	425	195	195	184	164	144	154	147	131	115	80	64	
490	228	228	212	189	166	180	170	151	133	92	73		
2,75	150	54	54		51	26				28	22		
	175	69	69		67	40				33	26		
	200	77	77		77	53				37	30		
	240	99	99		92	72				45	36		
	300	128	128	116	102	99	92	81	65	56	45		
	365	162	162	158	141	124	127	126	113	99	68	55	
	425	193	193	184	164	144	152	147	131	115	80	64	
490	224	224	212	189	166	177	170	151	133	92	73		

Nach dem stark vereinfachten Verfahren ergibt sich bei teilauflegender Decke die Tragfähigkeit zu:

$$n_{Rd} = 0,283 \cdot 0,365 = 0,103 \cdot f_k$$

$$n_{Rd} = 0,102 \cdot f_k$$

$$n_{Rd} = 0,099 \cdot f_k$$

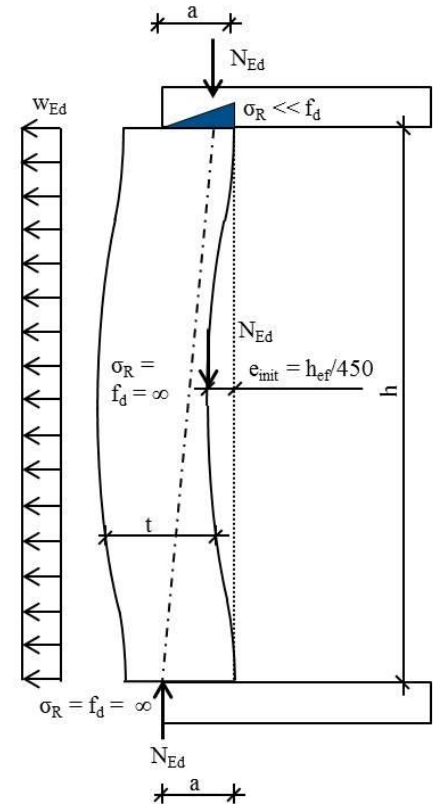
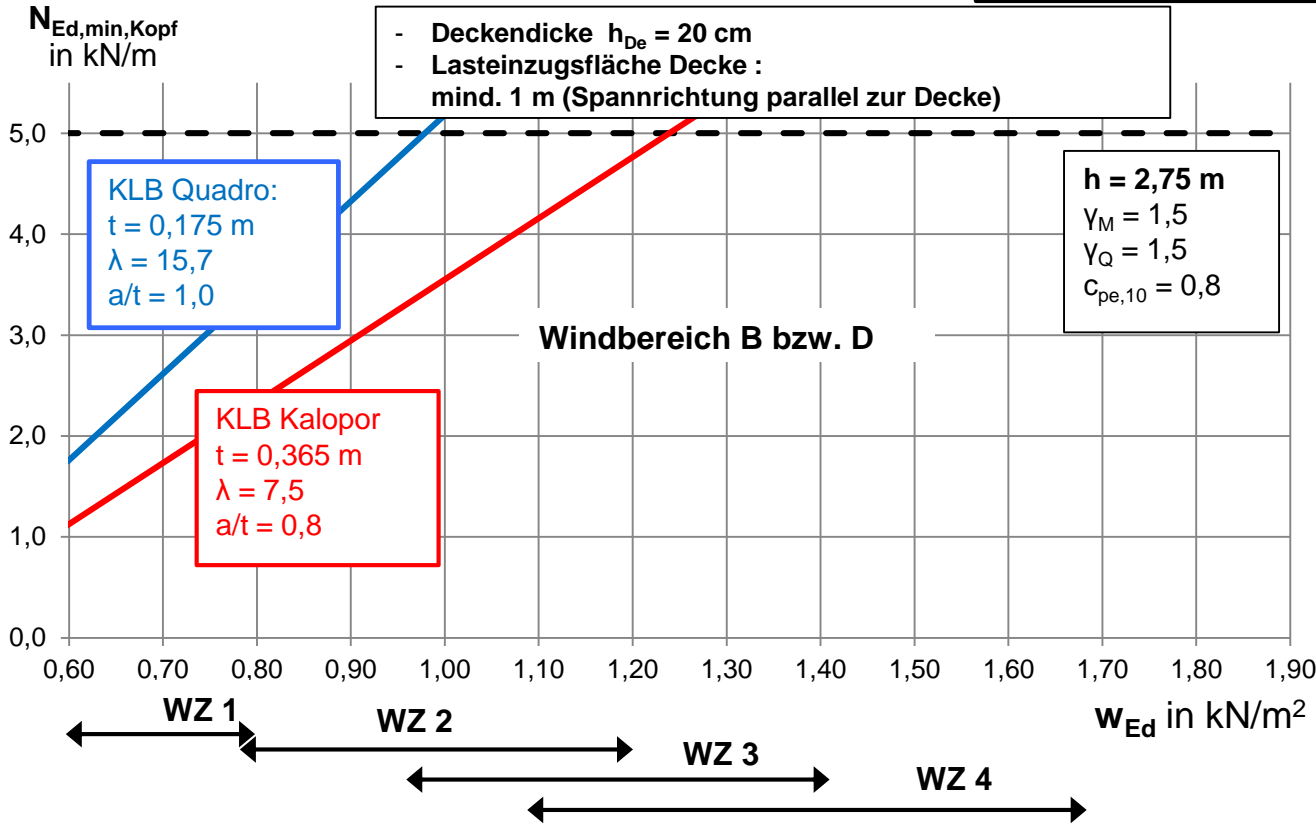


