

Praxisgerechte Regeln für Konstruktion und Ausführung von Mauerwerk nach Eurocode 6 (*DIN EN 1996-2*)

Bauausführung - Konstruktive und bauphysikalische Anforderungen an Gebäude aus Mauerwerk

12. Februar 2019 Dachau

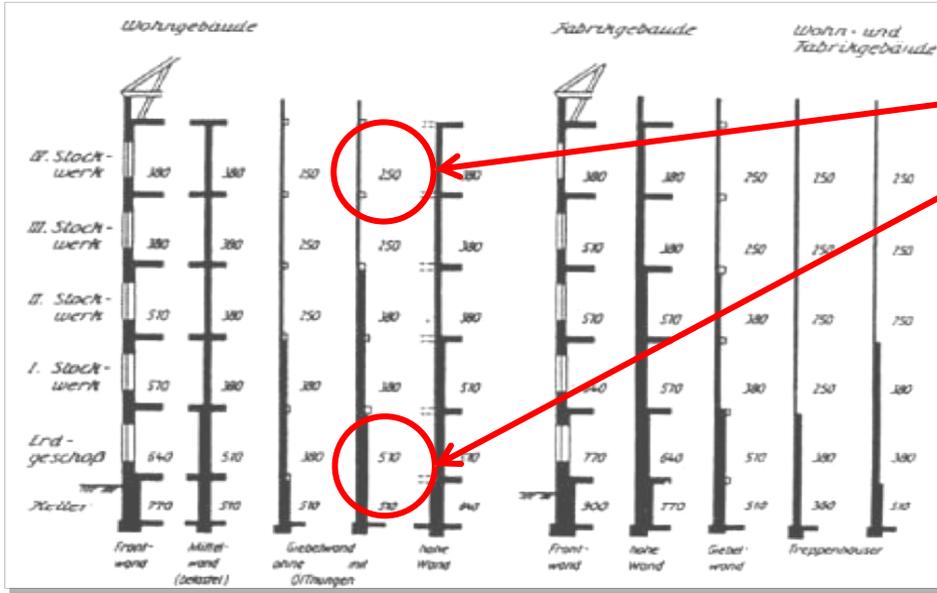


HÖRL & HARTMANN

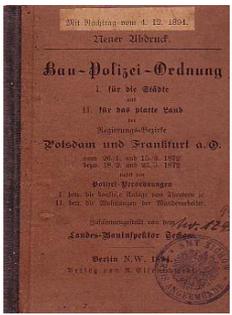
Dr. Dieter Figge
Industrieverbände
Duisburg

 **vero**
der baustoffverband

ZIEGEL
Ziegel-Zentrum NordWest e.V.
Die Technik



Beispiel 4 geschossiges Gebäude (Giebelwand mit Öffnungen)
 Wanddicke 4. Obergeschoss ca. 25 cm
 Wanddicke Erdgeschoss ca. 50 cm



Bau Polizeiordnung (1853)



Berlin Jahrhundertwende

NUMBER OF STORIES BASEMENT AND	BASEMENT	STORIES												
		1st	2d	3d	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	
One-Story	12													
Two-Story	12	12	8											
Three-Story	16	12	12	8										
Four-Story	20	16	16	12	12									
Five-Story	20	16	16	16	12	12								
Six-Story	20	20	16	16	16	12	12							
Seven-Story	24	24	20	20	16	16	12	12						
Eight-Story	24	24	24	20	20	16	16	12	12					
Nine-Story	28	24	24	20	20	20	16	16	12	12				
Ten-Story	28	24	24	24	20	20	20	16	16	12	12			
Eleven-Story	32	24	24	24	24	20	20	20	16	16	12	12		
Twelve-Story	32	28	28	24	24	24	20	20	20	16	16	12	12	

Beispiel 12 geschossiges Gebäude
 Wanddicke Erdgeschoss 32 Inches = ca. 80 cm
 Wanddicke 9. Obergeschoss 20 Inches = ca. 50 cm
 Wanddicke 12. Obergeschoss 16 Inches = ca. 40 cm

z.B. Chicago Building Ordinance (1911)



Beispiel: Park Avenue New York 1910

DEUTSCHE NORM November 1996

Mauerwerk
Teil 1: Berechnung und Ausführung

DIN
1053-1

ICS 91.060.10; 91.080.30

Deskriptoren: Mauerwerk, Berechnung, Ausführung, Bauwesen
Masonry – Design and construction
Maçonneries – Calcul et exécution

Ersatz für Ausgabe 1990-02
Mit DIN 1053-2: 1996-11
Ersatz für DIN 1053-2: 1984-07

1 Anwendungsbereich und normative

1.1 Anwendungsbereich

1.2 Normative Verweisungen

2 Begriffe

2.1 Rezeptmauerwerk (RM)

2.2 Mauerwerk nach Eignungsprüfung (E)

2.3 Tragende Wände

2.4 Aussteifende Wände

2.5 Nichttragende Wände

2.6 Ringanker

2.7 Ringbalken

3 Bautechnische Unterlagen

4 Druckfestigkeit des Mauerwerks

5 Baustoffe

5.1 Mauersteine

5.2 Mauermörtel

5.2.1 Anforderungen

5.2.2 Verarbeitung

5.2.3 Anwendung

5.2.3.1 Allgemeines

5.2.3.2 Normalmörtel (NM)

5.2.3.3 Leichtmörtel (LM)

5.2.3.4 Dünnbettmörtel (DM)

6 Vereinfachtes Berechnungsverfahren

6.1 Allgemeines

6.2 Ermittlung der Schnittgrößen infolge von Lasten

6.2.1 Auflagerkräfte aus Decken

6.2.2 Knotenmomente

Bild 4: Vereinfachende Annahmen zur Berechnung von Knoten- und Wandmomenten

Tabelle 9: Größte zulässige Werte der Ausfachungsfläche von nichttragenden Außenwänden ohne rechnerischen Nachweis

Wanddicke <i>d</i> mm	Größte zulässige Werte ¹⁾ der Ausfachungsfläche in m ² bei einer Höhe über Gelände von		
	0 bis 8 m	8 bis 20 m	20 bis 100 m
115 ²⁾	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon = 1,0$
175	12	8	5
240	20	13	6
300	36	23	9
≥ 300	50	35	17

¹⁾ Bei Seitenverhältnissen 1,0 < ϵ < 2,0 dürfen die größten zulässigen Werte der Ausfachungsflächen geradlinig interpoliert werden.
²⁾ Bei Verwendung von Steinen der Festigkeitsklassen ≥ 12 dürfen die Werte dieser Zeile um $1/3$ vergrößert werden.

Tabelle 7: Bemessung mit dem genaueren Verfahren

7.9 Tragfähigkeit bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung

Fortsetzung Seiten 2 bis 32

sen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Bemessung, auch auszugsweise, i. V., Berlin, gestattet. Ref. Nr. DIN 1053-1: 1996-11 Preisgr. 14 Vert.-Nr. 0014

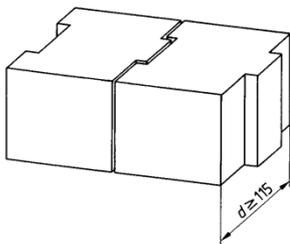


Bild 12c: Vermauerung von Steinen ohne Stoßfugenvermörtelung (Prinzipkizze)

DK 699.81 : 691.001.33 : 614.841.332 DEUTSCHE NORM März 1994

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

DIN
4102
Teil 4

Ersatz für Ausgabe 03.81

Fire behaviour of building materials and components; Synopsis and application of classified building materials, components and special components
Comportement au feu des matériaux et composants de construction; Tableau synoptique et application des matériaux, composants et composants spéciaux de construction classifiés

Die Normen der Reihe DIN 4102 haben im Laufe ihrer mehr als 60jährigen Geschichte eine ständige Weiterentwicklung und Aufgliederung erfahren. Einen Überblick auf dem Stand vom Mai 1981 vermittelt das Beiblatt 1 zu DIN 4102. Es ist beabsichtigt, dieses Beiblatt zu überarbeiten und in Kürze neu herauszugeben.

Eine Zitate (national) zung

Tabelle 40: Mindestdicke *d* tragender, nichtraumabschließender Wände aus Mauerwerk (mehrsichtige Brandbeanspruchung)
Die (*l*)-Werte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach Abschnitt 4.5.2.10

Zeile	Konstruktionsmerkmale	Mindestdicke <i>d</i> in mm für die Feuerwiderstandsklasse-Benennung				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
3.2	Mauerziegel nach DIN 105 Teil 2 Leichtlochziegel Rohdichteklasse $\geq 0,8$ unter Verwendung von ¹⁾) Lochung A und B					
3.2.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 0,2$	(115)	(115)	(115)	(115)	(175)
3.2.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 0,6$	(115)	(115)	(115)	(115)	(200)
3.2.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = 1,0$	(115)	(115)	(115)	(175)	(240)

1) Wand-Wand **2) Wand-Decke** **3) Wand-Wand**

Dämmschicht nach Abschnitt 4.5.2.6

Bild 24: Statisch erforderliche Anschlüsse von Brandwänden aus Mauerwerk oder Stahlbeton an angrenzende Stahlbetonbauteile (Beispiele)

Ablieferung der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin 03.94 DIN 4102 Teil 4 März 1994 Preisgr. 34 Vert.-Nr. 0034

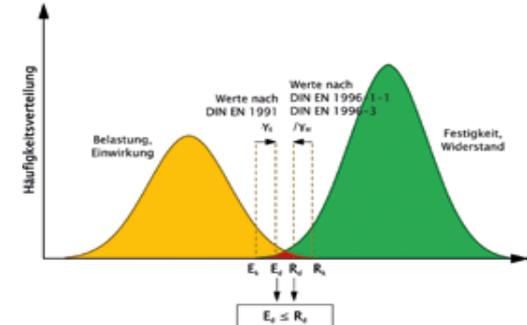
(1) Nachweiskriterien für Mauerwerk nach DIN EN 1996

Nachweisverfahren sind in verschiedenen **Grenzzuständen** und **Lastkombinationen** zu führen:

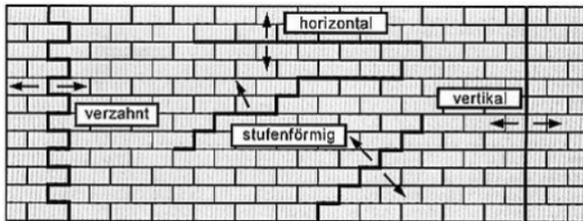
I. Die **Tragfähigkeit**
(Nachweis im **Grenzzustand der Tragfähigkeit** [GZ-T] ist der maßgebende Nachweis)



$$\text{(Einwirkung)} E_d \leq R_d \text{ (Widerstand)}$$



II. Die **Gebrauchstauglichkeit** (Nachweis im **Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**) ist über den [GZ-T] mit abgedeckt).



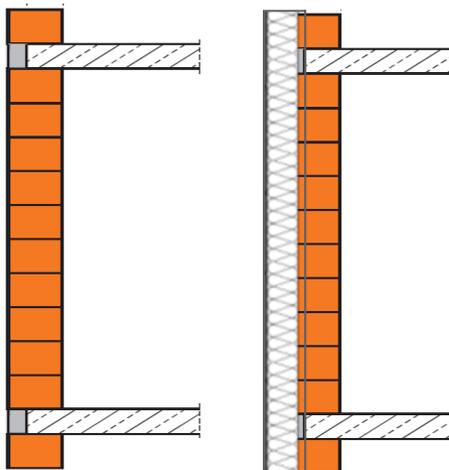
Mit dem Einhalten der **Bedingungen für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)** erfüllt ein Tragwerk oder einzelne Tragglieder die Anforderungen für die vorgesehene Nutzung.

Anforderungen können zum einen die Beschränkung auf-tretender Form-änderungen sein, um eine Rissbildung in sekundären Traggliedern zu vermeiden und das Erscheinungsbild zu wahren.

III. Die **Dauerhaftigkeit** (ist über **Baustoffanforderungen** und **Konstruktionsregeln** [DIN EN 1996-2] abgedeckt).

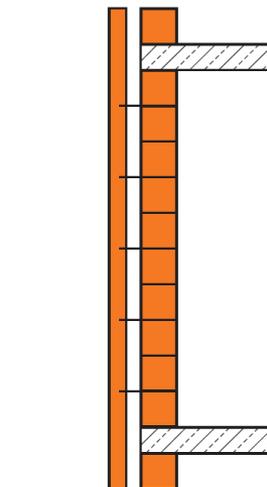


Mindestanforderungen an Wände nach DIN EN 1996



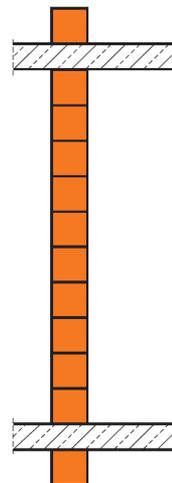
monolithische Außenwand

(einschalig mit und ohne Dämmung oder Bekleidung)

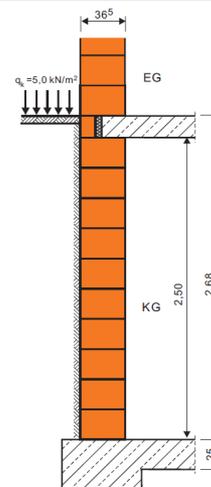


2 schalige Außenwand

(Vorsatzschale aus Sichtmauerwerk oder geputzte Vormauersch.)



Innenwand



Kellermauerwerk:

Anschüttungshöhe h_e ist $h_e \leq 1,15 \cdot h$

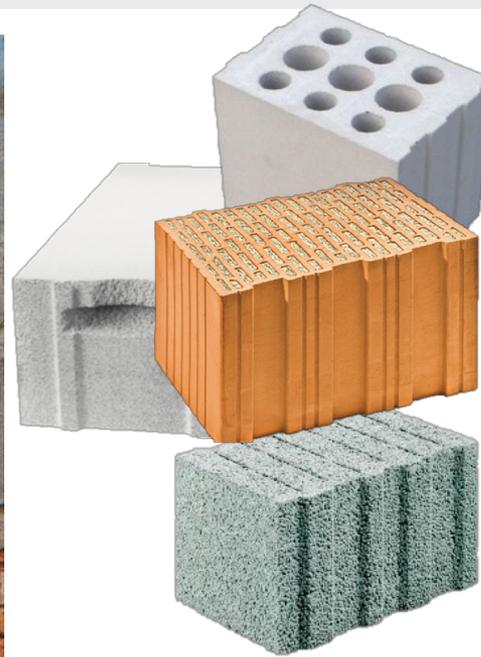
Mindestwanddicke $t \geq 115 \text{ mm}$ (DIN EN 1996-1-1)
 $t \geq 150 \text{ mm}$ (DIN EN 1996-3 bei tragenden Außenwänden)
 $t \geq 300 \text{ mm}$ (DIN EN 1996-3, Anhang A bei teilauf liegender Decke)

Mindestwandfläche: $A \geq 0,04 \text{ m}^2$ (unter Berücksichtigung von Schlitzten und Aussparungen)

Deckenaufleger: $a \geq t/3 + 40 \text{ mm}$ bzw. 100 mm (DIN EN 1996-1-1)
 $a \geq t/2$ bzw. 100 mm bzw. $a \geq 0,45 \cdot t$ bei $t \geq 365 \text{ mm}$ (DIN EN 1996-3)
 $a \geq 2/3 \cdot t$ bzw. 85 mm (DIN EN 1996-3 Anhang A)

- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

1. Mauerziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401



**P – Mauerstein
(für geschütztes Mauerwerk)**

z.B. Hochwärmedämmende Hintermauerziegel, Kalksandsteinmauerwerk, Porenbeton, Leichtbetonmauerwerk



**U – Mauerstein
(für ungeschütztes Mauerwerk)**

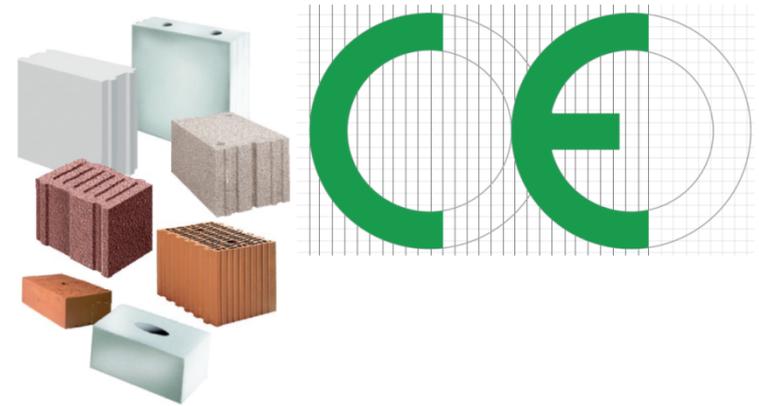
z.B. Vormauerziegel oder Klinker für Sichtmauerwerk, KS Vormauersteine, Betonsteine

1 Baustoffe / 1.2 Mauersteine und Mauermörtel

Mauerwerk nach europäischer Produktnorm mit CE Kennzeichnung	
Mauersteine	Mauermörtel
Mauerziegel EN 771-1	Mauermörtel EN 998-2
Kalksandsteine EN 771-2	
Mauersteine aus Beton EN 771-3	
Porenbetonsteine EN 771-4	
Betonwerksteine EN 771-5	
Natursteine EN 771-6	

Anwendungsnormen für europäische Bauprodukte	
Mauersteine	Mauermörtel
Mauerziegel DIN V 20000-401	Mauermörtel V 20000-412
Kalksandsteine DIN V 20000-402	
Mauersteine aus Beton DIN V 20000-403	
Porenbetonsteine DIN V 20000-404	

Nationale Restnormen	
Mauersteine	Mauermörtel
Mauerziegel DIN V 105-100 und DIN V 105-6	Mauermörtel DIN V 18580
Kalksandsteine DIN V 106	
Mauersteine aus Beton DIN V 18151-100, 18152-100, 18153-100	
Porenbetonsteine DIN V 4165-100	



Bei Verwendung von Mauersteinen der Normen DIN EN 771-1 bis DIN EN 771-4 sind ergänzend die Verwendungsregeln nach DIN V 20000-401 bis DIN V 20000-404 anzuwenden.

Alternativ können auch Mauersteine nach DIN 105-100, DIN V 106, DIN V 4165-100 sowie mit Ausnahme von Plansteinen - DIN V 18151-100, DIN V 18152-100 und DIN V 18153-100 verwendet werden

DIN 1053-1 (Spannung)

Grundwerte σ_0 der zulässigen Druckspannungen für Mauerwerk aus Mauerziegeln nach DIN 105-1 und 105-2



DIN EN 1996 (Festigkeit)

Charakteristische Werte der Mauerwerkdruckfestigkeit f_k für Ziegelmauerwerk aus HLzA, HLzB und Mauertafelziegeln HLzT1 nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 sowie Planziegeln¹⁾ in N/mm²

Steinfestigkeitsklasse	σ_0 in MN/m ²						
	Normalmörtel mit Mörtelgruppe					Leichtmörtel	
	I	II	IIa	III	IIIa	LM 21	LM 36
2	0,3	0,5	0,5 ¹⁾	-	-	0,4	0,4 ²⁾
4	0,4	0,7	0,8	0,9	-	0,5	0,7
6	0,5	0,9	1,0	1,2	-	0,7	0,9
8	0,6	1,0	1,2	1,4	-	0,8	1,0
12	0,8	1,2	1,6	1,8	1,9	0,9	1,1
20	1,0	1,6	1,9	2,4	3,0	0,9	1,1
28	-	1,8	2,3	3,0	3,5	0,9	1,1

Normziegel $\approx \sigma_0 \cdot 3,14 = f_k$

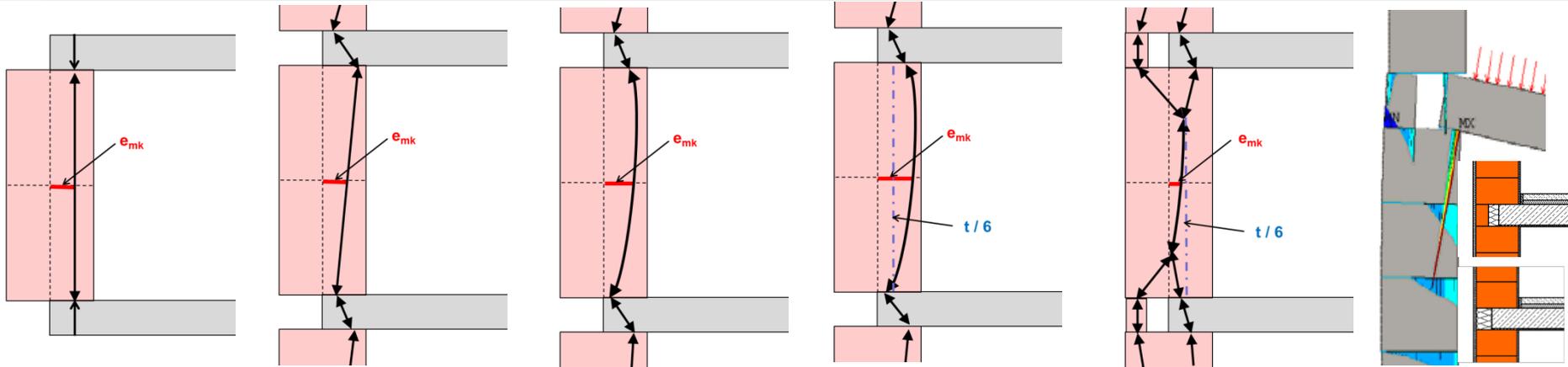
(Zulassungsziegel $\approx \sigma_0 \cdot 2,64 = f_k$)

Ziegelfestigkeitsklasse	Normalmauermörtel				Leichtmauermörtel		Dünnbettmörtel ¹⁾
	II	IIa	III	IIIa	LM 21	LM 36	
4	2,1	2,4	2,9	-	1,6	2,2	-
6	2,7	3,1	3,7	-	2,2	2,9	3,1
8	3,1	3,9	4,4	-	2,5	3,3	3,7
10	3,5	4,5	5,0	5,6	2,8		4,2
12	3,9	5,0	5,6	6,3	3,0		4,7
16	4,6	5,9	6,6	7,4			5,5
20	5,3	6,7	7,5	8,4			6,3
28			9,2	10,3			
36			10,6	11,9			

¹⁾ Nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) Z-17.1-522, -635, -728, -821, -843, -868, -907, -951

- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsklassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Traglastminderung infolge unterschiedlichem Tragverhalten (Beispiel Außenwand)



**Ausmitte aus:
Auflagertiefe**

**: Auflagertiefe
und Deckenver-
drehung**

**: Auflagertiefe,
Deckenverdreh.
u. horizont. Last**

**: Auflagertiefe, Deckenverdrehung,
horizontale Last, ungewollter Ausmitte, Kriechausmitte**

Abmauerungsstein begünstigt Tragverhalten der Wand, da Außermitte verringert wird.

$$e_{mk} = e_{md}$$

e_{mk} = Ausmitte der Last in $\frac{1}{2}$ Wandhöhe
 e_{md} = Ausmitte aus Auflagertiefe

$$e_{mk} = e_{md}$$

e_{mk} = Ausmitte der Last in $\frac{1}{2}$ Wandhöhe
 e_{md} = Ausmitte aus Deckenverdrehung etc.

$$e_{mk} = e_{md} + e_{hm}$$

e_{mk} = Ausmitte der Last in $\frac{1}{2}$ Wandhöhe
 e_{md} = Ausmitte aus Auflagertiefe, Deckenverdrehung etc.
 e_{hm} = Ausmitte in Wandmitte infolge horizontaler Last (z.B. Wind)

$$e_{mk} = e_{md} + e_{hm} + e_{init} + e_k \leq 1/6$$

e_{mk} = Ausmitte der Last in $\frac{1}{2}$ Wandhöhe
 e_{md} = Ausmitte aus Auflagertiefe, Deckenverdrehung etc.
 e_{hm} = Ausmitte in Wandmitte infolge horizontaler Last (z.B. Wind)
 e_{init} = ungewollte Ausmitte (Schief)
 e_k = Kriechausmitte

$$e_k = 0,002 \cdot \phi_{\infty} \cdot \frac{h_{ef}}{t} \cdot \sqrt{t \cdot \left(\frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} \right)}$$

Da sich bei extremen Deckenverformungen unter bestimmten Umständen Querzug einstellen kann, ist Ansatz nur im genaueren Berechnungsverfahren anwendbar

Abminderungsfaktor Φ_1 (Deckendrehwinkel)

Φ_1 bei Traglastminderung an Wandkopf und Wandfuß durch den Deckendrehwinkel bei Endauflagern

Bei Decken zwischen Geschossen gilt

$$\Phi_1 = 1,6 - (l/6) \leq 0,9 \cdot (a/t)$$

(in DIN 1053-1= k3-Faktor)

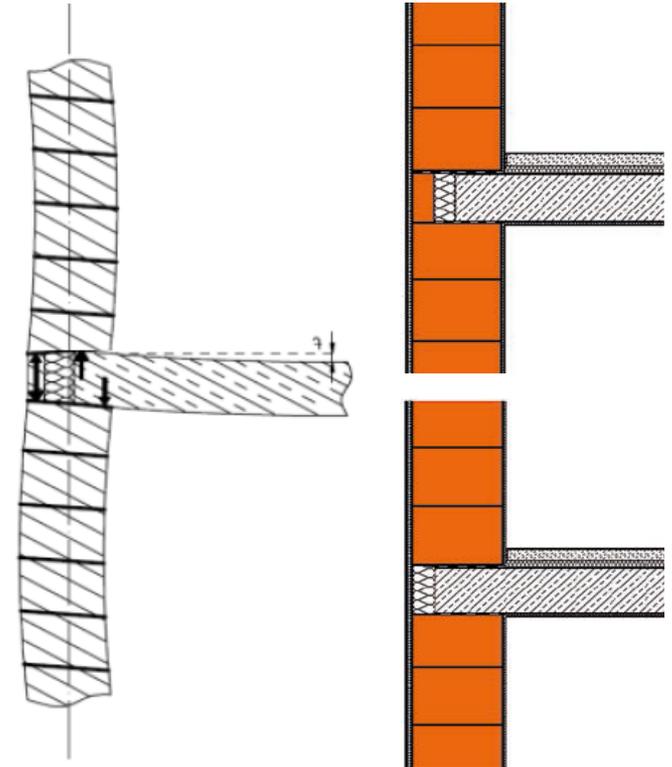
a = Auflagertiefe der Geschossdecke

t = Wanddicke

l = Deckenstützweite

Wird die Traglastminderung infolge Deckendrehwinkel durch konstruktive Maßnahmen **z.B. Zentrierleisten**, vermieden, so gilt unabhängig von der Deckenstützweite:

