

3. Wandkonstruktionen aus künstlichen Steinen

Das Thema im Überblick

- Normen für Mauerwerk
- Mauerwerksverbände und Verbandsregeln
- Anforderungen an Wände / Wandarten
- Wandkonstruktionen im Mauerwerksbau

3.1. Normen für Mauerwerk

- **DIN EN 1996-2**, Ausgabe 2010 -12 : Eurocode 6, Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk + (NA) - Nationaler Anhang zur Norm, Ausgabe 2012 – 01;

VOB/C, ATV, DIN 18451 – Mauerarbeiten –
Ausgabe 2019-09;

3.2. Mauerwerksverbände / Verbandsregeln

Verband :

Überbindungsformen von Mauersteinen in einer Wandkonstruktion

Aufgaben des Verbandes :

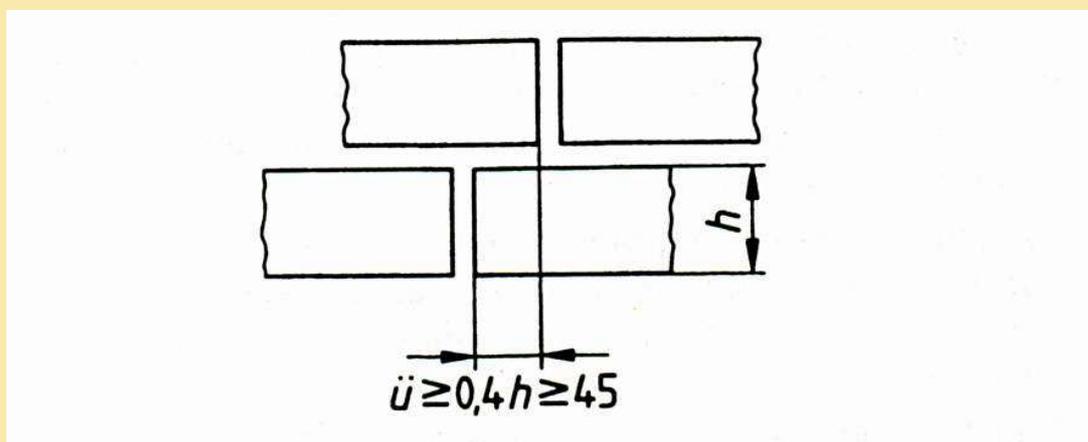
- Festigkeit des Mauerwerks / Verbund der Mauersteine
- Gleichmäßige Verteilung der Lasten
- Widerstand gegen Witterungseinflüsse und Rissebildung
- Maßausgleich der Mauersteine
- Optik / Gestaltung bei Sichtmauerwerk

Grundsätze :

- Die Lagerfuge muss genau waagrecht verlaufen
- Stoß- und Lagerfugen müssen einander überdecken
- Überbindemaß $l_{ol} \geq 0,4 h_u$ bzw. ≥ 45 mm
- an Wandenden ist eine 2. Lagerfuge in jeder 2. Schicht zulässig.

Die Aufstandsfläche muss mindestens 11,5 cm lang sein

Anforderungen an das Überbindemaß

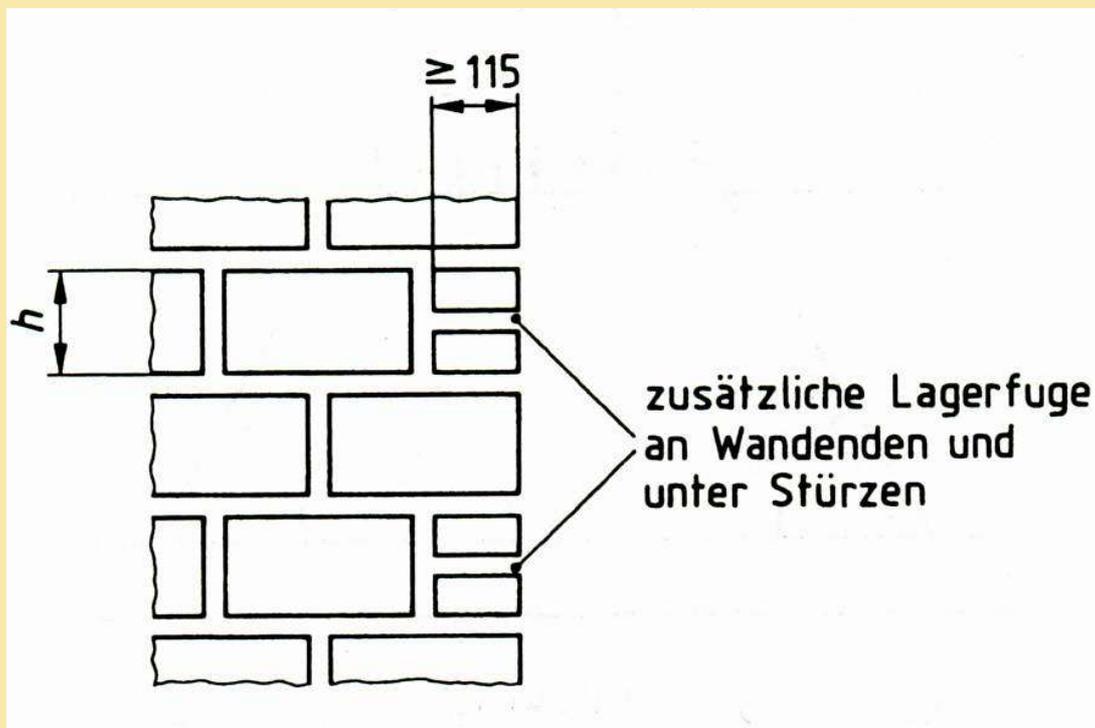


In Anhängigkeit der Steinhöhe ergeben sich folgende Überbindemaße:

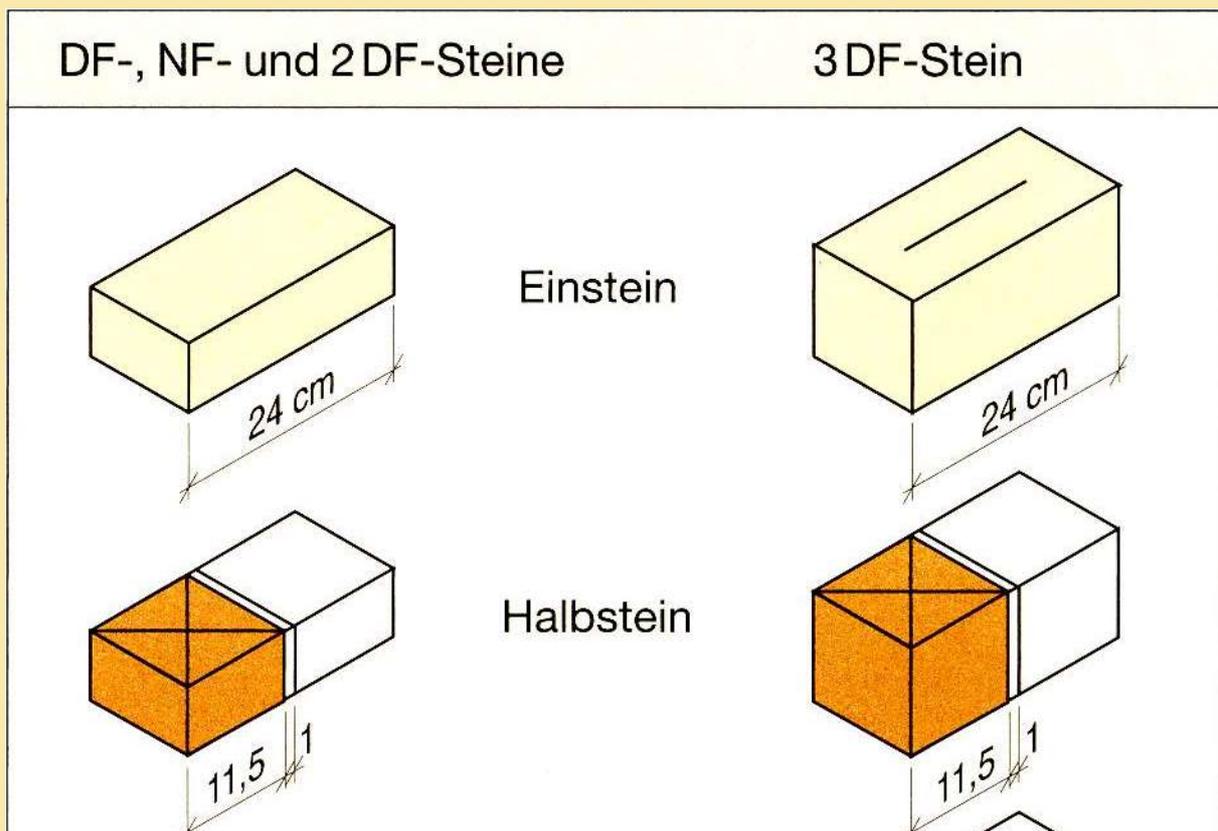
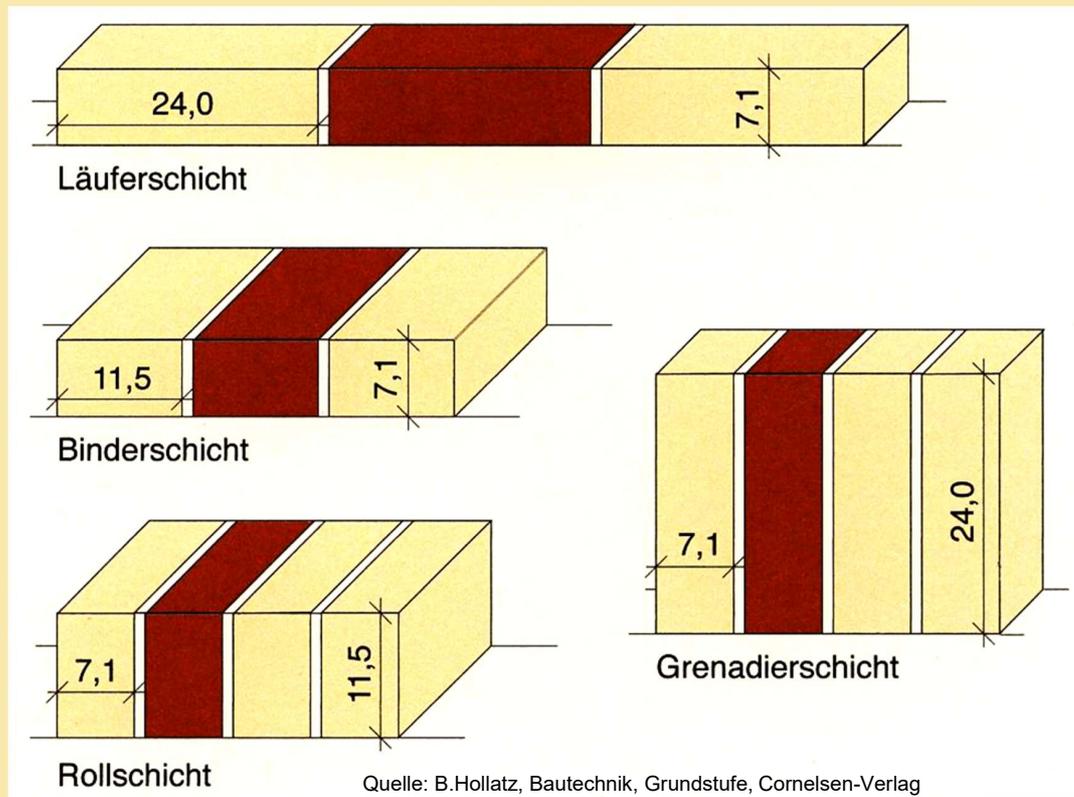
Steinhöhe	5,2 cm	$l_{ol} \geq 4,5$ cm	Dünnformat (DF)
Steinhöhe	7,1 cm	$l_{ol} \geq 4,5$ cm	Normalformat (NF)
Steinhöhe	11,3 cm	$l_{ol} \geq 4,5$ cm	2 DF bis 6 DF
Steinhöhe	23,8 cm	$l_{ol} \geq 9,5$ cm	8 DF bis 24 DF

Bei Steinen mit bauaufsichtlicher Zulassung auch kleiner!

An Wandenden ist eine 2. Lagerfuge in jeder 2. Schicht zulässig

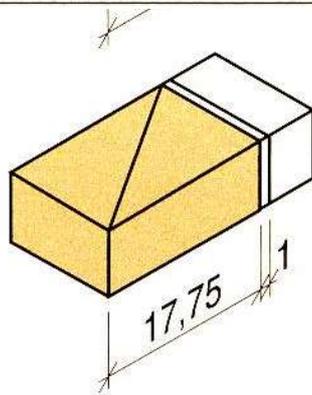


Lage der Mauersteine in einer Wand

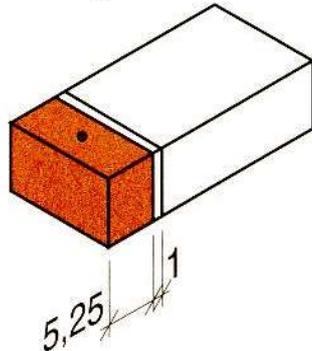
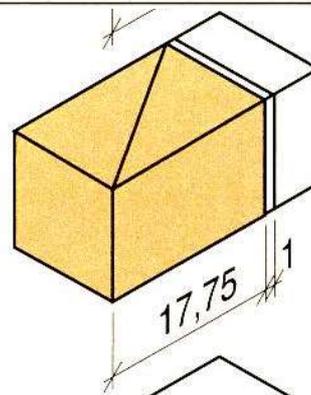