bei $f_k = 1,8 \text{ N/mm}^2$ sind 3 Geschosse möglich

2 Vereinfachte Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA

Mindestauflast bei Wänden unter Dachdecken:

$$n_{Ed,Mitte} \geq \frac{3 \cdot h/t}{16 \cdot \left(a/t - \frac{h/t}{300}\right)} \cdot w_{Ed} \cdot h$$



Nachweis in den Windzonen 1 u. 2 i.d.R. nicht erforderlich



3 Allgemeine Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA

3 Allgemeine Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA

Nachweis – DIN EN 1996-1-1/NA Kap. 6.1.2.2 (NA.4):

„Bei teilweise aufliegenden Deckenplatten darf vereinfachend die Berechnung der Ausmitten an einem System analog Bild 6.1 mit **einer ideellen Wanddicke, die gleich der Deckenauflagertiefe a** ist, erfolgen. Bei Nachweisführung in Wandmitte am Gesamtquerschnitt vergrößert sich die **Ausmitte entsprechend um $(t-a)/2$** . In diesem Fall darf bei der vereinfachten Nachweisführung am Wandkopf und am Wandfuß bei Deckenrandabmauerung mit Dämmstreifen nur der Bereich der Deckenauflagerung herangezogen werden.“

Momentenermittlung – DIN EN 1996-1-1/NA, Anhang C (5):

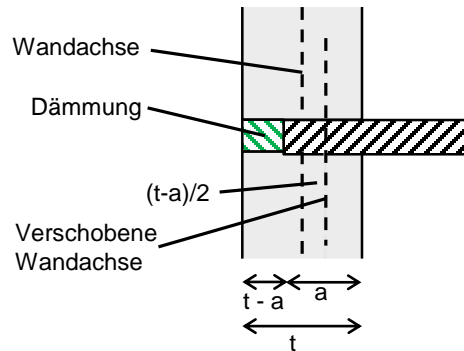
„Wenn bei teilweise aufliegender Deckenplatte nach NCI zu 6.1.2.2, Absatz (NA.4) angewendet wird, darf **vereinfachend für die Wanddicke die Deckenauflagertiefe a** angesetzt werden.“

Tragfähigkeit nach DIN EN 1996-1-1/NA:

Zur Ermittlung der Lastexzentrizität, welche die maßgebende Einflussgröße für die Tragfähigkeit einer Wand darstellt, ist – im Gegensatz zu einer Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA – die Kenntnis der Bemessungsschnittgrößen (N_{Ed} und N_{Ed}) erforderlich.

Teilaufliegende Decke

Vollaufliegende Decke



Nachweis am Wandkopf /-fuß:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d$$

$$\Phi = 1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t}$$

Moment aus Rahmenwirkung
nach Anhang C

$$\text{mit: } e_i = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + \frac{t-a}{2} \geq 0,05 \cdot t + \frac{t-a}{2}$$

$$\text{mit: } e_i = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} \geq 0,05 \cdot t$$

$$\Phi = 1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t} = 1 - 2 \cdot [e_0 / t + 0,5 \cdot (1 - a / t)]$$

$$\text{mit: } e_0 = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} \geq 0,05 \cdot t$$

$$\Phi = \frac{a}{t} - 2 \cdot \frac{e_0}{t}$$

$$\text{mit: } e_0 = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} \geq 0,05 \cdot t$$