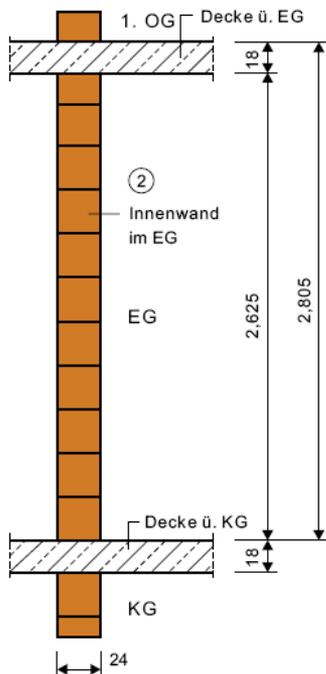
$$\Phi_1 = 0,9 \cdot (a/t)$$



Bei Decken über dem obersten Geschoss, insbesondere bei Dachdecken mit geringen Auflasten gilt:

$$\Phi_1 = 0,33$$

Vergleichsberechnungen DIN 1053-1 mit DIN EN 1996-3



Innenwand DIN 1053-1 (1996)			
h_s	Wandhöhe		2,625 m
d_{mw}	Wanddicke		0,24 m
N_U	Normalkraft	G (ständig) + Q (veränderlich)	90 kN/m + 210 kN/m = 300 kN/m
h_k	Knicklänge	$\beta \cdot h_s$	$0,9 \cdot 2,625$ m = 2,36 m
k_2	(Faktor Knicken)	$\lambda = \frac{h_k}{d_{mw}}$	$\lambda = \frac{2,36}{0,24} = 9,38 < 10$
Gewählt	Mauerziegel HLzB 12/NM Ila	σ_0 (DIN 1053-1 Tabelle 4)	1,60 N/mm²
<i>zul.</i> σ_D	zul. Druckspannung	$k \cdot \sigma_0$	$1,0 \cdot 1,60$ = 1,60 N/mm ²
<i>vorh.</i> σ_D	vorh. Druckspannung	$\frac{N_U}{b_{mw} \cdot d_{mw}}$	$\frac{300}{1,0 \cdot 0,24 \cdot 1000}$ = 1,25 N/mm ²
Nachweis: <i>vorh.</i> $\sigma_0 = 1,25$ N/mm² < <i>zul.</i> $\sigma_0 = 1,60$ N/mm² Ausnutzung ca. 80%			



Grundwerte σ_0 der zulässigen Druckspannungen nach DIN 1053-1 für Mauerwerk.
 $\sigma_0 = 1,60$ N/mm²

Innenwand DIN EN 1996 -3 NA			
h	Wandhöhe		2,625 m
t	Wanddicke		0,24 m
a	Deckenaufлагertiefe		0,24 m
N_{Ed}	Einwirkung	$1,4 \cdot (N_{Gk} + N_{Qk})$	$1,4 \cdot (90 \text{ kN/m} + 210 \text{ kN/m})$ = 420 kN/m
h_{ef}	Knicklänge	$\rho \cdot h$	$0,9 \cdot 2,625$ m = 2,36 m
Φ_2	(Faktor Knicken)	$0,85 \cdot \frac{a}{t} - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t}\right)^2$	$0,85 \cdot \frac{0,24}{0,24} - 0,0011 \cdot \left(\frac{2,36}{0,24}\right)^2$ = 0,74
Gewählt	Mauerziegel HLzB 12/NM Ila	f_k (charakter. Mauerwerksdruckfestigk. nach DIN EN 1996-3/NA)	5,0 N/mm²
f_{d}	Bemessungswert der Druckfestigk.	$\zeta \cdot \frac{f_k}{\gamma_M}$ <small>ζ = Zeta = Beiwert für Langzeiteinwirkg. γ_M = Teilsicherheitsbeiw. Materialeigensch.</small>	$0,85 \cdot \frac{5,0}{1,5}$ = 2,83 N/mm ²
N_{Rd}	Widerstand	$A \cdot f_d \cdot \Phi$	$1,00 \cdot 0,24 \cdot 2,83 \cdot 0,74 \cdot 1000$ = 503 kN/m
Nachweis: $N_{Ed} = 420$ kN/m < $N_{Rd} = 503$ kN/m Ausnutzung ca. 80%			

$f_k = 5,00$ N/mm²
Charakteristische Werte f_k der Mauerwerkdruckfestigkeit.



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Sonderfall Pfeiler

Erhöhte Sicherheitsanforderungen aufgrund geringer Querschnittsfläche (fehlende Umlagerungsmöglichkeit, stärkere Auswirkung von Fehlstellen)

Mindestwandquerschnitt: $0,04\text{m}^2$
(z.B. $0,115 \cdot 0,35 = 0,042\text{ m}^2$)

Modifikation der Druckfestigkeit bei Pfeilern mit $A < 0,1\text{m}^2$:
(z.B. $0,115 \cdot 0,87 = 0,10\text{ m}^2$)

Abminderung mit 0,8

Bemessungswert der Druckfestigkeit

$$f_d = 0,8 \cdot \zeta \cdot (f_k / \gamma_M) = 0,45 \cdot f_k$$





Schalungsziegel
Bemessung nach DIN EN 1992 (EC 2)



Füllziegel
Bemessung nach DIN EN 1996 (EC 6)



Verfüllen mit Beton

Vermauern im Tauchverfahren



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsklassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

ζ (zeta) Beiwert Langzeiteinwirkungen und Baustoffeigenschaften

ζ = Beiwert zur Berücksichtigung von Langzeiteinwirkungen, i. a. gilt ζ (Zeta) = **0,85**



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung

Lebensdauer von
Bauteilen und Bau-
teilschichten
(12-2006)

	Bauteil/Bauschicht	Lebens- erwartung von - bis (Jahre)	Mittlere Lebens- erwartung (Jahre)
Tragkonstruktion	1. Fundament Beton	80 – 150	100
	2. Außenwände/-stützen		
	Beton, bewehrt, bewittert	60 – 80	70
	Naturstein, bewittert	60 – 250	80
	Ziegel, Klinker, bewittert	80 – 100	90
	Beton, Betonstein, Ziegel, Kalksand- stein, bekleidet	100 – 150	120
Leichtbeton, bekleidet	80 – 120	100	
Verfugung, Sichtmauerwerk	20 – 40	35	

	Bauteil/Bauschicht	Lebens- erwartung von - bis (Jahre)	Mittlere Lebens- erwartung (Jahre)
Tragkonstruktion	3. Innenwände / Stützen		
	Beton, Naturstein, Ziegel, Klinker, Kalksandstein Leichtbeton	100 – 150 80 – 120	120 100

	Bauteil/Bauschicht	Lebens- erwartung von - bis (Jahre)	Mittlere Lebens- erwartung (Jahre)
Nichttragende Konstruktion außen	7. Außenwände, Verblendung, Aus- fachung		
	Beton		
	- bewittert	60 – 80	70
	- bekleidet	100 – 150	120
	Naturstein, bewittert	60 – 120	80
	Ziegel, Klinker		
	- bewittert	80 – 150	90
	- bekleidet	100 – 150	120
	Kalksandstein		
	- bewittert	50 – 80	65
- bekleidet	100 – 150	120	
Leichtbeton, bekleidet	80 – 120	100	
Verfugung	20 – 50	40	

γ_M = Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften

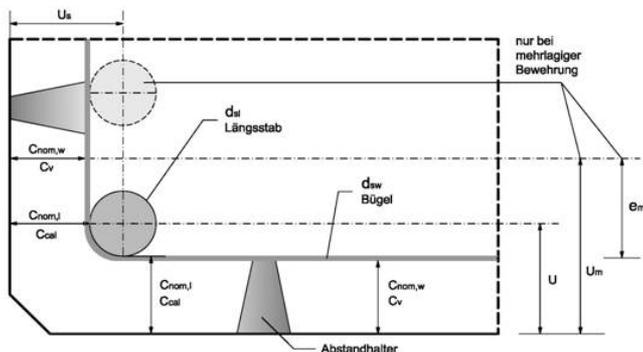
Material	Mauerwerk aus	γ _M	
		Bemessungssituation	
		ständig und vorübergehend	Außergewöhnlich
A	Steinen der Kategorie I und Mörtel nach Eignungsprüfung ^a	1,5	1,3
B	Steinen der Kategorie I und Rezeptmörtel ^b	wie A	wie A
C	Steine der Kategorie II	Für tragendes Mauerwerk in Deutschland nicht anwendbar	

a Anforderungen an Mörtel nach Eignungsprüfung sind in DIN EN 998-2 in Verbindung mit DIN 20000-412 sowie DIN V 18580 gegeben.

b Gilt nur für Baustellenmörtel nach DIN V 18580

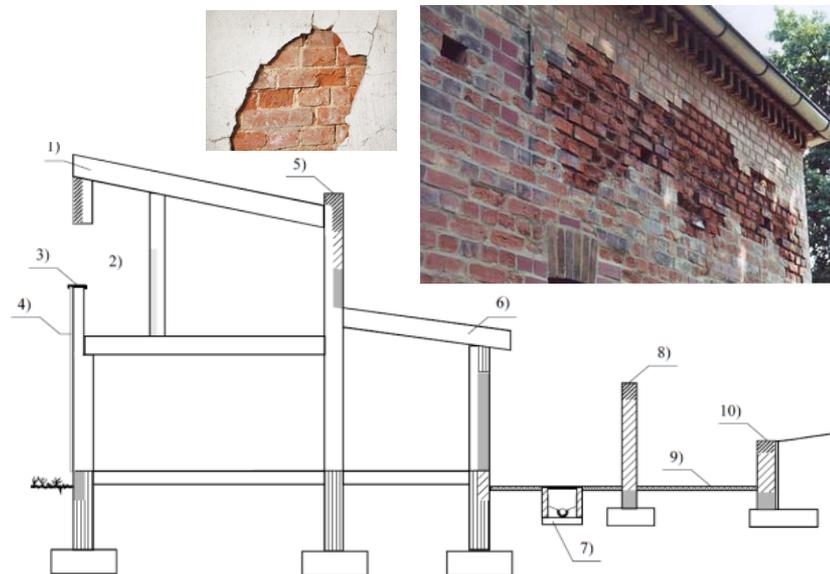
Neu: Expositionsklassen für Mauerwerk

Expositionsklassen für Stahlbeton



Festigkeitsklassen	Beschreibung der Umgebung	Klassenbezeichnung
Bewehrungskorrosion infolge Karbonatisierung	trocken oder ständig nass	XC1
	nass, selten trocken	XC2
	mäßige feuchte	XC3
	wechselnd nass und trocken	XC4
Bewehrungskorrosion verursacht durch Chloride nicht aus Meerwasser	mäßige Feuchte	XD1
	nass, selten trocken	XD2
	wechselnd nass und trocken	XD3
Bewehrungskorrosion verursacht durch Chloride aus Meerwasser	salzhaltige Luft, aber kein Kontakt mit Meerwasser	XS1
	unter Wasser	XS2
	Bereiche von Tide, Spritzwasser und Sprühnebel	XS3

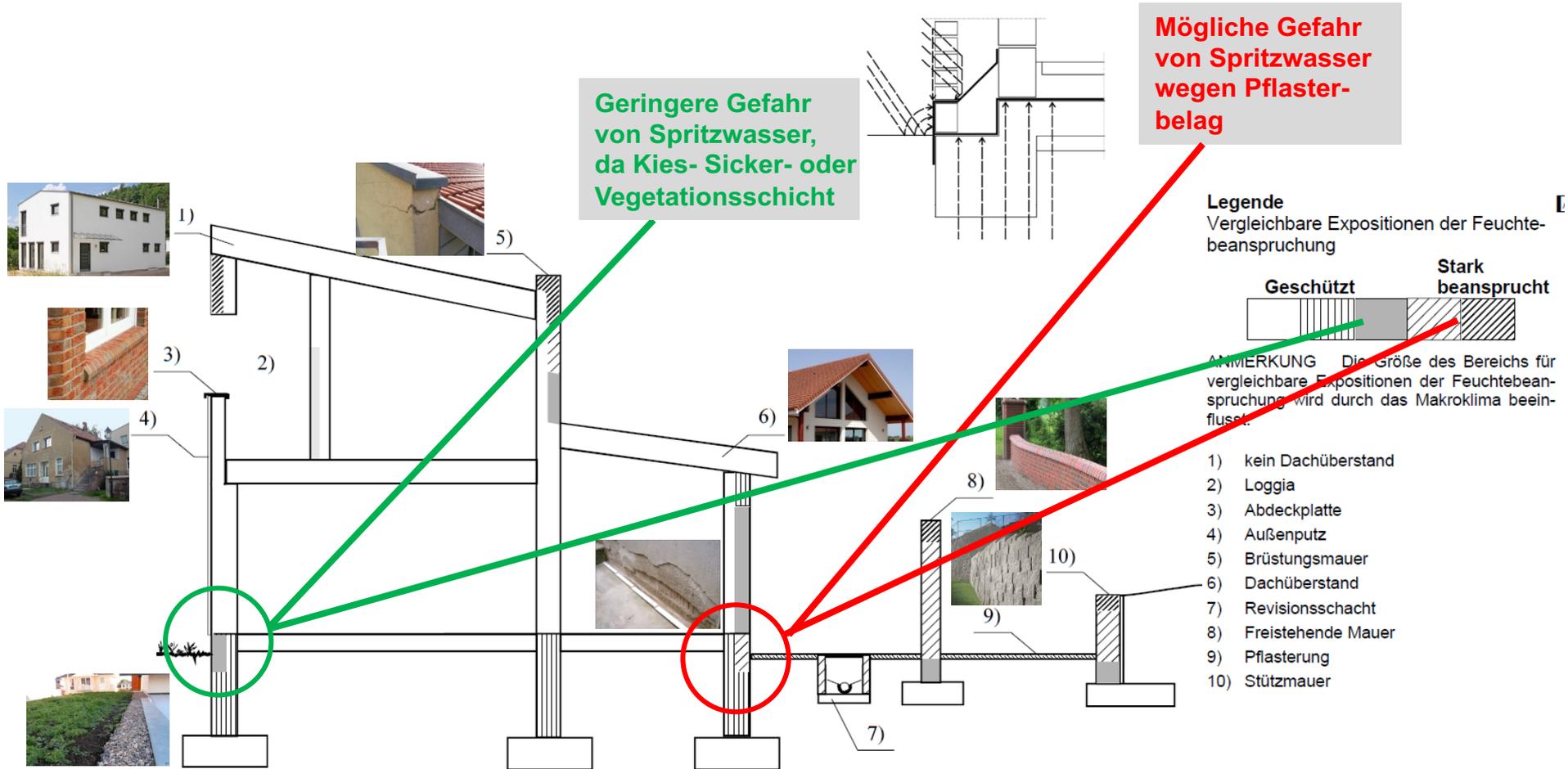
Neu: Expositionsklassen für Mauerwerk



Klasse	Mikrobedingungen des Mauerwerks	Beispiele für Mauerwerk in diesem Zustand
MX1	In trockener Umgebung	Innenmauerwerk für normale Wohnräume und Büros, einschließlich der Innenschale von zweischaligen Außenwänden, die im Normalfall nicht feucht werden. Verputztes Außenmauerwerk, das keinem mäßigen oder starken Schlagregen ausgesetzt ist, und von Feuchte in benachbartem Mauerwerk oder Bauteilen getrennt ist.
MX2	Feuchte oder Durchnässung ausgesetzt	
MX2.1	Feuchte, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Innenmauerwerk, das großen Mengen an Wasserdampf ausgesetzt ist, wie z. B. in einer Wäscherei. Außenwände, die von einem Dachüberstand oder einer Mauerabdeckung geschützt und keinem starken Schlagregen oder Frost ausgesetzt sind. Mauerwerk frostfrei gegründet und in gut entwässerten, nicht angreifenden Böden.
MX2.2	Durchnässung, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk, das weder Frost noch angreifenden Chemikalien ausgesetzt ist, z. B. in Außenwänden mit Mauerkronen oder mit Dachüberstand, in Brüstungsmauern, freistehenden Mauern, im Boden, unter Wasser.

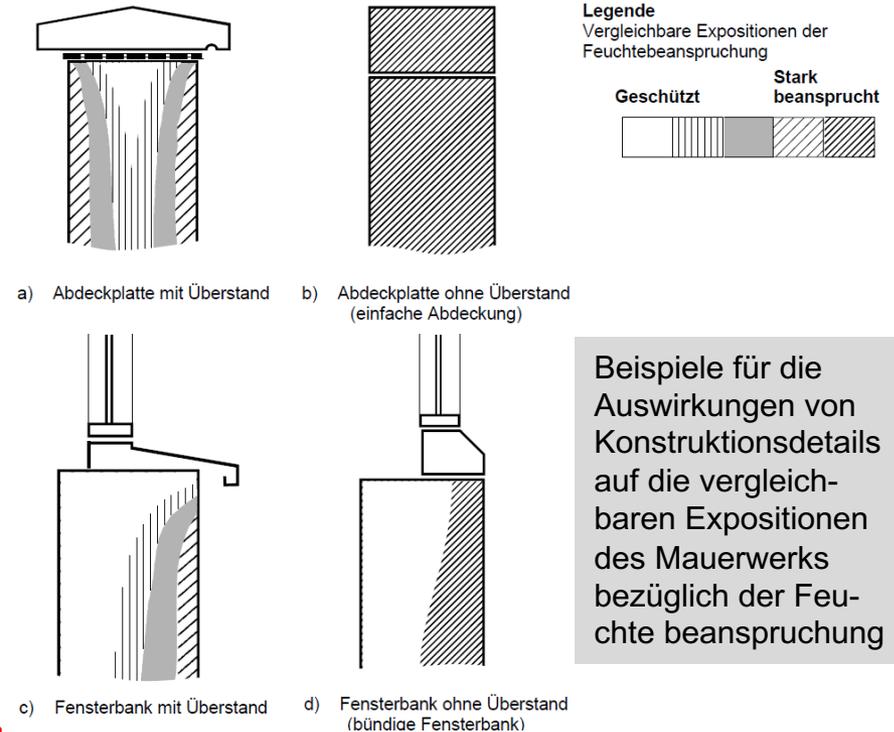
DIN EN 1996-2 Beispiele für die Auswirkungen von Konstruktionsdetails auf Expositionen

Beispiele für die vergleichbaren Expositionen des Mauerwerks bezüglich unterschiedlicher Beanspruchung



DIN EN 1996-2 Einteilung der Mikroumweltbedingungen von fertigem Mauerwerk

Klasse	Mikrobedingungen des Mauerwerks	Beispiele für Mauerwerk in diesem Zustand
MX1	In trockener Umgebung	Innenmauerwerk für normale Wohnräume und Büros, einschließlich der Innenschale von zweischaligen Außenwänden, die im Normalfall nicht feucht werden. Verputztes Außenmauerwerk, das keinem mäßigen oder starken Schlagregen ausgesetzt ist, und von Feuchte in benachbartem Mauerwerk oder Bauteilen getrennt ist.
MX2	Feuchte oder Durchnässung ausgesetzt	
MX2.1	Feuchte, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Innenmauerwerk, das großen Mengen an Wasserdampf ausgesetzt ist, wie z. B. in einer Wäscherei. Außenwände, die von einem Dachüberstand oder einer Mauerabdeckung geschützt und keinem starken Schlagregen oder Frost ausgesetzt sind. Mauerwerk frostfrei gegründet und in gut entwässerten, nicht angreifenden Böden.
MX2.2	Durchnässung, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk, das weder Frost noch angreifenden Chemikalien ausgesetzt ist, z. B. in Außenwänden mit Mauerkronen oder mit Dachüberstand, in Brüstungsmauern, freistehenden Mauern, im Boden, unter Wasser.
MX3	Feuchte oder Durchnässung und Frost-Tau-Wechseln ausgesetzt	
MX3.1	Feuchte oder Durchnässung und Frost-Tau-Wechselbedingungen, aber keinem Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk wie Klasse MX2.1 aber Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt.
MX3.2	Starker Durchnässung und Frost-Tau-Wechselbedingungen, aber keinem Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk wie Klasse MX2.2 aber Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt.
MX4	Der Einwirkung von salzhaltiger Luft, Meerwasser oder Tausalzen ausgesetzt	Mauerwerk im Küstenbereich. Mauerwerk an Straßen, auf denen im Winter Tausalz gestreut wird
MX5	In einer Umgebung mit stark angreifenden Chemikalien	Mauerwerk in Berührung mit gewachsenen oder aufgefülltem Böden oder Grundwasser, wobei Feuchte und Sulfate in signifikanten Mengen vorhanden sind. Mauerwerk in Berührung mit stark sauren Böden, kontaminiertem Boden oder Grundwasser. Mauerwerk in der Nähe von Industriegebieten, mit atmosphärisch angreifenden Chemikalien.
ANMERKUNG Bei der Überlegung, welchen Umweltbedingungen das Mauerwerk ausgesetzt ist, sollten die aufgetragenen Oberflächenbehandlungen und Schutzbekleidungen berücksichtigt werden.		



Beispiele für die Auswirkungen von Konstruktionsdetails auf die vergleichbaren Expositionen des Mauerwerks bezüglich der Feuchte beanspruchung

Steine und Mörtel, die unmittelbar der Witterung ausgesetzt bleiben, müssen frostwiderstandsfähig sein. Sieht die Produktnorm hinsichtlich der Frostwiderstandsfähigkeit unterschiedliche Klassen vor, so sind z.B. bei Schornsteinköpfen, Kellereingangs-, Stütz- und Gartenmauern, stark strukturiertem Mauerwerk und ähnlichen Anwendungsbereichen Steine mit der Klasse der höchsten Frostwiderstandsfähigkeit zu verwenden.

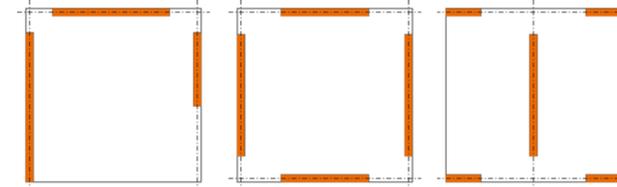
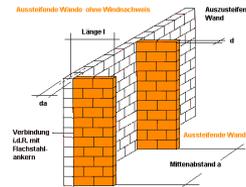
- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben

Mindestanforderungen an den Mauerwerksbau (5 Regeln)

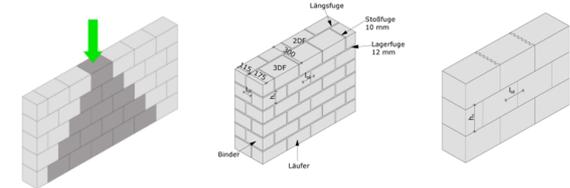
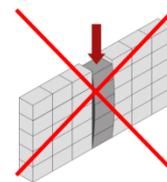
Regel 1:
Norm- oder zulassungs-
konforme Baustoffe



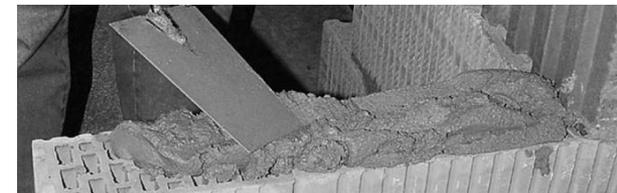
Regel 2:
ausreichende Aussteifung



Regel 3:
Überbindemaß



Regel 4:
Fugenausbildung



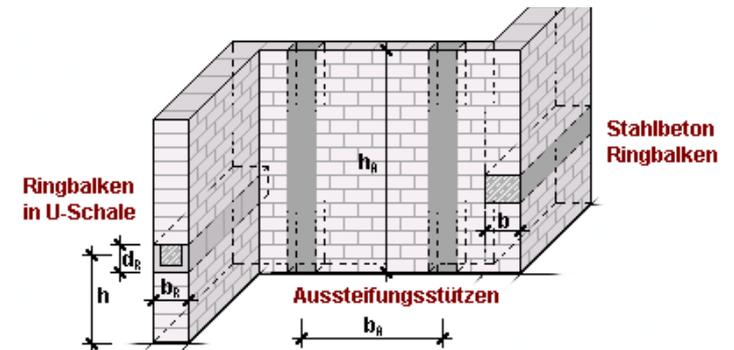
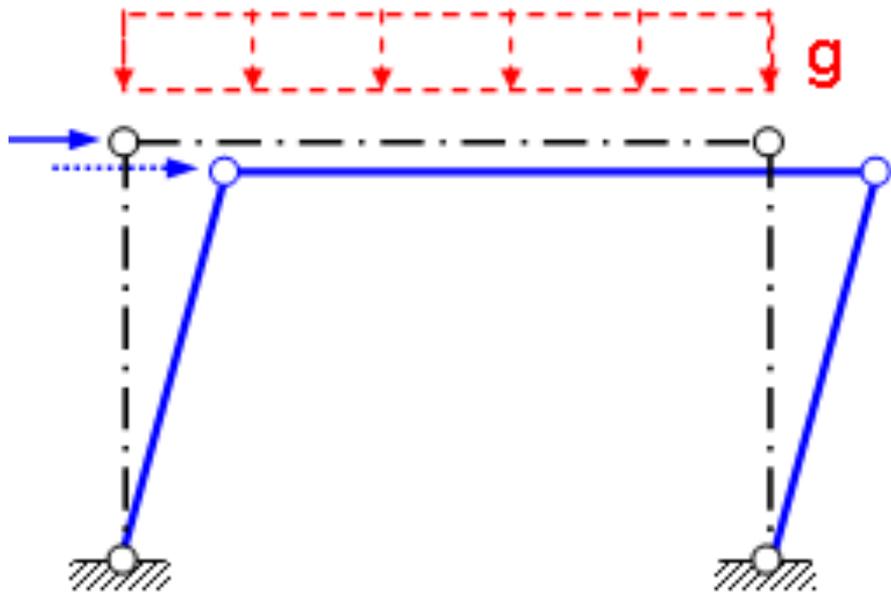
Regel 5:
keine Mischbauweise



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Stand sicheres Konstruieren

Jedes Bauwerk muss so konstruiert werden dass alle auftretenden vertikalen und horizontalen Lasten einwandfrei in den Baugrund abgeleitet werden können und somit eine ausreichende Standsicherheit vorhanden ist.



Im Mauerwerksbau wird dies in der Regel durch Wände und Deckenscheiben aber auch durch Rahmenkonstruktionen, Ringbalken gewährleistet.