DF-, NF- und 2 DF-Steine

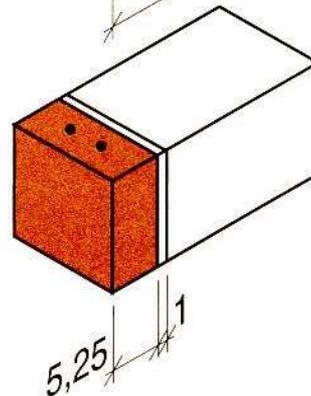
3 DF-Stein



Dreiviertelstein

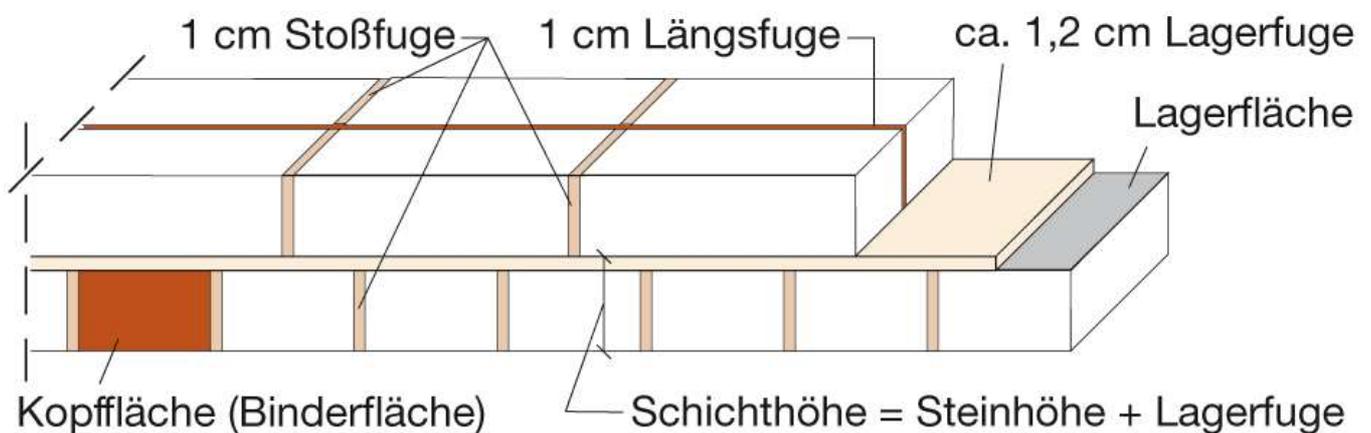


Viertelstein



Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag

Bezeichnung der Fugen und Flächen am Mauerwerk



Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag

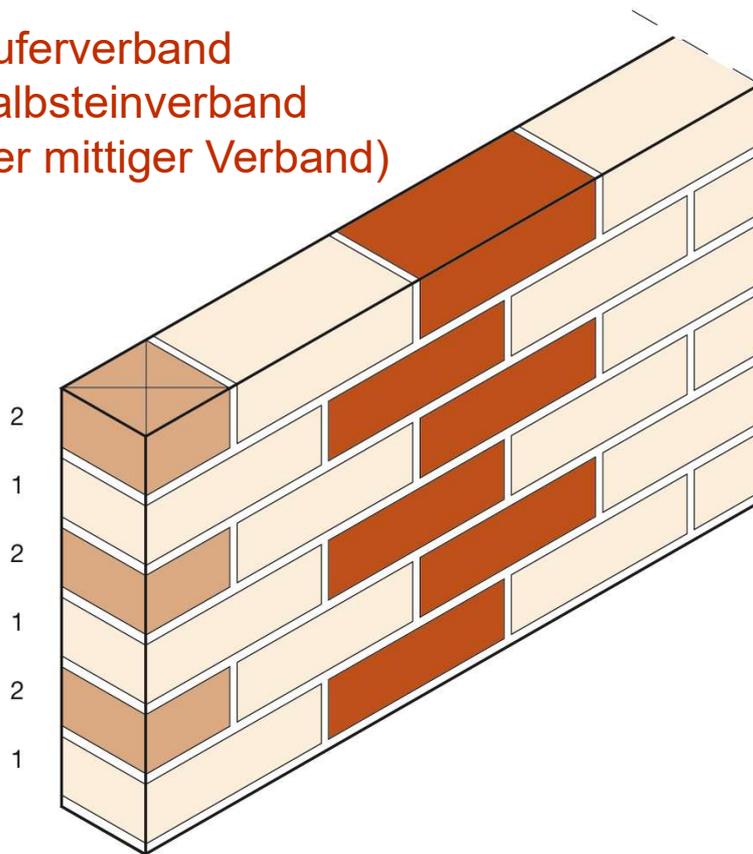
Die Wahl des Verbandes bestimmt sich nach:

- der Wanddicke
- dem Steinformat der Mauersteine
- der Gestaltung (bei Sichtmauerwerk)

Grundlegende Mauerverbände für tragendes Mauerwerk:

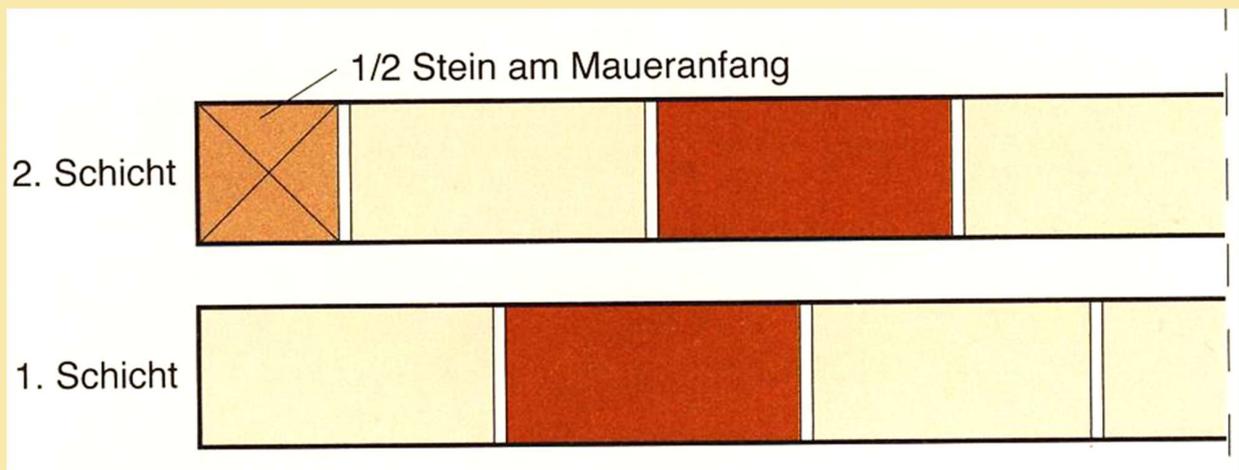
- Läuferverband
- Binderverband
- Kreuzverband

Läuferverband (Halbsteinverband oder mittiger Verband)

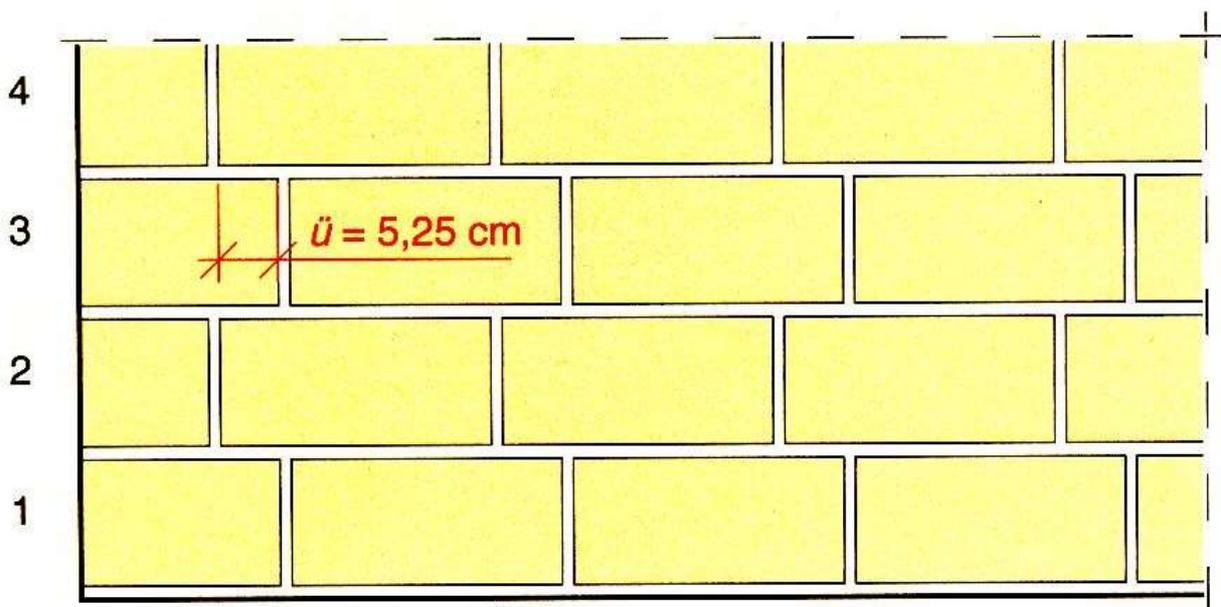


Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag

Läuferverband im Grundriss



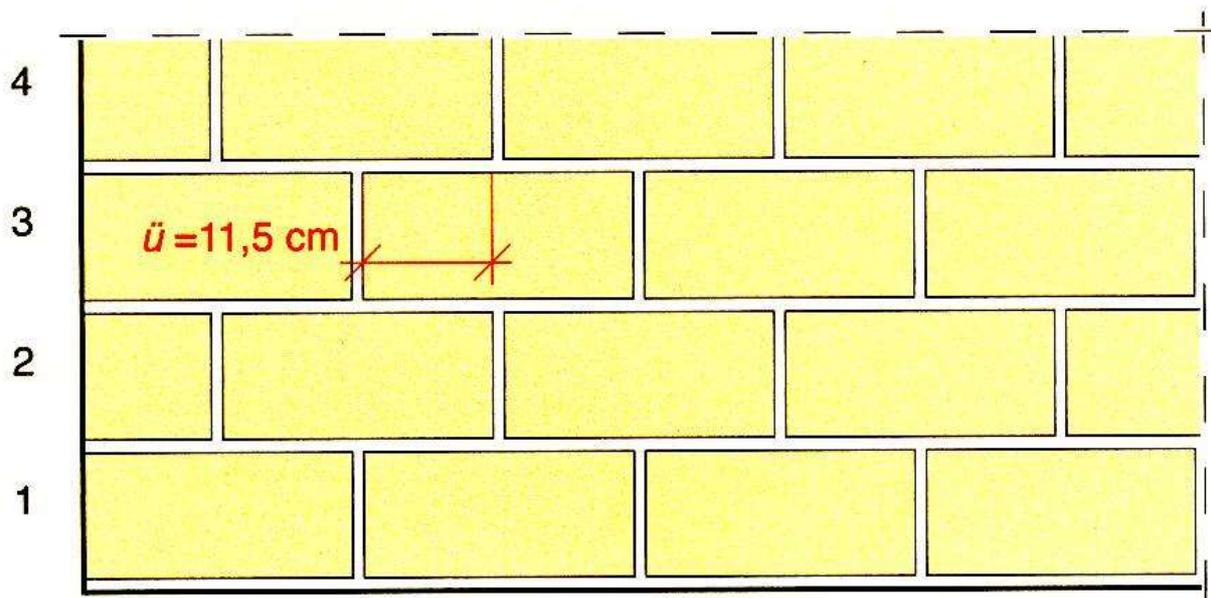
Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag



Schleppender Verband

Die Schichten sind um einen $\frac{1}{4}$ - Stein versetzt.

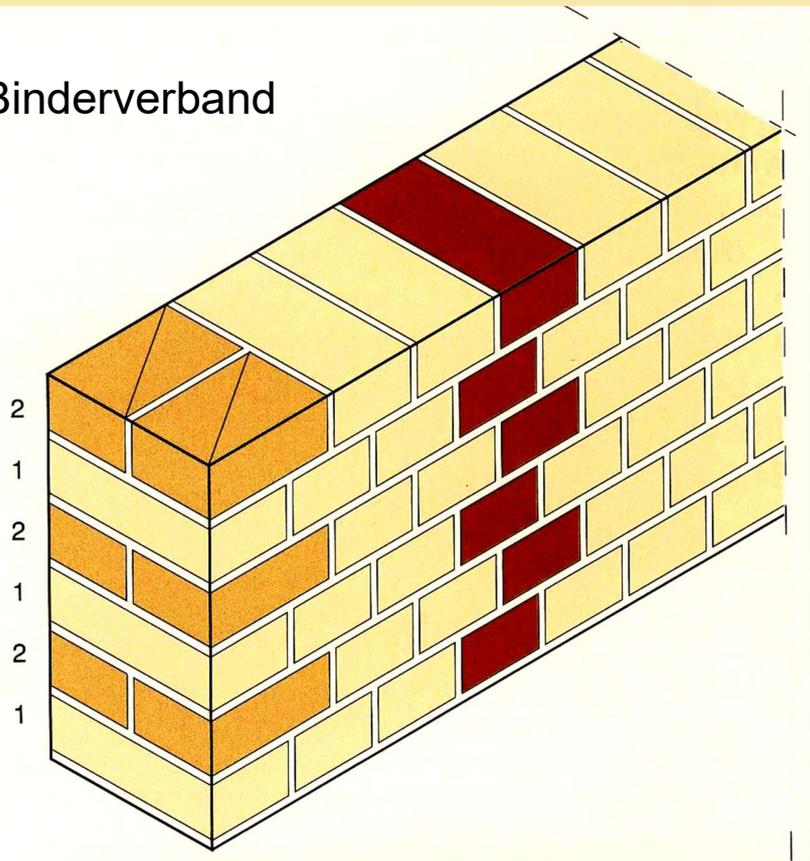
Quelle: B. Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag



Mittiger Verband

Die Schichten sind um einen $\frac{1}{2}$ - Stein versetzt.

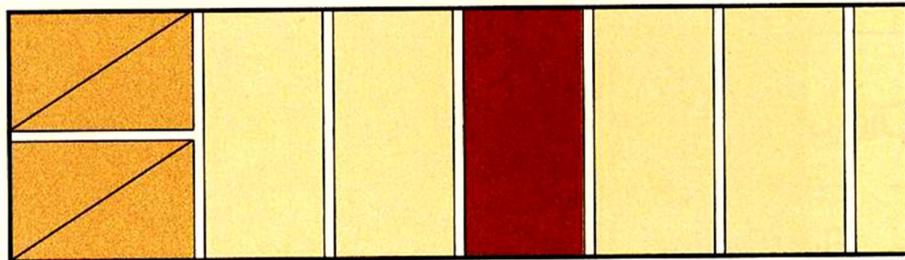
Binderverband



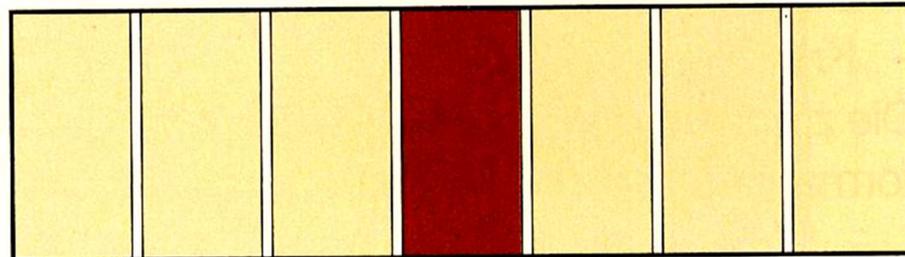
Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag

Binderverband im Grundriss

2. Schicht
(3/4- Stein am
Maueranfang)

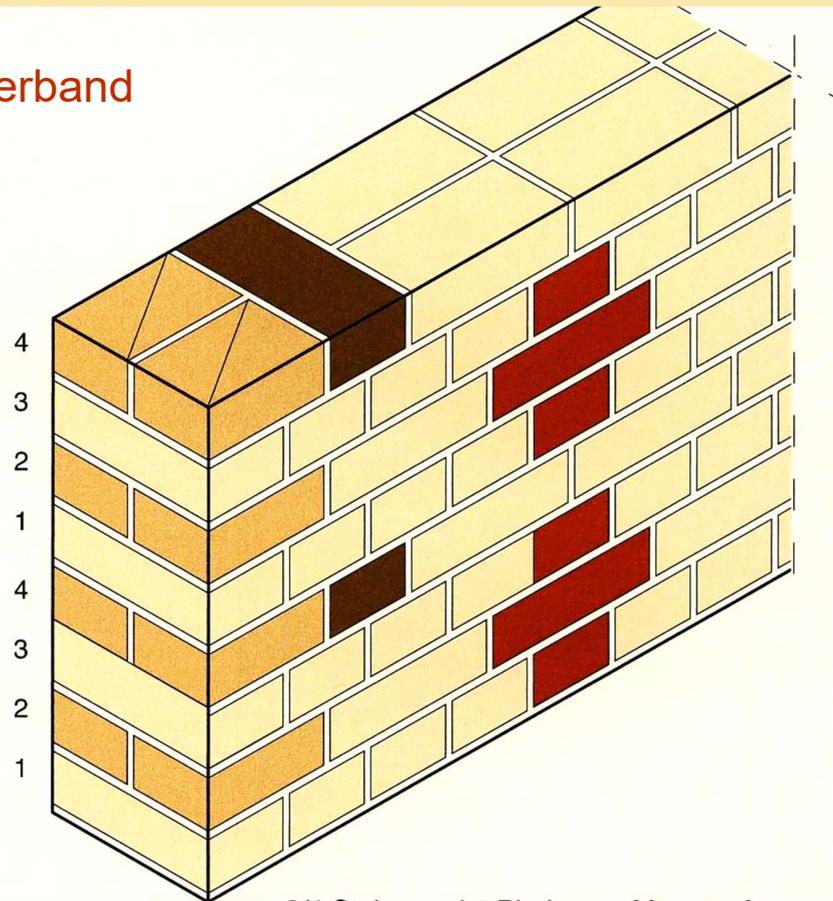


1. Schicht

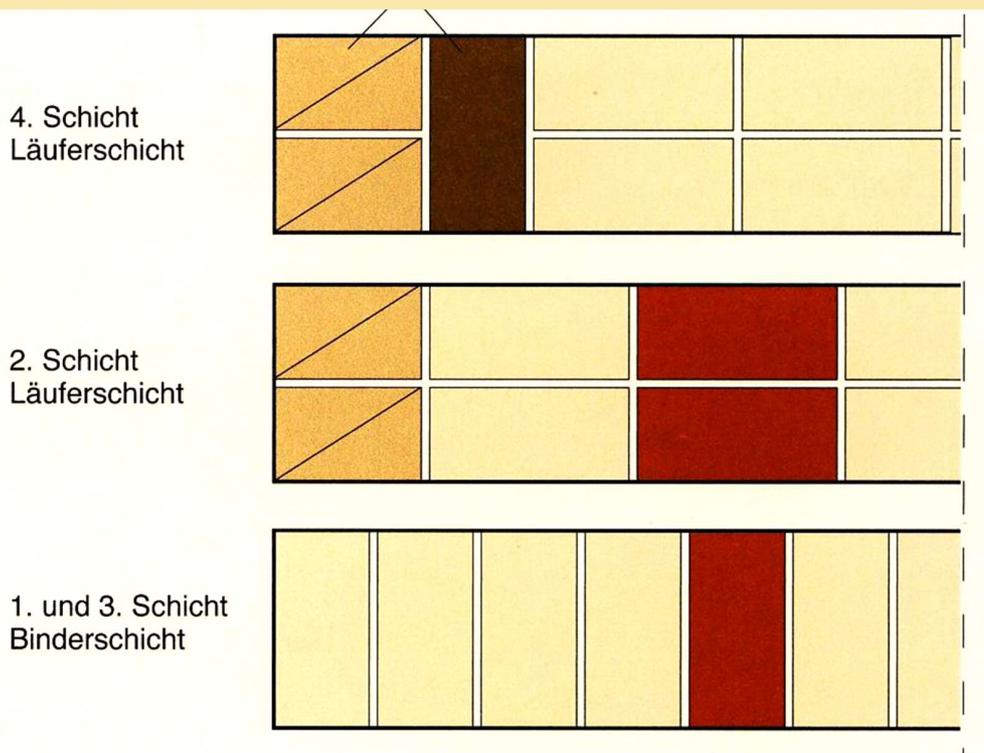


Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag

Kreuzverband



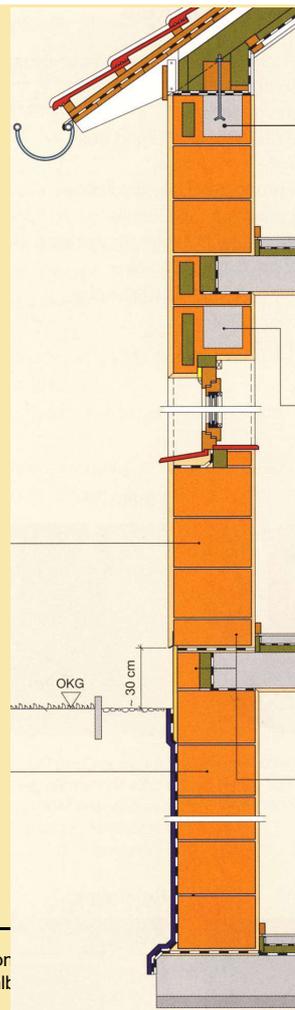
Kreuzverband im Grundriss



3.3. Anforderungen an Wände / Wandarten

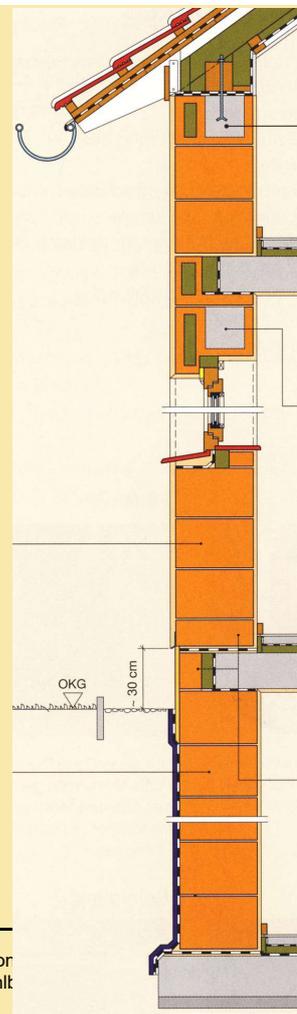
Anforderungen an Wände

- Standsicherheit
- Wärmeschutz
Gesundes Raumklima
keine Tauwasserbildung
kein Schimmelpilz
Energieeinsparung (EnEV 2016)
- Feuchtigkeitsschutz
Schlagregenschutz
seitlich eindringende Feuchte
aufsteigende Feuchte
wasserdampfdurchlässig
- Luftdichtheit



Anforderungen an Wände

- Schallschutz
Schutz gegen Außenlärm
Schutz vor Geräuschen innerhalb des Gebäudes
- Brandschutz
- Schutz von Sachwerten
- Gestaltung / Optik
- Wartungsfreundlichkeit
- Nachhaltigkeit



Wandarten

nach der
statischen
Funktion

nach der
Lage am / im
Gebäude

nach raumab-
schließender
Wirkung

nach dem
konstruktiven
Aufbau

Tragende
Wände

Außenwände
Innenwände

Raumab-
schließende
Wände

Einschalige
Wände

Nichttragende
Wände

Kellerwände
Giebelwände

Nicht raum-
abschließende
Wände

Zweischalige
Wände

Aussteifende
Wände

Längswände
Querwände

Brandwände

Fachwerk-
wände

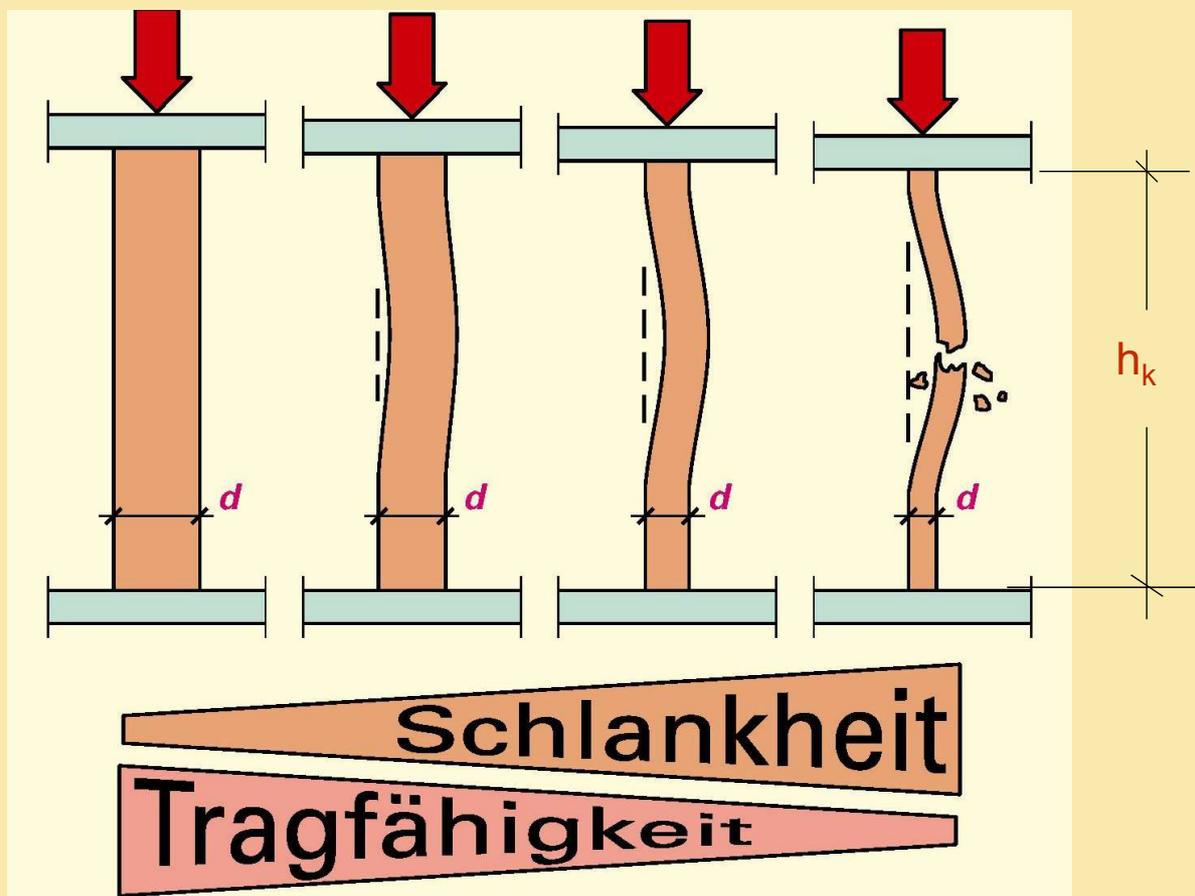
Wände nach statischer Funktion

Tragende Wand (Eigenlast + Verkehrslasten)

- überwiegend auf Druck beansprucht
- Mindestwanddicke: $d = 11,5 \text{ cm}$
- Schlankheit : $h_k / d \leq 27$
- Querschnitt der Wand mindestens 400 cm^2
- sind statisch zu berechnen

Die Standsicherheit / Tragfähigkeit einer tragenden Wand ist von folgenden Parametern abhängig:

- Material der Wand (Steinfestigkeit / Mörtelfestigkeit)
- Wandhöhe und Wanddicke
- Schlankheit der Wand (Knicklänge : Dicke der Wand)
- Bewehrung (Lagerfugenbewehrung)
- Art der Aussteifung, so z.B.
 - durch Wandvorlagen (einseitig/zweiseitig)
 - in der Wand eingebaute Träger / Stützen
 - durch Deckenscheiben
 - durch Ringanker und Ringbalken



Wände nach statischer Funktion

Nichttragende Wand (nur Eigenlast)

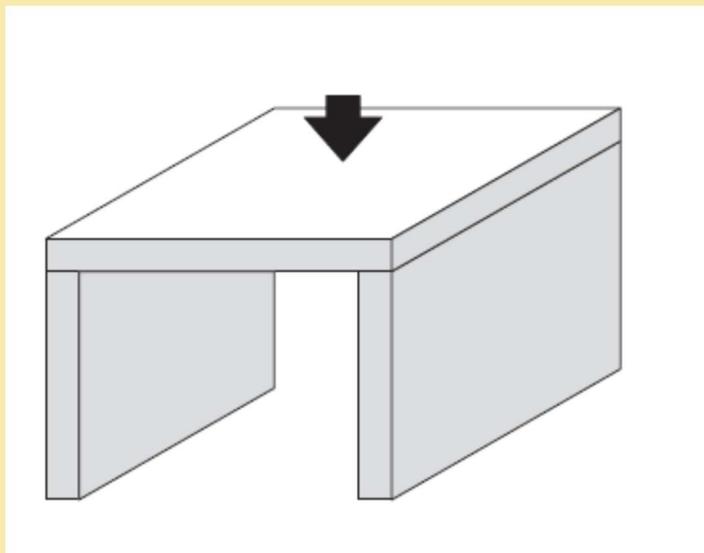
- erfüllt keine Aussteifungsfunktion
- muss Menschenansammlungen standhalten
- leichte Ausbaulasten (Hängeschrank)
bei besonderem Nachweis

Wände nach statischer Funktion

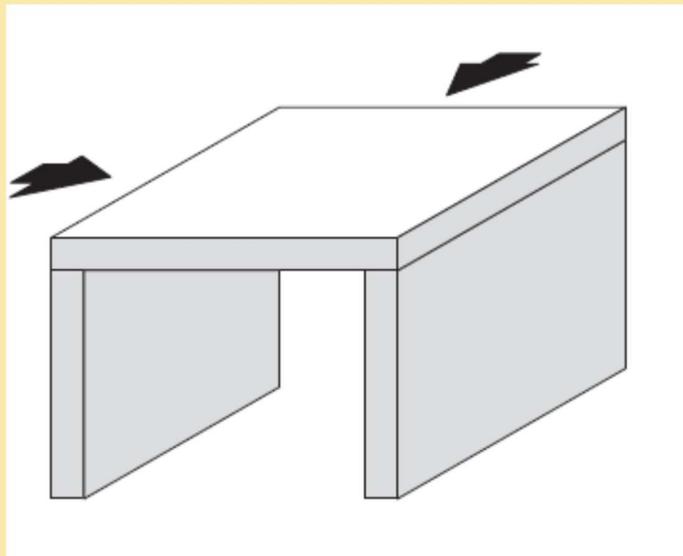
Aussteifende Wand (Eigenlast + Horizontallasten)

- dient gemeinsam mit Ringanker und Ringbalken der Gebäudestabilität (Aussteifung)
- gilt als tragende Wand
- Mindestwanddicke: 11,5 cm