Nachweis in Wandhöhenmitte

$$N_{Rd} = \Phi_m \cdot t \cdot f_d$$

$$\Phi_m = 1,14 \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{e_{mk}}{t} \right) - 0,024 \cdot \frac{h_{ef}}{t} \leq 1 - 2 \cdot \frac{e_{mk}}{t}$$

Teilaufliegende Decke

$$\text{mit: } e_{mk} = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} + e_k + \frac{t-a}{2} \geq 0,05 \cdot t$$

Moment aus Rahmenwirkung
nach Anhang C

Zusatzausmitte bei Wänden
mit teilauflegender Decke !

Vollaufliegende Decke

$$\text{mit: } e_{mk} = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} + e_k \geq 0,05 \cdot t$$

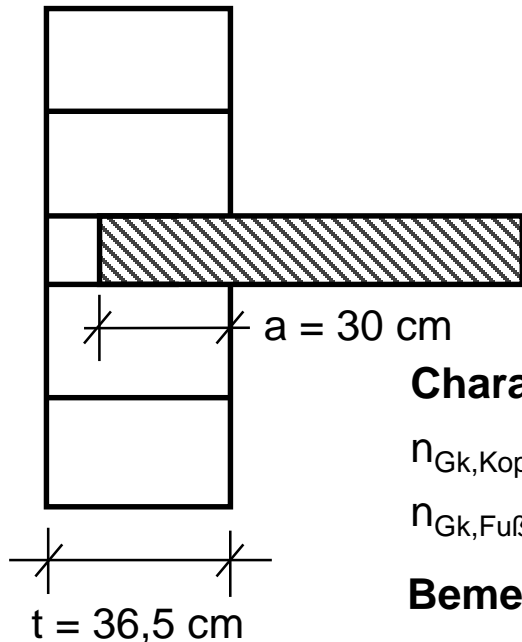
Moment aus Rahmenwirkung
nach Anhang C

$$\Phi_m = 1,14 \cdot \left(\frac{a}{t} - 2 \cdot \frac{e_{mk,0}}{t} \right) - 0,024 \cdot \frac{h_{ef}}{t} \leq \frac{a}{t} - 2 \cdot \frac{e_{mk,0}}{t}$$

$$\text{mit: } e_{mk,0} = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} + e_k \geq 0,05 \cdot t$$

3 Allgemeine Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA

Beispiel: Nachweis nach den allgemeinen Bemessungsregeln mit Ermittlung der Knotenmomente nach DIN EN 1996-1-1 Anhang C



Baustoffe:

KLB-Planstein SW1 SFK 4
 $(f_k = 2,7 \text{ MN/m}^2)$ RDK 0,5
 $f_d = 0,85 \cdot 2,7 / 1,5 = 1,5 \text{ N/mm}^2$
 $E_M = 950 \cdot 3,0 = 2850 \text{ MN/m}^2$
 $E_B = 30.000 \text{ MN/m}^2$

Abmessungen:

Wanddicke $t = 36,5 \text{ cm}$
 Deckenstützweite $l_f = 5,0 \text{ m}$
 lichte Höhe $h = 2,70 \text{ m}$
 Deckendicke $d_b = 18 \text{ cm}$
 Auflagertiefe $a = 30 \text{ cm}$

Charakteristische Einwirkungen: $g_k = 6,0 \text{ kN/m}^2$; $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$

$$n_{Gk,Kopf} = 119 \text{ kN/m} \quad n_{Qk,Kopf} = 61 \text{ kN/m}$$

$$n_{Gk,Fuß} = 129 \text{ kN/m} \quad n_{Qk,Fuß} = 61 \text{ kN/m}$$

Bemessungswerte der Einwirkungen:

$$\begin{aligned} n_{Ed,Kopf} &= 1,35 \cdot 119 + 1,5 \cdot 61 &= 252 \text{ kN/m} & [1,4 \cdot (119+61) = 252] \\ n_{Ed,Mitte} &= 1,35 \cdot 124 + 1,5 \cdot 61 &= 259 \text{ kN/m} & [1,4 \cdot (124+61) = 259] \\ n_{Ed,Fuß} &= 1,35 \cdot 129 + 1,5 \cdot 61 &= 266 \text{ kN/m} & [1,4 \cdot (129+61) = 266] \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t} = \frac{2,70}{0,365} = 7,4$$