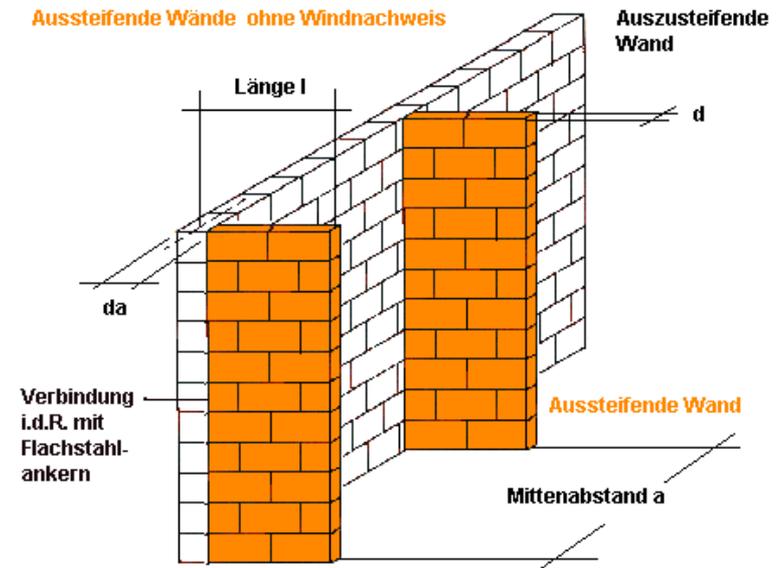
2.1 Standsicherheit / 2.1.1 Standsicheres Konstruieren

Auf einen Nachweis der räumlichen Steifigkeit kann verzichtet werden wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Decken als steife Scheiben oder Ringbalken.
- In Längs- und Querrichtung des Bauwerks ausreichende Anzahl von aussteifenden Wänden

Anhalt: Tafel 11 der alten DIN 1053 (11.1972).

Die Konstruktionsregel geht davon aus, dass bei Mauerwerksbauten bis zu sechs Geschossen kein Windnachweis geführt werden muss, wenn die Bedingungen der Tafel 11 in etwa erfüllt sind.



Tafel 11 Dicken und Abstände aussteifender Wände (Tab. 3, DIN 1053 alt)

Zeile	Dicke der auszusteienden belasteten Wand (t) (cm)		Geschoss- höhe (m)	Dicke der aussteifenden Wand (t in cm)		
				Im 1. bis 4. Vollgeschoss von oben	Im 5. bis 6. Vollgeschoss von oben	Mitten- abstand (m)
1	$\geq 11,5$	$< 17,5$	$\leq 3,25$	$\geq 11,5$	$\geq 17,5$	$< 4,50$
2	$\geq 17,5$	$< 24,0$				$< 6,00$
3	$\geq 24,0$	$< 30,0$	$\leq 3,50$			$< 8,00$
4	$\geq 30,0$		$\leq 5,00$			

Beispiel: auszusteiende Wand

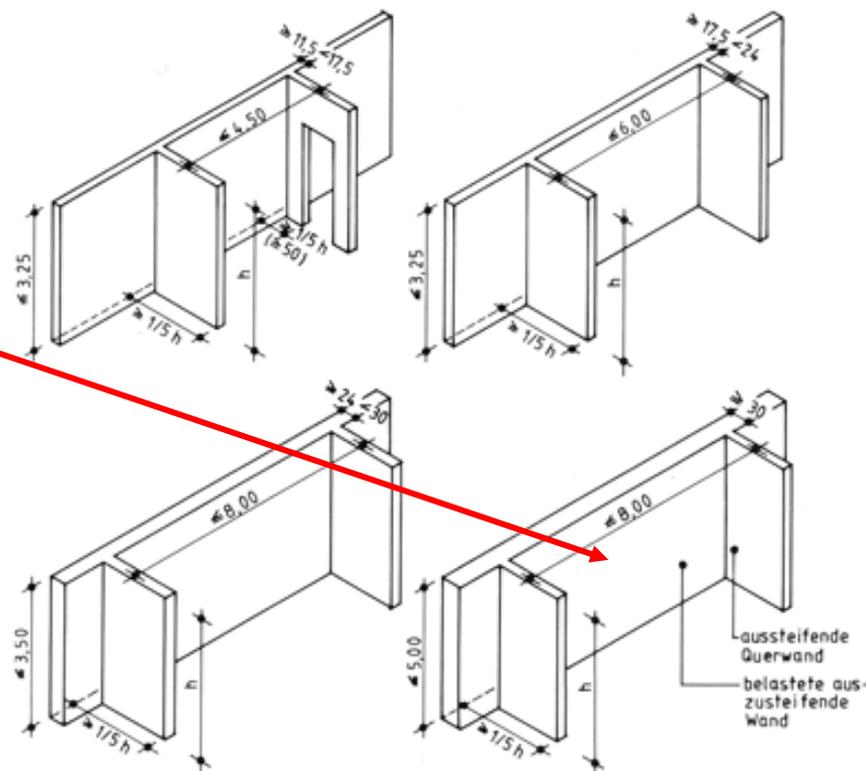
Beispiel:

Die auszusteiende Wand hier: die Außenwand (t 36,5 cm)

Die Geschosshöhe ist $\leq 5,00$ m

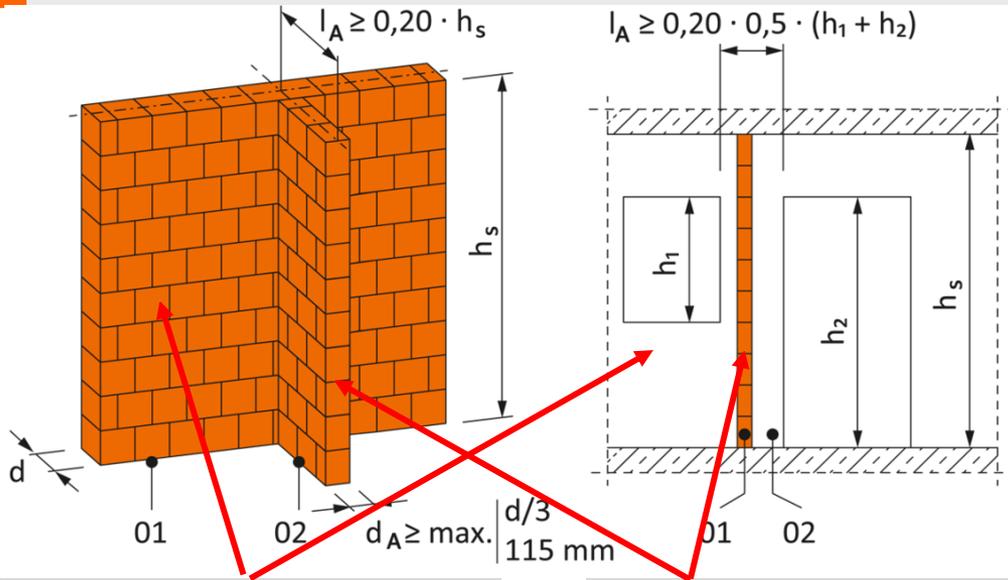


1. bis 4. Geschoss (von oben)
Aussteifende Wände: t 11,5 cm
Mittenabstand der Wände $\leq 8,00$ m



5. bis 6. Geschoss (von oben)
Aussteifende Wände: t 17,5 cm
Mittenabstand der Wände $\leq 8,00$ m

Mindestabmessungen aussteifender Wandscheiben



01 Auszusteiende Wand,
z.B. Außenwand unter
Wind- /Erdlast

02 Aussteifende Wand,
z.B. Querwand zur Knick-
aussteifung

Beispiel: Vorhanden = (01) Auszusteiende Außenwand
t 36,5 cm / h_s 2,65 m

Gesucht = (02) Aussteifende Wand

Zulässige Länge l_A (1/5 von h_s)

$$0,20 \cdot 2,65 \geq 53 \text{ cm}$$

Zulässige Dicke d_A (1/3 von t)

$$36,5 / 3 \geq 12 \text{ cm}$$

$$\text{gewählt} = 17,5 \text{ cm}$$

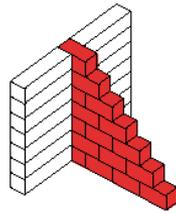
Randbedingungen für aussteifende Wandscheiben

Aussteifende und auszusteiende Wände müssen aus Baustoffen mit annähernd gleichem Verformungsverhalten und in einer druck- und zugfesten Verbindung hergestellt sein.

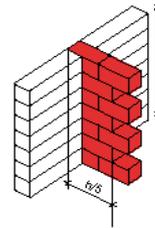
Aussteifende Wände müssen mindestens eine wirksame Länge von $1/5$ der lichten Geschosshöhe h_s und eine Dicke von $1/3$ der Dicke der auszusteienden Wand, jedoch mindestens 115 mm, haben.
(Bild links)

Ist die **aussteifende Wand** durch Öffnungen unterbrochen, muss die Länge der Wand zwischen den Öffnungen mindestens $1/5$ des Mittelwertes beider Öffnungshöhen h₁ und h₂ sein.
(Bild rechts).

Aussteifung durch Verzahnung oder Stumpfstoß



Liegende Verzahnung

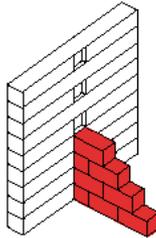


Stehende Verzahnung

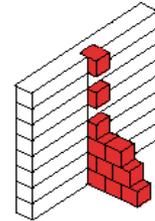
Aussteifende Wände müssen zug- und druckfest an auszusteiende Wände angeschlossen sein.

Ihre Länge muss mindestens $h/5$ betragen.

Die liegende und stehende Verzahnung ist zulässige. (zug- und druckfest)



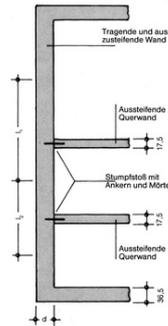
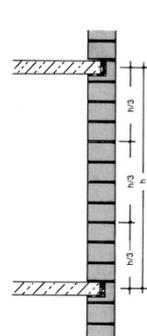
Lochverzahnung



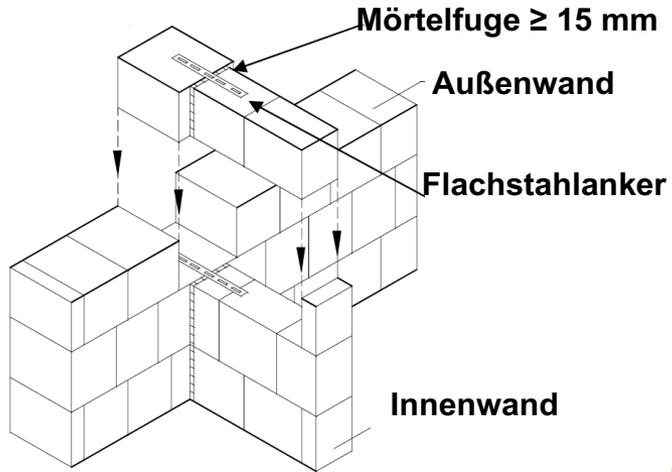
Stockverzahnung

Loch- und Stockverzahnungen sind nur für den Anschluss nicht tragender Innenwände zulässig.

Loch- und Stockverzahnungen sind nicht zugfest.

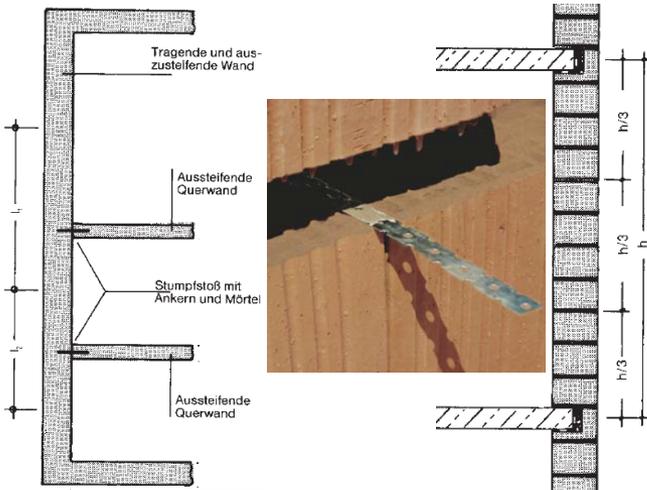


Stumpfstoß.



Grundlagen für die Ermittlung der erforderlichen Ankerbleche
 Flachstahlanker sind so zu bemessen, dass sie in den Drittelspunkten der Wandhöhe jeweils 1/100 der vertikalen Last der tragenden Wand übertragen.

Ein zusätzlicher Ansatz der Windsogkräfte entfällt, da der Bemessungsansatz (1/100 der Vertikallast je Drittelpunkt) ausreichende Sicherheit bietet.



Einflusslänge der mit Stumpfstoß anzuschließenden Querwände

Lage der Wandanker

Einflußlänge l_1 bzw. l_2 [m]	Gemittelte Wandlast der aussteifenden Wand [kN/m]															
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
3	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6
4	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8
5	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
6	3	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	12
7	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	13	14
8	4	5	6	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	14	15	16

Anzahl der erforderlichen Flachstahlanker – Dünnbettmörtel



Einlegen der Flachstahlanker in den Dünnbettmörtel.

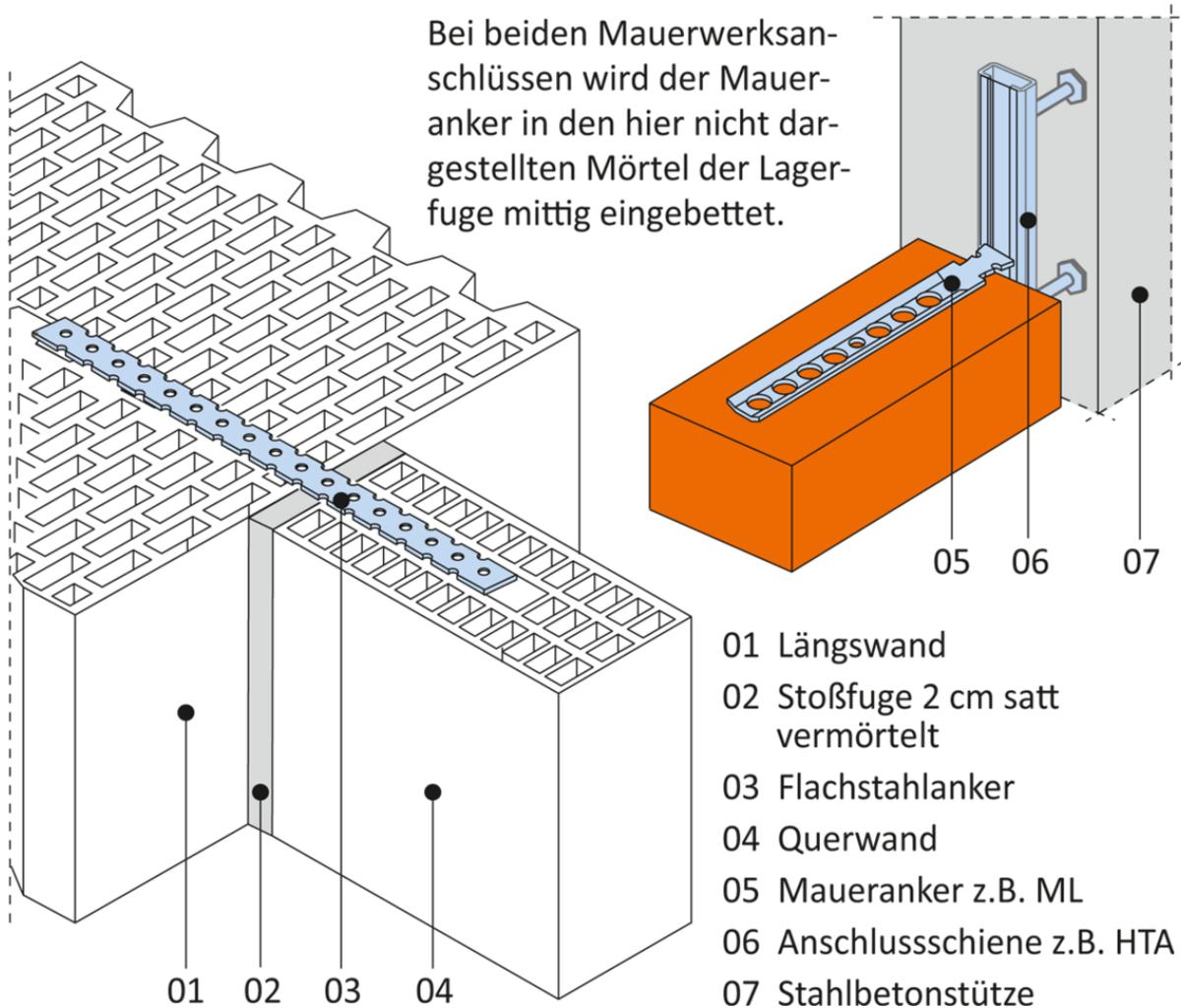


Auflegen der nächsten Ziegelreihe und Sicherstellung der Geradheit



Zum Schutz vor Verletzungen: Stahlanker zunächst umbiegen

Bei beiden Mauerwerksanschlüssen wird der Maueranker in den hier nicht dargestellten Mörtel der Lagerfuge mittig eingebettet.



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Nichttragende Wände



Wanddicke cm	max. Wandlänge in m (Tabellenwerte) im Einbaubereich I (oberer Wert)/Einbaubereich II (unterer Wert)							
	Wandhöhe in m							
	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	≤ 6,0
5,0 ³⁾	3,0 1,5	3,5 2,0	4,0 2,5	5,0 –	6,0 –	– –	– –	– –
6,0	5,0 2,5	5,5 2,5	6,0 3,0	7,0 3,5	8,0 4,0	9,0 –	– –	– –
7,0 ³⁾	7,0 3,5	7,5 3,5	8,0 4,0	9,0 4,5	10,0 5,0	10,0 6,0	10,0 7,0	– –
9,0	8,0 4,0	8,5 4,0	9,0 5,0	10,0 6,0	10,0 7,0	12,0 8,0	12,0 9,0	– –
10,0 ³⁾	8,0 5,0	9,0 5,0	10,0 6,0	12,0 7,0	12,0 8,0	12,0 9,0	12,0 10,0	– –
11,5	8,0 6,0	9,0 6,0	10,0 7,0	12,0 8,0	12,0 9,0	12,0 10,0	12,0 10,0	– –
17,5	12,0 8,0	12,0 9,0	12,0 10,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0
24,0	12,0 8,0	12,0 9,0	12,0 10,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0

1) Auf die Vermörtelung von Stoßfugen kann unter bestimmten Bedingungen (siehe Abschnitt 9) verzichtet werden.
 2) Für Porenbetonsteine gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der Mörtelgruppe III oder Dünnbettmörtel. Bei Verwendung der Mörtelgruppen II und IIa sind die Werte entsprechend [4] abzumindern.
 3) Für Kalksandsteine (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der Mörtelgruppe III oder Dünnbettmörtel bei Wanddicken < 11,5 cm. Bei Wanddicken ≥ 11,5 ist Normalmörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa oder Dünnbettmörtel zu verwenden.

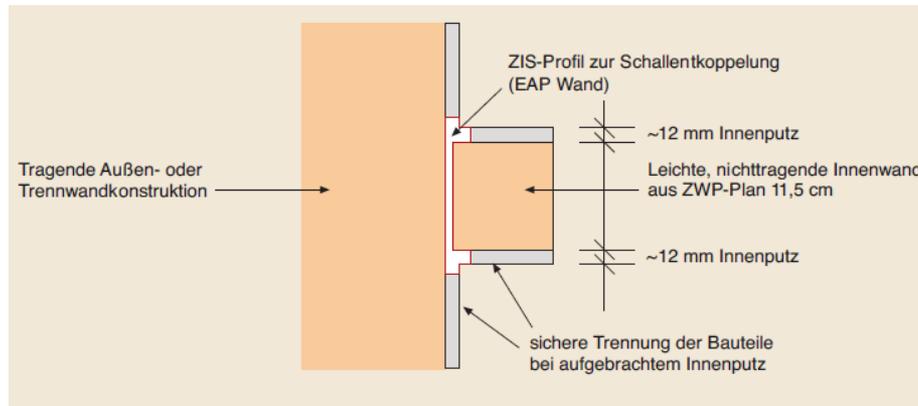
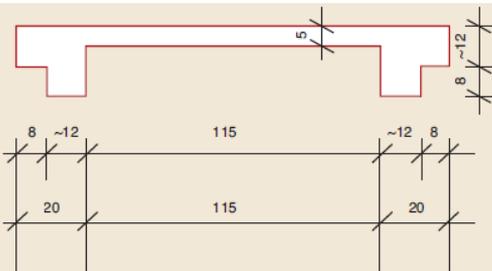


ZIS Ziegel-Innenwand-System mit einem „Entkopplungs-Anschlussprofil“ (EAP)

An nichttragende Trennwände werden in der Regel keine akustischen Anforderungen bezüglich des direkten Schalldurchganges gestellt, da sie Räume innerhalb des eigenen Wohn- und Arbeitsbereiches trennen.

Allerdings wirken nichttragende Trennwände mit einer flächenbezogenen Masse $\leq 150 \text{ kg/m}^2$ wie eine Membran, die sich leicht in Schwingung versetzen lässt.

Um Schallenergie nicht an benachbarte Bauteile weiterzuleiten, müssen solche Bauteile von den angrenzenden akustisch entkoppelt werden.



Die angegebenen Maße sind ca.-Maße in mm.

EAP-Decke – nicht dargestellt
d = ca. 5 mm / b = ca. 200 mm

Das Ziegel-Innenwand-System (ZIS) besteht aus weichen Trennprofilen mit einer speziellen Profilierung, die auch die Putzschicht der Trennwand von den flankierenden Bauteilen trennt.

So entsteht ein wirksamer Schutz vor Schallbrücken - gleichzeitig stellt sich ein „konstruktiver Wandanschluss“ ein.

Ausfachungsflächen



Ausfachungen, bei denen neben dem Eigengewicht ausschließlich von außen wirkende Windlasten abzutragen sind, erfordern **keinen rechnerischer Nachweis** der Tragsicherheit, wenn die in der Tabelle festgelegten maximalen Ausfachungsflächen nicht überschritten werden.

Bei der tabellarischen Festlegung dieser Flächen werden das Seitenverhältnis der Ausfachung die Dicke der Wand und (indirekt über die Gebäudehöhe), die einwirkende Windlast berücksichtigt.

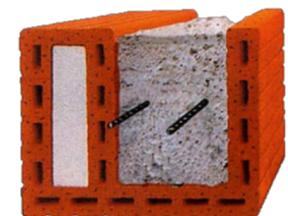
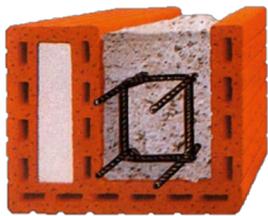
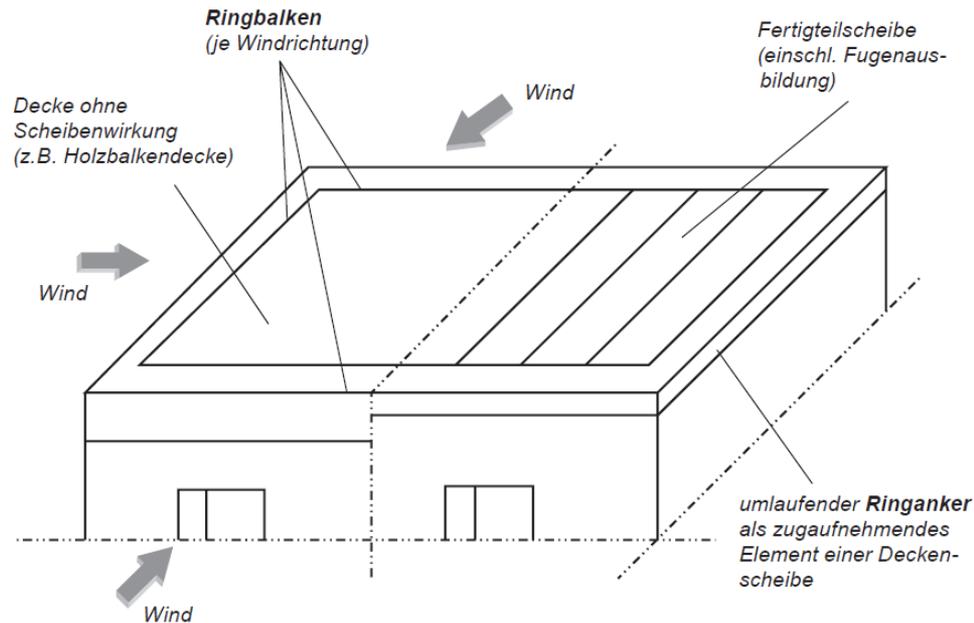


Ausfachungen mit Mauerwerk im Industrie- und Gewerbebau.

Wanddicke t [mm]	größte zulässige Werte ^{a,b} der Ausfachungsfläche in m ² bei einer Höhe von			
	0 m bis 8 m		8 m bis 20 m ^c	
	$h_i/l_i = 1,0$	$h_i/l_i \geq 2,0$ oder $h_i/l_i \leq 0,5$	$h_i/l_i = 1,0$	$h_i/l_i \geq 2,0$ oder $h_i/l_i \leq 0,5$
115 ^{c,d}	12	8	-	-
150 ^d	12	8	8	5
175	20	14	13	9
240	36	25	23	16
≥ 300	50	33	35	23

^a Bei Seitenverhältnissen $0,5 < h_i/l_i < 1,0$ und $1,0 < h_i/l_i < 2,0$ dürfen die größten zulässigen Werte der Ausfachungsflächen geradlinig interpoliert werden.
^b Die angegebenen Werte gelten für Mauerwerk mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 4, mit Normalmauermörtel mindestens der Gruppe NM IIa und Dünnmörtel.
^c In Windzone 4 nur im Binnenland zulässig.
^d Bei Verwendung von Steinen der Festigkeitsklasse ≥ 12 dürfen die Werte dieser Zeile um 1/3 vergrößert werden.

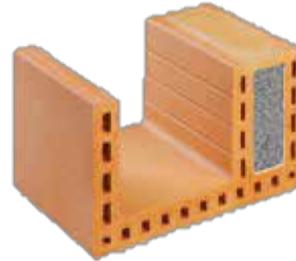
- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails



Ringbalken sind in Wandebene liegende horizontale Bauteile, die außer Zugkräften auch Biegemomente infolge von rechtwinklig zur Wand wirkende Lasten aufnehmen können. Erforderlich zum seitlichen Halt von z.B. Wänden unter Decken ohne Scheibenwirkung (z.B. Holzbalkendecken), oder wenn aus Gründen der Formänderung, Gleitschichten unter den Decken angeordnet werden.

Ringanker sind in Wandebene liegende horizontale Bauteile zur Aufnahme von Zugkräften, die in den Wänden infolge von äußeren Lasten oder von Verformungsunterschieden entstehen können.