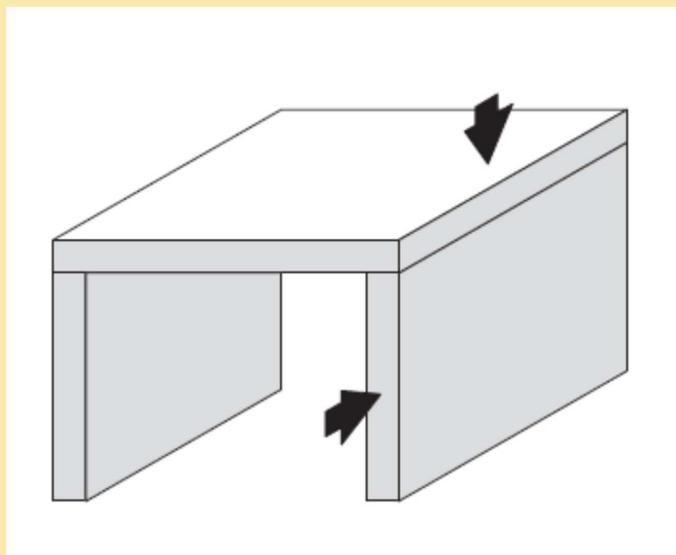
Plattenwirkung einer Stahlbetondecke



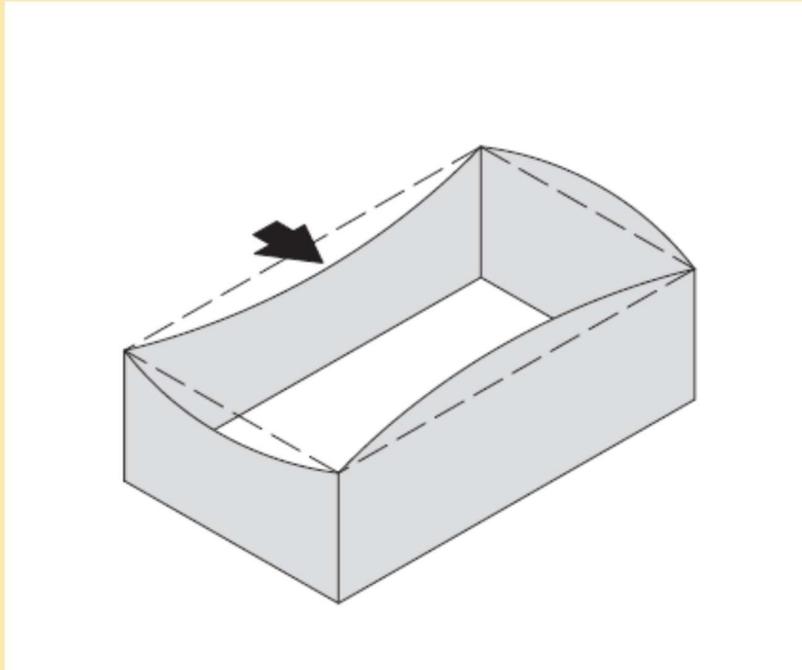
Scheibenwirkung einer Stahlbetondecke



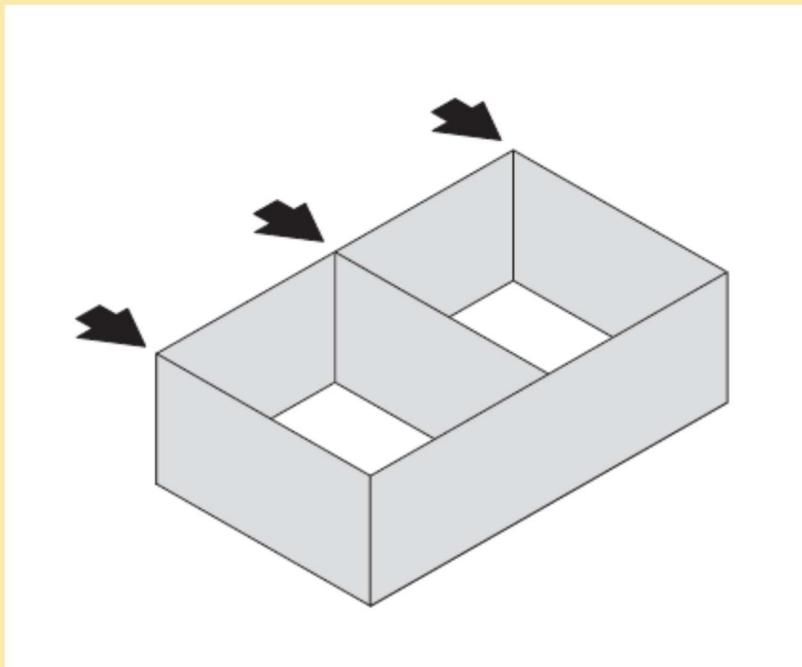
Scheibenwirkung einer tragenden Wand



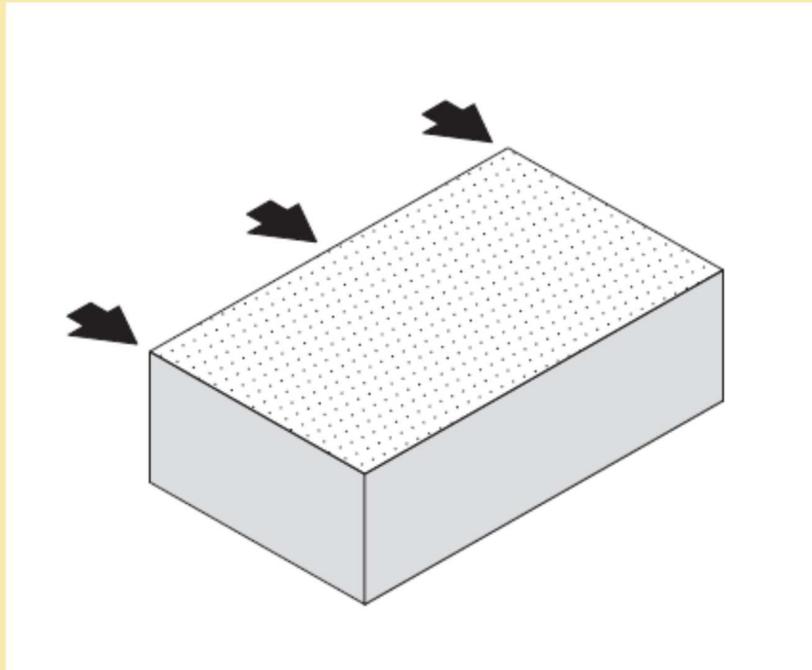
Außenlängswand mangelhaft ausgesteift



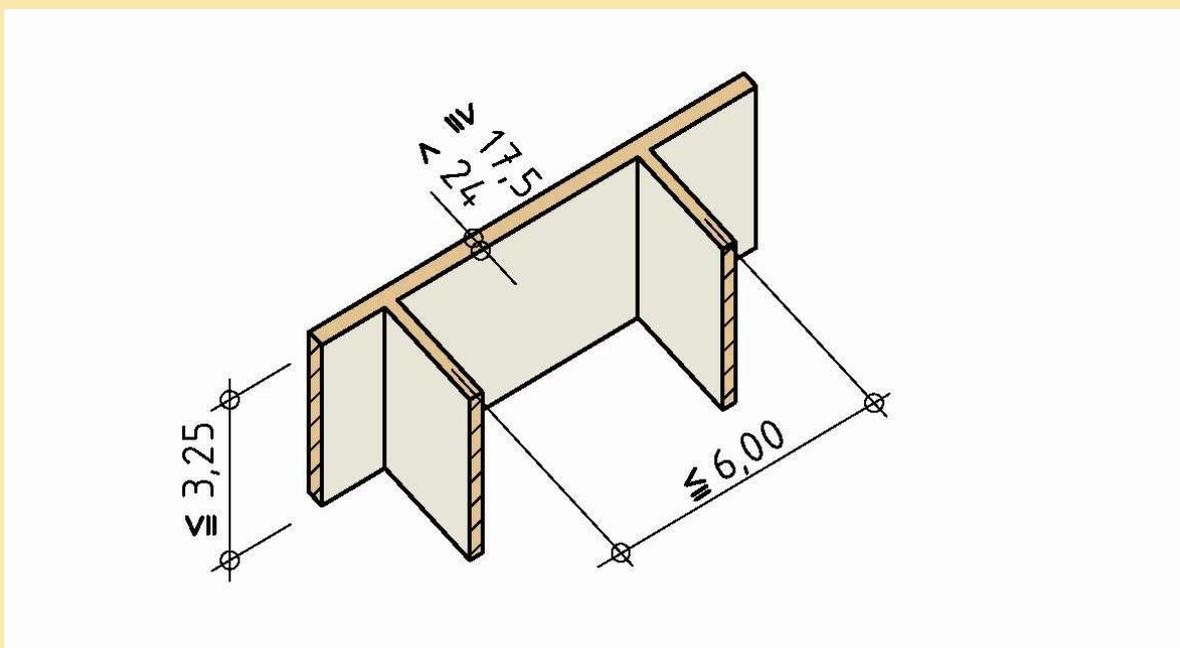
Außenlängswand durch Querwand ausgesteift



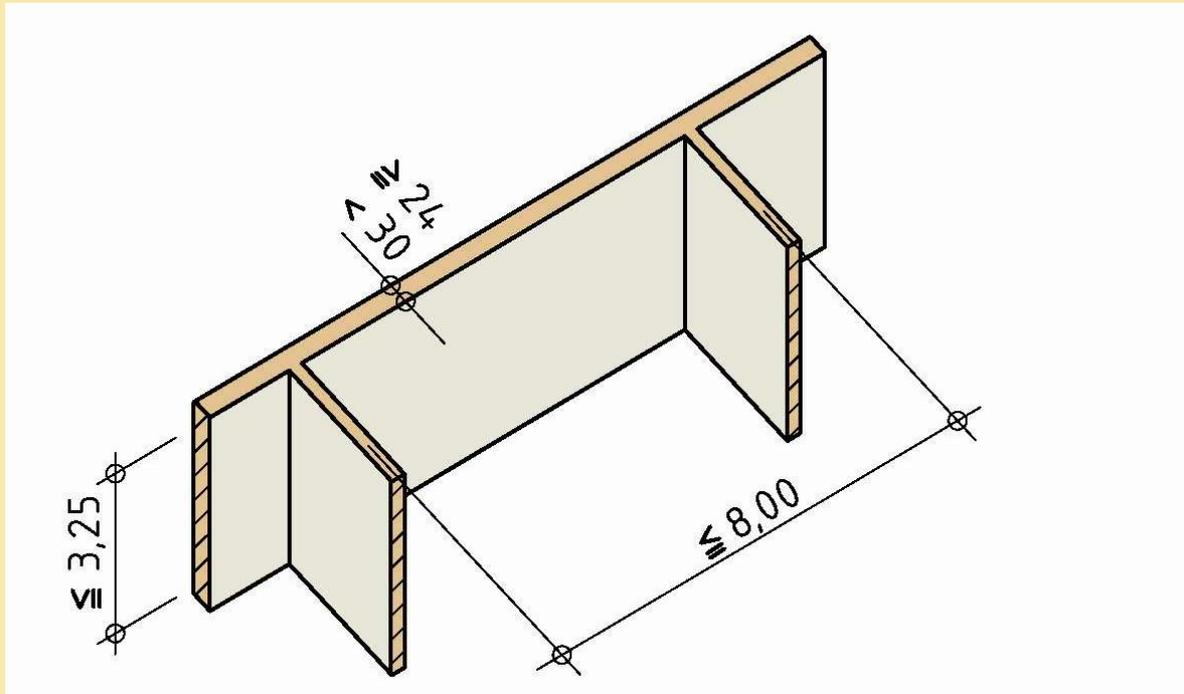
Außenwände durch Deckenscheibe ausgesteift



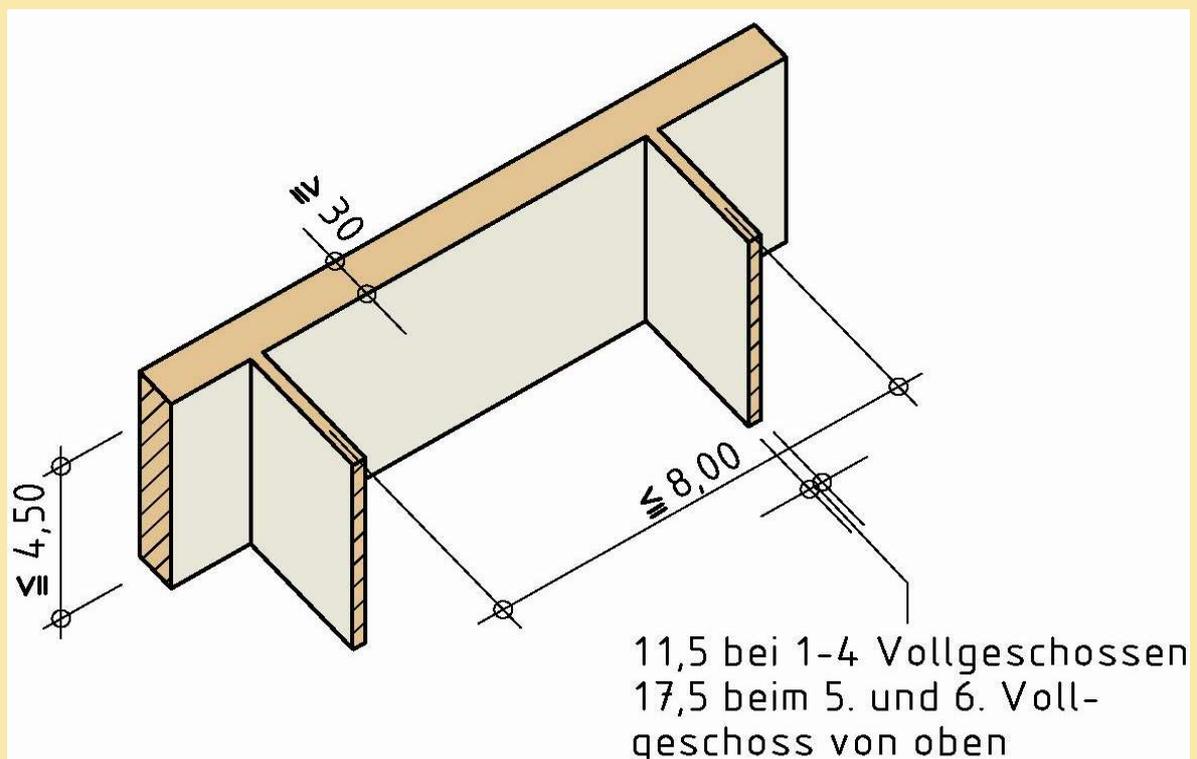
Aussteifung tragender Außenwände



Aussteifung tragender Außenwände

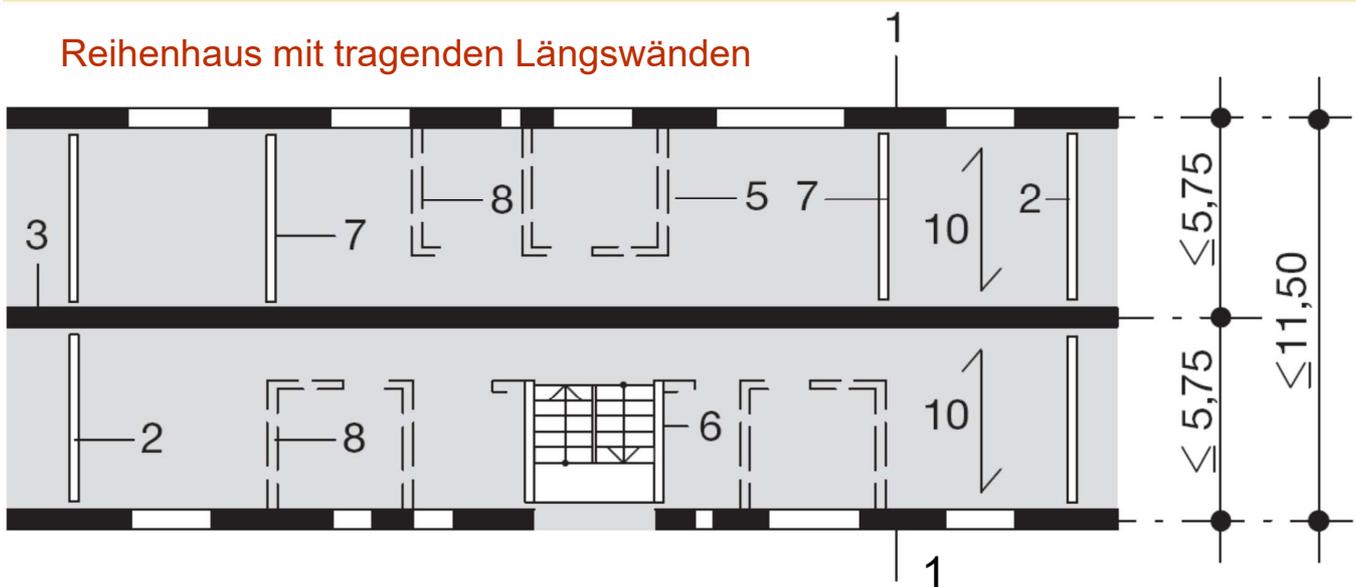


Aussteifung tragender Außenwände



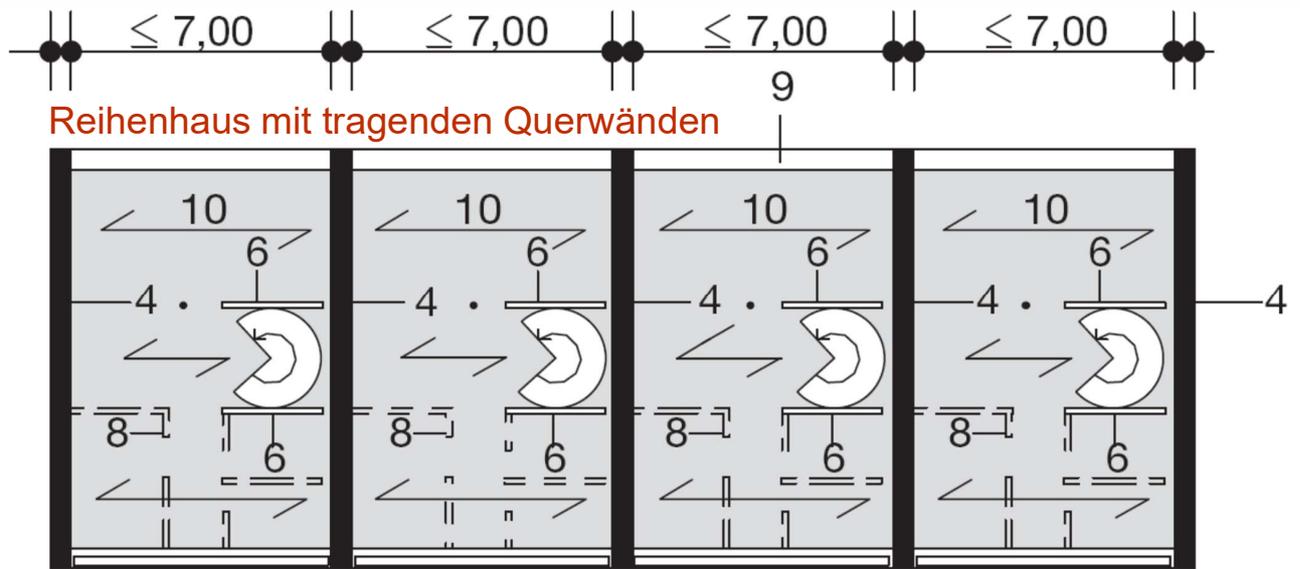
3.3.2. Wände nach der Lage am / im Gebäude