3 Allgemeine Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA

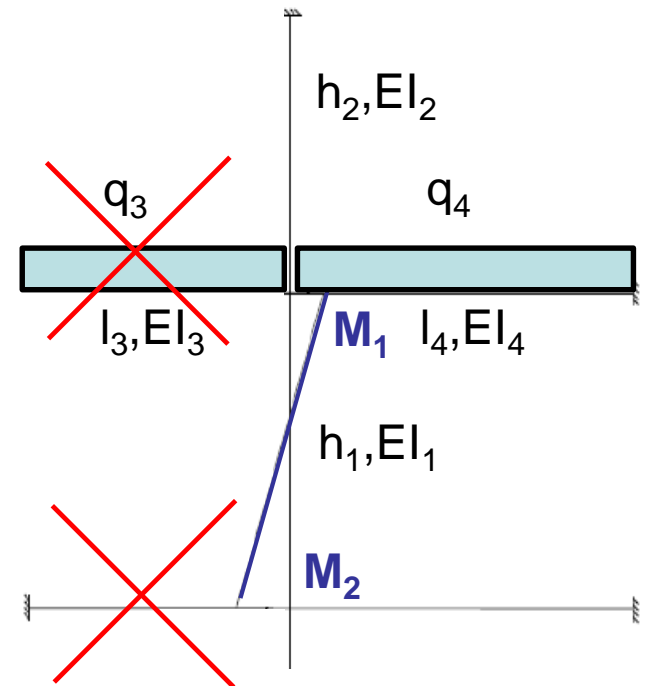
$$m_1 = \eta_1 \cdot \frac{\frac{n_1 \cdot EI_1}{h_1}}{\frac{n_1 \cdot EI_1}{h_1} + \frac{n_2 \cdot EI_2}{h_2} + \frac{n_3 \cdot EI_3}{l_3} + \frac{n_4 \cdot EI_4}{l_4}} \cdot \left[\frac{\cancel{q_3 \cdot l_3^2}}{4 \cdot (\cancel{n_3 - 1})} - \frac{q_4 \cdot l_4^2}{4 \cdot (n_4 - 1)} \right]$$

$$\eta_1 = \left(1 - \frac{k_m}{4}\right) \quad k_m = \frac{n_3 \frac{E_3 I_3}{l_3} + n_4 \frac{E_4 I_4}{l_4}}{n_1 \frac{E_1 I_1}{h_1} + n_2 \frac{E_2 I_2}{h_2}} \leq 2,0$$

n_i : Steifigkeitszahl des Stabes i

$n_i = 3$ bei gelenkiger Lagerung am Stabende

$n_i = 4$ bei Volleinspannung am Stabende



3 Allgemeine Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA

Deckenbelastung: max $q_{Ed,4} = 1,35 \cdot 6,0 + 1,5 \cdot 5,0 = 15,6$ kN/m (max. Deckenbelastung)
 zug. $q_{Ed,4} = 1,35 \cdot 6,0 + 1,5 \cdot 5,0 / 2 = 11,9$ kN/m (ständige Belastung)

$$k_m = \frac{0 + 4 \cdot \frac{30.000 \cdot 0,18^3}{12 \cdot 5,0}}{4 \cdot \frac{2850 \cdot 0,30^3}{12 \cdot 2,7} + 4 \cdot \frac{2850 \cdot 0,30^3}{12 \cdot 2,7}} = \frac{11,66}{9,5 + 9,5} = 0,614 \leq 2,0 \quad \eta_1 = \left(1 - \frac{0,614}{4}\right) = 0,85$$

$$m_{ED,kopf} = 0,85 \cdot \frac{9,5}{9,5 + 9,5 + 0 + 11,66} \cdot \left[0 - \frac{15,6 \cdot 5,0^2}{12}\right] = -8,6 \text{ kNm / m}$$

$$m_{Ed,Fuß,perm} = 0,85 \cdot \frac{9,5}{9,5 + 9,5 + 0 + 11,66} \cdot \left[0 + \frac{11,9 \cdot 5,0^2}{12}\right] = +6,5 \text{ kNm / m}$$

$$m_{Ed,Mitte} = 0,5 \cdot (M_{Kopf} + M_{fuß,perm}) = 0,5 \cdot (-8,6 + 6,5) = -1,0 \text{ kNm / m}$$