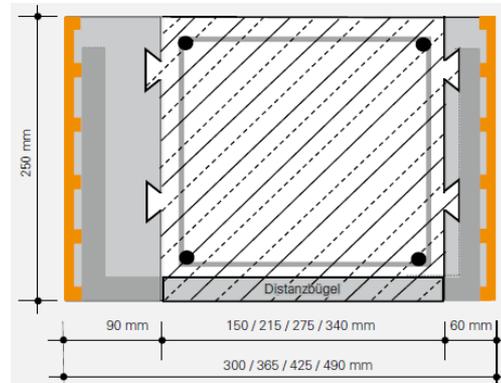
(DIN EN 1996 = 2 d 10 mm)



U – Schale
gedämmt



Alternativ:
Ringanker Dämmschale RDS



Wand- dicke in mm	Betonkern	
	Breite in mm	Höhe in mm
300	150	250
365	215	250
425	275	250
490	340	250



Ringanker, Ringbalken



Aufbringen Dünnbettmörtel (gedeckt)



Setzen der RDS-Elemente



Einpassen Abstandsprofile



Einlegen der Bewehrung



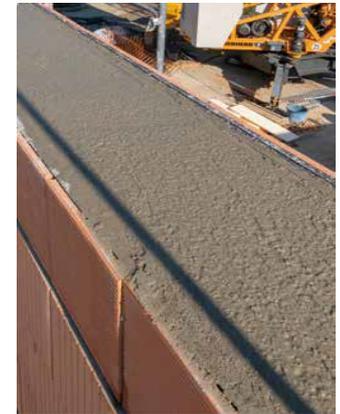
Bewehrung verbinden (rödeln)



Direkte Verfüllung ohne Schalung



Glattstrich Beton



Ringanker ohne Wärmebrücke

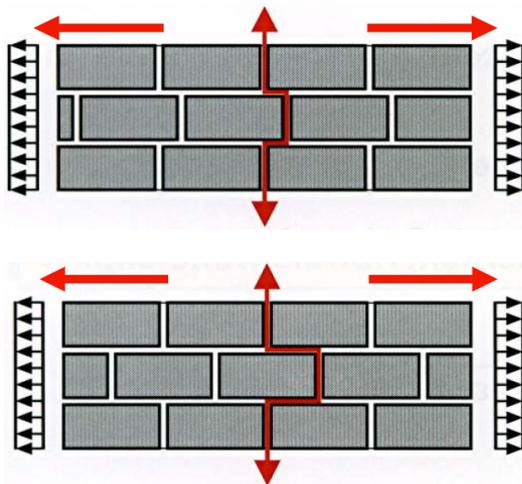
- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Überbindemaß



Das Überbindemaß wirkt sich direkt auf die Rissicherheit aus.

Z. B. bei Windbelastung

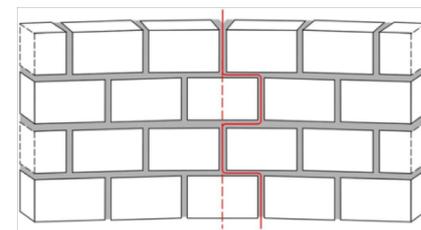
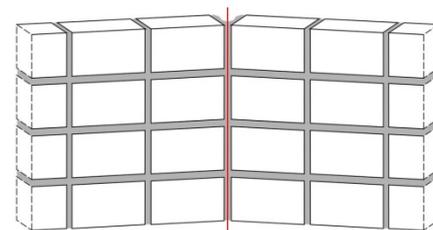


Sehr geringe Überbindelänge

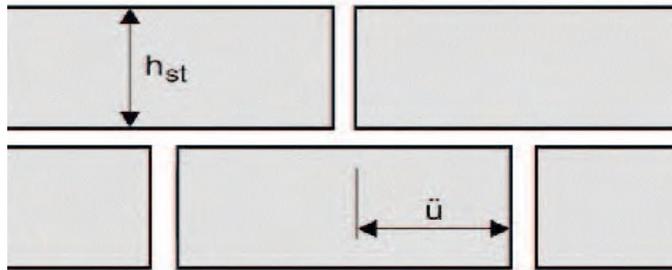
= **hohe Rissgefahr**
da geringe Verbundfläche

Große Überbindelänge

= **geringe Rissgefahr**
da große Verbundfläche



Überbindemaß nach DIN EN 1996-1-1/NA



$$\ddot{u} \geq 0,4 \times h \text{ bzw. } \ddot{u} \geq 45 \text{ mm.}$$

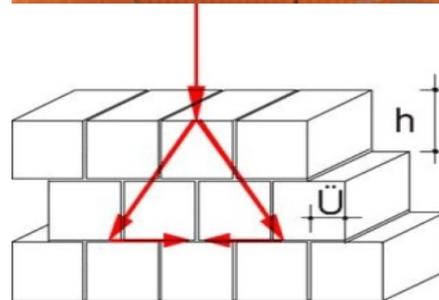
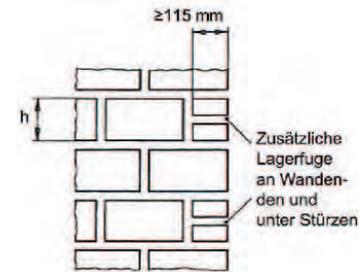
Um eine möglichst hohe Tragfähigkeit der Mauerwerkbauteile zu erreichen, müssen die Mauersteine von Schicht zu Schicht gegeneinander versetzt werden.

Nach DIN EN 1996-1-1/NA muss das Überbindemaß u mindestens 40 % der Mauersteinhöhe h aber nicht weniger als 45 mm betragen:

für Mauerwerk mit Steinhöhen $h_u \leq 374$ und / oder Steinlängen $l \leq 498$ mm gilt ein **Überbindemaß**:
 $l_{ol} \geq 0,4 \cdot h_u$,
mindestens 45 mm



für **Elementmauerwerk** mit Steinhöhen $h_u \geq 374$ und/oder Steinlängen $l \geq 498$ mm gilt ein **Überbindemaß**:
 $l_{ol} \geq 0,2 \cdot h_u$,
mindestens 125 mm



Mauerwerk-Wandende regelgerecht nach DIN EN 1996

Beispiel für Eckverbände



Mauerwerksschicht 30 und 36,5 cm

Bei der 30 cm und der 36,5 cm dicken Wand beginnt die erste Reihe mit einem Anfänger-Ziegel der entsprechenden Wandstärke. Der Anfänger wird in der zweiten Reihe um 90° gedreht.

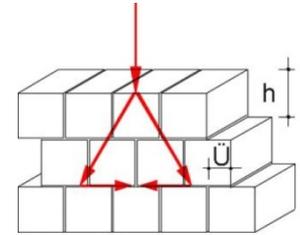
Mauerwerksschicht 42,5 cm mit 60 mm Scheibe

Bei der 42,5 cm Wand wird eine Ziegelscheibe mit 60 mm Breite aus einem 42,5er-Ziegel gesägt, zwischen Ziegel 1 und 2 eingeschoben und vermörtelt.

Unterschreitung des Überbindemaßes

Signifikante Abweichungen vom Überbindemaß können zu Abminderungen der Tragfähigkeit und erhöhter Rissgefahr bei Bauwerksverformungen führen.

Vereinzelte Unterschreitungen des Überbindemaßes ($\leq 10\%$) sind dabei in aller Regel unkritisch (Dr. Schubert).



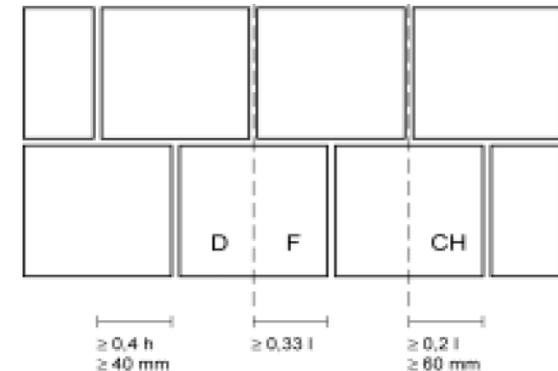
Die französische Norm (DTU) bezieht das Überbindemaß auf die **Steinlänge**.

Gefordert werden generell 33 % der Ziegellänge. D. h. bei Steinen mit 247 mm Länge muss das Überbindemaß 82 mm betragen.

Die schweizerischen Norm SIA 266 definiert das Überbindemaß mit mindestens 60 mm oder 20% der **Steinlänge** (der größere Wert ist maßgebend.)

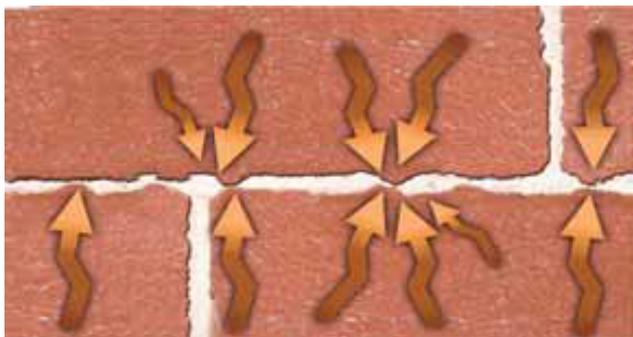
Für den üblichen Außenwandziegel mit 247 mm Länge würde hier also ein Mindestwert von 60 mm greifen.

Land	Überbindemaß	Mindestmaß Bei einer Steinlänge von 247 mm	Mindestmaß bei einer Steinhöhe von 249 mm
Schweiz	20% der Steinlänge	60 mm	---
Frankreich	33% der Steinlänge	82 mm	---
Deutschland	40% der Steinhöhe	---	95 mm



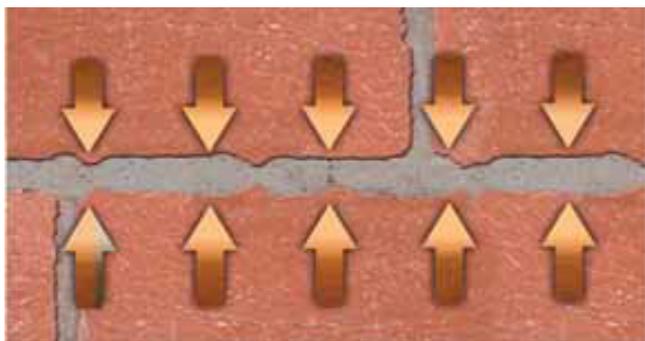
Unterschreitungen des Überbindemaßes von bis zu 25% können in aller Regel noch unkritisch sein

- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails



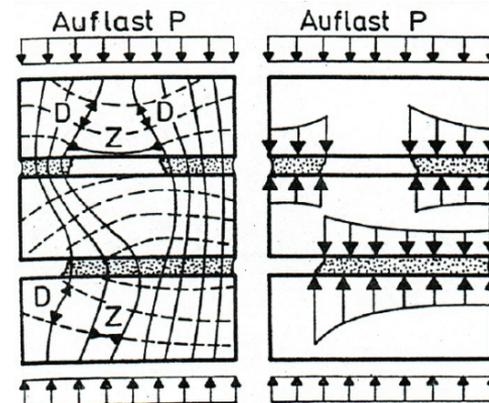
Bei „trocken“ versetzten Steinen entstehen an den Berührungspunkten Spannungsspitzen.

Die Tragfähigkeit des Mauerwerks wird dadurch deutlich herabgesetzt



Mauermörtel sorgt für eine gleichmäßige Kraftübertragung von Stein zu Stein.

Voraussetzung ist eine vollflächige Vermörtelung in ausreichender Dicke.



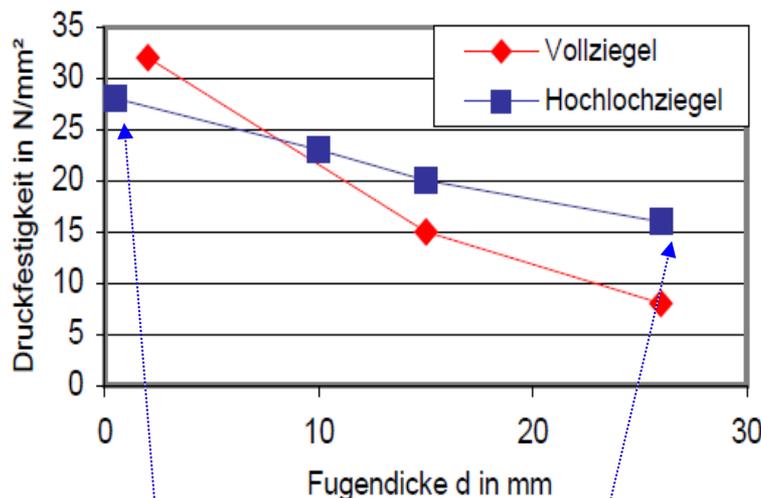
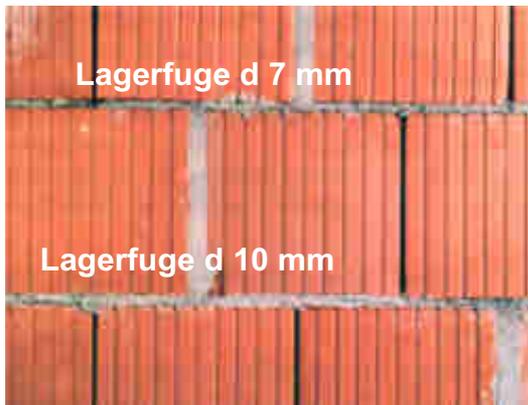
Spannungsverteilung im Wandquerschnitt;

Spaltzugkräfte und Spannungsspitzen durch Fehlstellen in der Lagerfuge (*Druck-, Zugtrajektorien*)

Anwendungsnorm Mauerwerk: DIN EN 1996

Fugen (mm)	Fugen Nennmaß DIN EN 1996	min. zulässige Fugendicke	max. zulässige Fugendicke	max. zulässige Fugentoleranz
Lagerfuge	12 mm	7 mm	17 mm	4 mm
Stoßfuge	10 mm	5 mm	20 mm	10 mm
Dünnbett	i.d.R. 1 mm	0,5 mm	3 mm	-

Lagerfugen mit Normal- und Leichtmauermörtel



Vereinzelte Abweichungen von der Fugen-Solldicke lassen sich nicht vermeiden. Sie sind tolerierbar für eine Lagerfugendicke im Bereich von 5 bis 20 mm und eine Stoßfugen-dicke im Bereich von 5 bis 15 mm, wenn jeweils die Fugen- Solldicke im Mittel eingehalten wird. (Dies gilt nicht für Sicht-mauerwerk!) (Schubert)

Einfluss Lagerfugendicke d_F auf Mauerwerkdruckfestigkeit $\beta_{D,mw}$

5 mm Fugendicke	25 mm Fugendicke
27 N/mm ²	15 N/mm ²

Hinsichtlich der Drucktragfähigkeit sind Abweichungen hiervon nach unten (**geringere Fugendicken**) nicht zu beanstanden, da mit abnehmender Fugendicke die Mauerwerkdruckfestigkeit steigt.



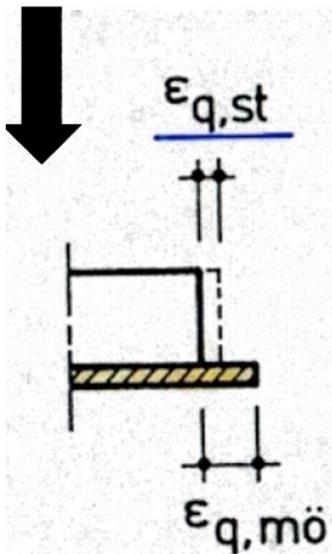
Bei **Fugendicken ≥ 20 mm** sollte man aufgrund der vorliegenden Versuchsergebnisse nach Grafik eine Abminderung der Drucktragfähigkeit von bis zu 50 % ansetzen.

Erhöhte Lastaufnahme bei Dünnbettmörtel



Beispiel:
Blockziegel W 14 LM 21,
Wanddicke 0,365 m
Max F = 0,6 MN/m² ·
0,365 m = 0,219 MN/m
≈ 21,90 to

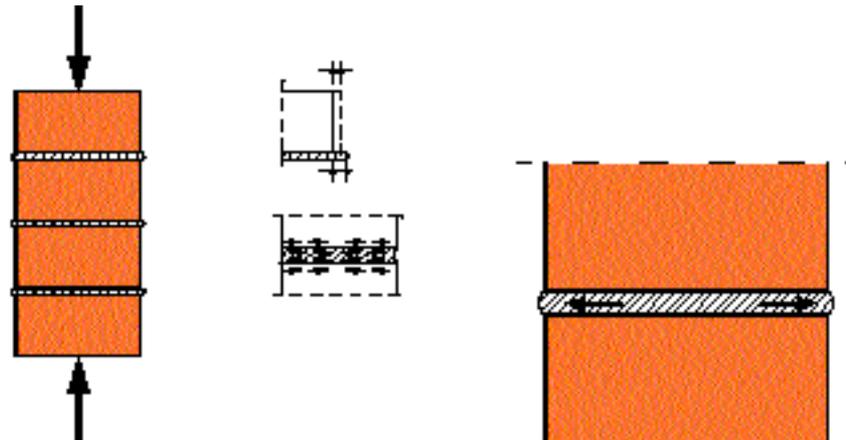
Beispiel:
Planziegel W 14 gedeckelt,
Wanddicke 0,365 m
Max F = 1,1 MN/m² ·
0,365 m = 0,4015 MN/m
≈ 40,15 to



Ohne Behinderung dargestellt :

Die Querverformung des Steins ist deutlich geringer als die des Mörtels !
=> Zugspannungen im Stein

Die Dünnbett-Mörtelfuge mit d = ca. 2 mm baut erheblich weniger Zugkräfte auf als der NM (d = ca. 12 mm).



(Quelle: Hörl und Hartmann)

Richtig



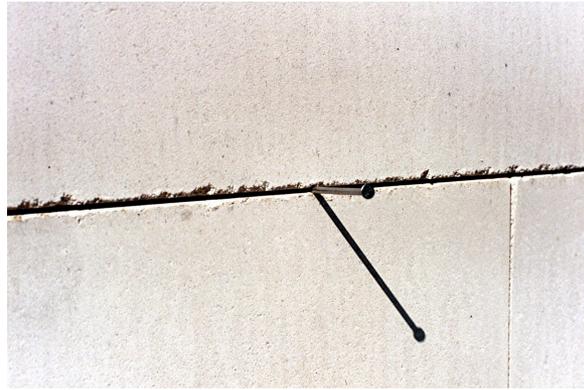
Falsch



Lagerfugen - Plansteine



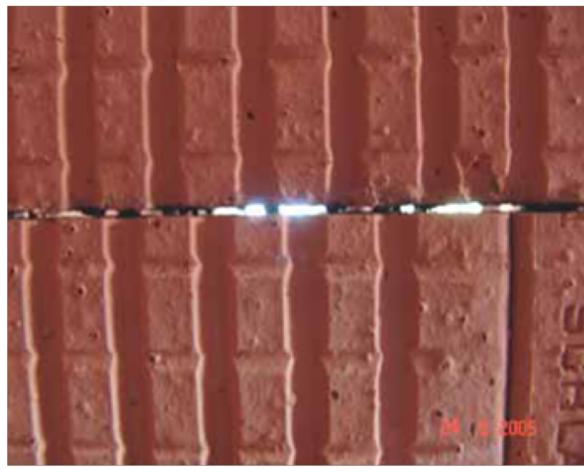
Porenbeton: Korrektur mit Flexscheiben



Kalksandstein: Korrektur mit Nagel



Ziegel: Korrektur mit Flachstahlanker



Mangelhaft ausgeführte Lagerfugen bei Planstein Mauerwerk

Gedeckeltes Mauerwerk



Die Planziegel sind durch „Deckelung“ in sich geschlossen





Planziegel, gefüllt oder ungefüllt, sind entsprechend dem Leistungsbeschreibung und dem Zulassungsbescheid mit Dünnbettmörtel (z.B. maxit mur 900D) gedeckelt nach DIN EN 1996 zu vermauern.

Dies schließt auch alle Ergänzungs- und Ausgleichsziegel ein.

Im Vergleich zum Verfahren „Rollen und Tauchen“ bietet ein mit dem Mörtelschlitten aufgebrachter Leichtdünnbettmörtel im Durchschnitt bis zu 20% Arbeitszeiterparnis; im Vergleich zur Blockziegelverarbeitung sogar bis zu 30%.

Gleichzeitig führt dieses Verarbeitungsverfahren zu deutlich geringerem Mörtelverbrauch und bietet eine hohe Verarbeitungsfreundlichkeit.

Deckelnde Leichtdünnbettmörtel (z.B. maxit mur 900D) verbessern die wärmedämmenden Qualitäten dämmstoffgefüllter Ziegel und beugen wirksam Putzrissen vor.

Verarbeitung Planziegel



Dünnbettmörtel und Handrührer mit Propeller-Quirl

Anmischen des Dünnbettmörtels



Befüllen des Mörtelauftragsgerätes und ansetzen des Mörtelschlittens an der Kante



Auftragen des deckelnden Dünnbettmörtels durch Abrollen des Mörtelschlittens auf der Ziegelreihe

Anlegen der ersten Ziegelschicht



Bitumenbahn wird auf einer dünnen Mörtelschicht (z.B. *maxit therm 825*) ausgerollt.

Neben Bitumenbahnen sind alternativ sind alle Abdichtungen möglich die DIN 18533 zulässt.

Die beiden Anlegehilfen werden im Abstand der Abziehschiene waagrecht ausgerichtet (Planarität)

Die Mörtelschicht sollte nicht mehr als 3 cm über die ganze Länge des Bauwerks ausgleichen.

Der Mörtel (z.B. *maxit therm 825*) wird zwischen die Anlegehilfen eingebracht und mit der Abziehschiene über die Anlegehilfen abgezogen.

Es entsteht eine absolut waagrechte, planare Fläche.

Nach Fertigstellung der Anlegeschiene (mit horizontaler Abdichtung), werden die Ziegel aufgelegt und mit leichtem Anklopfen ausgerichtet.

MörtelPad

Im Mauerwerksbau setzt das innovative MörtelPad neue Maßstäbe. Es besteht aus Trockenmörtel, einem wasserlöslichen Schmelzkleber und einem Glasfasergewebe, das der Trockenmörtelplatte zusätzliche Stabilität verleiht.



maxit Mörtelpads in handlichen Stapeln.

Die Pads sind in Folie eingeschweißt und können eingelagert werden.
(kein Mörtelverlust)



Werkzeug-Kit für den optimalen Wasserdruck vor Ort.

Verarbeitung MörtelPad



Ziegelreihe befeuchten



Trockene MörtelPads bündig auflegen



Bei Bedarf mit Messer auf Maß zuschneiden



MörtelPads bewässern; Wasser sammelt sich in Mulden.



Ziegel direkt auf das durchfeuchtete MörtelPad vollflächig auflegen

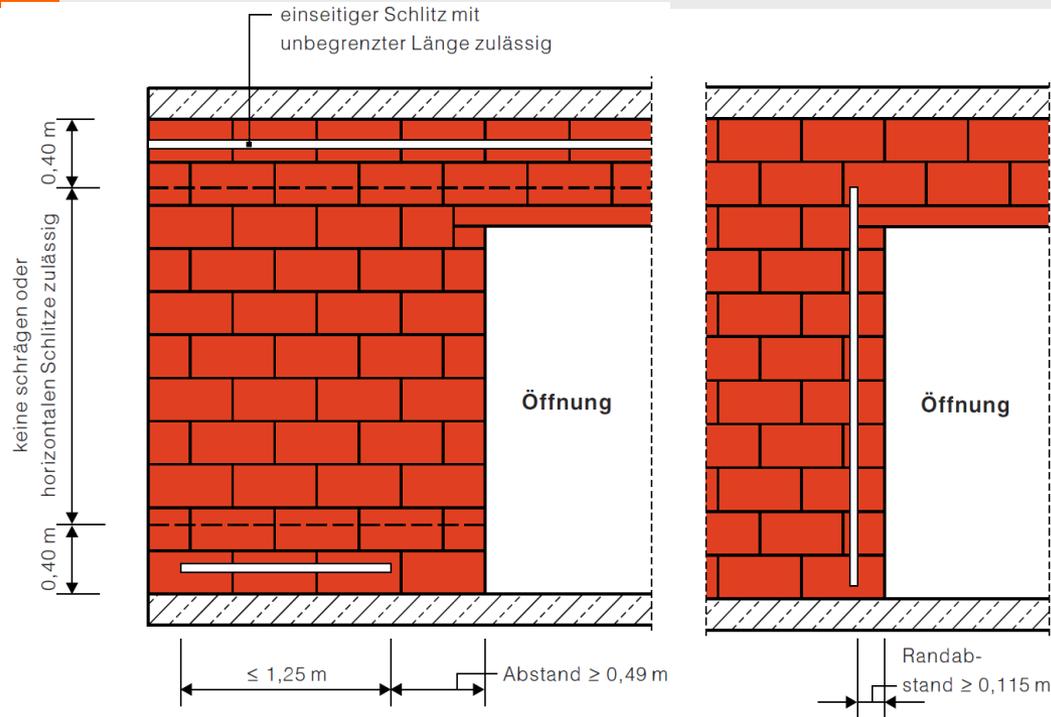


Ziegel wie gewohnt ausrichten und festklopfen.



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

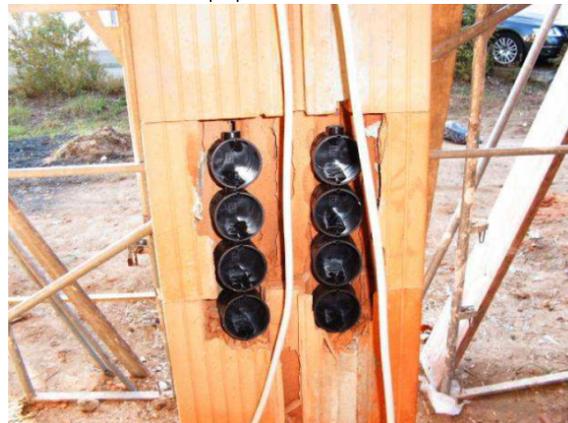
Horizontale und schräge Schlitzte, nachträglich hergestellt



Beträgt die Querschnittsschwächung der Wand im Grundriss infolge eines vertikalen Schlitzes bezogen auf 1 m Wandlänge nicht mehr als 6 %, so darf ein Nachweis der Schwächungen entfallen.

Dies gilt jedoch nur, wenn die zu betrachtende Wand nicht als drei- oder vierseitig gehaltene Wand bemessen wurde.

Die Restwanddicken und die Mindestabstände sind grundsätzlich einzuhalten.



Schlitzte

1	2	3	4	5	6
Wanddicke t [mm]	Horizontale und schräge Schlitzte ¹⁾		Vertikale Schlitzte und Aussparungen		
	Schlitzlänge		Schlitztiefe ⁴⁾ [mm]	Einzelschlitz- breite ⁵⁾ [mm]	Abstand der Schlitzte und Aussparungen [mm]
	unbeschränkt	≤ 1,25 m ²⁾			
	Schlitztiefe ³⁾ [mm]	Schlitztiefe [mm]			
≥ 115	-	-	≤ 10	≤ 100	≥ 115
≥ 175	0	≤ 25	≤ 30	≤ 150	
≥ 240	≤ 15			≤ 200	
≥ 300	≤ 20	≤ 30			
≥ 365					

¹⁾ Horizontale und schräge Schlitzte sind nur zulässig in einem Bereich ≤ 0,4 m ober- oder unterhalb der Rohdecke sowie jeweils an einer Wandseite. Sie sind nicht zulässig bei Langlochziegeln.