Reihenhaus mit tragenden Längswänden



- 1 tragende Außenlängswand
- 2 Brandwand
- 3 tragende Mittellängswand
- 5 aussteifende Querwand

- 6 Treppenhauswand
- 7 Wohnungstrennwand
- 8 nichttragende Innenwand
- 10 Spannrichtung der Decken



Reihenhaus mit tragenden Querwänden

4 tragende Querwand / tragende Außenwand

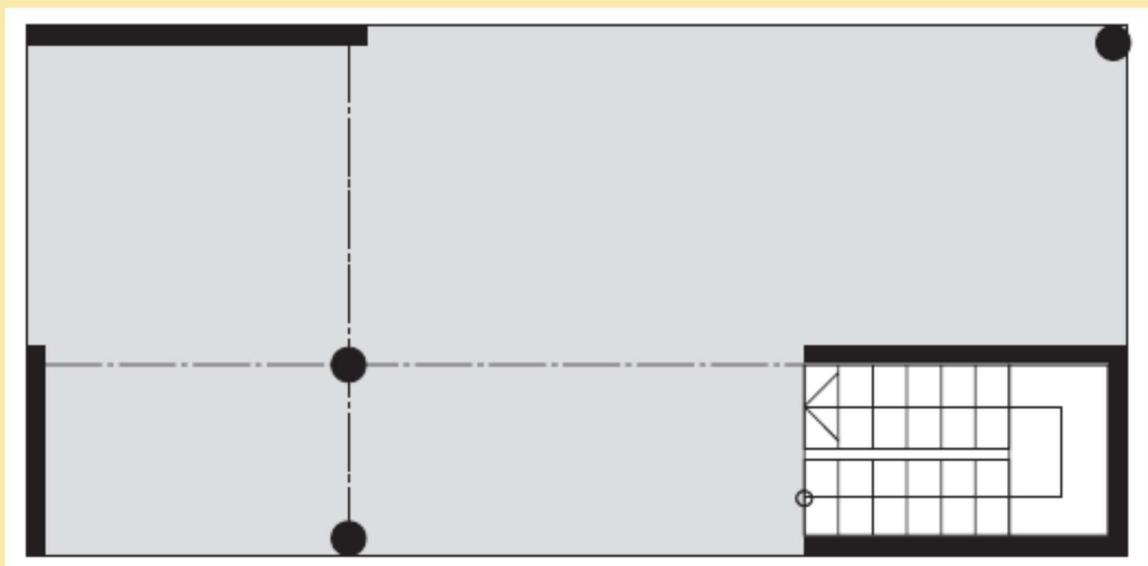
6 Treppenhauswand

8 nichttragende Innenwand

9 nichttragende Außenwand

10 Spannrichtung der Decken

Ausstreifung durch Mischsystem (Längs- u. Querwand Stützen und Treppenhauskern)



3.3.3. Wände nach der raumabschließenden Wirkung (Brandschutz)

- Raumabschließende Wand : einseitige Brandbeanspruchung
- Nicht raumabschließende Wand : zweiseitige Brandbeanspruchung

- Brandwände:
mindestens F 90, müssen einen Brand in den nächsten Brandabschnitt zuverlässig verhindern.
Sie müssen nach dem Brand noch ausreichend stand-sicher sein und werden in der Regel über Dach geführt

Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Baustoffklassen

Baustoff-klasse		Bauaufsichtliche Benennung	Beispiele
A		nichtbrennbare Baustoffe	
	A 1		Ohne organische Bestandteile: Beton, Mauerwerk, Gipsplatten, Mineralfasern, Metalle, Glas, Keramik
	A 2		Mit geringen organischen Bestandteilen: Faserzement, Gipskarton
B		brennbare Baustoffe	
	B 1	schwerentflammbare Baustoffe	HWL-Platten, PS-Hartschäume
	B 2	normalentflammbare Baustoffe	Holz, Kunststoffe
	B 3	leichtentflammbare Baustoffe*	Holzwohle

* Dürfen als Baustoffe ungeschützt nicht verwendet werden

Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Feuerwiderstandsklassen (FWK)

FWK	Kurzbezeich.	bauaufsichtliche Benennung
F 30	F 30-B	feuerhemmend
	F 30-AB	feuerhemmend und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen
	F 30-A	feuerhemmend und aus nicht brennbaren Baustoffen
F 60	F 60-B	hochfeuerhemmend
	F 60-AB	in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen
	F 60-A	aus nicht brennbaren Baustoffen
F 90	F 90-AB	feuerbeständig und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen
	F 90-A	aus nicht brennbaren Baustoffen

3.4. Wandkonstruktionen im Mauerwerksbau

Wände nach dem konstruktiven Aufbau (Konstruktionsprinzipien)

Konstruktionsprinzip =

Regelaufbau, Zusammensetzung, Schichtenfolge
eines Bauteils

Einschalige Wand:

Die Wand besteht aus einer Schale, die alle Anforderungen der Wand zu erfüllen hat.

Zweischalige Wand:

Die Wand besteht aus zwei parallel verlaufenden Wandschalen, denen verschiedene Funktionen zugeordnet sind.

- Innenschale tragend (statische Funktion, z.T auch wärmedämmfunktion)
- Außenschale (Wetterschutz-Funktion, Gestaltung)

Arten von einschaligem Mauerwerk

Mauerwerk
beidseitig
verputzt
oder
außenseitig
verklankert

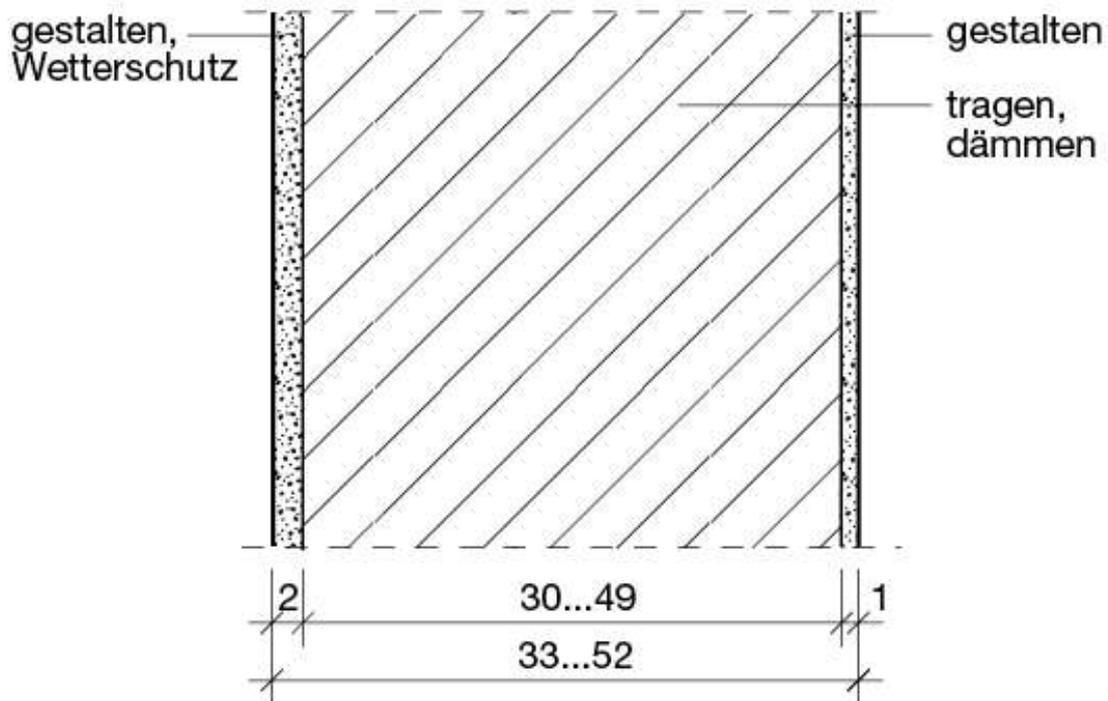
Mauerwerk
mit WDVS

Mauerwerk
mit hinter-
lüfteter
Fassade

Mauerwerk
mit Innen-
dämmung
(Sanierung)

Einschaliges Mauerwerk

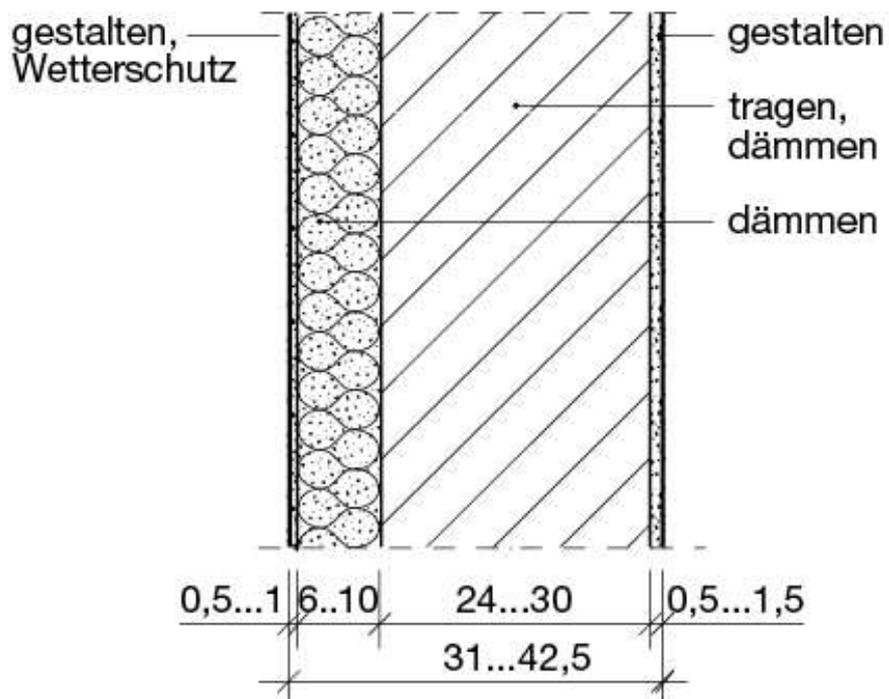
⇨ beidseitig geputzt



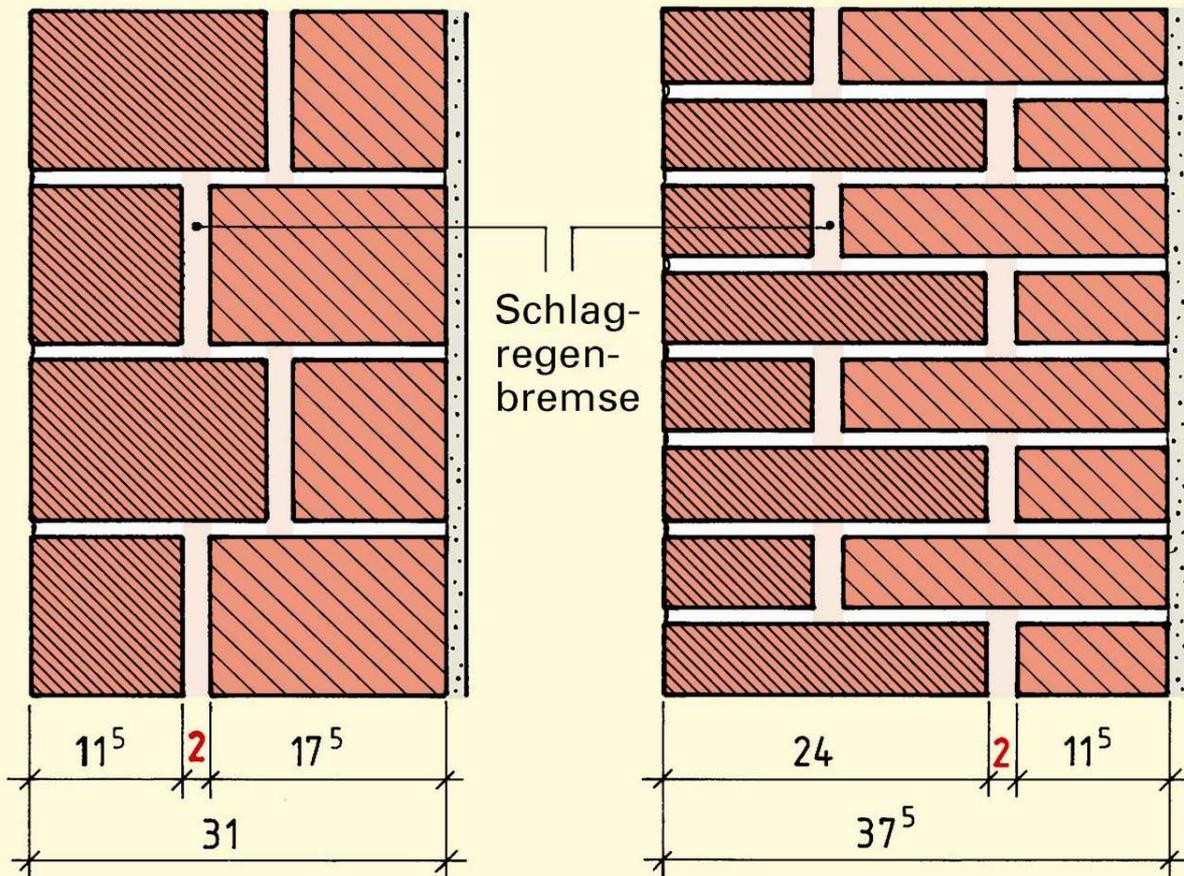
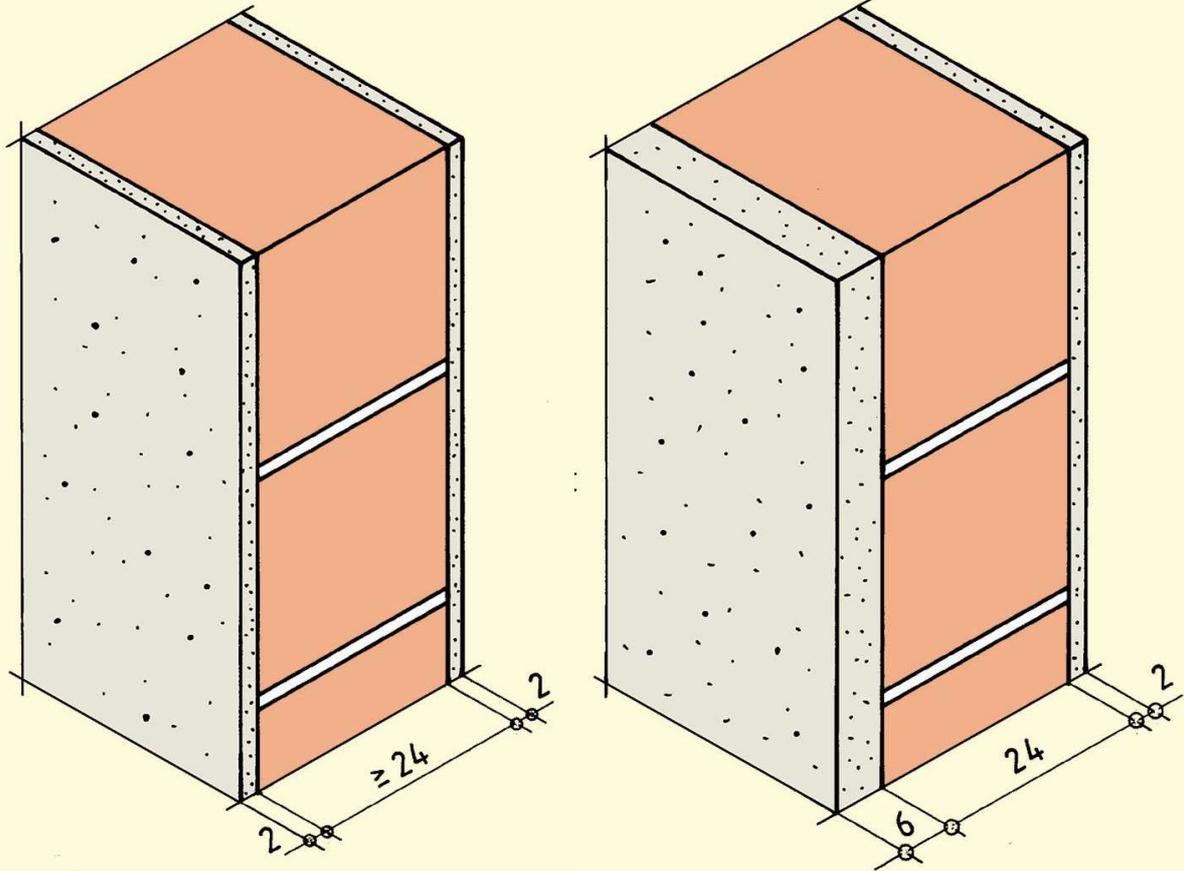
Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag

Einschaliges Mauerwerk

⇨ mit Wärmedämmputz

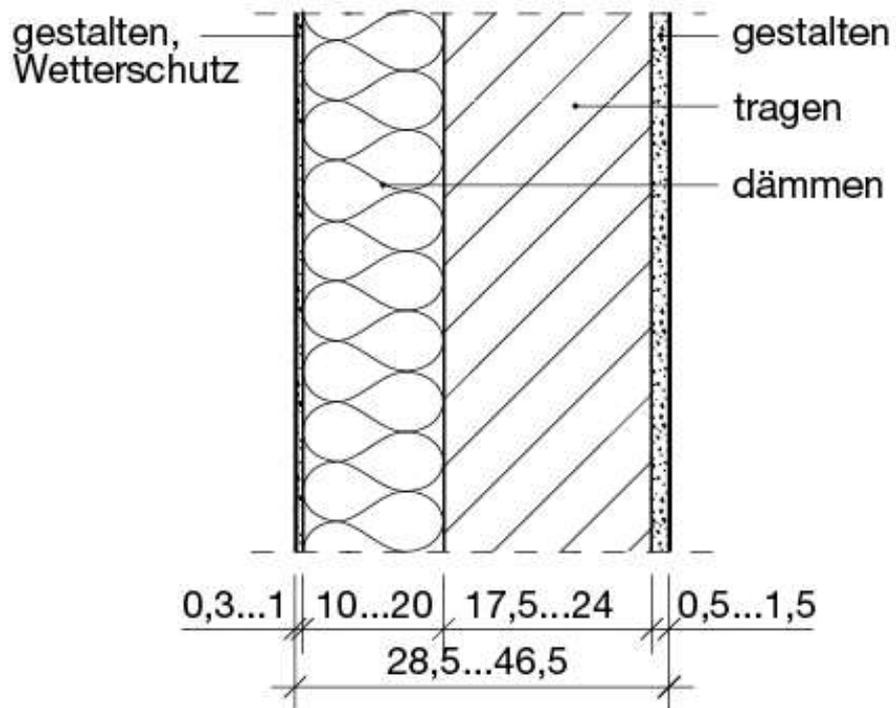


Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag

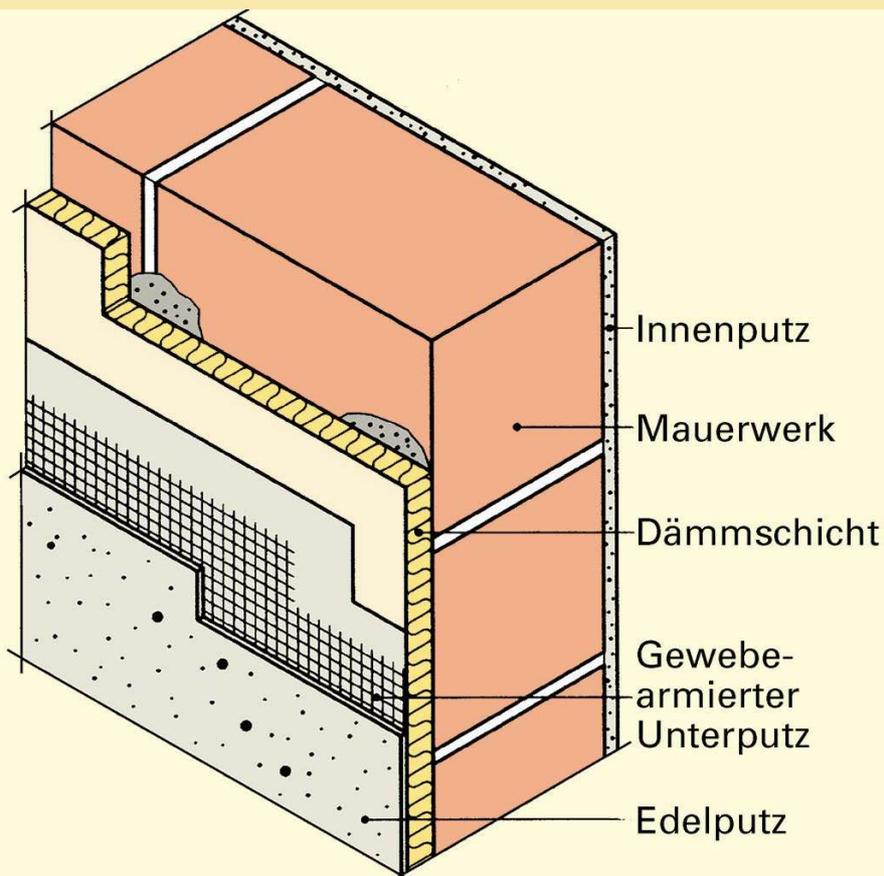


Einschaliges Mauerwerk

⇨ mit Wärmedämmverbundsystem



Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag



Vorteile und Nachteile einer Außendämmung

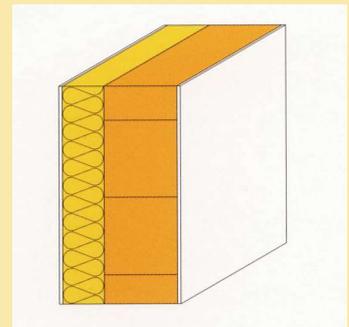
Vorteile Außendämmung :

- Große Wärmespeicherung

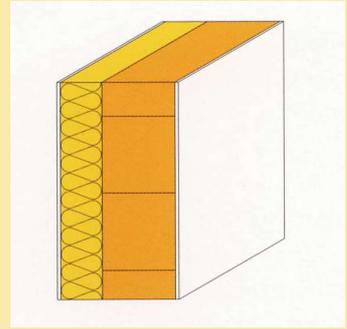
die gespeicherte Wärme geht nicht nach außen verloren

- Keine Wärmebrücken

WDVS wird über die gesamte Fassade aufgebracht.
Perimeterdämmung im erdberührten Bereich,
Dämmung unter Bodenplatte – praktisch wärmebrückenfreie Konstruktion.



Vorteile Außendämmung :



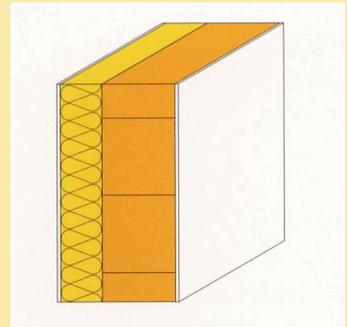
- Geringere Temperaturschwankungen in den Bauteilen der Außenwand

Wärmespannungen in den Bauteilen (z.B. Ringanker, Deckenanschlüsse, Stürze) werden weitgehend vermieden.

- Geringe Raumerwärmung im Sommer

Räume bleiben im Hochsommer lange kühl

Vorteile Außendämmung :



- Keine Gefahr der Durchfeuchtung von Bauteilen und Dämmstoffen

günstiger Temperaturverlauf im MW-Querschnitt;
Taupunkt wird praktisch nicht erreicht

→ eine Wasserdampfdiffusionsberechnung ist nicht erforderlich!

Vorteile Außendämmung :

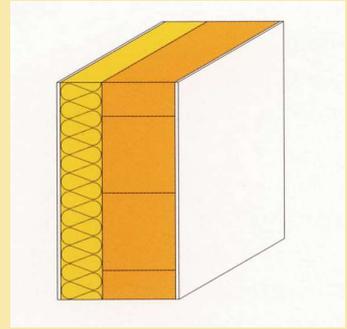
- Keine Frostschäden

z.B. Einfrieren von in der Außenwand verlegten Leitungen

- Kein Raumverlust

bei AW aus Vollziegelmauerwerk optimaler Wärmeschutz bei Dämmschichtdicken von 12 – 16 cm.

Darüber hinaus wirtschaftlich nicht sinnvoll!



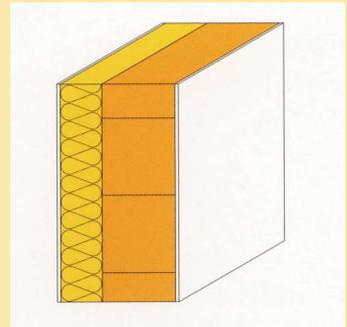
Nachteile Außendämmung :

- Relativ hohe Kosten

Einrüstungskosten und Kosten für guten Wetterschutz
Gesamtkosten ca. 80 €/m² - 120 €/m² (netto)

- Längere Aufheizzeiten der Räume

→ höhere Energiekosten, insbesondere bei Gebäuden/
Räumen, die nur kurzzeitig genutzt werden.



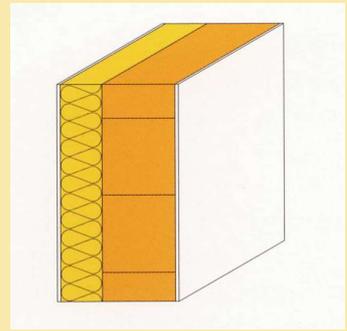
Nachteile Außendämmung :

- bei denkmalgeschützten Gebäuden nicht einsetzbar

ggf. höhere Kosten durch aufgesetzte Profile, Lisenen oder Fenster- und Türfaschen

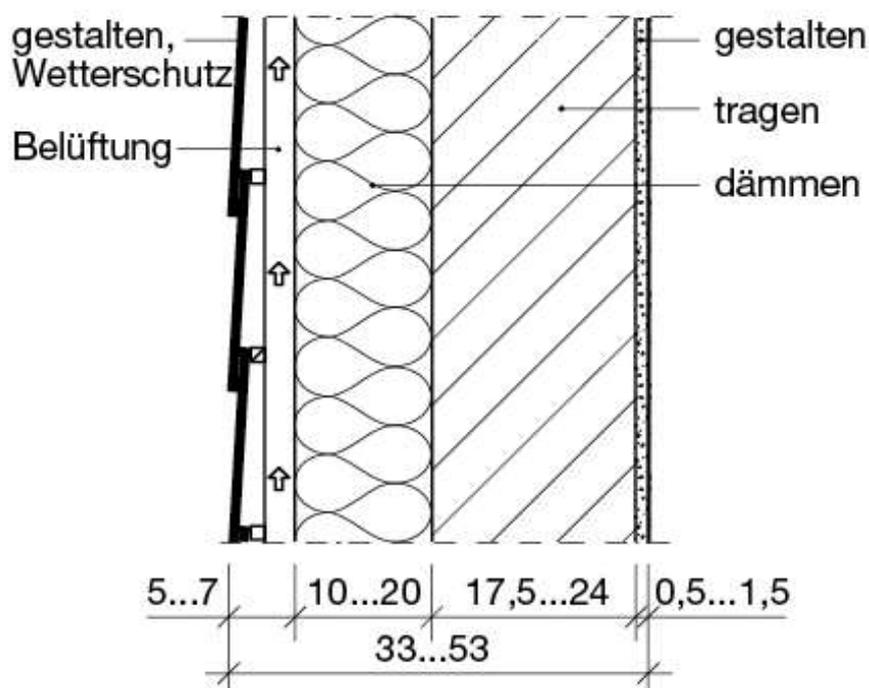
- Achtung bei Anwendung an Giebeln zu Nachbargrundstücken!

ggf. Grenzfeststellung durch Vermesser durch durchführen lassen! Zustimmung Nachbar erforderlich.

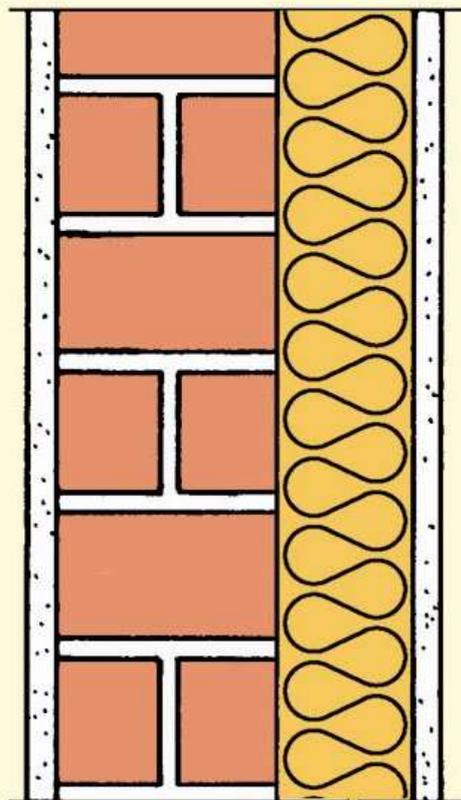
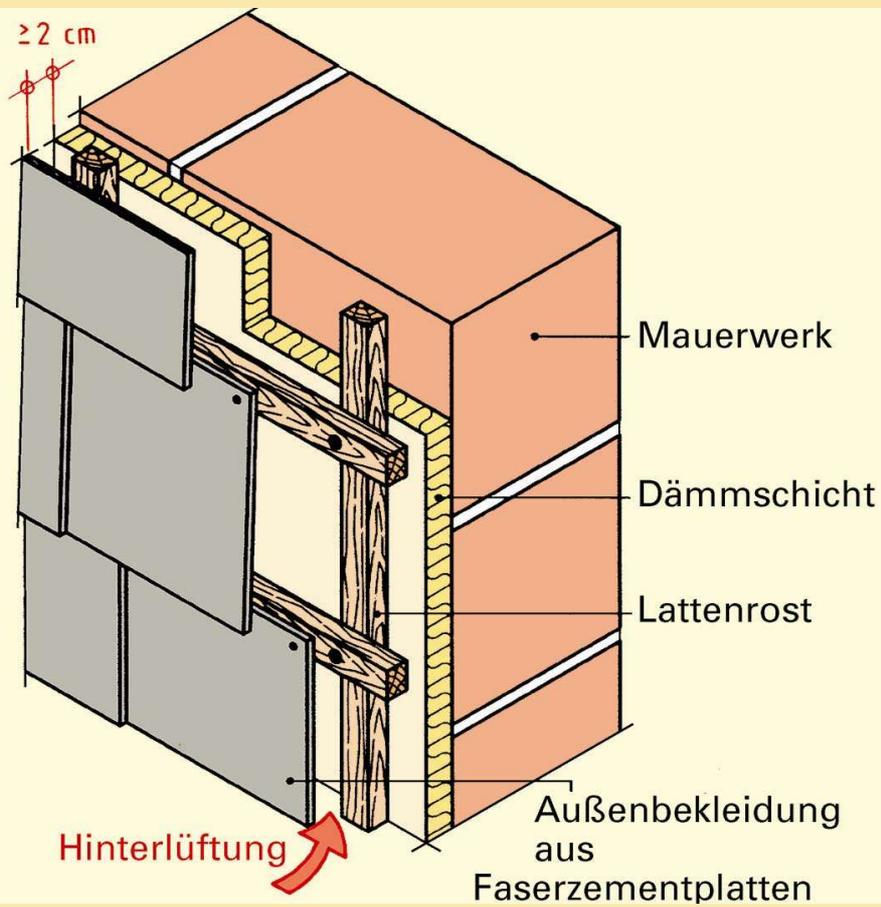