3 Allgemeine Bemessung nach DIN EN 1996-1-1/NA

Belastung aus Wind: $w_{Ed} = 0,96 \text{ kN/m}^2$

$$m_{Ed,Kopf} = m_{Ed,Fuß} = m_{Ed,Mitte} = 0,96 \cdot 2,7^2 / 16 = \pm 0,45 \text{ kNm/m}$$

Gesamteinwirkungen:

Wandkopf: $m_{Ed} = 8,6 + 0,45 = 9,05 \text{ kNm/m}$

$$n_{Ed} = 252 \text{ kN/m}$$

$$e_0/t = m_{Ed} / (n_{Ed} \cdot t) = 9,05 / (252 \cdot 0,365) = 0,098 > 0,05$$

Wandmitte: $m_{Ed} = 1,0 + 0,45 = 1,45 \text{ kNm/m}$ (Kriechen vernachlässigt, da $\lambda < \lambda_{\text{grenz}}$)

$$n_{Ed} = 259 \text{ kN/m}$$

$$e_{mk,0}/t = m_{Ed} / (n_{Ed} \cdot t) + \lambda / 450 = 1,45 / (259 \cdot 0,365) + 7,4 / 450 = 0,032$$

$$e_{mk}/t = e_{mk,0}/t + (1-a/t)/2 = 0,032 + 0,09 = 0,122 > 0,05$$

< **1/6** (wichtig für Brandschutznachweis)

↑
Wahl einer Teilanspannung an
Wandkopf und -fuß:
Kopf / Mitte / Fuß: $w_{Ed} \cdot l^2 / 16$

Wandfuß: $m_{Ed} = 6,5 + 0,45 = 6,95 \text{ kNm/m}$

$$n_{Ed} = 266 \text{ kN/m}$$

$$e_0/t = m_{Ed} / (n_{Ed} \cdot t) = 6,95 / (266 \cdot 0,365) = 0,072 > 0,05$$

Tragfähigkeit:

$$n_{Rd, Kopf + Fuß} = (a/t - 2 \cdot e_0/t) \cdot t \cdot f_d$$

$$n_{Rd, Mitte} = [1,14 \cdot (a/t - 2 \cdot (e_{mk,0}/t + \lambda/450)) - 0,024 \cdot \lambda] \cdot t \cdot f_d$$

$$\leq [1 - 2 \cdot (e_{mk,0}/t + \lambda/450)] \cdot t \cdot f_d$$

Wandkopf: $n_{Ed} = 252 \text{ kN/m}$; $e_0/t = 0,098$

$$n_{Rd} = (0,82 - 2 \cdot 0,098) \cdot 0,3365 \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 342 \text{ kN/m}$$

$$\alpha_{kalt} = n_{Ed}/n_{Rd} = 252/374 = 0,74 < 1 \quad \checkmark$$

Wandmitte: $n_{Ed} = 259 \text{ kN/m}$; $e_{mk,0}/t = 0,032$

$$n_{Rd} = [1,14 \cdot (0,82 - 2 \cdot 0,032) - 0,024 \cdot 7,4] \cdot 0,365 \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 375 \text{ kN/m}$$

$$\alpha_{kalt} = n_{Ed}/n_{Rd} = 259/375 = 0,69 < 1 \quad \checkmark$$

Wandfuß: $n_{Ed} = 266 \text{ kN/m}$; $e_0/t = 0,072$

$$n_{Rd} = (0,82 - 2 \cdot 0,072) \cdot 0,365 \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 370 \text{ kN/m}$$

$$\alpha_{kalt} = n_{Ed}/n_{Rd} = 266/370 = 0,72 < 1 \quad \checkmark$$

Nach der vereinfachten Berechnungsmethode: $n_{Rd} = 126 \cdot 2,7 = 340 \text{ kN/m}$



4 Bemessung im Brandfall

5 Nachweis im Brandfall

Brandschutznachweis von Mauerwerk

Es gilt weiterhin das Prinzip der Ausnutzungsfaktoren:
„Kalte“ Bemessung deckt Heißbemessung ab:

DIN 4102-4

Grundlage:
DIN 1053-1, vereinf. Verf.