²⁾ Mindestabstand in Längsrichtung von Öffnungen ≥ 490 mm, vom nächsten Horizontalschlitz zweifache Schlitzlänge.

³⁾ Die Tiefe darf um 10 mm erhöht werden, wenn Werkzeuge verwendet werden, mit denen die Tiefe genau eingehalten werden kann. Bei Verwendung solcher Werkzeuge dürfen auch in Wänden ≥ 240 mm gegenüberliegende Schlitzte mit jeweils 10 mm Tiefe ausgeführt werden.

⁴⁾ Schlitzte, die bis maximal 1 m über Fußboden reichen, dürfen bei Wanddicken ≥ 240 mm bis 80 mm Tiefe und 120 mm Breite ausgeführt werden.

⁵⁾ Die Gesamtbreite von Schlitzten nach Spalte 5 und Spalte 2 der Tabelle 15 darf je 2 m Wandlänge die Maße in Spalte 2 der Tabelle 15 nicht überschreiten. Bei geringeren Wandlängen als 2 m sind die Werte in Spalte 2 der Tabelle 12 proportional zur Wandlänge zu verringern.

1	2	3	4	5
Wanddicke t [mm]	Vertikale Schlitzte und Aussparungen in gemauertem Verband			
	Schlitzbreite ¹⁾ [mm]	Restwanddicke [mm]	Mindestabstand der Schlitzte und Aussparungen	
			von Öffnungen	untereinander
≥ 115	-	≥ 115	≥ 2fache Schlitzbreite bzw. ≥ 240 mm	≥ Schlitzbreite
≥ 175	≤ 260			
≥ 240	≤ 385	≥ 175		
≥ 300		≥ 240		
≥ 365				

¹⁾ Die Gesamtbreite von Schlitzten nach Spalte 2 darf je 2 m Wandlänge die Maße in Spalte 2 nicht überschreiten. Bei geringeren Wandlängen als 2 m sind die Werte in Spalte 2 proportional zur Wandlänge zu verringern.

Ohne Nachweis zulässige nach traglich hergestellte Schlitzte und Aussparungen in tra-genden Wänden



Ohne Nachweis zulässige vertikale Schlitzte und Aussparungen im gemauerten Verband

- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Maßtoleranzen und Versprünge bei Ziegelmauerwerk

Spalte	1	2	3	4
Zelle	Maße ^a	Sollmaß mm	Grenzabmaße mm	Zulässige Maßspanne / (siehe 4.5.2) mm
1	Ziegellänge <i>l</i> ^b bzw. Ziegelbreite <i>b</i>	90	± 5	5
2		115	± 5 (± 3)	6
3		145	+3 (+2) -6 (-4)	7
4		175	+3 (+2) -7 (-5)	8 (7)
5		240	+5 (+5) -10 (-7)	10
6		300	+8 (+8) -10 (-7)	12
7		365	+8 -10	12
8		425	+8 -10	12
9	490	+8 -10	12	
10	Ziegelhöhe <i>h</i>	40	± 2	3
11		52	± 2	3
12		71	± 3 (± 2)	4 (3)
13		113	± 5 (± 3)	4
14		155	± 5	5
15		175	± 5	5
16		238	± 5	6

^a Ziegel dürfen auch in den Breiten 60 mm, 70 mm, 80 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm, 225 mm, 250 mm und 275 mm und den Längen 190 mm, 210 mm, 290 mm, 390 mm hergestellt werden.

Bei Vormauerziegeln und Klinkern, die für nichttragende Verblendschalen verwendet werden sollen und die nicht im Verband mit anderem Mauerwerk gemauert werden, dürfen hiervon abweichende Werkmaße, die jedoch in folgenden Grenzen liegen müssen, gewählt werden:

Ziegellänge 190 mm $\leq l \leq 490$ mm;

Ziegelbreite 90 mm $\leq b \leq 120$ mm;

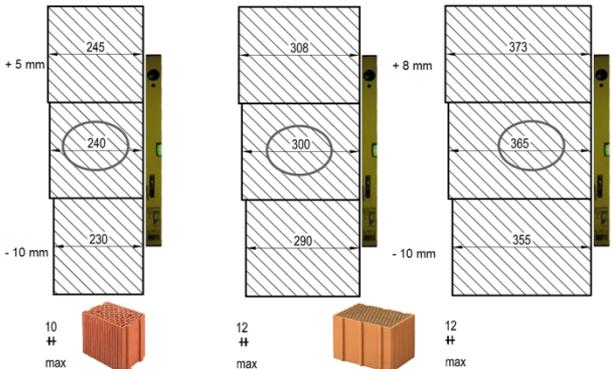
Ziegelhöhe 40 mm $\leq h \leq 240$ mm.

Bei Abweichungen von den Sollmaßen sind die Grenzabmaße und Maßspannen sinngemäß einzuhalten.

Werte in Klammern gelten abweichend für hochfeste Ziegel, hochfeste Klinker und Keramikklinker.

Langlochziegel dürfen nur in den Breiten 115 mm, 175 mm, 240 mm und 300 mm, den Längen 240 mm, 365 mm und 490 mm sowie den Höhen 71 mm, 113 mm, 155 mm, 175 mm und 238 mm hergestellt werden.

^b Bei Mauerziegeln mit Mörteltaschen, die ohne sichtbar vermörtelte Stoßfuge versetzt werden, ist das Sollmaß der Länge 5 mm, bei Ziegeln mit Nut und Feder 7 mm oder 8 mm größer als der in der Tabelle angegebene Wert.



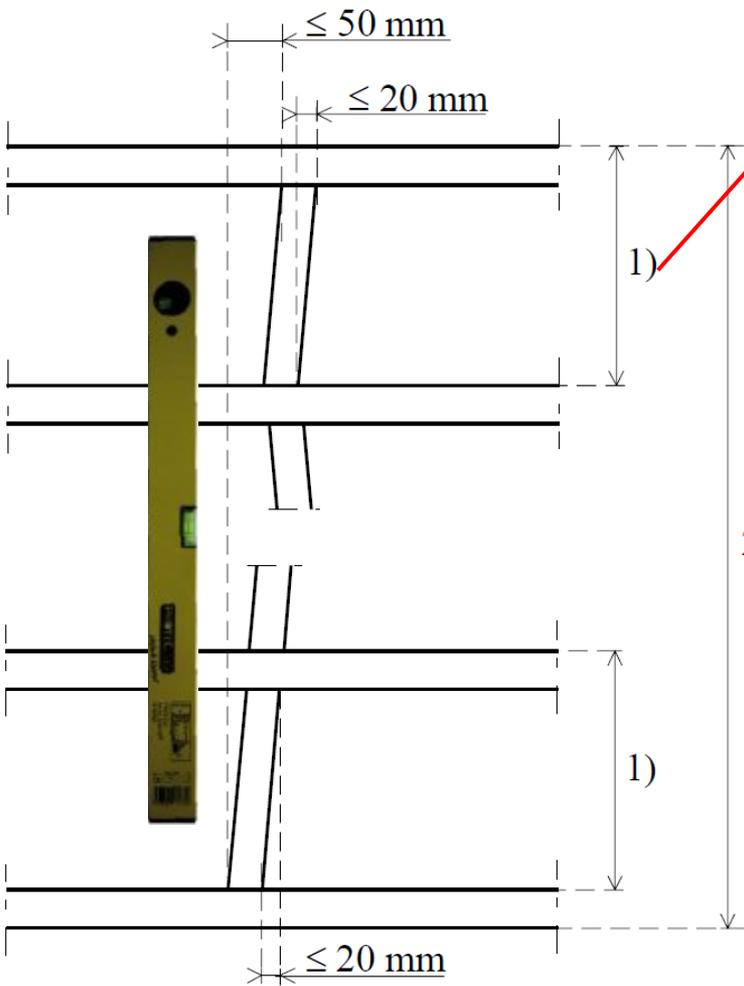
In Bezug auf die zu erwartende Putzdicke werden z.B. Maßabweichungen bei Ziegeln gern beanstandet, bis hin zur Berechnung von Zusatzkosten wegen Putzmehraufwand.

Dies ist insbesondere bei Unterschieden im Dickenmaß, wie es bei Lieferungen aus verschiedenen Herstellwerken vorkommen kann, ein häufiger Beanstandungsgrund.

Die Heranziehung von Maßdifferenzen des Ziegels allein ist in dieser Hinsicht jedoch nicht Stand der Technik und somit rechtlich nicht haltbar.

Die Maßabweichungen des Ziegels sind irrelevant, solange diese innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen nach DIN bzw. Zulassung liegen. Quelle: hinzunehm. Unregelmäßigkeiten

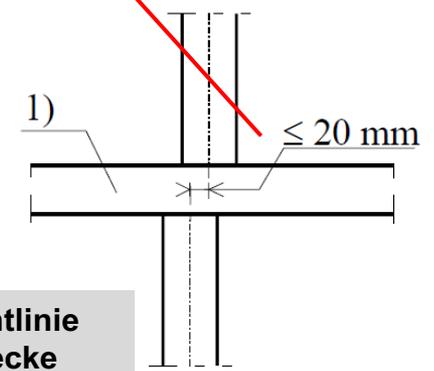
Zulässige Abweichungen für Mauerwerkselemente – aus DIN EN 1996-2 Tabelle 3.1



Position	Maximale Abweichung
Vertikalität:	
über ein Geschoss	$\pm 20 \text{ mm}$
über die gesamte Gebäudehöhe, bei drei oder mehr Geschossen	$\pm 50 \text{ mm}$
senkrechte Fluchtlinie	$\pm 20 \text{ mm}$
Ebenheit^a:	
über einen Meter	$\pm 10 \text{ mm}$
über 10 Meter	$\pm 50 \text{ mm}$
Dicke:	
der Wandschale ^b	$\pm 5 \text{ mm}$ oder $\pm 5 \%$ der Schalendicke, wobei der größere Wert maßgebend ist
der zweischaligen Wand	$\pm 10 \text{ mm}$

^a Die Ebenheit wird als maximale Abweichung von einer geraden Linie zwischen zwei beliebigen Punkten gemessen.
^b Ausgenommen Wandschalen mit der Breite oder Länge eines einzelnen Mauersteins, bei denen die Maßtoleranzen des Mauersteins die Schalendicke bestimmen.

DIN EN 1996-2 Tabelle 3.1- Zulässige Abweichungen für Mauerwerkselemente



a) Vertikalität
 1) Geschosshöhe
 2) Gebäudehöhe

b) Vertikale Fluchtlinie
 1) Zwischendecke

Unzulässige Lotabweichung



Nicht normgerechtes Mauerwerk



Porenbeton Mauerwerk:

Unzulässige Toleranzen (DIN 18202)

Offene Stoßfugen und Fehlstellen (DIN EN 1996)

Foto: Prestinari

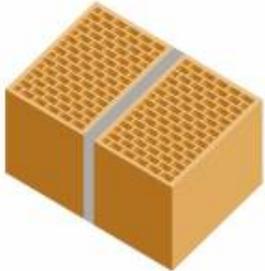
- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Fehlstellen im Mauerwerk

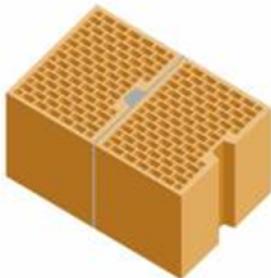


Stoßfugen

vollvermörtelte Stoßfuge

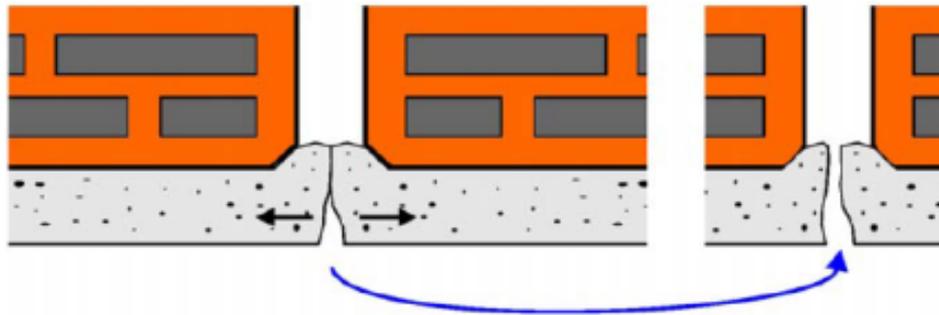
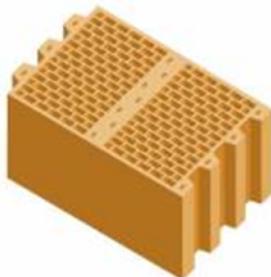


Stoßfuge mit Mörteltasche

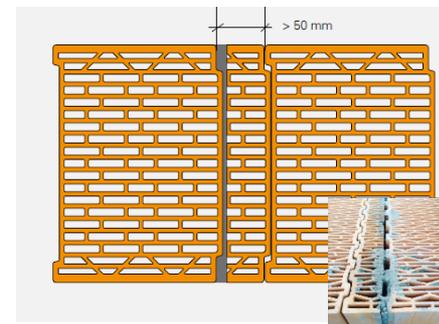
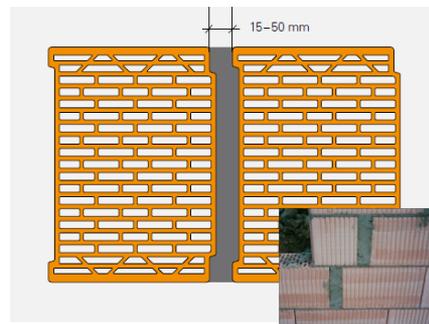
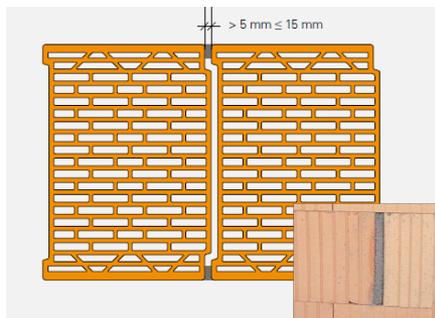
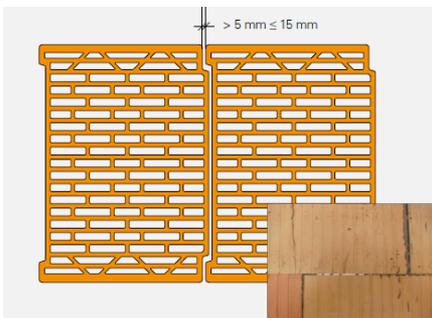


Schließen von Fehlstellen mit PU Schaum

Stoßfuge verzahnt (Nut + Feder)



Schließen von Fehlstellen mit Normal- oder Leichtmauermörtel (z.B. LM 21)



Stoßfugen ≤ 5 mm

Ziegel werden flächenbündig (knirsch) verlegt. **Offene Stoßfugen bis 5 mm sind immer zu tolerieren.**

Es ist unerheblich, ob im Rohbau Lichteinfall im Bereich der Fugen sichtbar ist. Die Luftdichtheit des Mauerwerks wird durch beidseitiges Putzen sichergestellt. (Es bildet sich eine „ruhende Luftschicht“)

Stoßfugen > 5 mm ≤ 15 mm

Bei Stoßfugen > 5 mm ≤ 15 mm, müssen diese beidseitig an der Wandoberfläche mit Mörtel verschlossen werden.

Aus energetischen Gründen wird empfohlen, Leichtmörtel (z.B. maxit Therm 825) zu verwenden.

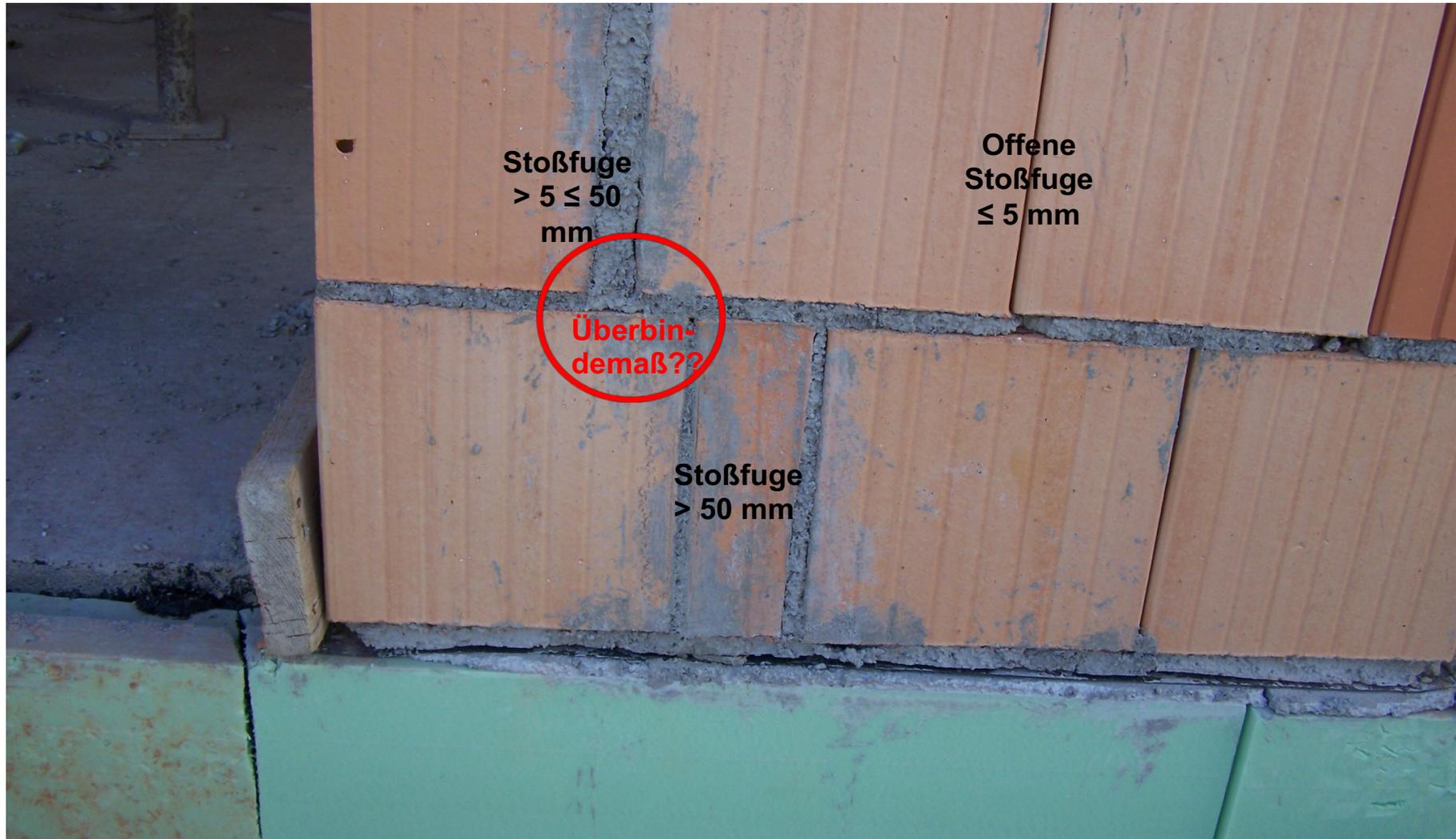
Lückenschluss Stoßfugen 15 – 50 mm

Stoßfugen bis 20 mm können mit dämmendem Leichtmörtel (z.B. maxit Therm 825) ausgemörtelt werden. Wichtig: Beim späteren Verputzen müssen die Mörtelfugen vollständig ausgetrocknet sein. Breite Stoßfugen (40 – 50 mm), die so vermörtelt werden, sollten vermieden werden, sind jedoch vereinzelt toleriert.

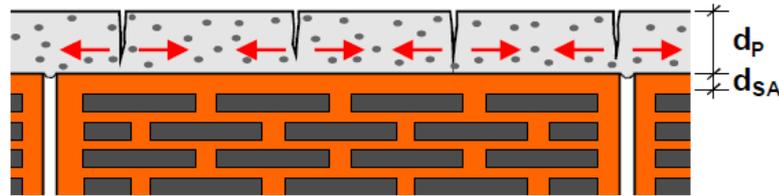
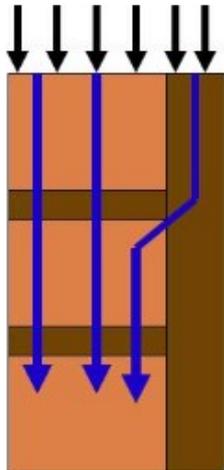
Lückenschluss Stoßfugen > 50 mm

In Lücken größer 50 mm müssen passende Ziegelscheiben geschnitten, eingefügt und angemörtelt werden.

Dazu wird ein Ziegel auf das Maß der Lücke zugesägt, und mit Mörtel an den Flanken in die zu schließende Lücke eingefügt.

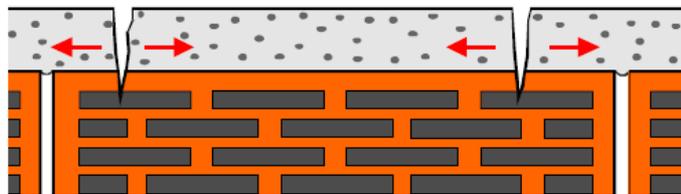
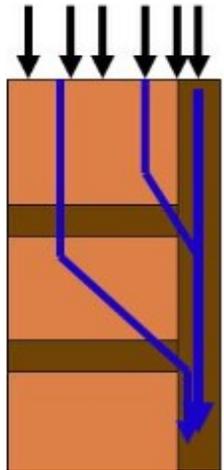


- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails



Putzgrund steifer, fester als Putz

Bei **weichem Putz** geht der Kraftfluss in das Mauerwerk.
Es entstehen **wenig Spannungen** im Putz



Putz steifer, fester als Putzgrund

Bei **harten Putz** geht der Kraftfluss in den Putz.
Es entstehen **große Spannungen** im Putz



Schädliche Risse bis in Putzgrund (PG)

(Schubert)

Kriterium (K_R): Kennwert

$$K_{R,PG} = (\beta_{Z,SA} \cdot d_{as}) / (\beta_{Z,P} \cdot d_P)$$

$\beta_{Z,P}$ Zugfestigkeit Putz

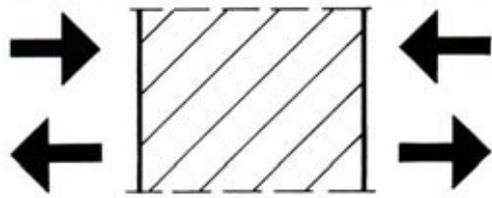
d_P Dicke Putzschicht

$\beta_{Z,SA}$ Zugfestigkeit Stein-
außenschale

d_{SA} Dicke der Außenschale

$K_{R,PG} > 1$:
Keine Risse im Putzgrund

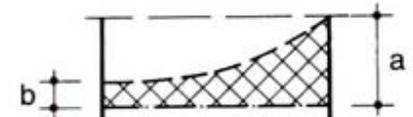
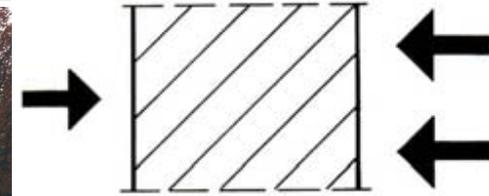
Symmetrische- und asymmetrische Feuchte- bzw. Wärmebeanspruchung



Symmetrische Verteilung im Querschnitt



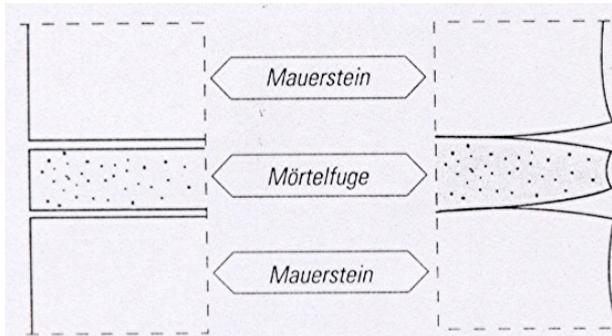
Verlängen oder Verkürzen



Asymmetrische Verteilung im Querschnitt



Wölben



Feuchtedehnung von Bauteilen
entsteht durch Oberflächenspannungen des Wassers in porigen Baustoffen - Kräfte wirken auf Porenwände

Wassereinlagerung
=> **Volumenzunahme**
Austrocknung
=> **Volumenreduzierung**

Austrocknung :
Die Steinkanten können sich geringfügig verformen. (erhöhte Spannungen im Putz)

Relaxation baut innere, durch Behinderungen entstandene Spannungen über Kriechen und Spannungsumlagerungen wieder ab !

Besondere Rissgefahr entsteht durch einseitige Belastung, wie z.B. durch Trocknungsgeräte !!



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

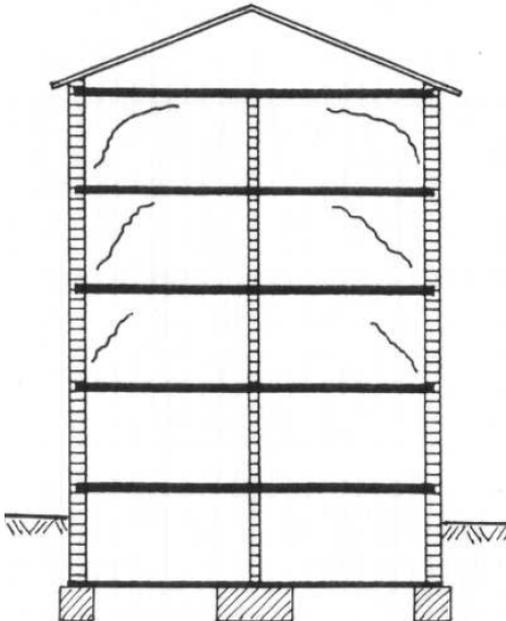
(11) Unterschiedliche Wandbaustoffe und deren Formverhalten

Typisches Schadensbild für Mischmauerwerk (Mauerwerk mit unterschiedlichem Verformungsverhalten)



Mauersteinart	Mauermörtelart	Endkriechzahl ^a ϕ_{∞}		Endwert der Feuchtedehnung ^b mm/m		Wärmeausdehnungskoeffizient α_t $10^{-6}/K$	
		Rechenwert	Wertebereich	Rechenwert	Wertebereich	Rechenwert	Wertebereich
Mauerziegel	Normalmauermörtel	1,0	0,5 bis 1,5	0	-0,1 ^c bis +0,3	6	5 bis 7
	Leichtmauermörtel	2,0	1,0 bis 3,0				
Kalksandstein	Normalmauermörtel / Dünnbettmörtel	1,5	1,0 bis 2,0	-0,2	-0,3 bis -0,1	8	7 bis 9
Betonsteine	Normalmauermörtel	1,0	-	-0,2	-0,3 bis -0,1	10	8 bis 12
	Leichtbetonsteine	2,0	1,5 bis 2,5	-0,4	-0,6 bis -0,2		
Leichtbetonsteine	Normalmauermörtel	2,0	1,5 bis 2,5	-0,5	-0,6 bis -0,3	10; 8 ^d	8 bis 12
	Leichtmauermörtel			-0,5	-0,6 bis -0,3		
Porenbetonsteine	Dünnbettmörtel	0,5	0,2 bis 0,7	-0,1	-0,2 bis +0,1	8	7 bis 9

^a Endkriechzahl $\phi_{\infty} = \epsilon_{\infty} / \epsilon_{el}$, mit ϵ_{∞} als Endkriechmaß und $\epsilon_{el} = \sigma/E$.
^b Endwert der Feuchtedehnung ist bei Stauchung negativ und bei Dehnung positiv angegeben.
^c Für Mauersteine < 2 DF gilt der Grenzwert - 0,2 mm/m.
^d Für Leichtbeton mit überwiegend Blähton als Zuschlag.



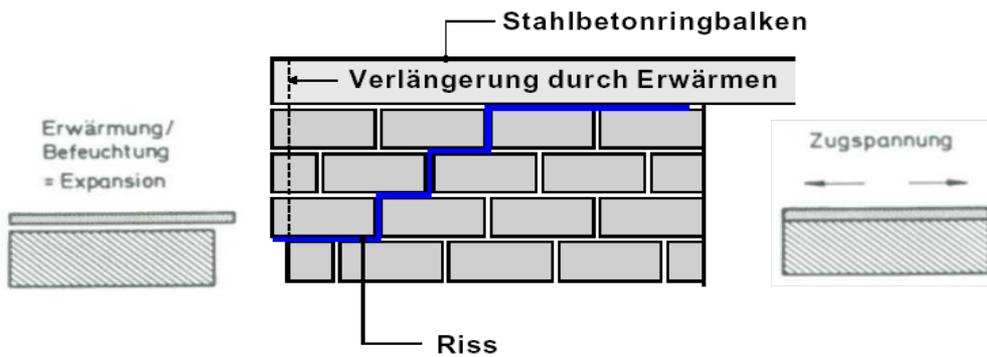
Außenmauerwerk:
Hochlochziegel – i.d.R. keine Schwindneigung
(Rechenwert = 0 mm/m)



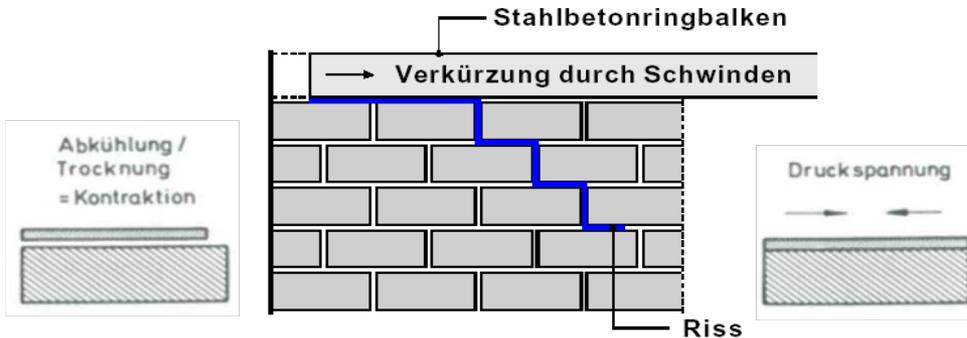
Innenmauerwerk:
Kalksandstein – relativ große Schwindneigung
(Rechenwert = +- 0,2 mm/m)



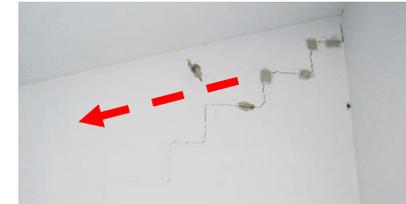
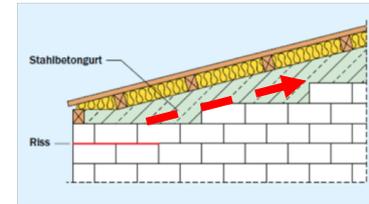
Ringanker, Ringbalken



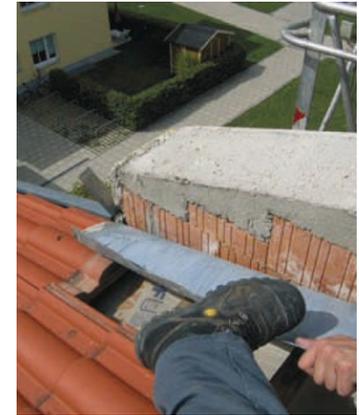
Zu großes temperaturbedingtes Verlängern (schieben) des Ringbalkens gegenüber dem Mauerwerk



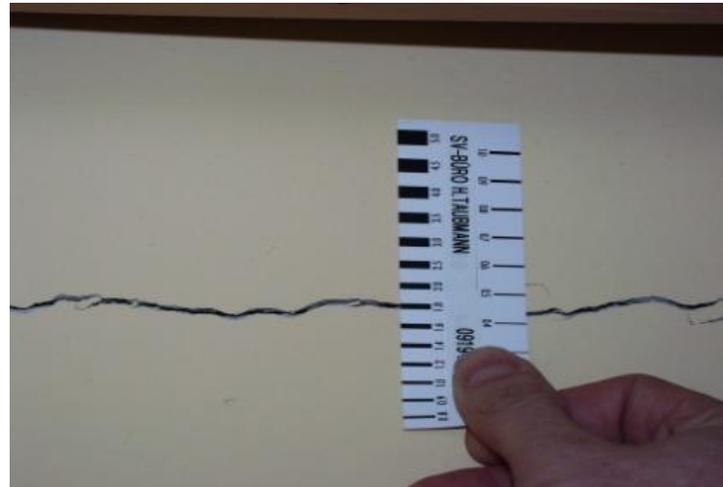
Zu großes Schwinden und / oder temperaturbedingtes Verkürzen des Ringbalkens gegenüber dem Mauerwerk



Aufwölbungen (bei zu geringen Auflasten)

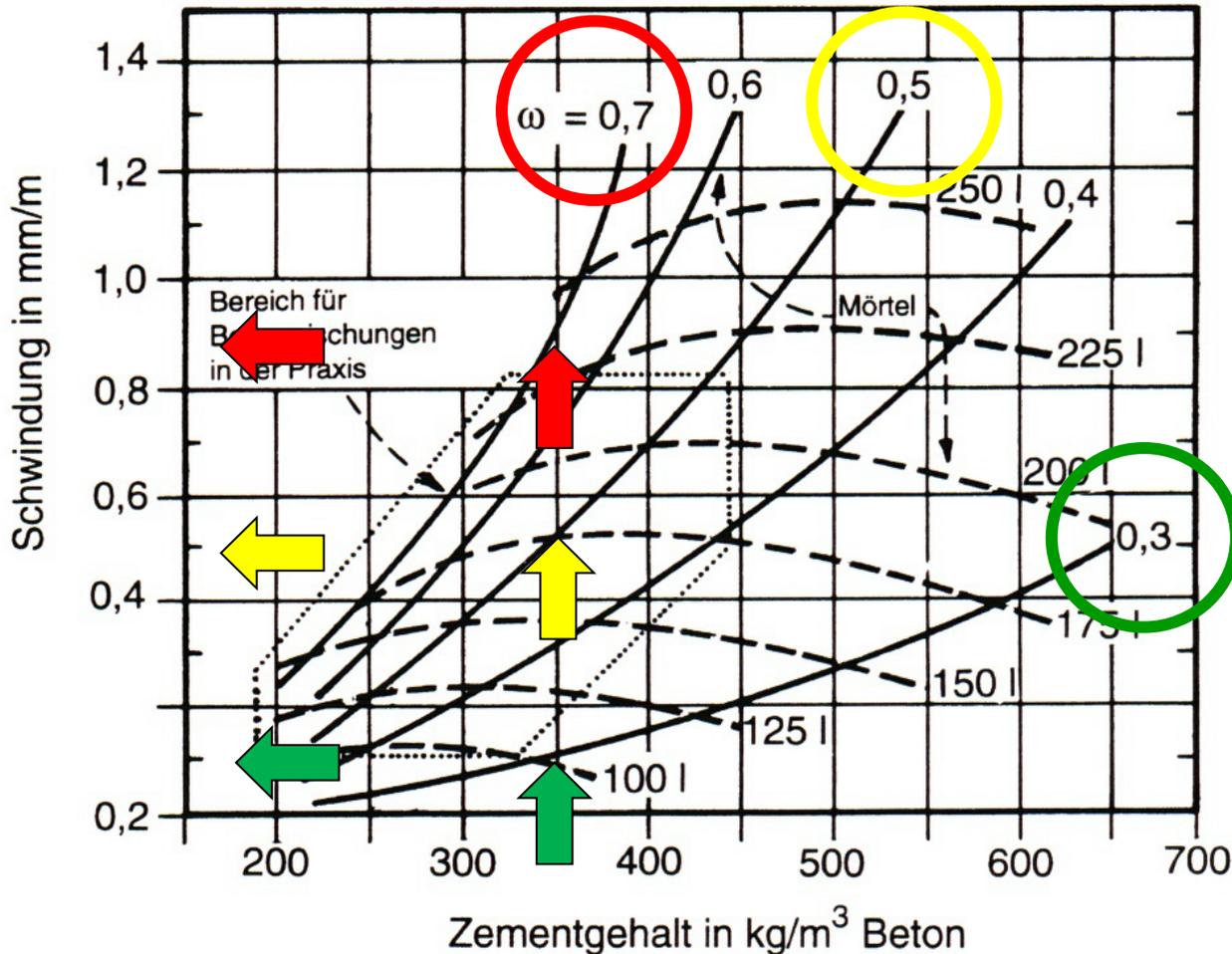


Bei Ausführung von Ringbalken oder Ringankern für die Aussteifung von Giebelwänden sind die Schwindmaße der verschiedenen Materialien in besonderem Maß zu berücksichtigen.



Die Verformungen und Durchbiegungen der Geschosdecken sind besonders zu berücksichtigen

Schwindverhalten von Beton in Abhängigkeit von Wasser und Zement



— Wasserzementwerte $\omega = 0,3$ bis $0,7$
 - - - Wassergehalte von $w = 100$ bis 250 kg/m³

Schwindverhalten von Beton
 in Abhängigkeit von Wasser und Zement

mehr Wasser:
 = leichtere Verarbeitung
 = größeres Schwindmaß

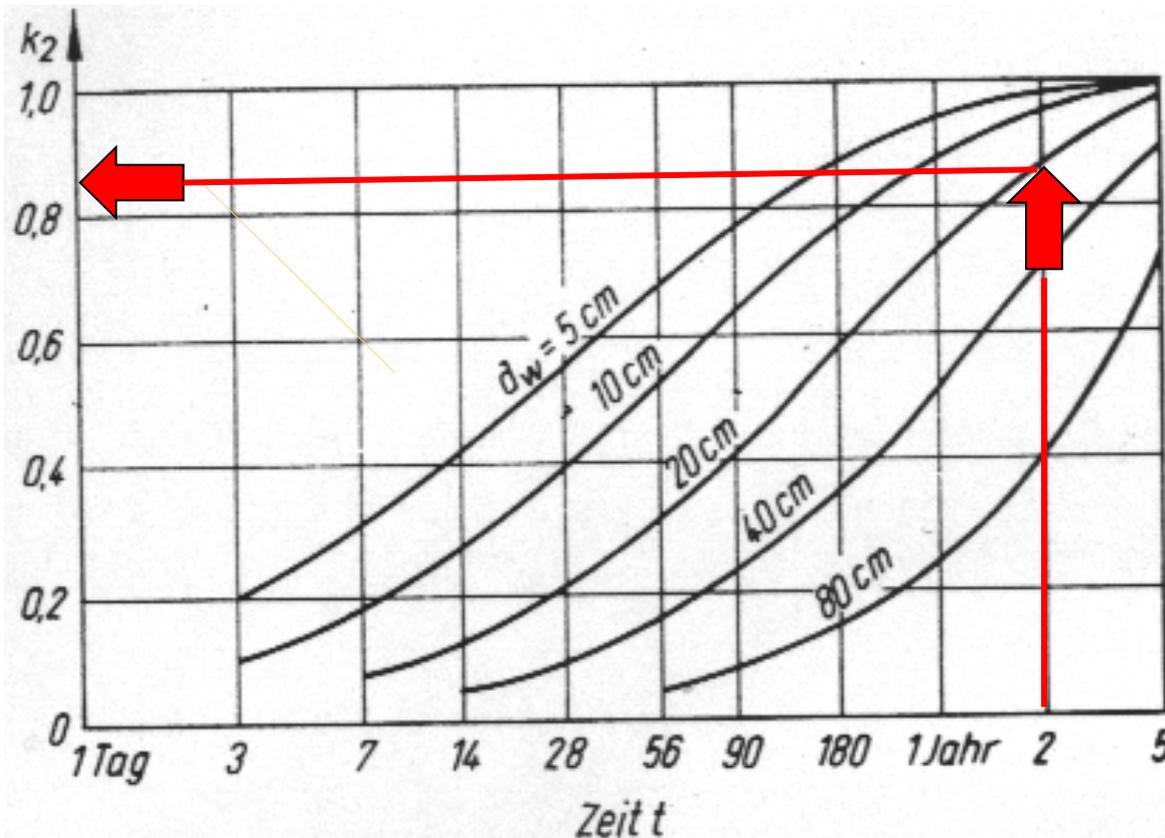
Beispiel:
 Zementgehalt 350 kg/m³

W/Z-Wert	Schwindmaß
0,7	≈ 0,90 mm/m

W/Z-Wert	Schwindmaß
0,5	≈ 0,50 mm/m

W/Z-Wert	Schwindmaß
0,3	≈ 0,25 mm/m

Zeitlicher Verlauf des Kriechens- und Schwindens von Betonbauteilen (Dicke)



Zeitlicher Verlauf des Kriechens- und Schwindens von Betonbauteilen in Abhängigkeit von der Dicke (DIN 1045-72)

Beispiel:

Bei einer Betondecke mit einer Dicke d von 20 cm sind nach ca. 2 Jahren in etwa 85% des Endschwindmaßes erreicht.

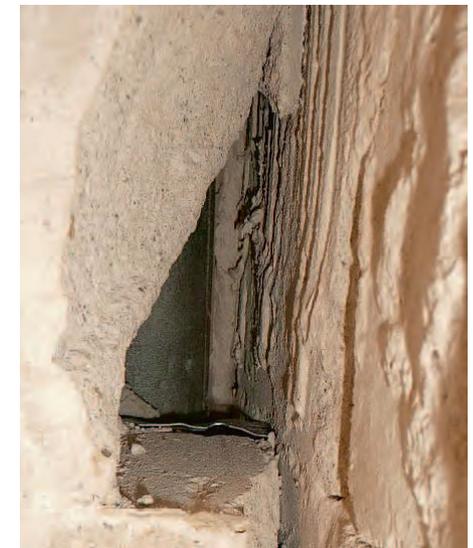
Dazu kommen noch Verformungen aus „Kriechen“ (Verformungen unter Lasteinwirkung).

- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Unterschiedliche Baustoffe – unterschiedliches Formverhalten

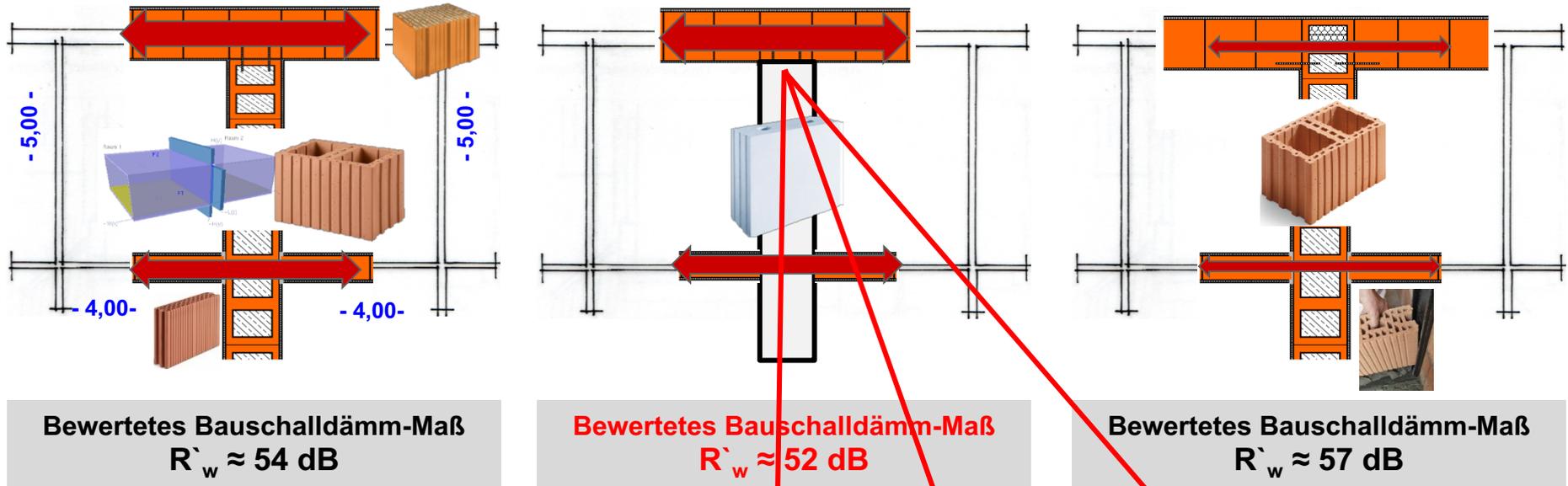


Mauersteinart	Endwert der Feuchte- dehnung (Schwinden, chemisches Quellen)	Endkriechzahl	Wärme- dehnungs- koeffizient	Elastizitäts- modul
	$\varepsilon_{\infty} \text{ } ^1)$	$\varphi_{\infty} \text{ } ^2)$	α_T	$E \text{ } ^3)$
	Rechenwert	Rechenwert	Rechenwert	Rechenwert
	mm/m		$10^{-6}/K$	MN/m^2
Mauerziegel	0	1,0	6	$3500 \cdot \sigma_0$
Kalksandsteine ⁴⁾	-0,2	1,5	8	$3000 \cdot \sigma_0$
Leichtbetonsteine	-0,4	2,0	10 8 ⁵⁾	$5000 \cdot \sigma_0$
Betonsteine	-0,2	1,0	10	$7500 \cdot \sigma_0$
Porenbetonsteine	-0,2	1,5	8	$2500 \cdot \sigma_0$



Unterschiedliche Baustoffe – unterschiedliches Formverhalten

(11) Auswirkungen auf den Schallschutz (Beispiel – horizontal)

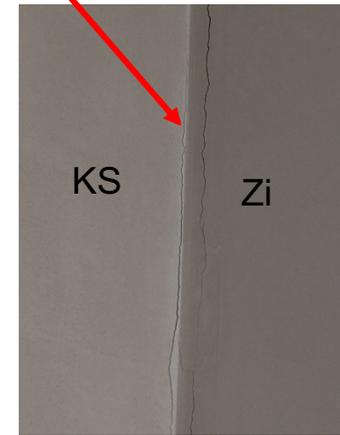


Trennbauteil (24 cm)
Füllziegel / KS - $R_w = 60,5 \text{ dB}$

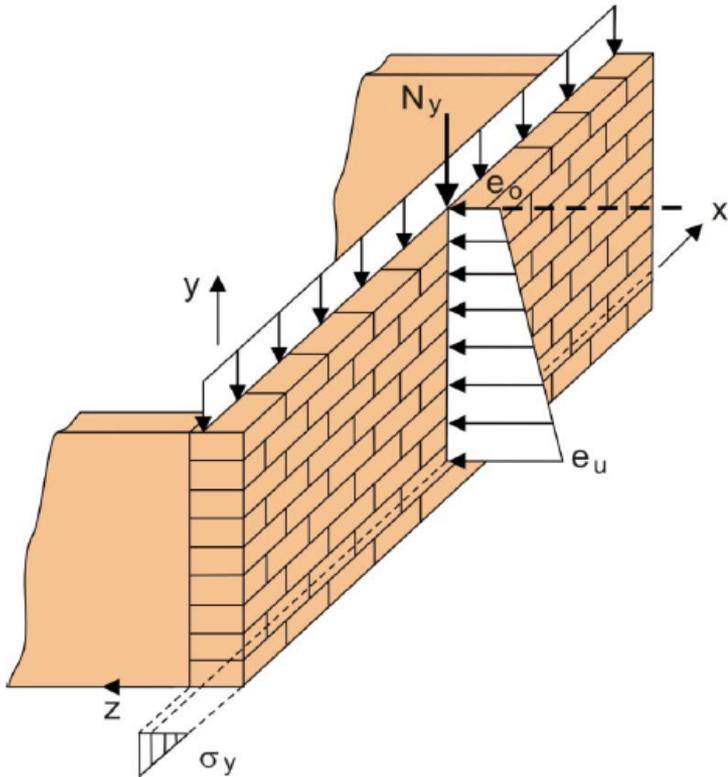
Flanke Außenwand (36,5 cm)
Ziegel - $R_w = 50 \text{ bis } 52 \text{ dB}$

Flanke Innenwand (11,5 cm)
Ziegel - $R_w = 40,8 \text{ dB}$

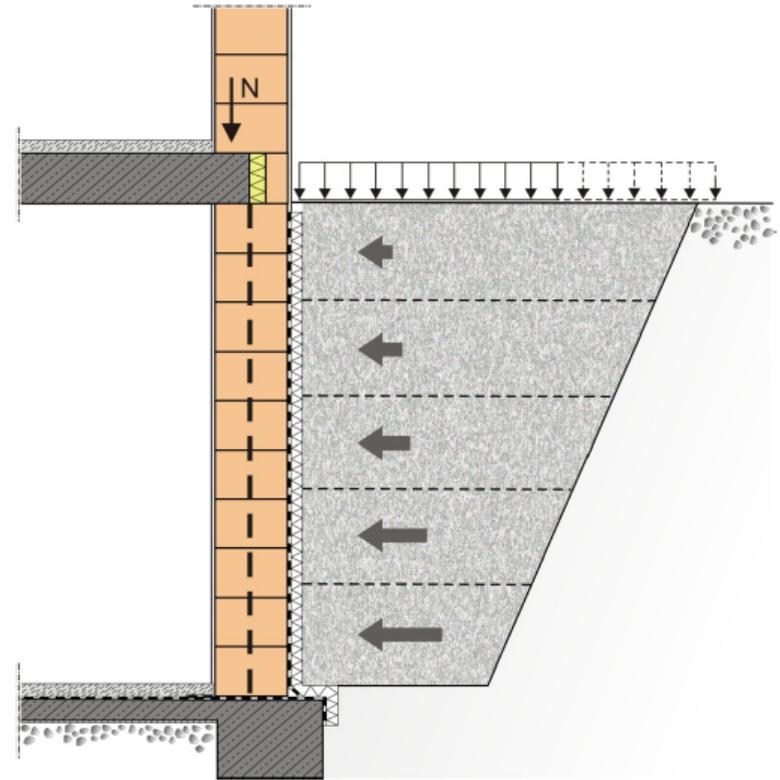
Flanke Decke (20 cm)
StB. - $R_w = 60,5 \text{ dB}$



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails



Plattentragmodell



Bemessungsmodell nach Mann/Bernhardt

Modell:

- Statisches System: Einfeldträger
- Ein Bogen stellt sich dem Erddruck entgegen (Bogenmodell).
- Der Bogen stellt sich so ein, dass an den Widerlagern eine Exzentrizität der Normalkraft in Richtung Kellerinnerem vorhanden ist.

Haftscherfestigkeit, Reibungsbeiwerte und erforderliche Auflasten



Im Gefälle verlegte Fußpunktabdichtung lässt die Verblendschale rutschen

Kellermauerwerk: zu geringe Auflast und zu hoher Verdichtungsdruck



Feststellung:

Nach innen um 8 cm verschobene Kellerwand

Ursache:

Zu geringe Auflast und gleichzeitig zu starke Bodenverdichtung

Sanierung:

Innere Aussteifung durch Stahlstützen (Abdichtung war noch intakt)



1) Rissbildung am Wandfuß

Haftscherfestigkeit und Reibungsbeiwerte für Hochlochziegel und Normalmörtel mit verschiedenen Trennschichten

Trennschicht	Haftscherfestigkeit N/mm ²		Reibungsbeiwert ¹⁾	
	HLz/MG II	HLz/MG II	HLz/MG II	HLz/MG II
ohne	0,23	0,32	1,1 bis 1,5	---
Zementgebundene Dichtungsschlämme	0,18	0,23	1,0 bis 1,4	0,5 bis 1,2
Bitumendachbahn R 500	0,27	0,38	0,6 bis 1,0	0,4 bis 0,5
PVC Dichtbahn	0,05	0,07	0,4 bis 0,7	0,8 bis 0,9

¹⁾ Ermittelt aus Regressionsrechnungen mit unterschiedlichen Annahmen

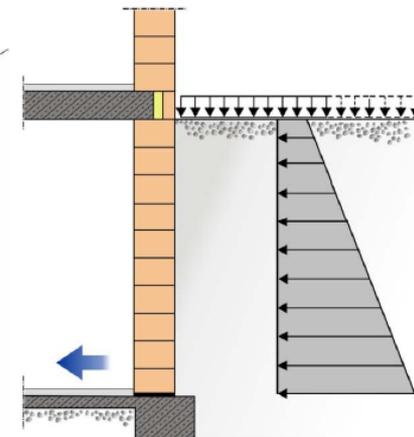


Beispiel: Erforderliche Auflasten zur Vermeidung des Gleitens der Trennlage Bitumendachbahn R500

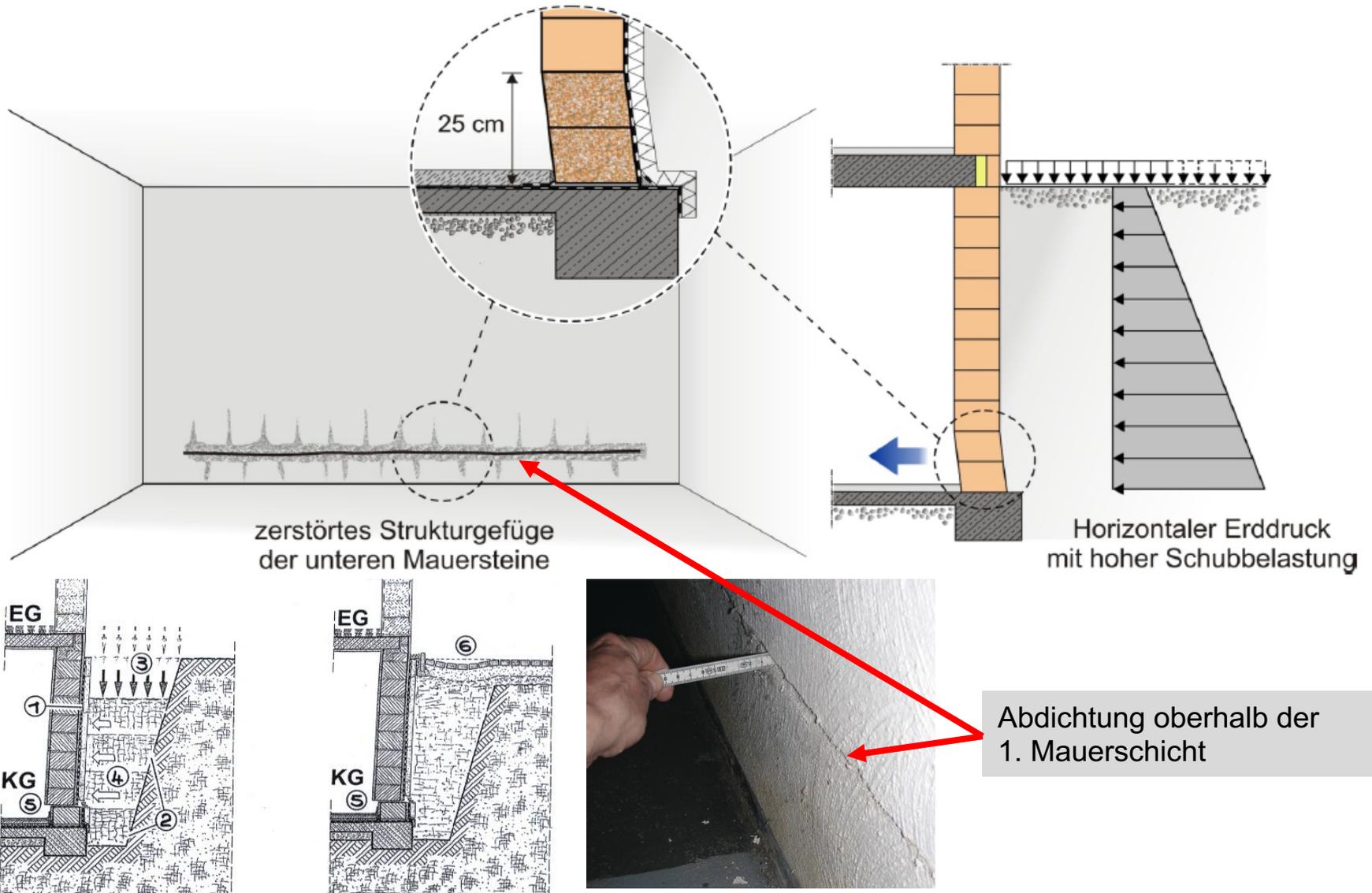
Wanddicke mm	Erforderl. Auflast kN/m
175	11,2 (1.142 kg)
240	
300	14,7 (1.499 kg)
365	17,9 (1.825 kg)



Verschiebung der Wand auf der Bodenplatte



2) Rissbildung am Wandfuß



Durchfeuchtung des Mauerwerks über Feuchtetransport

Fehlende Abdichtung unterhalb der Innenwand



Durchfeuchtung der Steinschicht aus Tagwasser das auf der Bodenplatte / Decke anfällt.

Abdichtungslage oberhalb und unterhalb der 1. Mauer-schicht

Durchfeuchtete Kimmschichten können unter Umständen zu einem Versagen der Außenabdichtung führen



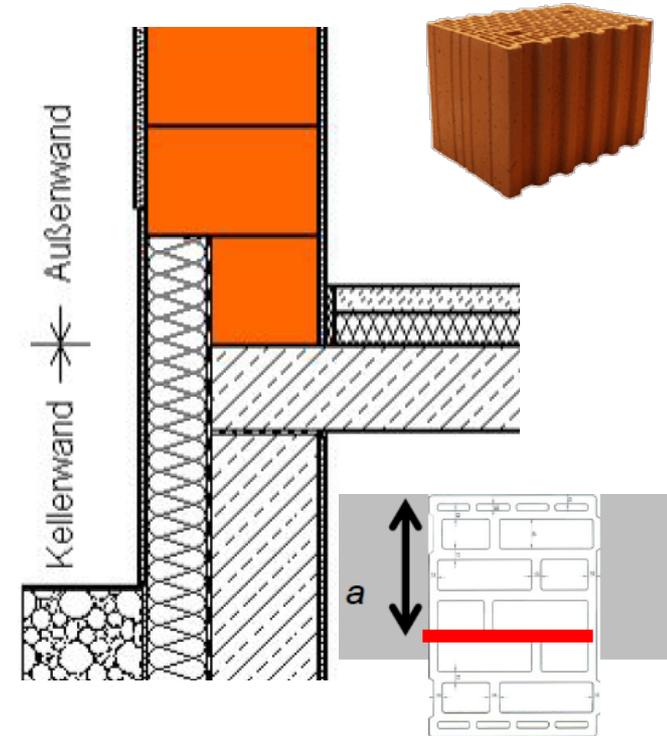
- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben

Auflagerung Außenwand auf Kellerdecke

Sonderfall:

Detail beim Übergang Außenwand auf Kellerdecke / Fundament bzw. bei Wanddickenreduktion

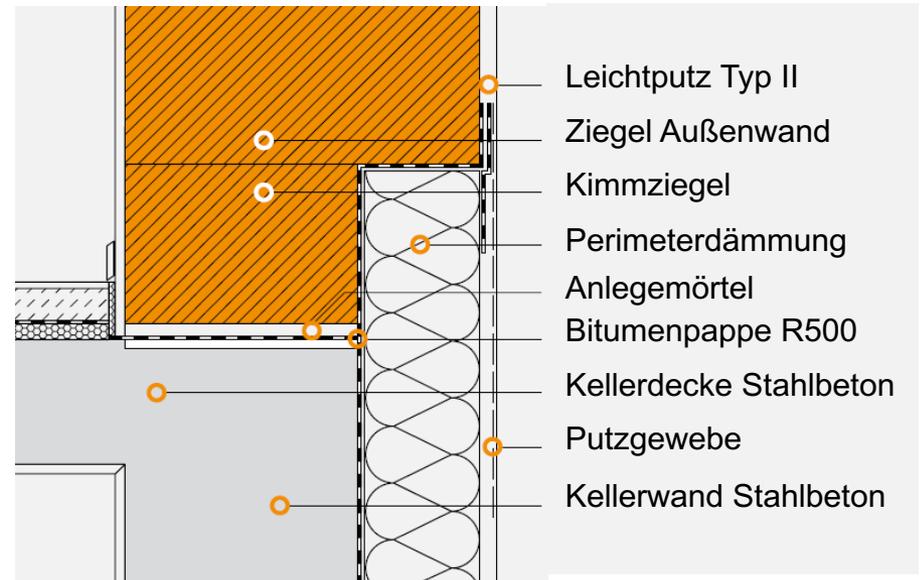
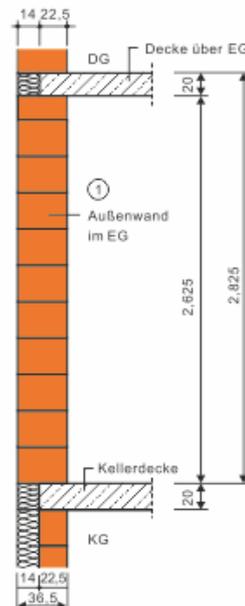
(Auskragung der Steinreihe)

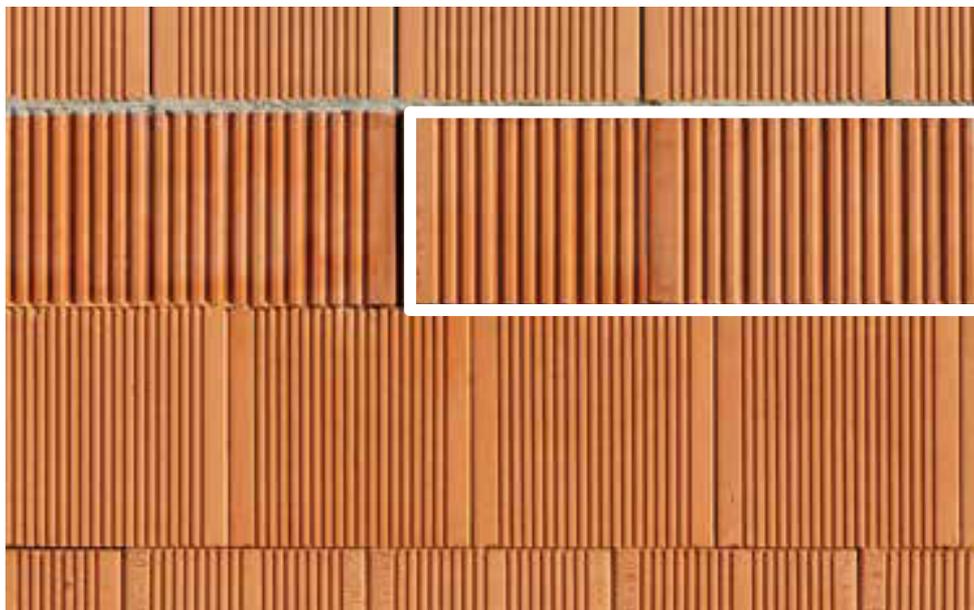


Lösung mit Bemessungsansatz:

a = Auflagertiefe sichere Seite:
Ansatz von a nur bis einschl. des
letzten direkt aufliegenden Längs-
steges

Auflagerung - Überstand





Auftrag PU-Schaum



Setz. Deckenrandelement



Beschw. Deckenrandelement

Mit der Verwendung des Deckenrandelements (DRE und DRE+) kann der vereinfachte statische Nachweis gemäß Eurocode 6 für das Deckenauflager geführt werden.

Das elastische neoStep im Deckenrandelement nimmt Bewegungen der Geschossdecke auf und puffert die auftretenden Spannungen.

Die Rückverankerung des DRE+ sorgt für einen festen Kraftschluss mit der Betondecke und sorgt in diesem Bereich für eine optimierte Wärmebrücke.

- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

5.2 Verdrehung der Decke am Auflager

Die Durchbiegung der Decke führt zu einer Lageveränderung in Deckenmitte und einem Drehwinkel an den Auflagern. Infolge großer Deckendurchbiegungen kann es bei geringer Auflast zum Abriss zwischen Stahlbeton und Mauerwerk oder in der darunter liegenden Lagerfuge kommen (Bild 28).

Bei Außenwänden werden diese Risse vom Wärmedämm-Verbundsystem bzw. Fassadensystemen überdeckt und sind daher in der Regel unproblematisch.

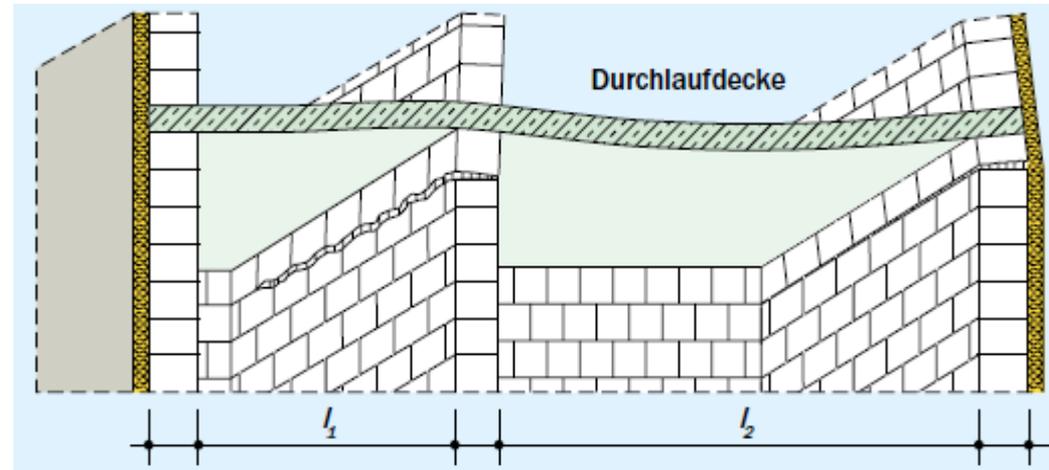


Bild 28 Rissbildung infolge großer Deckendurchbiegung

Konstruktives Zentrieren

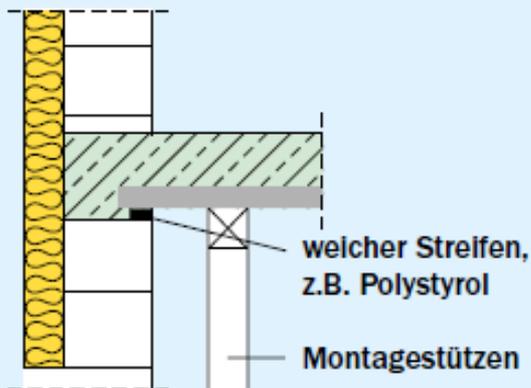
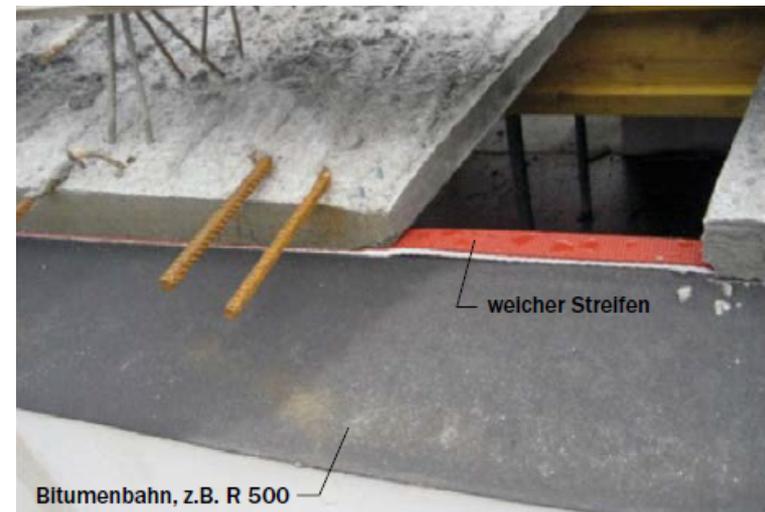
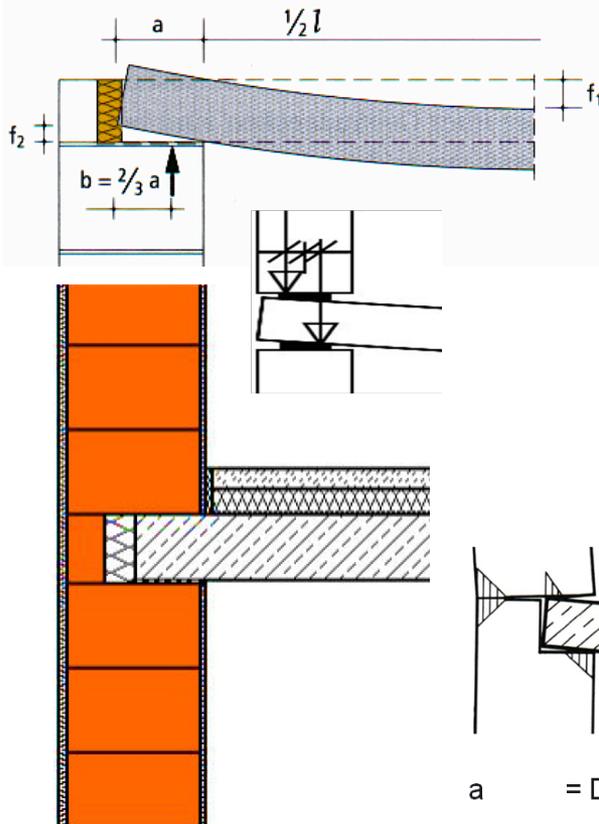


Bild 29 und Bild 30

Einlage, weicher Streifen zur Lastzentrierung und Bitumenbahnen

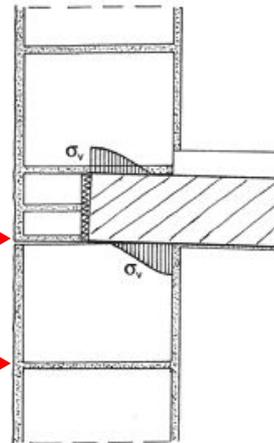


(7) Rissabschätzung bei unterschiedlichen Auflagerbedingungen im Wand - Deckenknoten



Riss bei Trennung Decke – Außenwand

Riss ev. auch Steinschicht tiefer



Unter der Annahme, dass die Deckenverformung einer quadratischen Parabel entspricht, ergibt sich für die Verformung f_2 :

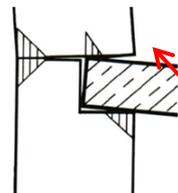
Steigung der Parabel am Auflager = $(2 \cdot f_1) / (l/2)$

$$f_2 = (4_b \cdot f_1) / (l + (1/3 a))$$

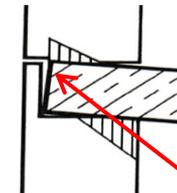
a = Auflagerlänge

l = Deckenspannweite

f_1 = Deckendurchbiegung



Fall 1: Kurze Einspanntiefe und geringe Auflast.
Folge: Kippen der Wand



Fall 2: Große Einspanntiefe und geringe Auflast
Folge: Anheben der Wand

a = Deckenaufлагertiefe = 20 cm

l = Stützweite Decke = 5,00 m

$f_1 = l / 300 = 500 / 300 = 1,7$ cm

$$f_2 = \frac{(4 \cdot 20 \cdot \frac{2}{3}) \cdot 1,7}{500 + (20 \cdot \frac{1}{3})} = \frac{(4 \cdot 13) \cdot 1,7}{507} = 1,7 \text{ mm}$$

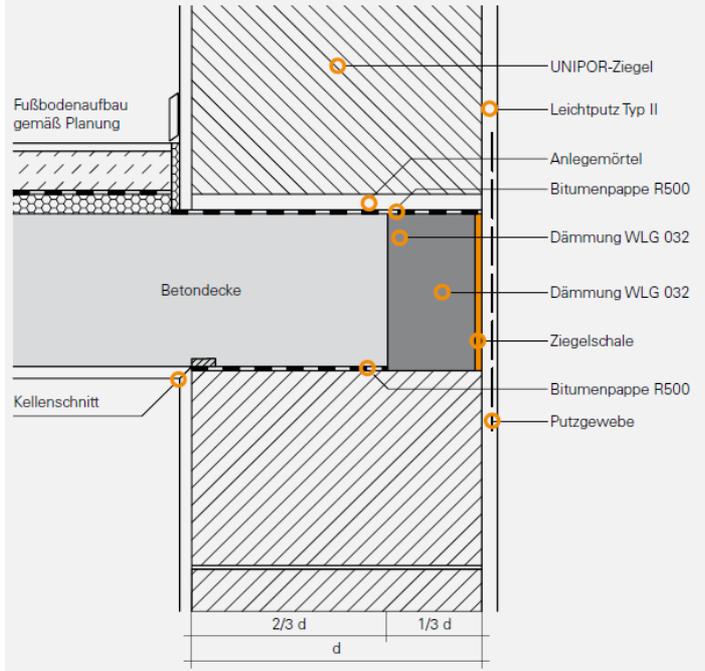
a = Deckenaufлагertiefe = 30 cm

l = Stützweite Decke = 5,00 m

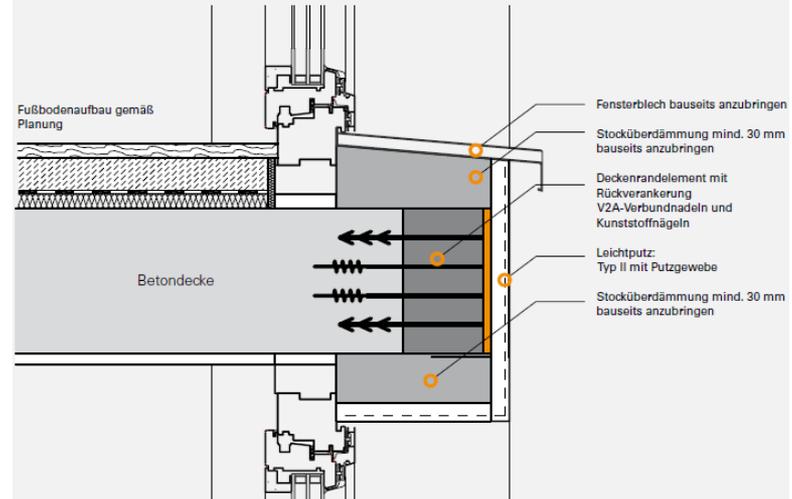
$f_1 = l / 300 = 500 / 300 = 1,7$ cm

$$f_2 = \frac{(4 \cdot 30 \cdot \frac{2}{3}) \cdot 1,7}{500 + (30 \cdot \frac{1}{3})} = \frac{(4 \cdot 20) \cdot 1,7}{510} = 2,7 \text{ mm}$$

Einbau als Deckenrandelement

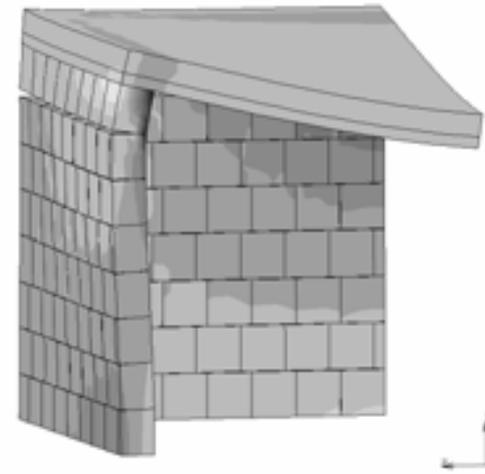
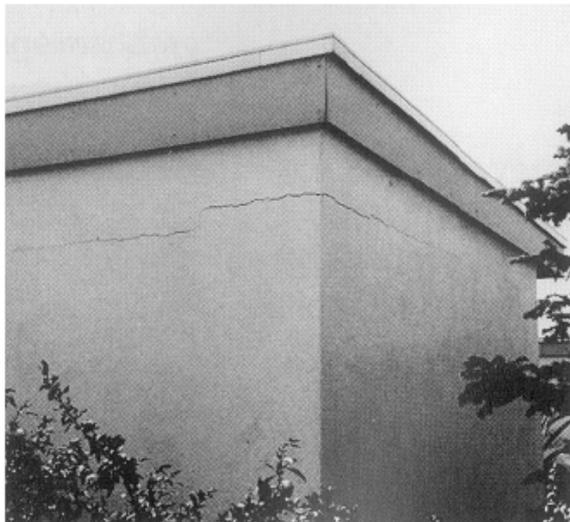
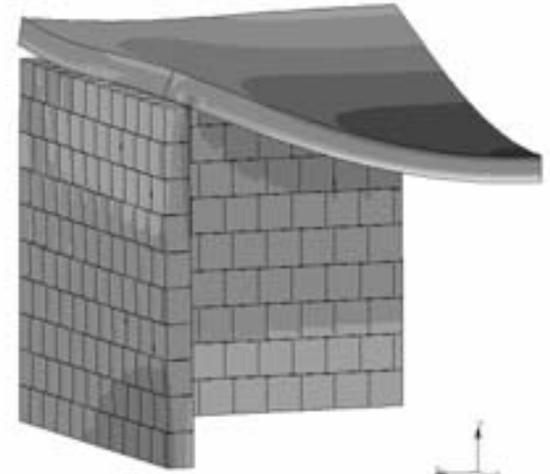
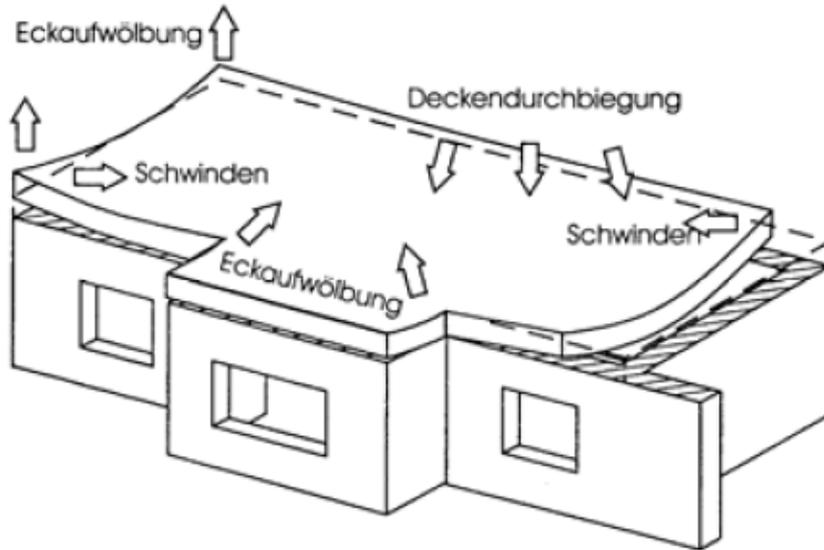


Einbau als Randdämmung bei sturzlosen Fenster- oder Türöffnungen



- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsclassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Verformung von Dachdecken im Eckbereich



Änderung A2 - Mindestauflast

DEUTSCHE NORM Entwurf August 2014	
DIN EN 1996-3/NA/A2	DIN
ICS 91.010.30; 91.080.30	Einsprüche bis 2014-09-11 Vorgesehen als Änderung von DIN EN 1996-3/NA:2012-01
Entwurf	
Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten; Änderung A2	

Für Wände, die als Endauflager für Decken oder Dächer dienen und durch Wind beansprucht werden, ist ein Nachweis der Mindestauflast der Wände zu führen:

Der Nachweis darf in Wandhöhenmitte unter der Berücksichtigung des dort wirkenden Eigengewichtsanteils der Wand erfolgen:

$$N_{hm} \geq (3 \cdot q_{Ewd} \cdot h^2 \cdot b) \cdot (16 \cdot (a - (h / 300)))$$

dabei ist:

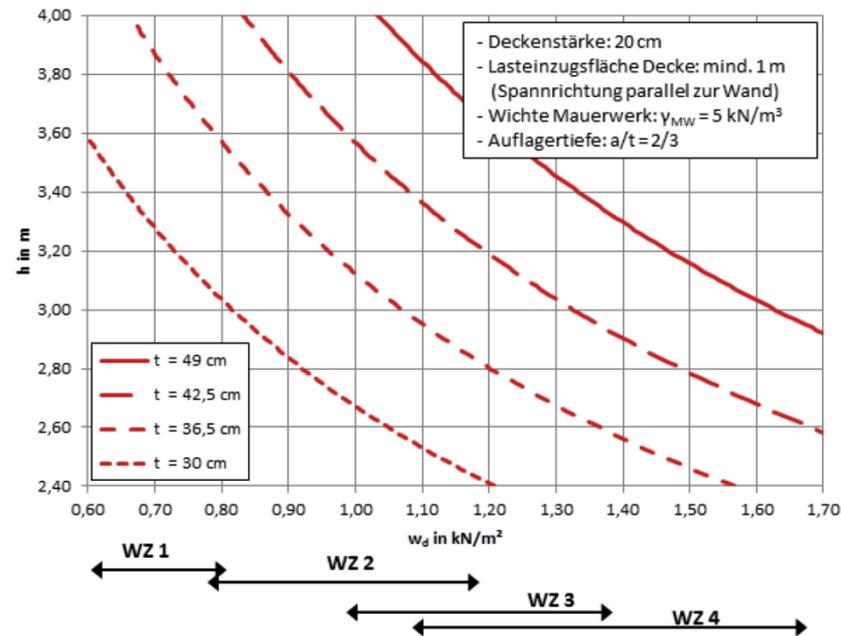
N_{hm} = der Bemessungswert der kleinsten vertikalen Belastung in Wandhöhenmitte im betrachteten Geschoss

h = die lichte Geschosshöhe

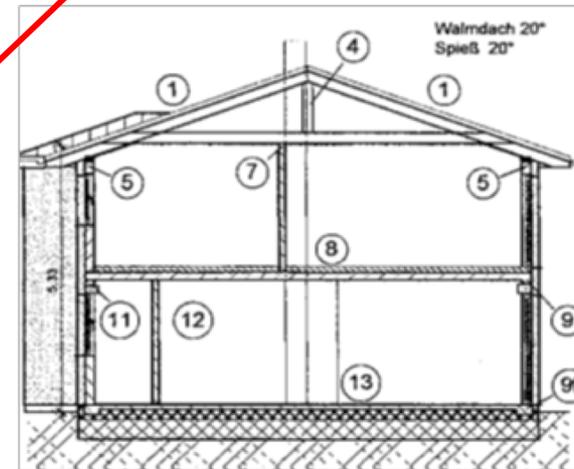
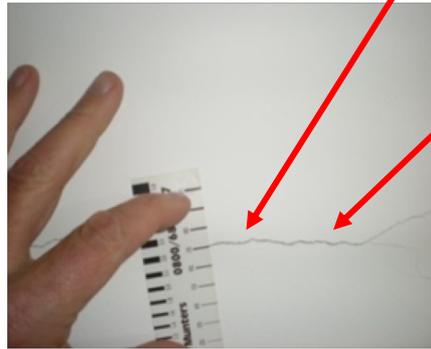
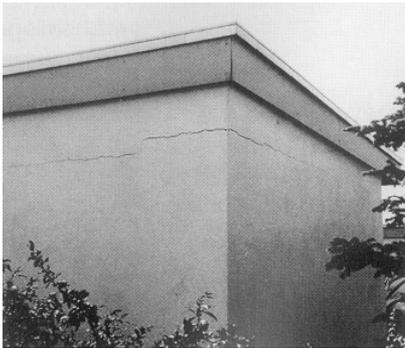
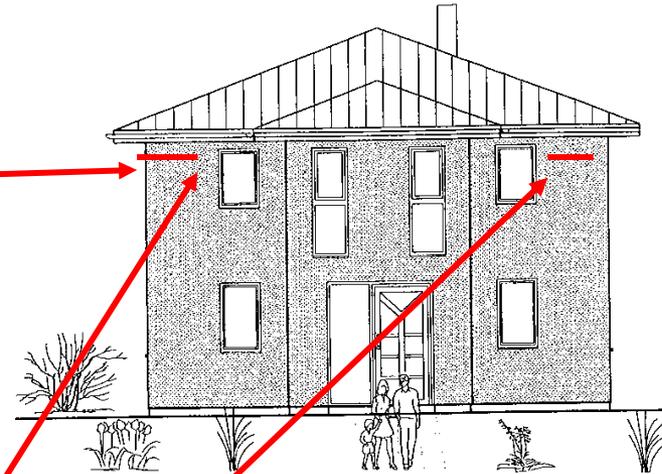
q_{Ewd} = der Bemessungswert der Windlast je Flächeneinheit

b = die Breite, über die die vertikale Belastung wirkt

a = die Deckenaufлагertiefe

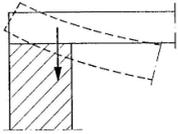


Maximale Wandhöhe in Abhängigkeit der Bemessungswindlast



Riss aufgrund fehlender Auflasten

Regeldetail Hörl und Hartmann 2.12



Zur Vermeidung des Abhebens von Dachdeckenplatten und den daraus resultierenden Rissen müssen, bei fehlender Auflast, die Eckzugkräfte verankert werden.

Es existieren zwei mögliche Varianten für eine Ausführung von Zuggliedern im Mauerwerk zur Verbindung von Dachdecke (oder Ringbalken) und darunterliegender Geschosdecke

- a: Einbau eines Zugstabes
- B: Einbau einer Zugstütze

Zugstütze im Eckbereich gegen Deckenaufklüftung
Gebäudetyp: MFH
Maßstab: 1:5
Stand: 06/2016

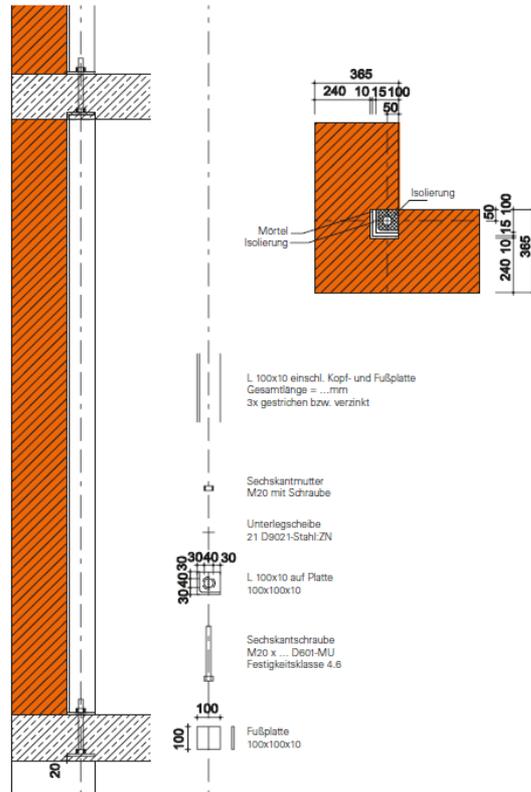


Bild: Einbau eines Zugstabes



Mauerwerk wird „hinter“ Zuganker erstellt!



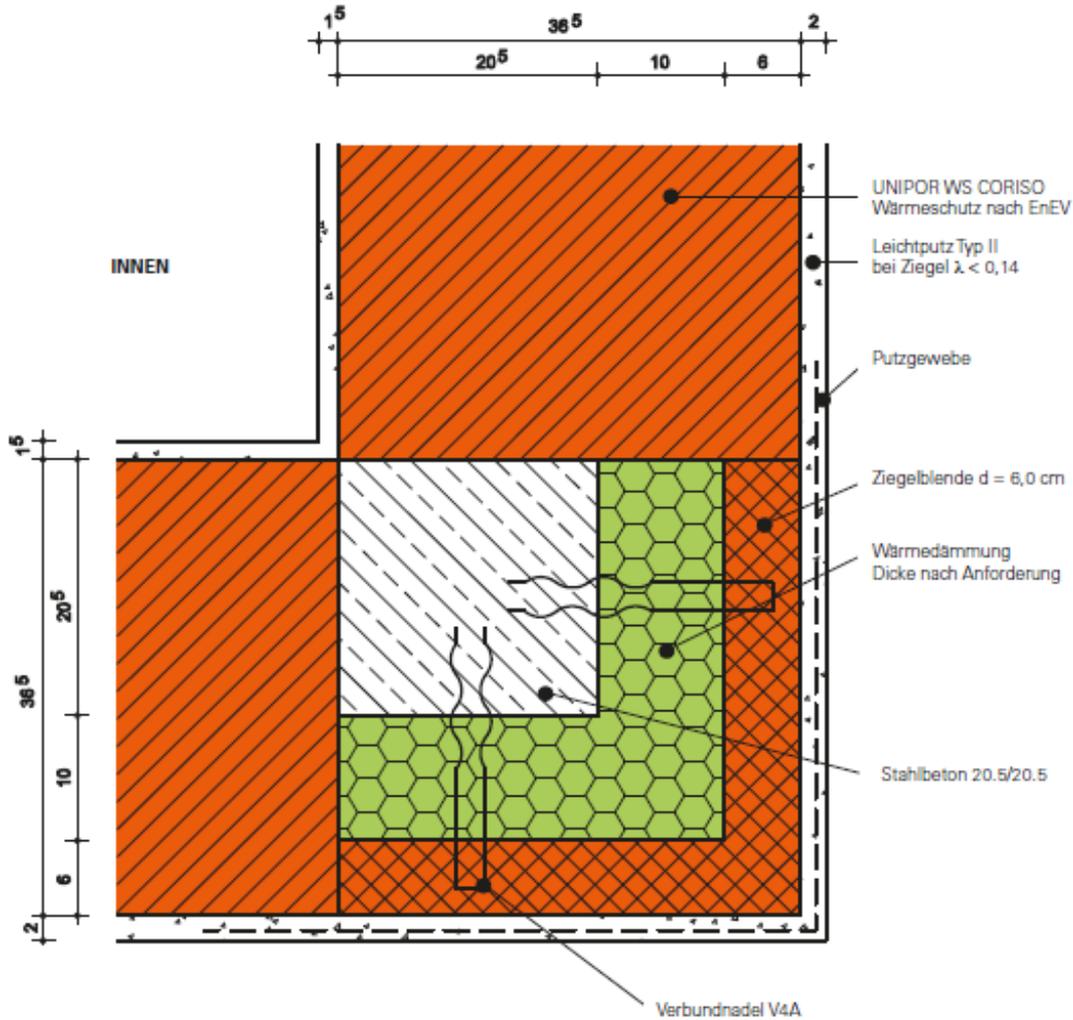
Zuganker ca. 3 cm tief in die Außenwand einschlitzen.



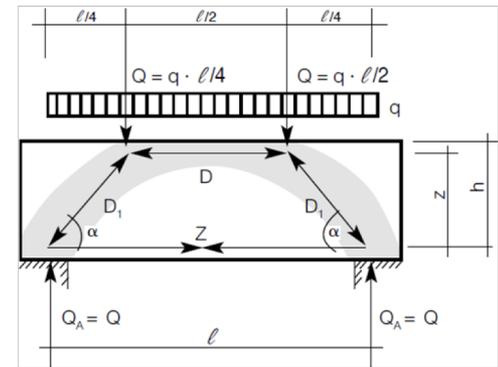
Zuganker in Schlitz mit LM 21 vermauern (mit Quernägeln sichern) und mit Gewebe überspannen



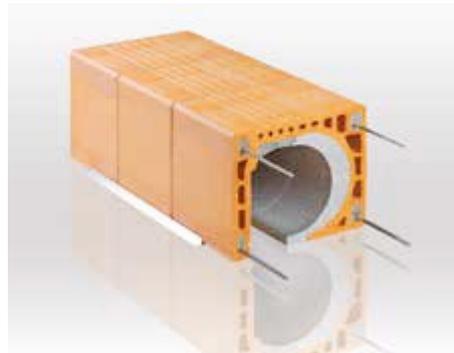
Einbau einer Zugstütze (Regeldetail Hörl und Hartmann 2.13)







Vorgefertigte Flachstürze werden zur Überdeckung von Wandöffnungen in tragenden und nichttragenden Wänden verwendet. Die Tragfähigkeit wird durch das Zusammenwirken der Sturzfertigteile mit dem darüber liegenden Mauerwerk erreicht.



Vorgefertigte Rolläden und Jalousiekästen sind nicht – bzw. nur sich selbst tragende Bauteile und machen einen Sturz erforderlich



Die **Gurtwickler-Formziegel**, können wie ein Halbstein in der Laibung verbaut werden. Sie sind wärmedämmend und auf fünf Seiten luftdicht.



Fensteranschlagschalen werden flächig mit Dünnbettmörtel auf der dämmstoffgefüllten Seite benetzt und an die Fensterlaibung (Sturzbereich) angemörtelt. Im Laibungsbereich kann eine zusätzliche Bewehrung mit Flachstahlankern für eine kraftschlüssige Verbindung sorgen.

- 1) Allgemeines
- 2) Bemessungs- Konstruktionsgrundlagen
- 3) Wandkonstruktionen
- 4) Baustoffe
- 5) Statisches System
- 6) Sonderkonstruktionen
- 7) Heißbemessung (Grundlagen)
- 8) Expositionsklassen
- 9) Konstruktive Mindestanforderungen
- 10) Aussteifung
- 11) Nichttragende Wände
- 12) Ringanker / Ringbalken
- 13) Überbindemaß
- 14) Mörtelfugen
- 15) Schlitze
- 16) Maßabweichungen
- 17) Fehlstellen
- 18) Innen und Außenputz
- 19) Formfaktoren
- 20) Dehnungsfugen
- 21) Mischbauweise
- 22) Kellergeschossmauerwerk
- 23) Abdichtung
- 24) Wärmeschutz Wärmebrücken
- 25) Feuchteschutz (Bauphase)
- 26) Schallschutz
- 27) Wanddeckenknoten
- 28) Mindestauflast
- 29) Erdbeben
- 30) Regeldetails

Ziegel für Erdbebenzone 2 - 3

Artikelnummer		68010	61012	68014	
Dimensionen					
Wandstärke		30,0	36,5	42,5	
Format		10 DF	12 DF	14 DF	
Abmessungen	Länge	mm	248	248	248
	Breite	mm	300	365	425
	Höhe	mm	249	249	249
ca. Gewicht	kg/ Stück		14,0	16,9	19,7
Paletteninhalt	Stück		45	60	30
	Ziegel	Stück/m ²	16	16	16
Materialbedarf ¹⁾	Ziegel	Stück/m ³	54	44	38

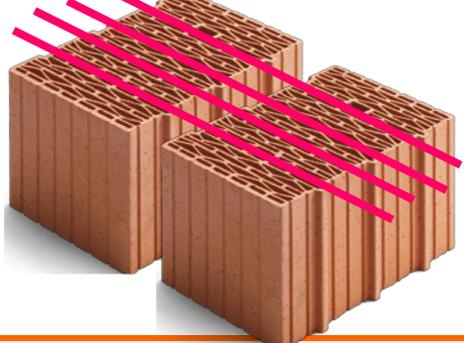
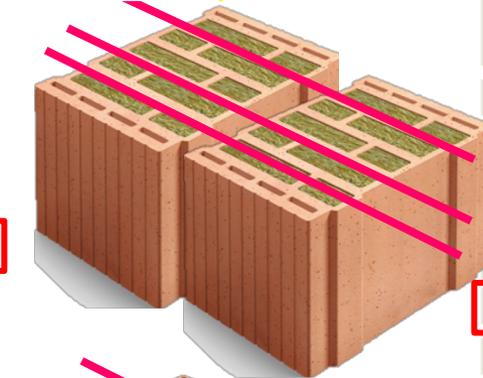
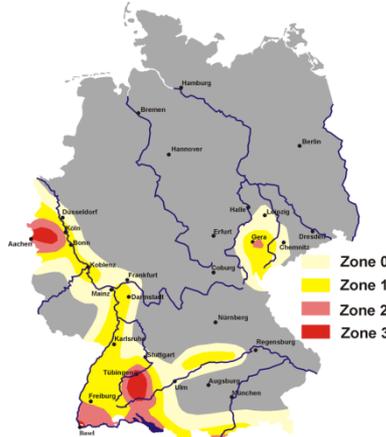
Statik				
Steinfestigkeitsklasse		12	12	12
Grundwert σ_0 der zul. Druckspannung*	MN/m ²	1,15	1,15	1,15
Eigenlast	kN/m ³	8,5	8,5	8,5
Geeignet für Erdbebenzone 2-3		●	●	●

Wärmeschutz				
Rohdichteklasse	kg/dm ³	0,75	0,75	0,75
Wärmeleitfähigkeit λ_R	W/mK	0,10	0,10	0,10
U-Wert (Wandaufbau s. rechts)	W/m ² K	0,30	0,25	0,22

Schallschutz				
Schalldämm-Maß $R_{w, \text{Bau, ref}}$	dB	49,4	51,4	51,4

Brandschutz				
Feuerwiderstandsklasse ²⁾		F90-A	F90-A	F90-A

Feuchteschutz				
Diffusionswiderstand	μ	5/10	5/10	5/10



Artikelnummer		03601	03602	
Dimensionen				
Wandstärke		30,0	36,5	
Format		10 DF	12 DF	
Abmessungen	Länge	mm	247	247
	Breite	mm	300	365
	Höhe	mm	249	249
ca. Gewicht	kg/ Stück		12,0	14,6
Paletteninhalt	Stück		72	60
Materialbedarf ¹⁾	Ziegel	Stück/m ²	16	16
	Ziegel	Stück/m ³	54	44

Statik				
Steinfestigkeitsklasse		8	8	
Grundwert σ_0 der zulässigen Druckspannung*	Z 17.1-860 MN/m ²	0,9	0,9	
	Z 17.1-857 MN/m ²	0,7	0,7	
Eigenlast	kN/m ³	7,5	7,5	
Geeignet für Erdbebenzone 2-3		●	●	

Wärmeschutz				
Rohdichteklasse	kg/dm ³	0,65	0,65	
Wärmeleitfähigkeit λ_R	W/mK	0,10	0,10	
U-Wert (Wandaufbau s. rechts)	W/m ² K	0,30	0,25	

Brandschutz				
Feuerwiderstandsklasse ²⁾		F30-A	F90-A	

Feuchteschutz				
Diffusionswiderstand	μ	5/10	5/10	

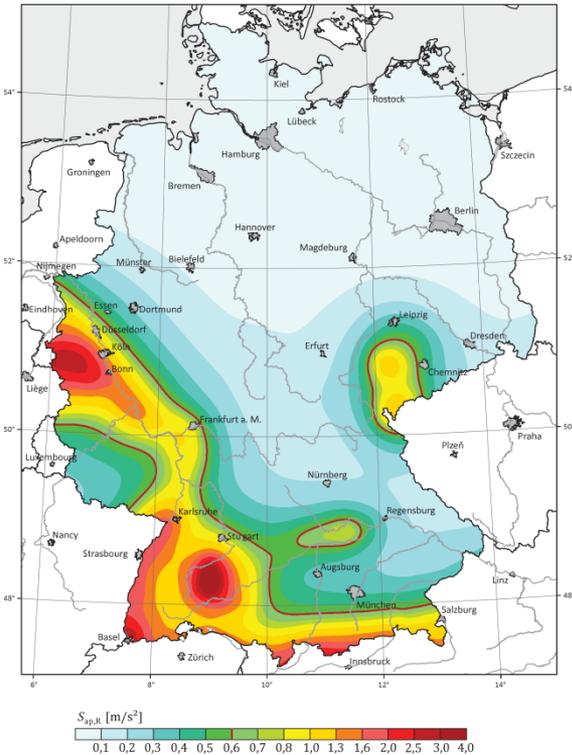


Bild NA.1 — Darstellung der räumlichen Verteilung der spektralen Antwortbeschleunigung für das Untergrundverhältnis A-R im Plateaubereich $S_{ap,R}$ für eine Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 475$ Jahre

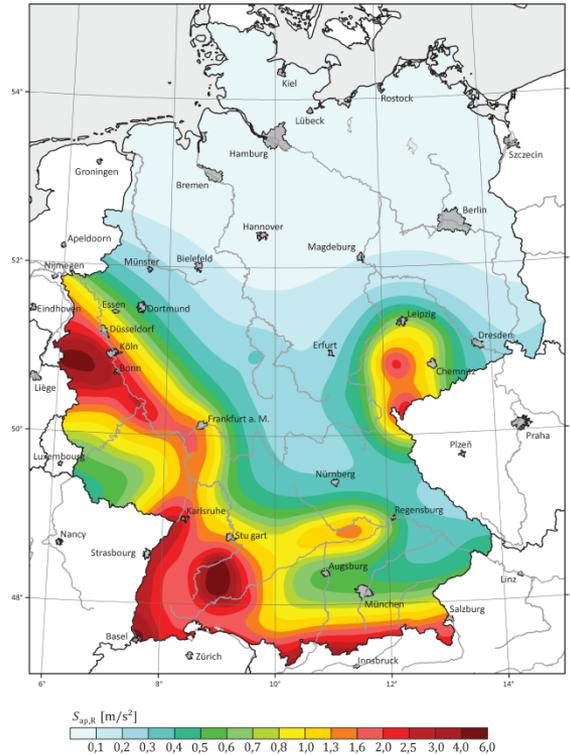


Bild NA.E.1 — Schematische Darstellung der räumlichen Verteilung der spektralen Antwortbeschleunigung für das Untergrundverhältnis A-R im Plateaubereich $S_{ap,R}$ für eine Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 975$ Jahre

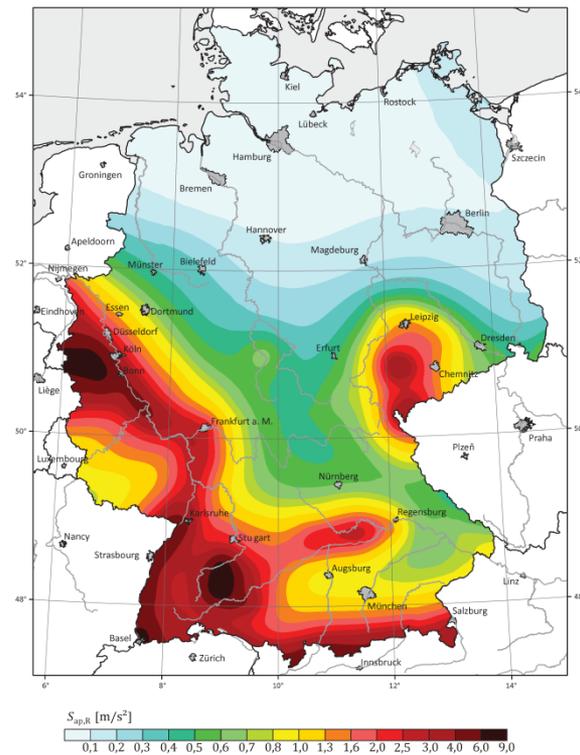


Bild NA.E.2 — Schematische Darstellung der räumlichen Verteilung der spektralen Antwortbeschleunigung für das Untergrundverhältnis A-R im Plateaubereich $S_{ap,R}$ für eine Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 2.475$ Jahre

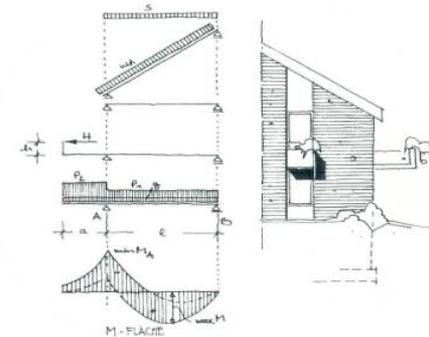
Bemessung und Konstruktion im Mauerwerksbau nach EC 6 - einfach wie bisher ?

DIN EN 1996-1-1/NA 8.1.2 (NCI) (NA.3)

NCI = contradictory complementary information
speziell deutsche, zusätzliche aber nicht widersprechende Angaben zur Anwendung von DIN EN 1996 1-1

Für eine Mauerwerksstatik gilt die statisch – konstruktive Regel, dass auf einen **rechnerischen Nachweis** verzichtet werden kann, wenn die gewählte Wanddicke offensichtlich ausreicht.

(Wenn die gewählte Wanddicke offensichtlich ausreicht, darf auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden)

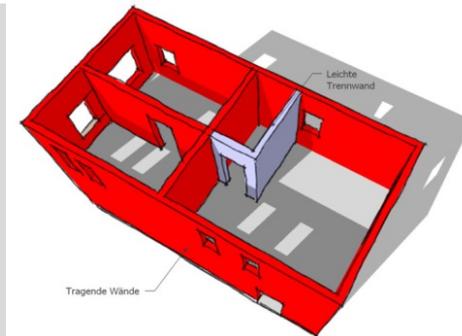


DIN EN 1996-3/NA 4.1 (NDP)

NDP = nationally determined parameters

von jedem CEN Mitglied national festzulegende Parameter
(Sicherheitsbeiwerte, Mindestwanddicke ...)

Auf einen Nachweis der **räumlichen Steifigkeit** kann verzichtet werden, wenn die Geschossdecken als steife Scheibe ausgebildet sind bzw. ausreichend steife Ringbalken vorliegen und wenn in Längs- und Querrichtung des Gebäudes eine offensichtlich ausreichende Anzahl von aussteifenden Wänden vorhanden ist...



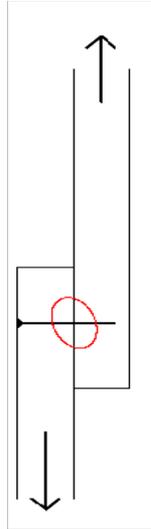
DIN EN 1996-2/NA 2.3.1 (1)

Falls die **Konstruktionsdetails** des Mauerwerks nicht an anderer Stelle in EN 1996-2 behandelt werden, sollten sie in Übereinstimmung mit der am Ort der Verwendung üblichen Baupraxis und Erfahrung ausgeführt werden.



Ermittlung der zul. Scherkraft eines Nagels
Nach DIN 1052 (1988)

$$\text{zul.} N_1 = \frac{500 \cdot d_N^2}{10 + d_N}$$



Ermittlung der zul. Scherkkraft eines Nagels nach EC 5

8.2.2 Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

(1) Die charakteristische Tragfähigkeit für Nägel, Klammern, Bolzen, Stabdübeln und Schrauben je Scherfuge und Verbindungsmittel sollten als der Kleinstwert aus den folgenden Ausdrücken angenommen werden:

— für einschnittige Verbindungen:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1k} t_1 d & (a) \\ f_{h,2k} t_2 d & (b) \\ \frac{f_{h,1k} t_1 d}{1 + \beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (c) \\ 1,05 \frac{f_{h,1k} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (d) \\ 1,05 \frac{f_{h,1k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (e) \\ 115 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (f) \end{cases} \quad (8.6)$$

Herzlichen Dank

Man muss die Dinge so einfach
wie möglich machen.
Aber nicht einfacher!
(Albert Einstein 1879 – 1955)



Dr. Dieter Figge
Industrieverbände
Duisburg
figge.zz@t-online.de