Einschaliges Mauerwerk

⇨ mit Dämmung und hinterlüfteter Fassadenbekleidung (Wetterschale)



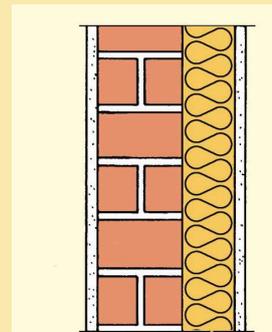
Quelle: B.Hollatz, Bautechnik, Grundstufe, Cornelsen-Verlag



Innendämmung
bei denkmalge-
schützten Fassaden

Vorteile und Nachteile einer Innendämmung

Vorteile Innendämmung :



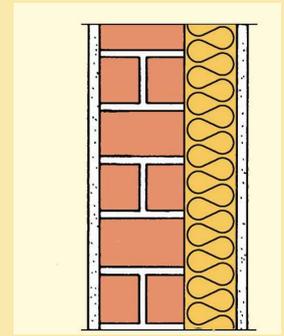
- Schnelle Erwärmung der Raumluft

günstige innere Oberflächentemperaturen werden schnell erreicht

- kurze Aufheizzeiten der Räume

Energieeinsparung bei Räumen die nur selten oder die nur kurzfristig genutzt werden

Vorteile Innendämmung :



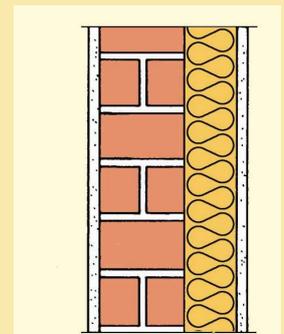
- Erhaltung wertvoller Gebäudeaußenflächen

Bestandsgebäude mit städtebaulichen oder denkmalpflegerischen Auflagen

- Wärmedämmtechnische Teilsanierungen ohne Gerüst möglich

z.B. örtliche Feuchte- und Schimmelpilzsanierungen in DG-Wohnungen mit geringerer AW-Dicke oder in Giebelbereichen bei fehlendem Grenzabstand

Nachteile Innendämmung :



- Kondensatbildung im Wandinneren

niedrige Temperaturen in den äußeren Bauteilschichten; häufig Dampfsperre auf der Innenseite erforderlich.

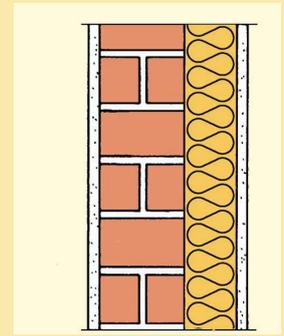
Eine Wasserdampfdiffusionsberechnung ist zwingend erforderlich (instationäre Berechnung)

- Reduzierung der Wärmespeicherung

nicht überzubewerten! Decke und Innenwände speichern dennoch die Wärme!

Nachteile Innendämmung :

- Wärmebrücken, Frostgefahr und Raumverlust



diese Nachteile ergeben sich aus den Vorteilen der Außendämmung.

Problem: Innendämmung an Deckenauflegern und an einbindenden Innenwänden nicht möglich!

→ Tauwassergefahr / Schimmelpilz verdeckt!

- Belästigung der Mieter

bei Ausführung unter bewohnten Bedingungen
z.T. nachteilig beim Aufhängen schwerer Gegenstände

3.4. Notwendige bautechnische Unterlagen / Mindestangaben bei der Ausschreibung von Mauerwerk

Mindestangaben:

- Wandaufbau (einschalig, 2-schalig ...),
- Wanddicke
- Art, Rohdichteklasse und Druckfestigkeitsklasse der Ziegel/Steine
- Mörtelart und Mörtelgruppe
- Ziegel- /Steinformat

Beispiel: KSL 12 – 1,6 – 5 DF, 300, MG II

Zusätzliche konstruktive Angaben:

- Angaben zu Ringanker oder Ringbalken (Schnittdarstellung, Maße, Bewehrung, Wärmedämmung usw.)
- Verankerung der Wände (Verzahnung oder Stumpfstoß)
- Maße von Schlitzfenstern, Aussparungen, Durchbrüchen (Lage, Breite, Tiefe, Länge des Schlitzes)
- Angaben zu Stürzen und Rollladenkästen (tragend, nicht tragend)

- Angaben zur Art und zur Lage von Abdichtungen im Mauerwerk
- Angaben zu Dehnungsfugen (Querschnitt-Skizze mit Maßen und Materialangaben)
- Angaben zu Lüftungsschlitzen bei zweischaligen Mauerwerk
- Art und Umfang der Abfangung bei zweischaligen Mauerwerk
- Besondere Anforderungen bei Glasbausteinwänden

Zusätzliche Angaben bei besonderen Eigenschaften

- Verwendung von Zusatzmitteln im Mörtel
- Wärmeschutz – z.B. U-Wert $\leq 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Schallschutz – erforderliches Schalldämm-Maß,
z.B. $R'w \geq 67 \text{ dB}$
- Brandschutz – Feuerwiderstandsklasse, z.B. F 30 - A
- Angaben zur Ausführungsqualität (Sichtmauerwerk, Verband, Art und Farbe der Verfugung)

Anlegen der 1. Schicht bei Dünnbettmauerwerk



Anlegen der 1. Schicht bei Dünnbettmauerwerk



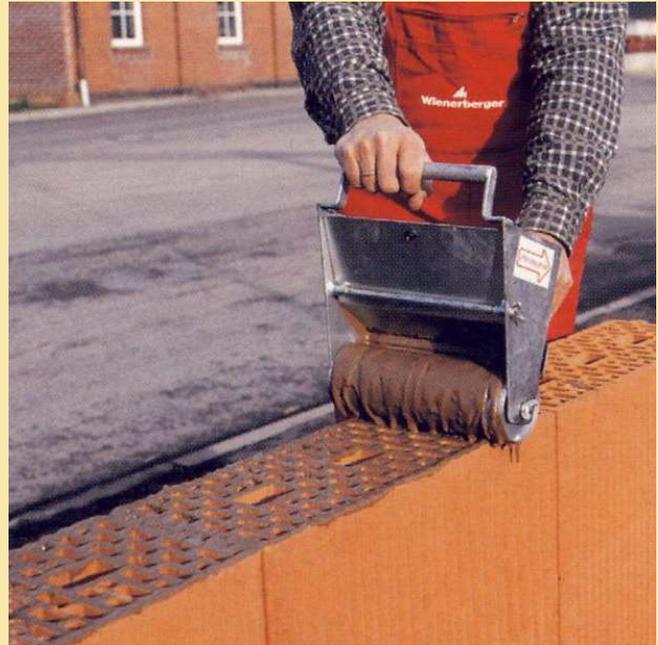
Neuanlegen des Mauerwerks auf einer Geschossdecke



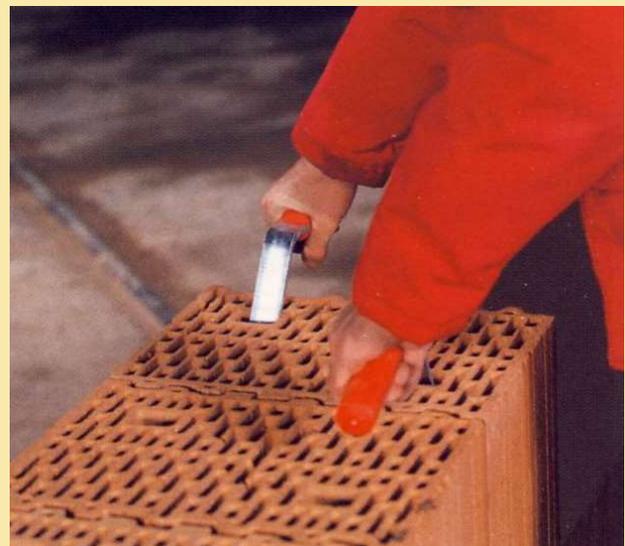
Mörtelauftrag im Tauchverfahren

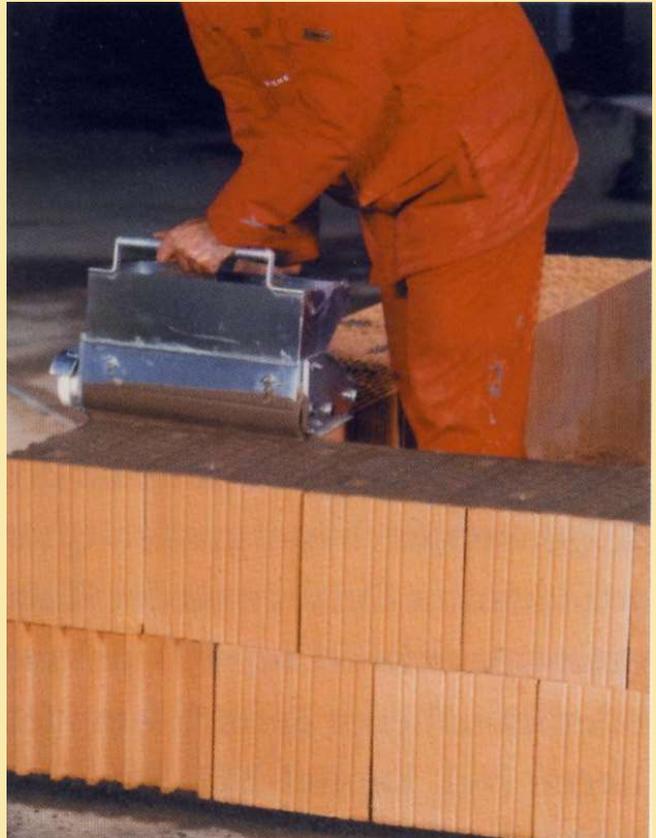


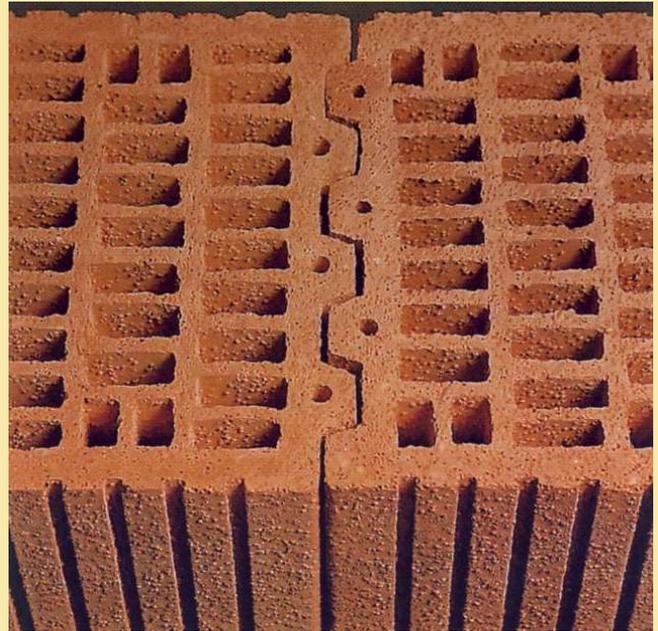
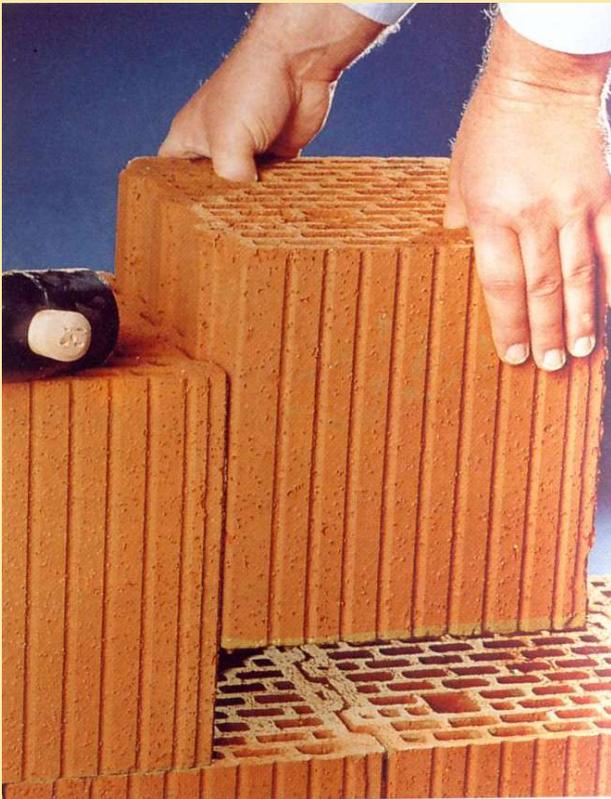
Mörtelauftrag mit Mörtelschlitten



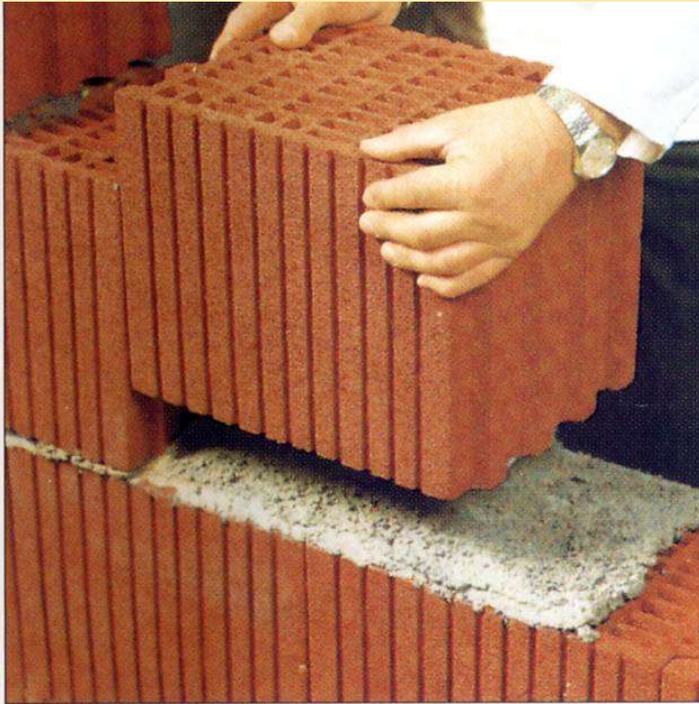
Mörtelauftrag mit Mörtelschlitten / Verlegung der Ziegel mit Versetzhilfen







Verlegung von Leichthochlochziegeln in LM 21



Anrühren des Mörtels Auftrag mit Walze



Stoßfugen im Eckbereich vermörtelt



Sonderziegel Anschlagstein



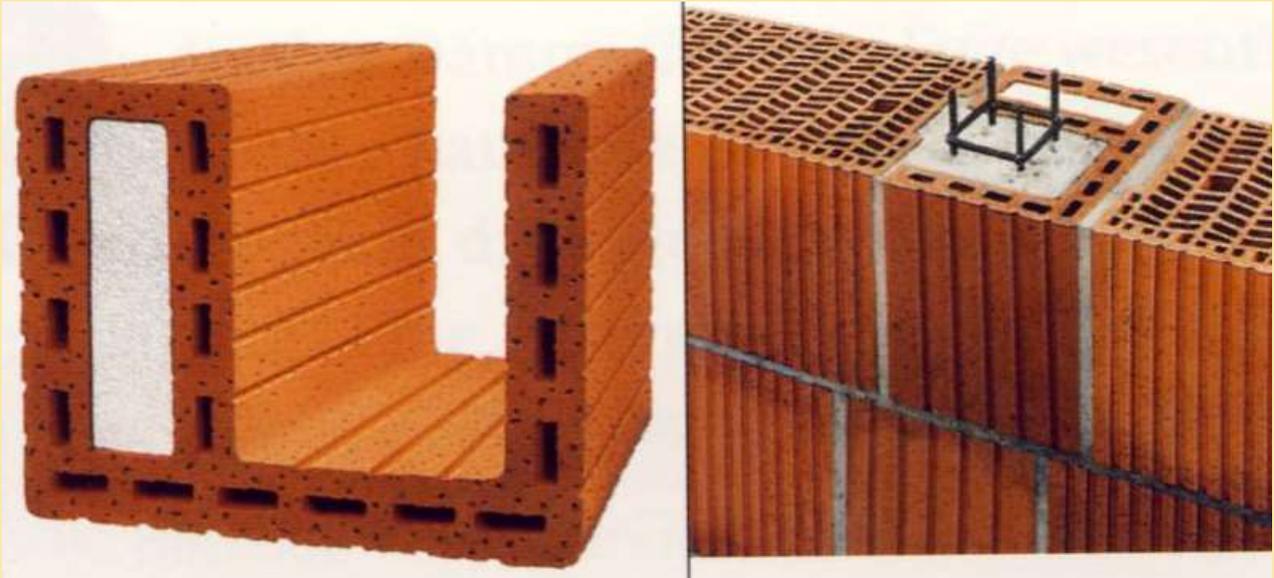
Vorbereitetes Deckenaufleger



Schneiden der Mauersteine mit einer Steinsäge

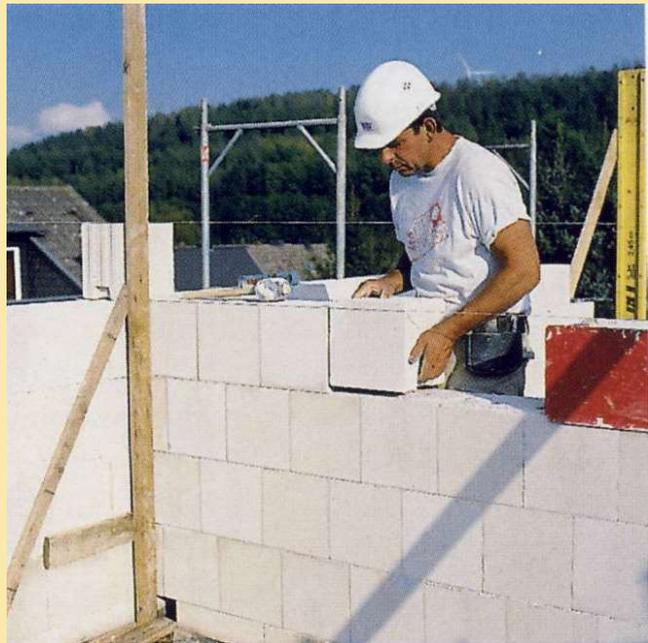


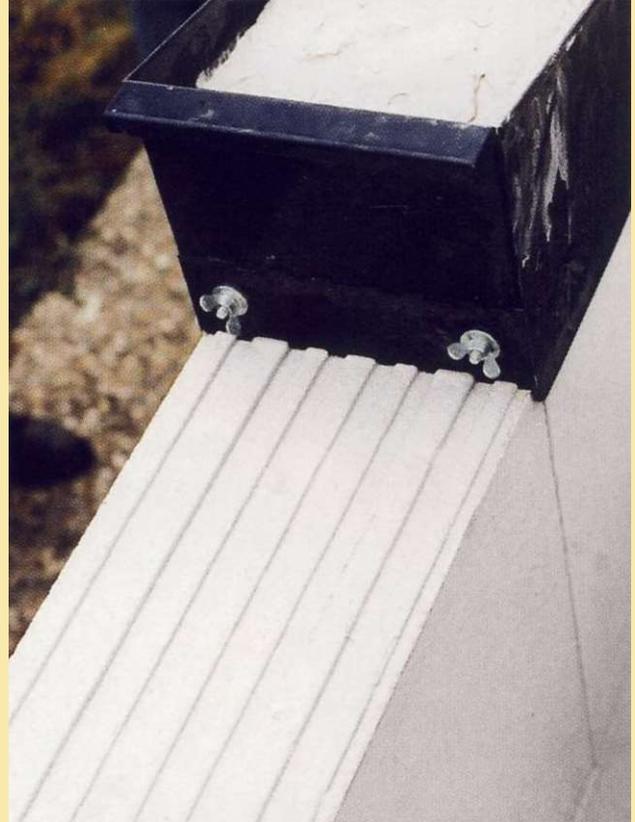
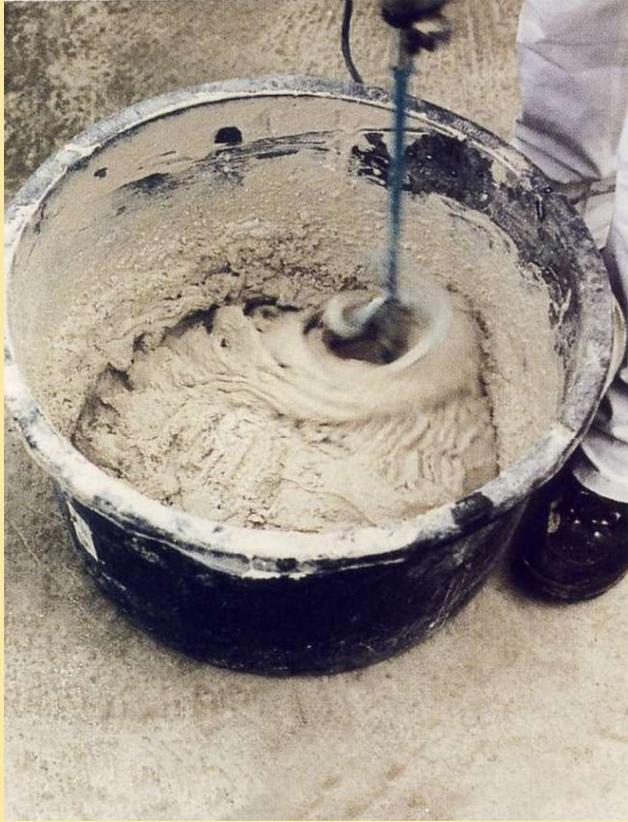
U-Schalen mit Dämmung – Verwendung als Stütze



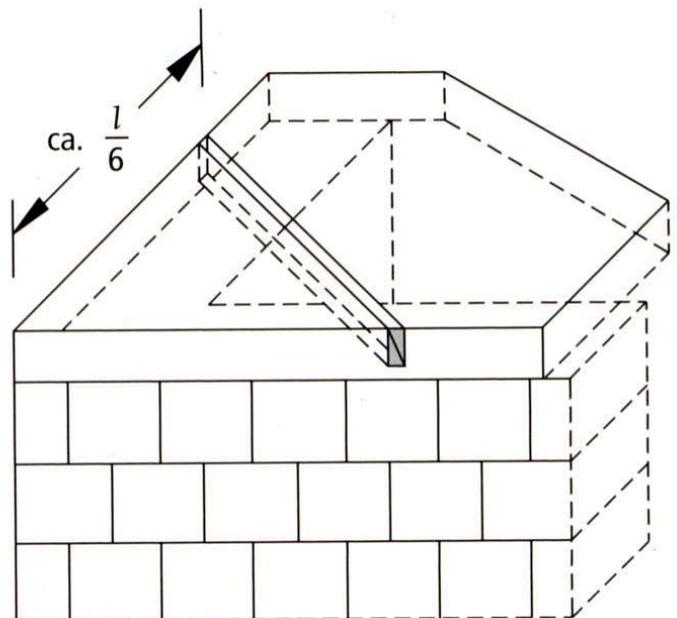
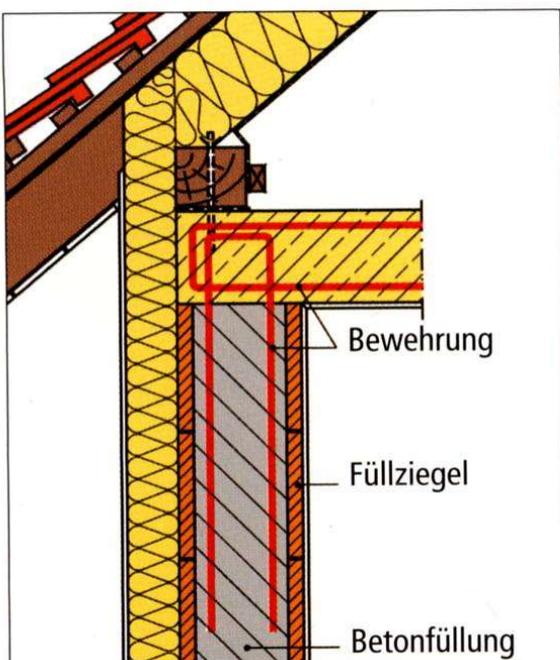
U-Schalen mit und ohne Dämmung – Verwendung als Stürze

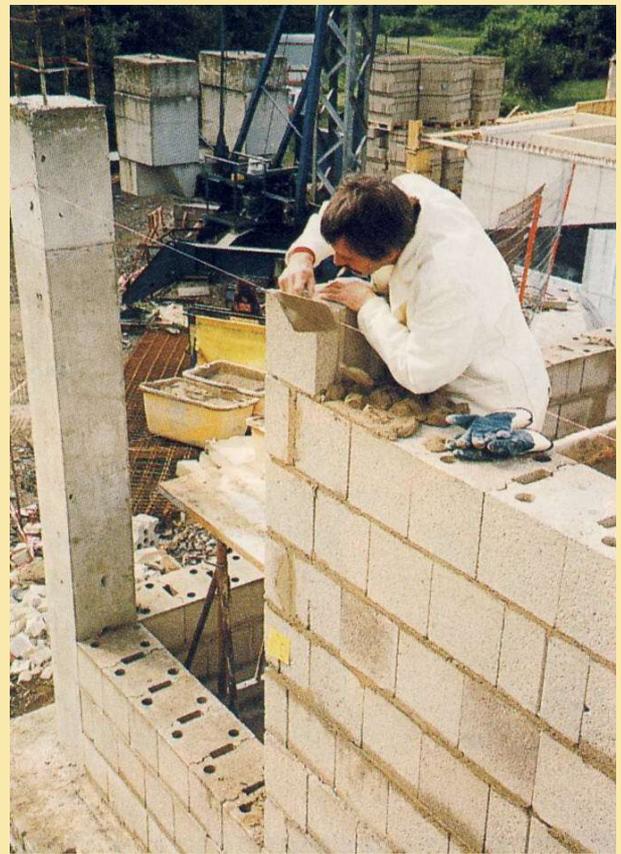




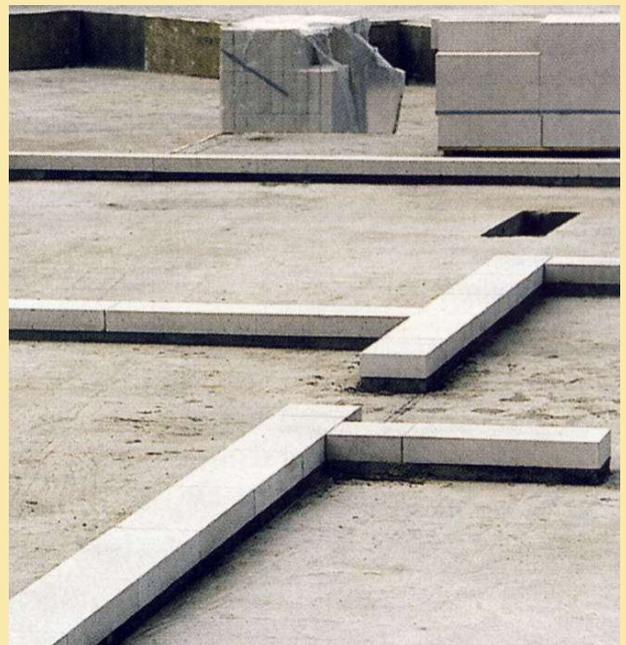


Wand- / Deckendetail mit Füllziegeln

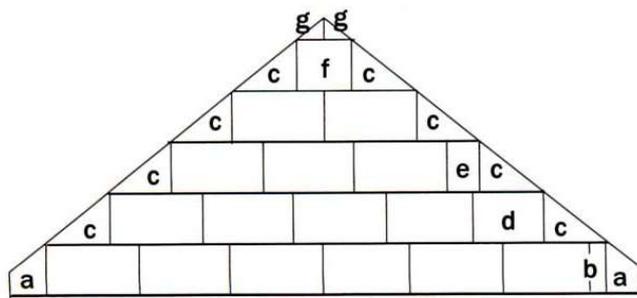




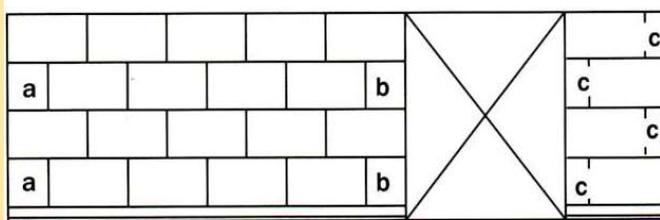




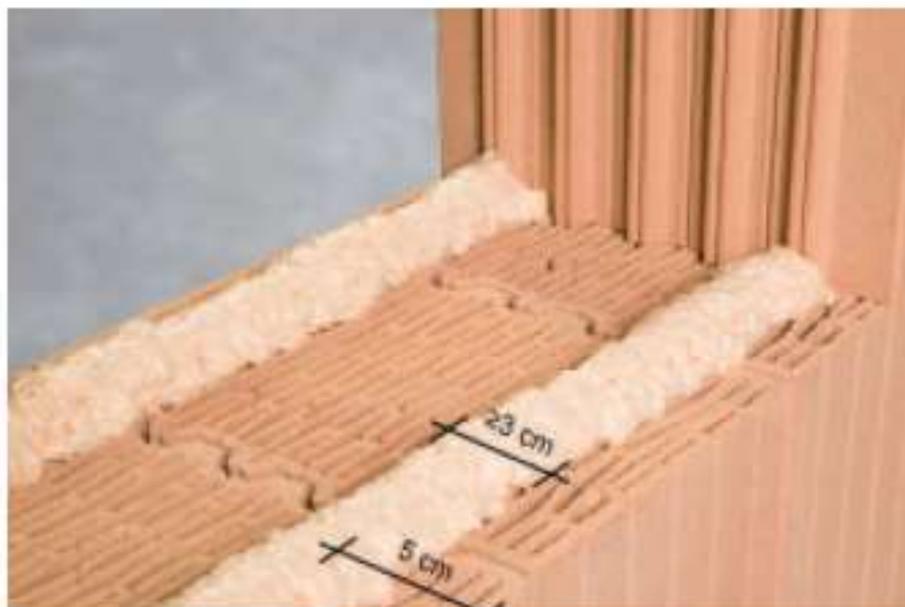
Giebelwand



Wenig gegliederte KS XL-PE-Wand



Verklebung der Ziegel mit PU-Schaum (abZ)





Neu: Verlegung der Ziegel in Klebeschaum