$$\alpha_2 \leq 1,0$$

DIN EN 1996-1-2/NA

Grundlage:
gen. Verfahren DIN EN 1996,1-1



Genormte
Steine

$$\alpha_{6,fi} \leq 0,7$$



Steine nach
Zulassung

$$\alpha_{fi} \leq 0,7$$

5 Nachweis im Brandfall

Ausnutzungsfaktor bei Verwendung von Mauersteinen nach Norm

$$N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = 0,7 \cdot N_{Ed}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} < 10: \quad \alpha_{6,fi} = \omega \cdot \frac{N_{Ed,fi}}{l \cdot t \cdot \frac{f_k}{k_0} \left(1 - 2 \cdot \frac{e_{mk,fi}}{t}\right)} \cdot \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}} = \omega \cdot \frac{0,7 \cdot N_{Ed}}{l \cdot t \cdot \frac{f_k}{k_0} \cdot \frac{a}{t}} \cdot \frac{15}{25 - \frac{h_{ef}}{t}}$$

$$10 \leq \frac{h_{ef}}{t} \leq 25: \quad \alpha_{6,fi} = \omega \cdot \frac{N_{Ed,fi}}{l \cdot t \cdot \frac{f_k}{k_0} \left(1 - 2 \cdot \frac{e_{mk,fi}}{t}\right)} = \omega \cdot \frac{0,7 \cdot N_{Ed}}{l \cdot t \cdot \frac{f_k}{k_0} \cdot \frac{a}{t}}$$

ω : steinartabhängiger Anpassungsfaktor
nach DIN EN 1996-1-2/NA Tabelle NA.1

k_0 : $k_0 = 1,25$ für $A < 0,1 \text{ m}^2$

$e_{mk,fi}$: Lastexzentrizität in Wandhöhenmitte

Bei vollaufliegender Decke gilt: $e_{mk,fi} = 0$

Bei teilauf liegender Decke und $e_{mk,fi}/t > 1/6$
konstruktive Lastzentrierung erforderlich

Tabelle NA.1 — Anpassungsfaktor ω in Abhängigkeit der verwendeten Stein-Mörtel-Kombination

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	
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 Schlitzfenstern 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 ^a	

4 Nachweis im Brandfall

Brandschutznachweis von Mauerwerk

Mindestdicke tragender, raumabschließender Wände

Tabelle NA.B.3.2 — Betonstein-Mauerwerk — Mindestdicke tragender, raumabschließender 1schaliger Wände (Kriterien REI) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen

Zeilen Nr.	Materialeigenschaften	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse REI in (Minuten) $t_{f,d}$				
		30	60	90	120	180
1	Mauersteine aus Beton (Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge) nach DIN EN 771-3 in Verbindung mit DIN V 20000-403 bzw. DIN V 18151-100, DIN V 18152-100 und unter Verwendung von Normalmauermörtel und Leichtmauermörtel Rohdichteklasse $\geq 0,50$					
1.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,f} \leq 0,15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	140 (115)	140 (115)
1.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,f} \leq 0,42$	140 (115)	140 (115)	175 (115)	175 (140)	190 (175)
1.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,f} \leq 0,70$	175 (140)	175 (140)	175 (140)	190 (175)	240 (190)

Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach 4.2 (1).

5 Nachweis im Brandfall

Ausnutzungsfaktor bei Verwendung von Mauersteinen nach Zulassung

$$N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = 0,7 \cdot N_{Ed}$$

$$N_{Rd} = \left[1,14 \cdot \left(\frac{a}{t} - 2 \cdot \frac{e_{mk,0}}{t} \right) - 0,024 \cdot \frac{h_{ef}}{t} \right] \cdot t \cdot l \cdot f_d$$

$$\alpha_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}} = 0,7 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = 0,7 \cdot \alpha_{kalt}$$

Tabelle 4: Einstufung des Mauerwerks aus Plan-Vollblöcken in Feuerwiderstandsklassen gemäß DIN 4102-2

tragende raumabschließende Wände (1seitige Brandbeanspruchung)				
	Ausnutzungsfaktor	Mindestdicke t in mm für die Feuerwiderstandsklassebenennung		
		F 30-A	F 60-A	F 90-A
Rohdichteklasse $\geq 0,45$	$\alpha_{fi} \leq 0,0318 \cdot \kappa$	(175)	-	-
Rohdichteklasse $\geq 0,50$	$\alpha_{fi} \leq 0,70$	(240)	(240)	(240)

Hinweis: Da nach Zulassung vorh. $\alpha_{fi} = 0,7 \cdot \alpha_{kalt}$ gilt stets : **vorh $\alpha_{fi} < 0,7$.**

Der Korrekturbeiwert κ berücksichtigt eine aus der Umstellung von DIN 4102 T2 auf DIN EN 1996-1-2/NA erforderliche Anpassung des zulässigen Ausnutzungsfaktors α_{fi}



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit