



KALKSANDSTEIN

MAURERFIBEL

www.kalksandstein.de

9. Auflage

KALKSANDSTEIN – Maurerfibel

KALKSANDSTEIN – Maurerfibel

von Dipl.-Ing., Dipl.-Berufspäd. Hans Rich
Institut für Berufswissenschaften im Bauwesen
Leibniz Universität Hannover

unter Mitwirkung von:

Dipl.-Red. (FH) Benjamin Büttner
Dipl.-Ing. Wiebke Grethe
Dipl.-Ing. (FH) Architekt Oliver Keil
Maurermeister Martin Lampe
Dipl.-Ing. Architekt Roland Pomsel

Dipl.-Ing. (FH) Olaf Roschkowski
Dipl.-Ing. (FH) Architekt Peter Schmid
Dipl.-Ing. Hinrich Schulze
Dipl.-Ing. (FH) Ninette Schumann-Jäkel

KALKSANDSTEIN – Maurerfibel

Herausgeber: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.,
Entenfangweg 15, 30419 Hannover, Telefon 05 11/2 79 54-0
www.kalksandstein.de
www.facebook.com/kalksandstein

9. Auflage – Stand: 01/2019

BV-901-19/01

Cover: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Alle Angaben erfolgen nach bestem Wissen
und Gewissen, jedoch ohne Gewähr.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit
schriftlicher Genehmigung

Schutzgebühr 6,00 Euro

Gesamtproduktion und
© by Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf

VORWORT ZUR 9. AUFLAGE

Der Mauerwerksbau stellt an die Ausführenden vielseitige Anforderungen. Neubauten werden zunehmend mit großformatigen Steinen und modernen Mauerwerkstechniken ausgeführt. Für Arbeiten im Gebäudebestand (Sanierung, Erweiterung, Veränderung) und für die Erstellung von Sichtmauerwerk ist jedoch das Verarbeiten von kleinen Steinformaten nach wie vor von großer Bedeutung. Die Erfordernisse des nachhaltigen Bauens steigern besonders die Anforderungen an die Genauigkeit der Ausführung. Der Einbau funktionsfähiger Wärmedämmschichten zählt hierzu genauso wie die Erstellung einer exakt ausgerichteten Kimmschicht in Normalmauermörtel als Voraussetzung für das Weiterarbeiten mit großformatigen, in Dünnbettmörtel gesetzten Steinen. Nur durch sorgfältige und gewissenhafte Ausführung des Maurers wird eine dauerhafte Funktionsfähigkeit der Bauwerke sichergestellt, die durch ihre lange Nutzungszeit einen wichtigen Beitrag zum nachhaltigen Bauen darstellen.

Im Bauhandwerk haben wir somit die besondere Situation, dass das erforderliche Wissen durch neue Werkstoffe, höhere Anforderungen und neue Arbeitstechniken zunimmt, ohne dass Wissen über traditionelle Techniken überflüssig wird. Die notwendigen berufliche Handlungskompetenz erfordert den selbständig denkenden Handwerker, der genau arbeitet, den Überblick in unterschiedlichsten Bausituationen behält und Verantwortung für die Qualität seiner Arbeit übernimmt.

Die berufliche Aus- und Weiterbildung muss allen am Bau Beteiligten die Grundlagen zur Erfüllung dieser Anforderungen liefern. Die eingeführten handlungsorientierten Lernfeldkonzepte der berufsbildenden Schulen sind daher auf Grundlagenwerke angewiesen, die es erlauben, sich schnell und anschaulich zu informieren. Die vorliegende, nunmehr 9. Auflage der KS-Maurerfibel führt die bewährte Tradition der Kalksandsteinindustrie fort und gibt für den Bereich Mauerwerksbau Facharbeitern, Gesellen sowie Auszubildenden ein praxisorientiertes Fachbuch mit anschaulichen Darstellungen an die Hand. Modernen rationellen Mauerwerksweisen wird in dieser Auflage noch mehr Raum gegeben. Ebenso werden die aktuellen Bezeichnungen und Zertifizierungen von Baustoffen, die sich an deutschen und europäischen Normungen orientieren, berücksichtigt.

Wie alle wichtigen Beiträge der Kalksandsteinindustrie zum Stand des Wissens in der Bautechnik, wird auch die Maurerfibel, die seit 1979 in einer Gesamtauflage von mehr als 510.000 Exemplaren erschienen ist, auf der Internetseite des Bundesverbands Kalksandsteinindustrie e.V. unter www.kalksandstein.de/maurerfibel als pdf-Datei zur Verfügung gestellt.

Dipl.-Ing. Hans Rich

Institut für Berufswissenschaften im Bauwesen
Leibniz Universität Hannover

Kapitel 1: Mauerwerk

1.	Einleitung	14	5.	Ausführung	20
2.	Technische Regelwerke	14	5.1	Mauern im Verband	20
3.	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung	15	5.2	Arbeiten bei Frost	21
4.	Maßordnung	15	5.3	Mauern bei Hitze	22
4.1	Bauweise mit Fuge	16	5.4	Absäuern des Mauerwerks	22
4.2	Bauweise ohne Fuge	16		Literatur	23
4.3	Toleranzen	18			

Kapitel 2: Kalksandsteine

1.	Einleitung	26	4.	KS-Produkte ausschließlich für nicht tragende Wände	37
2.	Herstellung	26	5.	Bauteile zur Systemergänzung ...	38
3.	Mauersteine	28	5.1	KS-Kimmsteine/ KS-Wärmedämmsteine	38
3.1	Steinarten	28	5.2	KS-Stürze	40
3.2	Steindruckfestigkeitsklassen (SFK)	30	5.3	KS -U-Schalen	41
3.3	Steinrohrichteklassen (RDK)	30	5.4	KS -E-Steine	41
3.4	Formate	30	6.	Bezeichnungen	42
3.5	Grenzabmaße (Toleranzen)	35		Literatur	42
3.6	Frostwiderstand	35			
3.7	Brandverhalten	35			

Kapitel 3: Mauermörtel

1.	Anforderungen an Mauermörtel	44	7.	Baustellenmörtel	52
2.	Kennzeichnung des Mauermörtels	44	8.	Lieferformen von Werkmörtel ...	53
3.	Mörtel- und Steinbedarf	45	8.1	Werk-Trockenmörtel	53
4.	Mörtelarten	46	8.2	Werk-Frischmörtel	54
4.1	Dünnbettmörtel (DM)	46	8.3	Werk-Vormörtel	54
4.2	Normalmauermörtel (NM)	48	8.4	Mehrkammer-Silomörtel	54
5.	Mörtel für Verblendschalen	49	8.5	Anlieferung	54
6.	Mörtel für Kimmschichten	50	9.	Mörtelauftrag mit dem Mörtelschlitten	56
			10.	Stumpfstoßtechnik	57
			Literatur		58

Kapitel 4: Mauerwerksverbände

1.	Einleitung	60	7.	Mauern von Stößen und Kreuzungen	70
2.	Einsteinmauerwerk	61	8.	Vorlagen und Nischen	72
3.	Verbandsmauerwerk	62	9.	Zierverbände für Sicht- und Verblendmauerwerk	74
3.1	Einschaliges Verblendmauerwerk als Verbandsmauerwerk	63	10.	Pfeilermauerwerk	76
4.	Einsteinmauerwerk – Ecklösungen	64	11.	Stumpfstoßtechnik als Alternative für Abtreppungen und Verzahnungen	77
5.	Verbandsmauerwerk – Ecklösungen	66	Literatur		78
6.	Verbände für Mauerenden	68			

Kapitel 5: Arbeitsvorbereitung

1.	Einleitung	80	5.	Transportkette	86
2.	Bestellung	81	6.	Geräte	87
3.	Baustellenorganisation	82	Literatur	88	
4.	Arbeitsraum	84			

Kapitel 6: Mauern

1.	Einleitung	90	4.	Öffnungsüberdeckung	99
2.	Mauern von Hand	91	4.1	KS-Stürze	101
2.1	Steingewichte	91	4.2	Gemauerte Stürze	103
2.2	Griffhilfen	92	4.3	Gemauerte Bögen	105
2.3	Optimale Arbeitshöhe	93	5.	Mauern bei Frost und Hitze	111
2.4	Arbeitsorganisation	94	6.	Reinigen von KS-Mauerwerk ...	113
3.	Mauern mit Versetzgerät	95	Literatur	115	
3.1	Versetzgerät	95			
3.2	Pass- und Ergänzungssteine	96			
3.3	Überbindemaß bei KS XL	96			
3.4	Stoßfugenvermörtelung	97			
3.5	Wandhöhen/ Höhenausgleich	98			

Kapitel 7: Arbeitstechniken zur Baustellenoptimierung

1.	Einleitung	118	5.	Anlegen der Ausgleichs- bzw. Kimmsschicht	122
2.	Mauerlehren	118	6.	KS-Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung	123
3.	Mörtel	119	7.	Stumpfstoßtechnik/ Verzahnung	125
3.1	Mörtelarten	119	8.	Beimauern	126
3.2	Lieferformen	120		Literatur	127
4.	Mörtelauftrag mit dem Mörtelschlitten	120			

Kapitel 8: KS-Sicht- und KS-Verblendmauerwerk

1.	Einleitung	130	5.	Wärmedämmung und Luftschicht	148
2.	Gestaltungseinflüsse für Sicht- und Verblendmauerwerk	130	6.	Abdichtung und Fußpunktausbildung	150
2.1	Kalksandsteine für Sicht-, Verblendmauerwerk und verputzte Vormauerschalen	131	7.	Abfangungen	151
2.2	Steinoberfläche	136	8.	Dehnungsfugen	154
2.3	Mauerverband	136	9.	Rissesicherheit bei Verblendmauerwerk	155
2.4	Fugенbearbeitung	139	10.	Abnahme und Beurteilung von KS-Sichtmauerwerk	156
2.5	Oberflächenbehandlung und Reinigung	142		Literatur	158
3.	Mörtel für Sicht- und Verblendmauerwerk	144			
4.	Luftschichtanker für zweischaliges Verblendmauerwerk	145			

Kapitel 9: Sichtflächen im Innenbereich

1.	Einleitung	160	4.	Geschlämmte und gestrichene Innenwände	163
2.	Hochwertiges Innensicht-Mauerwerk	161	5.	Verputzte Innenwände	164
3.	Sichtbar belassene Innenwände	162	Literatur	166	

Kapitel 10: Nachträgliche Bearbeitung von KS-Mauerwerk

1.	Einleitung	168	3.	Durchbrüche, Aussparungen, Öffnungen	172
2.	Schlitze	168	4.	Elektroleitungen	173
2.1	Vertikale Schlitze	168	5.	Befestigungen	174
2.2	Horizontale und schräge Schlitze	171	5.1	Kunststoffdübel	175
2.3	Auswirkungen von Schlitzen in tragenden Wänden	171	5.2	Injektionsdübel	175
2.4	Herstellen und Schließen von Schlitzen	171	5.3	Anwendungsbedingungen	177
			Literatur	178	

Kapitel 11: Wände mit KS-Mauerwerk


1. Einleitung	180	5. KS-Innenwände	216
2. KS-Kellerwände	182	5.1 Tragende Innenwände	216
2.1 Wärmeschutz von Kelleraußenwänden	183	5.2 Nicht tragende Innenwände	218
2.2 Statik	183	5.3 Nicht tragende leichte Trennwände	224
2.3 Abdichtung	190	5.4 Sichtflächen	225
3. KS-Außenwände	194	5.5 Wärmeschutz/ Wärmespeicherung	227
3.1 Zweischalige KS-Außenwände	195	5.6 Schallschutz	228
3.2 KS-Außenwände mit Wärme- dämm-Verbundsystem	200	5.7 Brandschutz	236
3.3 KS-Außenwände mit Vorhangfassade	208	6. Konstruktive Details	242
3.4 Ausfachungen aus KS-Mauerwerk	210	6.1 Deckenaufleger	242
4. Frei stehende KS-Wände	213	6.2 Ringanker/-balken	245
		6.3 Wandanschlüsse	246
		Literatur	250

Kapitel 12: Bauphysik im Überblick

1. Einleitung	254	5. Wärmeschutz	262
2. Wanddicken	254	6. Schallschutz	265
3. Wandkonstruktionen	256	7. Brandschutz	267
4. Statik	259	8. Konstruktive Details	270

Anhang

Merkblatt für das Aufmauern von Wandscheiben	274	Normen	280
Merkblatt für das Handhaben von Mauersteinen	276	Wichtige Abkürzungen	281
Aus- und Weiterbildung	278	Stichwortverzeichnis	282



**STEIN- UND
MAUERMAßE
SIND AUF DAS
12,5 CM-RASTER
ABGESTIMMT**

1. Einleitung

Die Entwicklungen der Kalksandsteinindustrie haben den Mauerwerksbau in den letzten Jahrzehnten wesentlich vorangetrieben durch:

- Optimierung der Griffhilfen von Steinen zur Handvermauerung
- Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung (Steine mit Nut-Feder-System)
- Mörtelauftrag mit dem Mörtelschlitten
- Plansteinmauerwerk (KS-Plansteine bzw. großformatige Kalksandsteine (KS XL)) durch Verwendung von Dünnbettmörtel
- Großformatige Mauersteine (KS XL) für das Vermauern mit Versetzgerät

Mauerwerkskonstruktionen sind damit weiterhin nicht nur wettbewerbsfähig, sondern im Regelfall die günstigste Ausführungsvariante.

2. Technische Regelwerke

Grundlage für die Erstellung von Mauerwerk sind im Wesentlichen die VOB-Norm DIN 18330 „Mauerarbeiten“ [1] sowie die Anwendungsnorm DIN EN 1996 (Eurocode 6) mit den dazugehörigen Nationalen Anhängen [2]. Daneben sind Verarbeitungs-

hinweise der Hersteller, berufsgenossenschaftliche Vorschriften, technische Merkblätter sowie Handwerksregeln und die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) zu beachten.

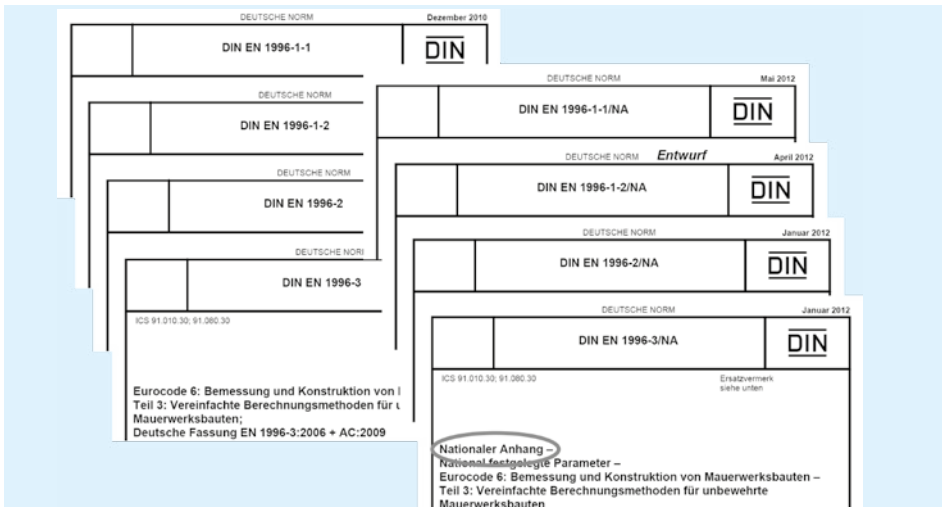


Bild 1 Eine der Grundlagen für die Erstellung von Mauerwerk sind Normen.

Die a. a. R. d. T. lassen sich nicht ausschließlich an Normen festmachen.

Deshalb ist allein durch Einhaltung der Normen eine regelgerechte Ausführung nicht gewährleistet. Die Umsetzung neuer Erkenntnisse in Normen oder bauaufsichtlichen Vorschriften erfolgt stets mit Zeitverzug. Erst wenn neue Baustoffe, Verarbeitungsregeln etc. in der Praxis eingeführt und von der Fachwelt anerkannt und somit bewährt sind, werden sie zur a. a. R. d. T.

Neue Baustoffe und Bauarten werden – soweit sie baurechtlich relevant sind – in all-

gemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) geregelt. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen regeln im Allgemeinen die von einer Norm abweichenden Sachverhalte.

INFO

Das Einhalten der Normen und Regelwerke ist wichtig. Daneben sind Verarbeitungshinweise der Hersteller, berufsgenossenschaftliche Vorschriften, technische Merkblätter, Handwerksregeln sowie die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) zu beachten.

3. Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung

DIN 18330 „Mauerarbeiten“ gibt wesentliche Hinweise zu Ausschreibung und Abrechnung von Mauerwerksarbeiten. Insbesondere die Unterscheidung in „Nebenleistungen“ – die auch ohne besondere Nennung vom Ausführenden erbracht werden müssen – und „Besondere Leistungen“ – die geson-

dert vereinbart und vergütet werden müssen – sind wichtiger Bestandteil dieser Norm. Wird die VOB vereinbart, sind DIN 18330 und die damit verbundenen Normen fester Bestandteil des Vertragsverhältnisses zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber.

4. Maßordnung

Konventionell wird im Mauerwerksbau mit dem Planungsraster der DIN 4172 „Maßordnung im Hochbau“ [3] geplant. Darin wird unterschieden in „Bauweise mit Fuge“ und „Bauweise ohne Fuge“. Das Grundraster der Planung (Richtmaß) beruht auf dem oktametrischen System, in dem sich alle Maße als Vielfaches von 12,5 cm nachbilden lassen. Das 12,5 cm-Raster wird auch als Oktametermaß oder Achtelmeter ($1 \text{ am} = 1/8 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$) bezeichnet.

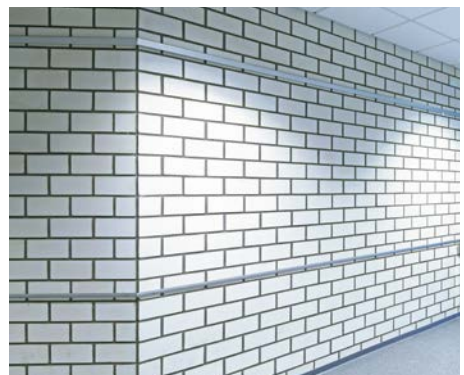


Bild 2 Die Einhaltung der Maßordnung ist bei Innensichtmauerwerk von besonderer Bedeutung.

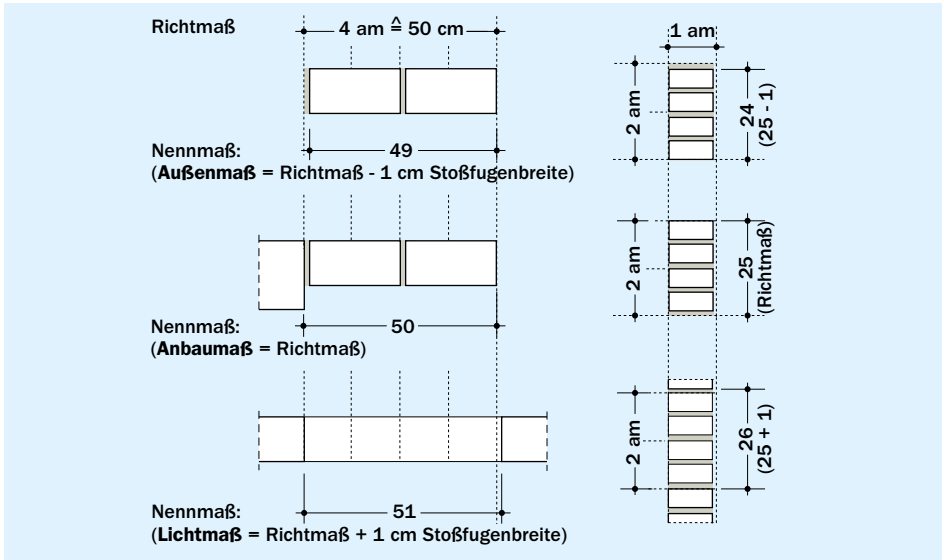


Bild 3 Richtmaße und Nennmaße für Bauweise mit Fuge
(Mauerwerk mit Stoßfugenvermörtelung)

4.1 Bauweise mit Fuge

Bei Mauerwerk mit Stoßfugenvermörtelung (Stoßfugenbreite = 1 cm) weichen die Nennmaße für Außenmaß, Anbaumaß und lichtetes Maß um 1 cm vom Rohbau-Richtmaß ab.

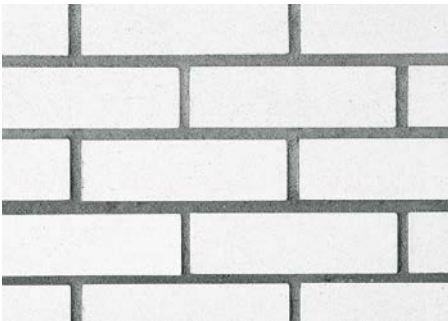


Bild 4 Bei KS-Verblendmauerwerk mit ca. 1 cm dicken Stoß- und Lagerfugen handelt es sich um eine Bauweise mit Fuge.

4.2 Bauweise ohne Fuge

Auch bei Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung (Steine mit Nut-Feder-System) entsprechen die Steine dem Rohbau-Richtmaß. Die Federn stehen über.

Die Steinlängen der Kalksandsteine mit Nut-Feder-System sind um 2 mm kürzer als das Rohbau-Richtmaß (z.B. 500 mm – 2 mm = 498 mm). Die Steinlänge ist dabei von Nut bis Feder gemessen. Die Sollfugenbreite von Steinen mit Nut-Feder-System beträgt 2 mm. Das Maß des Nut-Feder-Systems ist abhängig von der Mauersteinsorte, siehe Bild 7.

Das Maß des Nut-Feder-Systems – Länge der Feder bzw. Tiefe der Nut – ist für die Ermittlung der Maße (Außenmaß, Anbaumaß, Innenmaß) von großer Bedeutung.

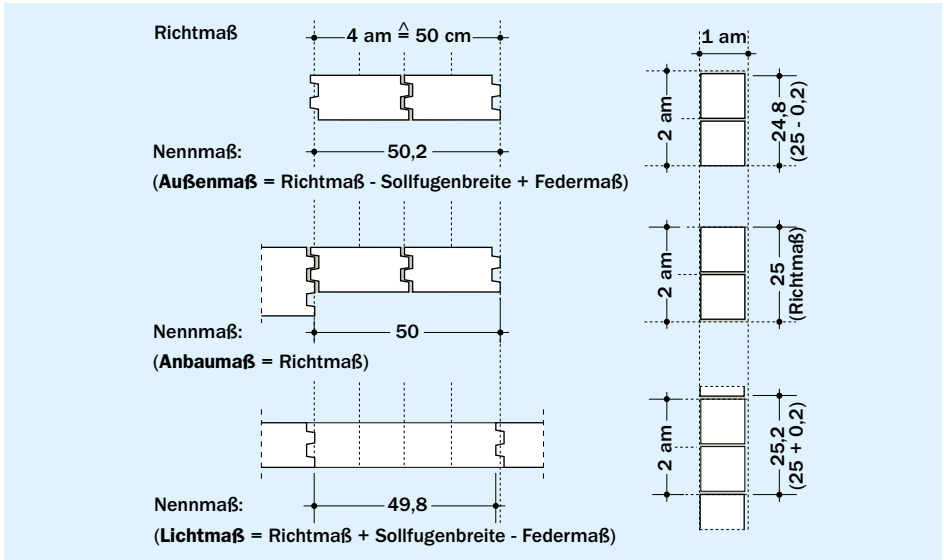


Bild 5 Richtmaße und Nennmaße für Bauweise ohne Fuge (Mauerwerk aus Steinen mit Nut-Feder-System)

INFO

Bei KS ist das Maß des Nut-Feder-Systems mit 4 mm deutlich kleiner als bei anderen Mauersteinsorten, das Einhalten zulässiger Toleranzen somit leichter.

Die Außen- und Innenmaße bei Verwendung von Steinen mit Nut-Feder-System weichen um die Differenz von Federlänge abzüglich Sollfugenbreite ab (Bild 5).

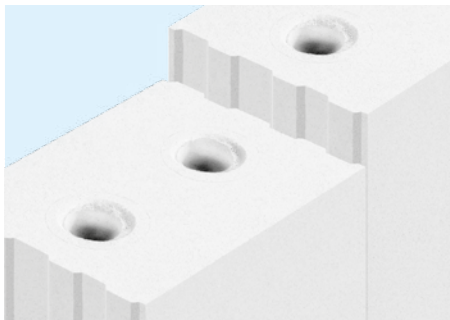


Bild 6 Bei Mauerwerk aus KS -R P-Steinen mit Nut-Feder-System handelt es sich um eine Bauweise ohne Fuge.

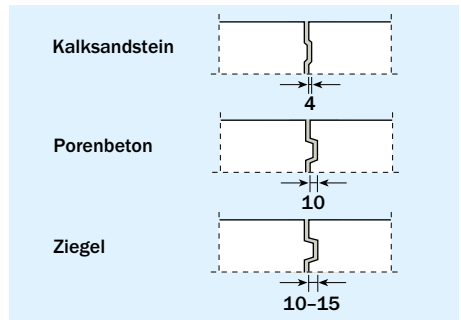


Bild 7 Das Maß des Nut-Feder-Systems (Federmaß) ist abhängig von der Mauersteinsorte.



Bild 8 Kalksandsteine sind sehr maßgenau.

Grundlage für alle Maße ist das Rohbau-Richtmaß ($n \cdot 12,5$).

- *Außenmaße* sind z.B. Pfeilerlänge, Gebäudelänge, Gebäudebreite.
- *Anbaumaße* sind z.B. Längen von Vorlagen oder Vorsprüngen.
- *Innenmaße*, auch als lichte Maße bezeichnet, sind z.B. Öffnungsmaße von Fenstern und Türen.

Außenmaß = Rohbau-Richtmaß – Sollfugenbreite + Federmaß. Bei kurzen Pfeilern, die aus nur einem Stein gebildet werden, ist die

Sollfugenbreite (2 mm) nicht abzuziehen, da keine Fuge vorhanden ist.

Bei Mauerwerk aus Steinen mit Nut-Feder-System handelt es sich quasi um „Bauweise ohne Fuge“. Die Abweichung vom Rohbau-Richtmaß bei Außen- und Innenmaß ist abhängig vom Maß des Nut-Feder-Systems. Die zulässigen Abweichungen vom Sollmaß sind in DIN 18202, Tabelle 1 definiert. Bei Maßen bis 3 m ist eine Toleranz von ± 12 mm zulässig.

4.3 Toleranzen

Abweichungen von den Sollmaßen (Nennmaße = Planungsmaße) der Wände sind entsprechend DIN 18330, Abschnitt 3.1.3 zulässig innerhalb der in DIN 18202 „Toleranzen im Hochbau“ [4] angegebenen Grenzen.

In DIN 18202 sind die zulässigen Abweichungen angegeben für:

- Grenzabmaße (Längen-, Breiten-, Höhen-, Achs- und Rastermaße, Öffnungen)
- Winkeltoleranzen
- Ebenheitstoleranzen

Tafel 1 Ebenheitstoleranzen für Wände nach DIN 18202, Tabelle 3 (Auszug)

Bezug	Stichmaße bei Grenzwerten ¹⁾ [mm] bei Messpunktabstand		
	0,1 m	1 m	4 m
Nicht flächenfertige Wände (Rohbauwand)	5	10	15
Flächenfertige Wände, z.B. geputzte Wände	3	5	10
Flächenfertige Wände mit erhöhten Anforderungen	2	5	8

¹⁾ Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

Von zunehmender Bedeutung sind die Grenzabmaße für die Ebenheitstoleranzen, die in DIN 18202, Tabelle 3 definiert sind. Die vorhandene Ebenheit kann durch Auflegen eines Richtscheites und Ermittlung des Stichmaßes festgestellt werden.

Die Differenzierung der Grenzwerte erfolgt anhand folgender Kriterien:

- Art der Fläche (Boden/Decke bzw. Wand)
- Flächenfertige oder nicht flächenfertige Flächen
- Messpunktabstand

Die Ermittlung der Ebenheit erfolgt nach DIN 18202 [4].

INFO

Nebenleistungen gehören auch ohne besondere Erwähnungen im Vertrag zur vertraglichen Leistung. Besondere Leistungen gehören dagegen nur dann zur vertraglichen Leistung, wenn diese in der Leistungsbeschreibung besonders erwähnt sind (DIN 18299, Absatz 4). Dies ist z.B. bei erhöhten Ebenheitsanforderungen für den geplanten Einsatz von Dünnlagenputz ($d = \text{ca. } 5 \text{ mm}$) der Fall.

Werden *erhöhte Anforderungen* an die Ebenheit von Rohbauwänden gestellt (z.B. DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 6), so handelt es sich um „Besondere Leistungen“ nach VOB/C (DIN 18330).

Das Einhalten der *üblichen Anforderungen* an die Ebenheiten von Rohbauwän-

den (DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 5) ist eine „Nebenleistung“, die vom Ausführenden immer geschuldet wird und keiner besonderen Vergütung bedarf. Dies ist z.B. auch an Wandecken, Wandenden, Tür- und Fensterlaibungen zu beachten.

Bei einer Rohbauwand handelt es sich um eine „nicht flächenfertige Wand“, die erst durch Putz oder Bekleidung zu einer „flächenfertigen Wand“ wird.

Bei ordnungsgemäßer Ausführung werden mit KS-Plansteinen und KS XL in der Regelfläche auch ohne Putz oder Bekleidung die Anforderungen an flächenfertige Wände erfüllt. Die hohe Ebenheit der KS-Plansteine und KS XL ist wesentliche Grundlage für die Planebenheit der Wand.

Vereinzel auftretende, unvermörtelte Stoßfugen $> 5 \text{ mm}$ oder Griffhilfen sind beim Aufmauern, spätestens aber vor Auftrag des Putzmörtels zu schließen.

Sichtbar verbliebene Nut-Feder-Systeme an Wandecken können beim Einsatz von Dickputzen ($d \geq 10 \text{ mm}$) mit dem Auftrag des Putzmörtels geschlossen werden. Bei der Verwendung von Dünnlagenputzen ($d = \text{ca. } 5 \text{ mm}$) sind Unebenheiten $> 3 \text{ mm}$ vor Auftrag des Putzmörtels bauseits fachgerecht zu schließen [5].

INFO

Bei den bekanntermaßen hohen Ebenheiten von Mauerwerk aus KS-Plansteinen und KS XL lassen sich in der Baupraxis auch ohne großen Zusatzaufwand die Ebenheitsanforderungen nach DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 6 sicher einhalten.

5. Ausführung

Mauerwerk besteht aus zwei verschiedenen Baustoffen – aus Steinen und Mörtel. Die im Werk hergestellten Steine werden auf der Baustelle mit Mörtel vermauert. Sowohl die Steine als auch der Mörtel können in Ihren Eigenschaften sehr unterschiedlich sein.

Für die sachgemäße Planung und Ausführung ist die Einhaltung der Anwendungsnorm EC 6 „Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten“ mit ihren Nationalen Anhängen (DIN EN 1996) zu beachten. Diese Norm ist für Planer und Ausführende von grundlegender Bedeutung. Im weiteren Teil der KS-Maurerfibel wird vorrangig auf die Auswirkungen für den Ausführenden, den Maurer, eingegangen.

5.1 Mauern im Verband

Wesentliches Merkmal von Mauerwerk ist die Vermauerung im Verband. Das bedeutet, dass die Stoß- und Längsfugen übereinander liegender Schichten versetzt sein müssen. Für das Tragverhalten des Mauerwerks ist dies von entscheidender Bedeutung. Nach DIN EN 1996-1-1 gelten folgende Überbindemaße:

- Steinhöhe ≥ 113 mm:
 $l_{oi} \geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe}$
- Steinhöhe < 113 mm:
 $l_{oi} \geq 45$ mm

Tafel 2 Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe

Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe		
Steinhöhe h_u [cm]	Regelfall $l_{oi} = 0,4 \cdot \text{Steinhöhe}$ [cm]	Mindestüberbindemaß l_{oi} [cm]
$< 11,3$	5	$\geq 4,5$
11,3/12,3	5	$\geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe} \triangleq 5$
24,8	10	$\geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe} \triangleq 10$
49,8	20	$\geq 0,25 \cdot \text{Steinhöhe} \triangleq 12,5$
62,3	25	$\geq 0,2 \cdot \text{Steinhöhe} \triangleq 12,5$

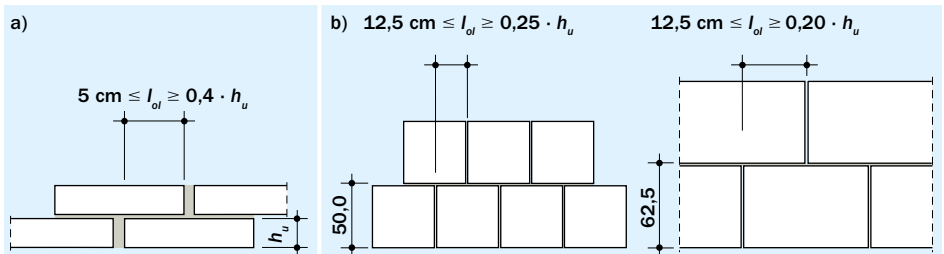


Bild 9 a) Regelüberbindemaße l_{oi} nach DIN EN 1996-1-1/NA und b) Mindestüberbindemaße bei KS XL

INFO

Für die optimale Lastverteilung im Mauerwerk ist die halbsteinige Überbindung günstig ($l_{ol} = 0,5 \cdot \text{Steinlänge}$). Das Überbindemaß sollte so groß wie möglich sein.

Auch bei KS XL mit Schichthöhen von 50 cm bzw. 62,5 cm sollte das Überbindemaß von $l_{ol} \geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe}$ der Regelfall sein. Da dies aber nicht an allen Stellen baupraktisch ausführbar ist, ist in DIN EN 1996/NA auch die Reduzierung des Überbindemaßes bis zu $l_{ol} \geq 0,2 \cdot \text{Steinhöhe} \geq 12,5 \text{ cm}$ geregelt (Tafel 2).

INFO

Eine Verringerung des Regelüberbindemaßes von KS XL ist in der statischen Bemessung der Wände zu berücksichtigen. Das Überbindemaß ist dann in den Ausführungsplänen anzugeben. Änderungen auf der Baustelle sind mit dem Statiker abzustimmen.

5.2 Arbeiten bei Frost

Das Mauern bei Frost bedarf nach DIN 18330, Abschnitt 3.1.2 grundsätzlich der Zustimmung des Auftraggebers. Auch in DIN EN 1996-2/NA wird darauf verwiesen, dass bei Frost nur unter besonderen Schutzmaßnahmen gearbeitet werden darf. Der Einsatz von Frostschutzmitteln ist nicht zulässig. Gefrorene Baustoffe dürfen nicht verwendet werden.

Aber auch Kalksandsteine, die in der Tragchale verwendet werden und keine besonderen Anforderungen an den Frostwiderstand erfüllen müssen, werden durch eine

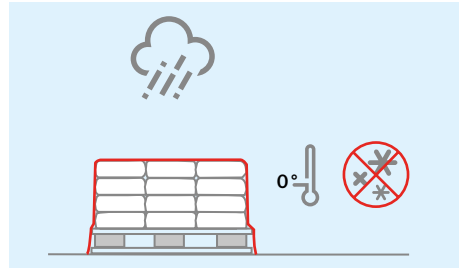


Bild 10 Lagern von Stein und Mörtel

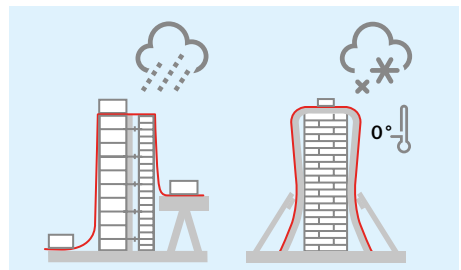


Bild 11 Frisches KS-Mauerwerk ist vor Regen und Frost zu schützen.

baustellenübliche Frosteinwirkung nicht in der Struktur beschädigt.

Bei gefrorenen Steinen kann der Haftverbund zum Mörtel erheblich gestört und das Aushärten des Mörtels verhindert oder beeinträchtigt werden. Das Messen der Luft- oder Oberflächentemperaturen ist zwar ein wichtiger Anhaltspunkt, hat jedoch als Grundlage für die Einstufung „Frost“ nur beschränkte Bedeutung. Bei lang andauernder Frostphase sind deshalb die ersten frostfreien Tage für das Weitermauern nicht geeignet.

Der Einsatz von Tausalzen zum Auftauen ist ebenfalls nicht zulässig. Bereits bei geringen Chloridkonzentrationen kann dies zu mehr oder weniger starken Schäden am Mauerwerk sowie am Beton führen. Daher

sind Arbeitsplätze und Arbeitsflächen auf der Baustelle auf keinen Fall mit Tausalzen, sondern mechanisch oder unter Verwendung von Wasserdampfpflanzen von Eis und Schnee zu befreien.

INFO

Der Einsatz von Tausalzen auf Baustellen ist nicht zulässig.

Das frische Mauerwerk ist vor Frost rechtzeitig zu schützen, z.B. durch Abdecken. Auf dem gefrorenen Mauerwerk darf nicht weitergemauert werden. Durch Frost oder andere Einflüsse beschädigte Teile von Mauerwerk sind vor dem Weiterbau abzutragen.

INFO

Das Mauern bei Frost bedarf nach DIN 18330 grundsätzlich der Zustimmung des Auftraggebers und darf nach DIN EN 1996-2/NA nur unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Das frische Mauerwerk ist vor Frost zu schützen.

5.3 Mauern bei Hitze

Starke Hitze führt zu einer schnellen Verdunstung des Anmachwassers, das im frisch verarbeiteten Mörtel enthalten ist. Die Verdunstung kann durch Wind noch beschleunigt werden. Liegen diese Bedingungen längere Zeit vor, kann das dazu führen, dass nicht mehr ausreichend Wasser für den Erhärtungsprozess des Mörtels vorhanden ist und die erforderliche Festigkeit des Mörtels sowie die feste Verbindung des Mörtels mit dem Stein nicht erreicht werden. Sehr trockene Steine können dem Mörtel auch Teile des Anmachwassers entziehen.

Für das Mauern mit Mauermörtel wird unter den beschriebenen Bedingungen empfohlen, sehr trockene Mauersteine zeitig vor dem Mauern gründlich vorzunässen und die frisch erstellten Wände durch Abdecken mit Folien vor zu schnellem Austrocknen zu schützen.

5.4 Absäuern des Mauerwerks

Entsprechend DIN 18330 Mauerarbeiten, Abschnitt 3.2.6 darf Mauerwerk aus Kalksandstein nicht abgesäuert werden. Dies ist besonders bei Sicht- und Verblendmauerwerk zu beachten. Der Einsatz von Säuren wie auch Salzlösungen kann zur Zerstörung von Bauteilen aus Mauerwerk führen. Bei Beton kann eine beschleunigte Korrosion der Stahleinlagen eintreten.

INFO

Das Absäuern von KS-Mauerwerk ist nach DIN 18330 nicht zulässig.

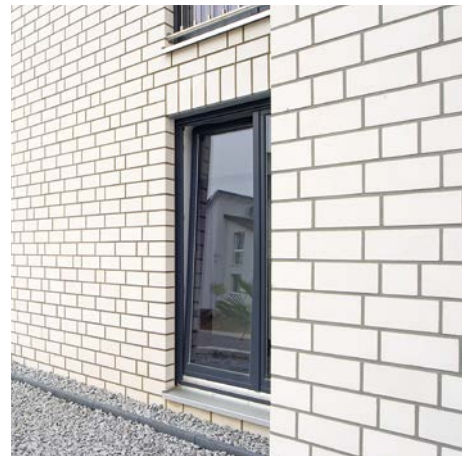


Bild 12 Sichtmauerwerk als gestalterisches Element der Fassade

Literatur

- [1] DIN 18330:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Mauerarbeiten
- [2] DIN EN 1996-1-1/NA: 2012-05 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
- [3] DIN 4172:2015-09 Maßordnung im Hochbau
- [4] DIN 18202: 2013-04: Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
- [5] Merkblatt Dünnlagenputz im Innenbereich, Hrsg. Bundesverband Ausbau und Fassade, Berlin 2012

Bildnachweise

Bild 1: Beuth Verlag, Berlin;

Bild 2: Csaba Mester; **Bild 12:** Peter Frese

Bild S. 13; Bild 4, 6, 8:

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

DAS MISCHUNGSVERHÄLTNIS
VON KALK ZU SAND
BEI KALKSANDSTEINEN IST

1:12

1. Einleitung

Kalksandsteine sind Mauersteine, die aus den natürlichen Rohstoffen Kalk, kiesel-säurehaltigen Zuschlägen (Sand) und Wasser hergestellt, nach intensivem Mischen verdichtet, geformt und unter Dampfdruck gehärtet werden (Bild 1). Für die Zuschläge sollen Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 verwendet werden. Die Verwendung von Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1 ist, mit Ausnahme von Blähglas und Kesselsand, zulässig, soweit hierdurch

die Eigenschaften der Kalksandsteine nicht ungünstig beeinflusst werden.

Kalksandsteine werden für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk vorwiegend für die Erstellung von Außen- und Innenwänden verwendet. Für tragende und nicht tragende Außenwände sowie für tragende Innenwände gilt in Deutschland DIN EN 1996/NA, für nicht tragende Innenwände DIN 4103-1 [1].

2. Herstellung

Die wesentlichen Stationen der KS-Produktion sind (Bild 1):

1 Kalk und Sand aus den heimischen Abbaustätten werden im Werk in Silos ge-

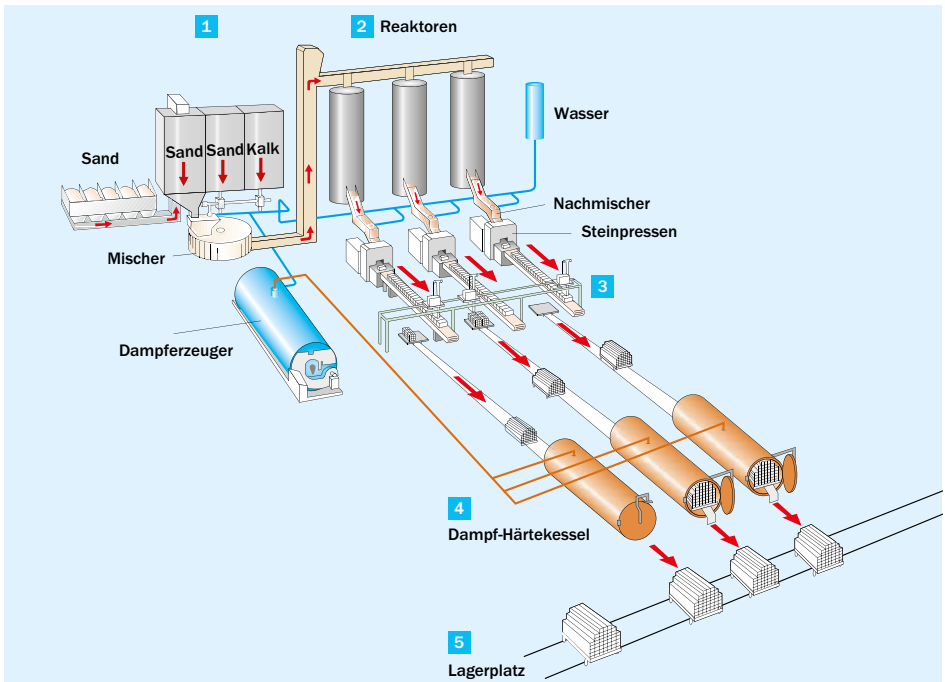


Bild 1 Die Herstellung von Kalksandstein

lagert. Die Rohstoffe werden im Mischungsverhältnis Kalk : Sand = 1 : 12 nach Gewicht dosiert, intensiv miteinander gemischt und über eine Förderanlage in Reaktoren geleitet.

2 Hier löscht der Brannkalk unter Zugabe von Wasser zu Kalkhydrat ab. Gegebenenfalls wird das Mischgut dann im Nachmischer auf Pressfeuchte gebracht.

3 Mit vollautomatisch arbeitenden Pressen werden die Steinrohlinge geformt und auf Härtewagen gestapelt.

4 Es folgt dann das Härten der Rohlinge unter geringem Energieaufwand bei Temperaturen von ca. 200 °C unter Wasserdampf-Sättigungsdruck, je nach Steinformat etwa vier bis zwölf Stunden. Der Vorgang ist von der Natur abgeschaut. Beim Härtevorgang wird durch die heiße Wasserdampf-atmosphäre Kieselsäure von der Oberfläche der Quarzsandkörner angelöst. Die Kieselsäure bildet mit dem Bindemittel Kalkhydrat kristalline Bindemittelphasen – die CSH-Phasen –, die auf die Sandkörner aufwachsen

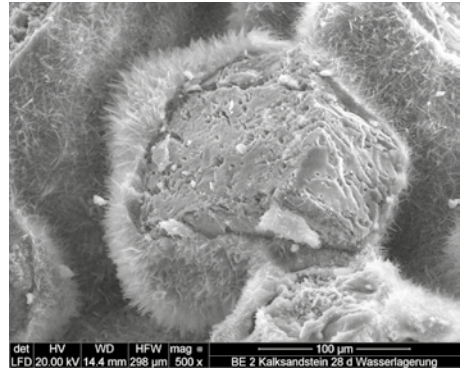
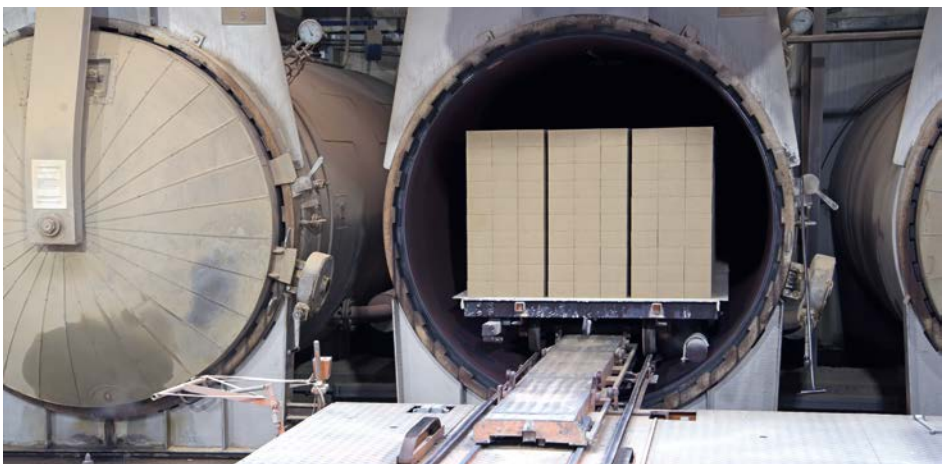


Bild 2 Raster-Elektronen-Mikroskopaufnahme (REM) von Kalksandsteinen: Sandkorn mit CSH-Phasen

und diese fest miteinander verzahnen (Bild 2). Die beim Herstellungsprozess gebildeten Strukturen aus Kalk, Sand und Wasser sind dafür verantwortlich, dass der Kalksandstein ein festes Gefüge hat. Es entstehen keine Schadstoffe.

5 Nach dem Härten und Abkühlen sind die Kalksandsteine gebrauchsfertig, eine werkseitige Vorlagerung ist nicht erforderlich.



3. Mauersteine

Von der Kalksandsteinindustrie wird eine Vielzahl an Formaten für die Handvermauerung und für das Mauern mit Versetzgerät angeboten. Das KS-Bausystem umfasst neben den Steinformaten für die Erstellung von Mauerwerk nach DIN EN 1996/NA auch Bauteile zur Systemergänzung sowie Sonderprodukte.

Die KS-Palette zur Herstellung von tragenden und nicht tragenden Wänden reicht von traditionellen, kleinformatischen Kalksandsteinen zur Handvermauerung über mittelformatige Voll- und Lochsteine bis zu großformatigen Elementen mit Nut-Feder-System zum maschinellen Versetzen.

Mit KS-Bauplatten werden schlanke nicht tragende Wände hergestellt. Besonders wirtschaftlich sind zudem KS-Plansteine und KS-Planelemente, die mit Dünnbettmörtel verarbeitet werden. KS-E-Steine ermöglichen – auch nachträglich – die Verlegung von Elektroinstallation ohne Schlitzen und Fräsen. Steine zur Erstellung von Sichtmauerwerk runden die Palette ab.

INFO

Das Steinformat wird in der Regel als Vielfaches vom Dünnformat (DF) angegeben. Bei KS-R P-Steinen ist zusätzlich die gewünschte Wanddicke hinter dem Formatkürzzeichen anzugeben.

Alle Kalksandsteine sind nach DIN EN 771-2 mit dem CE-Kennzeichen versehen. Anhand der in der Leistungserklärung deklarierten wesentlichen Merkmale werden die Steine nach DIN 20000-402 für die Verwendung in Deutschland eingestuft und bezeichnet.

3.1 Steinarten

Kalksandsteine werden in verschiedenen Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungsbereiche angeboten. Bei der Unterscheidung der Steinarten sind verschiedene Kriterien zu unterscheiden:

- Lochanteil bezogen auf die Lagerfläche (Vollsteine/Lochsteine)
- Stegdickensumme (Lochsteine)
- Anordnung und Ausbildung von Grifflöchern, Griffhilfen, Griffflächen und Hantierlöchern
- Anordnung und Ausgestaltung von Lochbildern (Lochreihenanzahl, Stegdicken, Lochdurchmesser)
- Stoßfugenausbildung (Nut-Feder-System)
- Kantenausbildung (Fasensteine)

Tafel 1 Übliche Steindruckfestigkeitsklassen (SFK) von Kalksandstein

Steindruckfestigkeitsklasse ¹⁾	10 ²⁾	12	16 ²⁾	20	28 ²⁾
Mittlere Mindestdruckfestigkeit f_{st} [N/mm ²]	12,5	15,0	20,0	25,0	35,0

¹⁾ Entspricht auch dem kleinsten zulässigen Einzelwert bei einer Prüfung ²⁾ Nur auf Anfrage regional lieferbar

Tafel 2 Wichtige Steinarten und -bezeichnungen nach DIN 20000-402

Bezeichnung	Kurzzeichen	Schichthöhe [cm]	Eigenschaften und Anwendungsbereiche	
a) Kalksandsteine: Lochanteil ≤ 15 % der Lagerfläche				
1	KS-Vollsteine	KS	≤ 12,5	Für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk in Normalmauermörtel versetzt
2	KS -R-Blocksteine	KS -R	> 12,5 ≤ 25	Wie Zeile 1, zusätzlich mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten; Stoßfugenvermörtelung kann daher im Regelfall entfallen
3	KS-Plansteine KS -R-Plansteine	KS P KS -R P	≤ 25	Wie Zeile 2, aufgrund höherer Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) zum Versetzen in Dünnbettmörtel geeignet
4	KS-Fasensteine	KS F	≤ 25	Wie Zeile 3, jedoch mit beidseitig umlaufender Fase an der Sichtseite von ca. 4 bis 7 mm
5	KS XL-Raster-elemente ¹⁾	KS XL-RE	≥ 50 ≤ 62,5	Wie Zeile 3; Lieferung von Regelementen der Länge 498 mm sowie Ergänzungselementen der Längen 373 mm und 248 mm
6	KS XL-Plan-elemente ¹⁾	KS XL-PE	≥ 50 ≤ 65	Wie Zeile 3; Lieferung von werkseitig vorkonfektionierten Wandbausätzen mit Regelementen der Länge 998 mm
7	KS XL-E-Plan-elemente	KS XL-E	= 50	Wie Zeile 5, jedoch mit durchgehenden Installationskanälen (KS -E-Steine)
b) Kalksandsteine: Lochanteil > 15 % der Lagerfläche				
8	KS-Lochsteine	KS L	≤ 12,5	Für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk in Normalmauermörtel versetzt
9	KS -R-Hohlblocksteine	KS L-R	> 12,5 ≤ 25	Wie Zeile 8, zusätzlich mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten; Stoßfugenvermörtelung kann daher im Regelfall entfallen
10	KS-Plansteine KS -R-Plansteine	KS L P KS L-R P	≤ 25	Wie Zeile 9, aufgrund höherer Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) zum Versetzen in Dünnbettmörtel
c) Frostwiderstandsfähige Kalksandsteine²⁾				
11	KS-Vormauersteine	KS Vm	≤ 25	Kalksandsteine mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 10, die frostwiderstandsfähig sind (mindestens Frostwiderstandklasse F1)
12	KS-Verblender ²⁾	KS Vb	≤ 25	Kalksandsteine mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 16 mit höheren Anforderungen an die Abmaßklasse (Toleranzen) als Zeile 11 und erhöhter Frostwiderstandsfähigkeit (mindestens Frostwiderstandklasse F2)

¹⁾ Im Markt sind unterschiedliche Marken bekannt.

²⁾ KS-Verblender werden regional auch als bossierte Steine oder mit bruchrauer Oberfläche angeboten. Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

3.2 Steindruckfestigkeitsklassen (SFK)

Die Steindruckfestigkeit wird in N/mm^2 angegeben. Kalksandsteine sind in den Steindruckfestigkeitsklassen 4 bis 60 genormt. In der Praxis werden im Wesentlichen die Steindruckfestigkeitsklassen 12 und 20 hergestellt.

Zu berücksichtigen sind die Anforderungen an die Steindruckfestigkeit der Kalksandsteine bei Steinen nach DIN EN 772-1 in Verbindung mit DIN 20000-402:

- KS-Vormauersteine: ≥ 10
- KS-Verblender: ≥ 16

INFO

Nach DIN EN 772-1 in Verbindung mit DIN 20000-402 wird zwischen KS-Vormauersteinen und KS-Verblendern unterschieden. Aus Gründen der Vereinfachung wird in diesem Buch nur der Begriff „KS-Verblender“ verwendet.

Bei der Prüfung und Güteüberwachung müssen die Steine für die Zuordnung in eine Steindruckfestigkeitsklasse zwei Anforderungen erfüllen: die Anforderung an den Mittelwert und die Anforderung an den Einzelwert (Tafel 1). Die Prüfung erfolgt an sechs Probekörpern.

3.3 Steinrohdichteklassen (RDK)

Die Steinrohdichte wird in kg/dm^3 angegeben. Das Steinvolumen wird einschließlich etwaiger Lochungen und Grifföffnungen ermittelt. Die Steinrohdichte wird auf den bis zur Massenkonzanz bei 105 °C getrockneten Stein bezogen.

Voll- und Blocksteine sind dabei den Rohdichteklassen $\geq 1,6$ zuzuordnen, Loch- und Hohlblocksteinen den Rohdichteklassen $\leq 1,6$. Ob Steine der Rohdichteklasse 1,6 zu den Voll- oder Lochsteinen zu zählen sind, ist abhängig vom prozentualen Lochanteil der Steine. In der Praxis werden im Wesentlichen die Rohdichteklassen 1,4 bis 2,2 hergestellt.

3.4 Formate

Die Kalksandsteinindustrie bietet für jeden Anwendungsfall das richtige Steinformat an. Alle Steinformate entsprechen den Anforderungen in DIN 20000-402 sowie DIN 4172 „Maßordnung im Hochbau“ [2]. Sie werden in der Regel als Vielfaches vom Dünnformat (DF) angegeben (Ausnahme: NF = Normalformat).

INFO

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Tafel 3 Übliche Rohdichteklassen (RDK) von Kalksandstein

Rohdichteklasse	1,2 ¹⁾	1,4	1,6 ¹⁾	1,8	2,0	2,2
Klassengrenzen [kg/dm^3]	1,01 bis 1,20	1,21 bis 1,40	1,41 bis 1,60	1,61 bis 1,80	1,81 bis 2,00	2,01 bis 2,20

¹⁾Nur auf Anfrage regional lieferbar

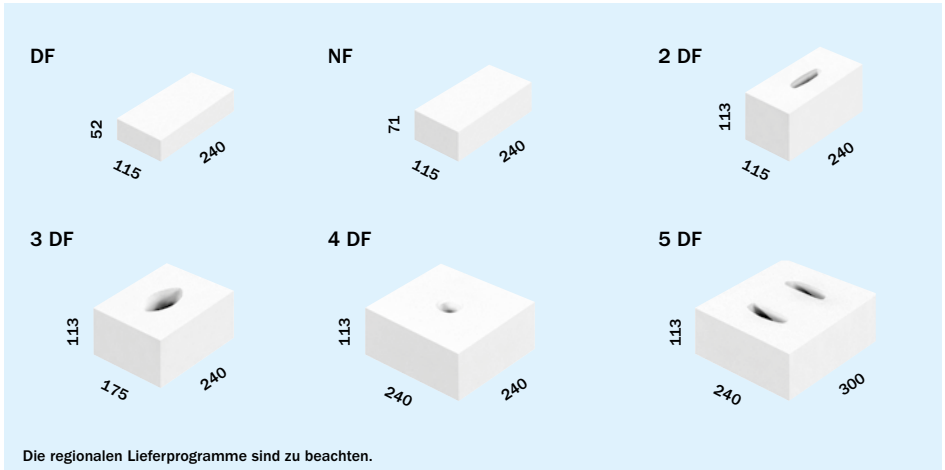


Bild 3 Beispiele von KS-Steinen zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

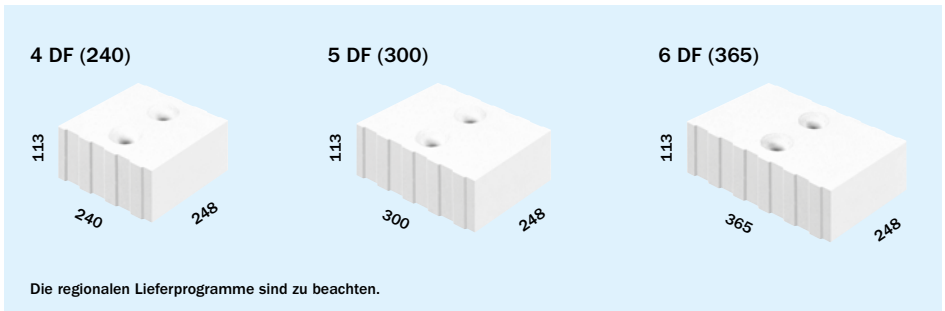


Bild 4 Beispiele von KS-R-Steinen ($h = 113$ mm), zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

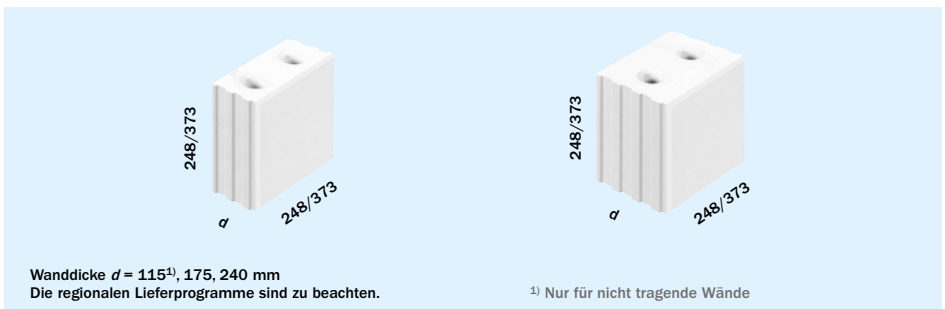


Bild 5 Beispiele von KS-Fasensteinen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

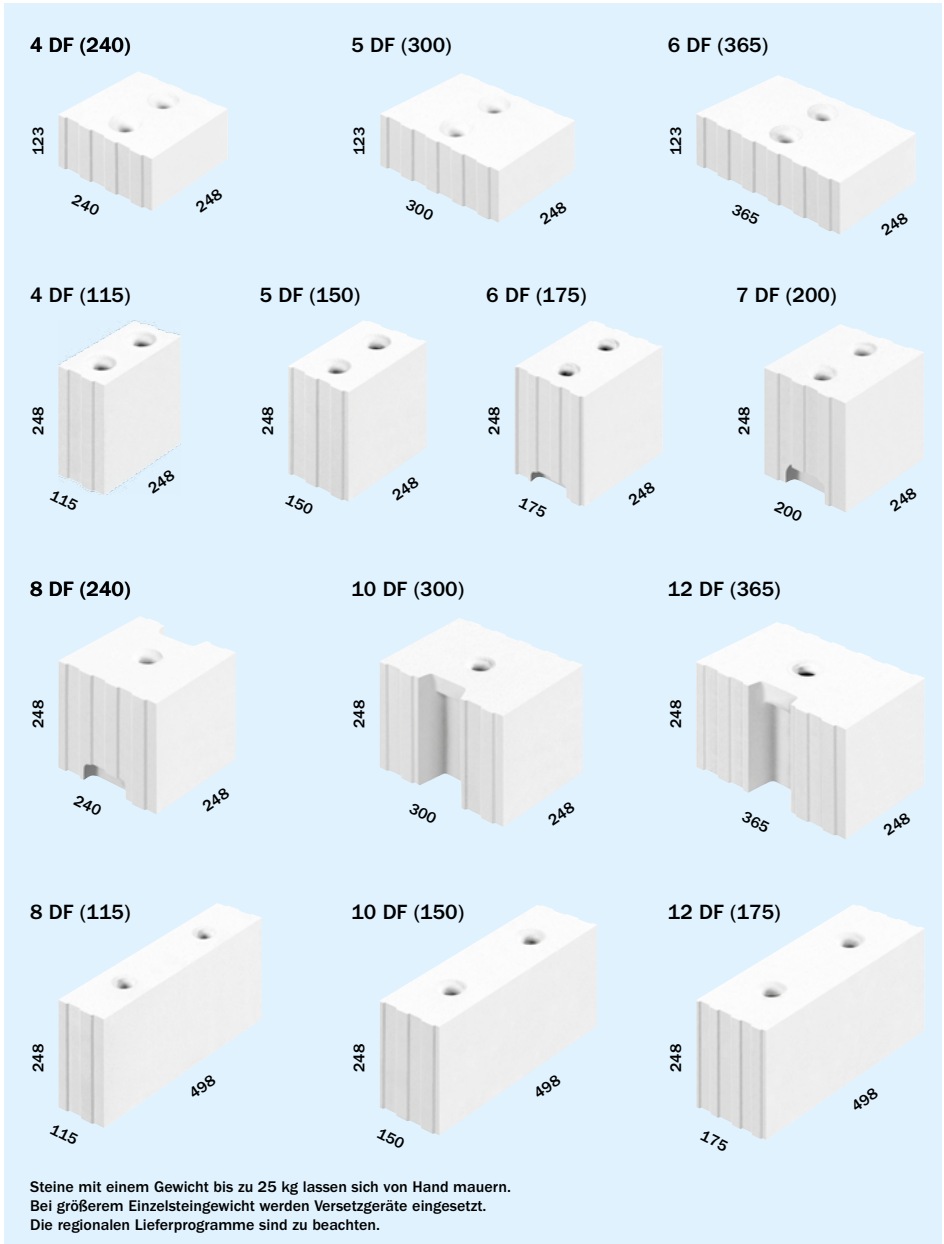
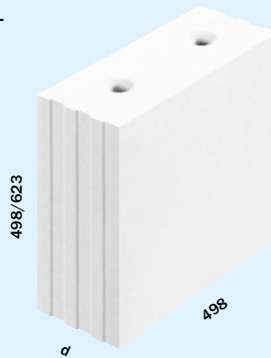


Bild 6 Beispiele von KS -R-Plansteinen ($h = 123$ mm bzw. 248 mm), zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

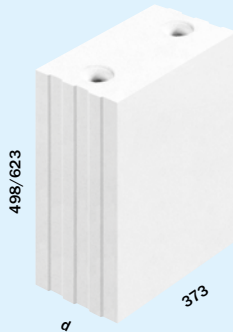
Regelement

1/1

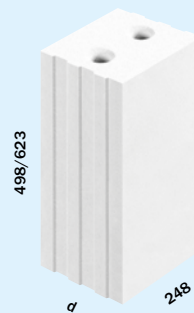


Ergänzungselemente

3/4



1/2



$d = 100^{1)}$, 115, 150, 175, 200, 240, 300, 365 mm
Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.
Im Markt sind unterschiedliche Marken bekannt.

¹⁾ Nur für nicht tragende Wände

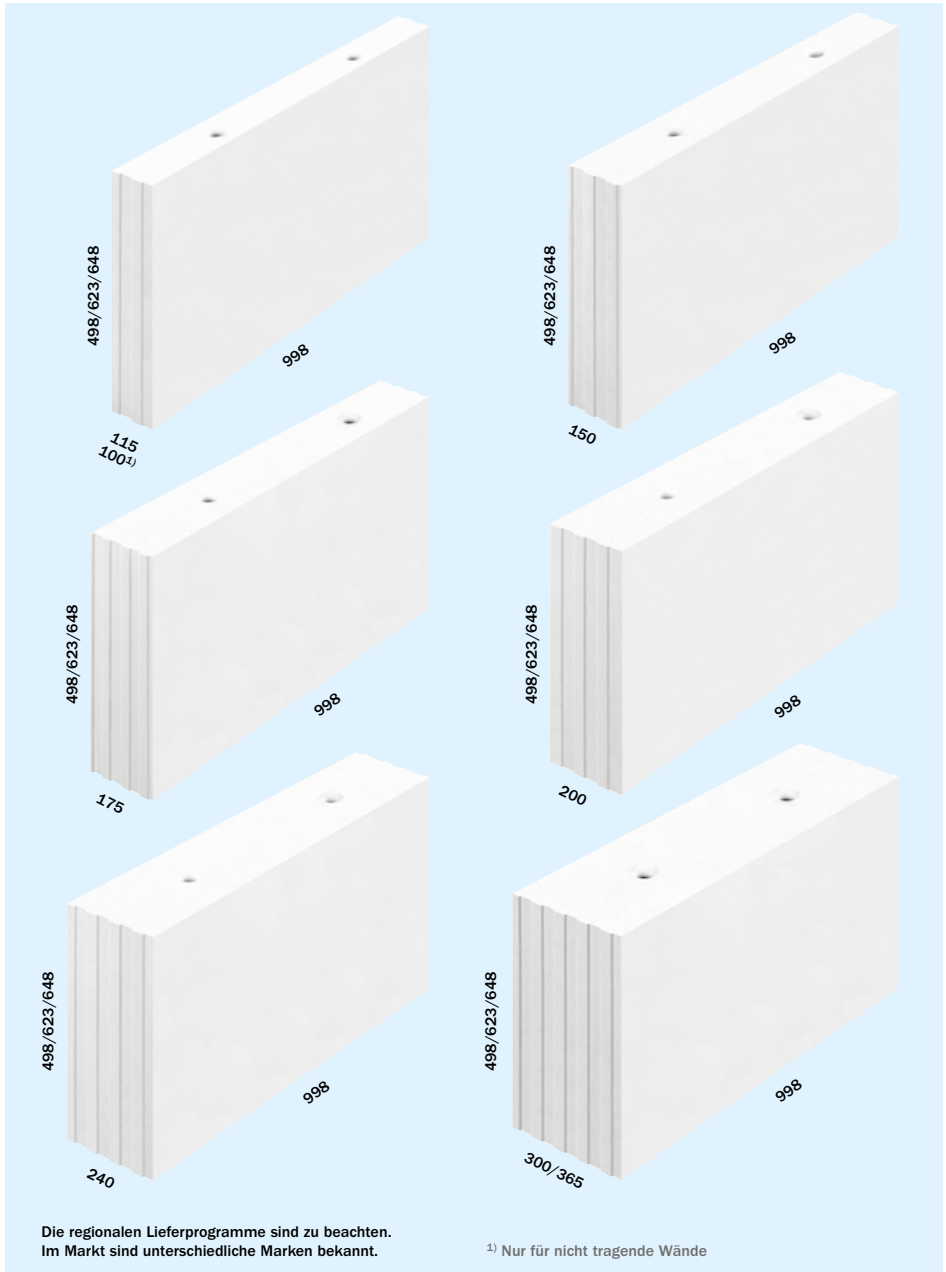


Bild 8 Beispiele von KS XL-Planelementen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

Tafel 4 Grenzabmaße von Kalksandsteinen

Maße	KS und KS -R	KS -R P und KS XL	KS Vb ¹⁾
Abmaßklasse	T1	T3	Tm
Steinlänge und -breite			
Mittelwerte	Soll ± 2 mm	Soll ± 2 mm	Soll ± 1 mm
Einzelwerte	Mittel ± 2 mm	Soll ± 3 mm	Mittel ± 1 mm
Steinhöhe			
Mittelwerte	Soll ± 2 mm	Soll –	Soll ± 2 mm
Einzelwerte	Mittel ± 2 mm	Soll $\pm 1,0$ mm	Mittel ± 2 mm
Ebenheit und Planparallelität	–	1,0 mm	–

¹⁾ KS-Verblender mit strukturierter Oberfläche haben eine oder zwei bossierte bzw. bruchraue Sichtflächen. Die Anforderungen an die Grenzabmaße gelten nicht für die Richtung senkrecht zur strukturierten Oberfläche.

3.5 Grenzabmaße (Toleranzen)

Kalksandsteine sind durch das Herstellverfahren sehr maßgenau. Die in der Leistungserklärung deklarierte Abmaßklasse nach DIN EN 771-2 muss gemäß DIN 20000-402 für die Verwendung mit Dünnbettmörtel mindestens T3 und für die Verwendung mit Normal- oder Leichtmauermörtel mindestens T1 entsprechen (Tafel 4). Für KS-Verblender sind die Grenzabmaße der Klasse Tm in DIN 20000-402 angegeben.

3.6 Frostwiderstand

Kalksandsteine für ungeschütztes Mauerwerk, die der Witterung ausgesetzt sind (z.B. in der Verblendschale von zweischaligem Mauerwerk), müssen frostwiderstandsfähig sein. Die Einstufung in Vormauersteine und Verblender erfolgt nach DIN 20000-402. Bei KS-Vormauersteinen (Vm) muss mindestens die Frostwiderstandsklasse F1 und bei KS-Verblendern

(Vb) mindestens die Frostwiderstandsklasse F2 deklariert sein. Dies entspricht einer extremen Beanspruchung von 25 bzw. 50 Frost-Tau-Wechseln, wobei die Temperatur im Verlauf der Prüfung zwischen -15 °C und $+20$ °C wechselt. Zudem müssen KS-Vm mindestens die Steindruckfestigkeitsklasse 10 und KS-Vb mindestens die Steindruckfestigkeitsklasse 16 aufweisen.

INFO

Die Frostwiderstandsklasse wird in der Leistungserklärung gemäß DIN EN 771-2 nur bei Kalksandsteinen für ungeschütztes Mauerwerk deklariert.

3.7 Brandverhalten

Kalksandsteine nach DIN 20000-402 entsprechen der Brandverhaltensklasse A1 (nichtbrennbar) und werden entsprechend deklariert.

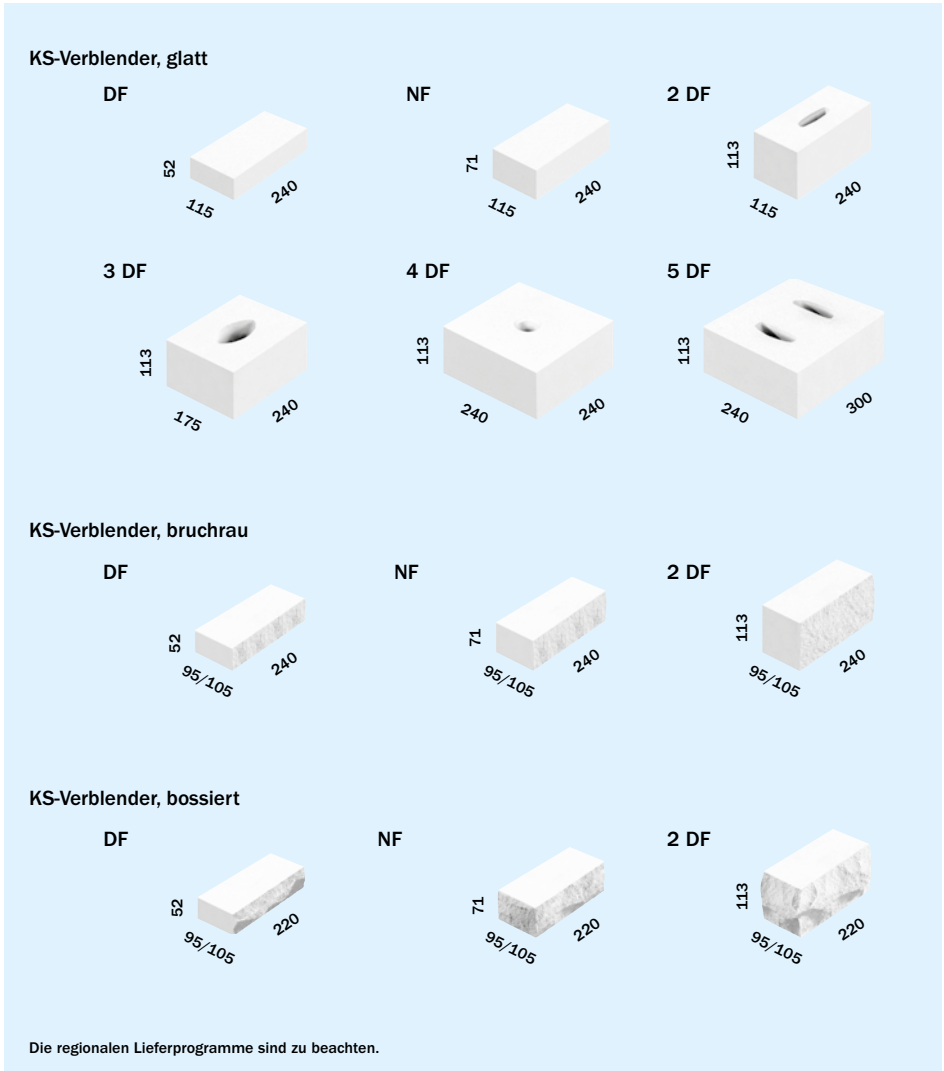


Bild 9 Beispiele von KS-Produkten für Sicht- und Verblendmauerwerk, zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

4. KS-Produkte ausschließlich für nicht tragende Wände

Für nicht tragende innere Trennwände nach DIN 4103-1 [1] können neben KS XL auch KS-Bauplatten eingesetzt werden. KS-Bauplatten sind Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402 mit einer Dicke

≤ 100 mm, die mit einem umlaufenden Nut-Feder-System ausgebildet sein können. Die Stoßfugen der KS XL-RE und KS XL-PE der Dicke 100 mm sowie die der KS-Bauplatten werden in der Regel vermörtelt.

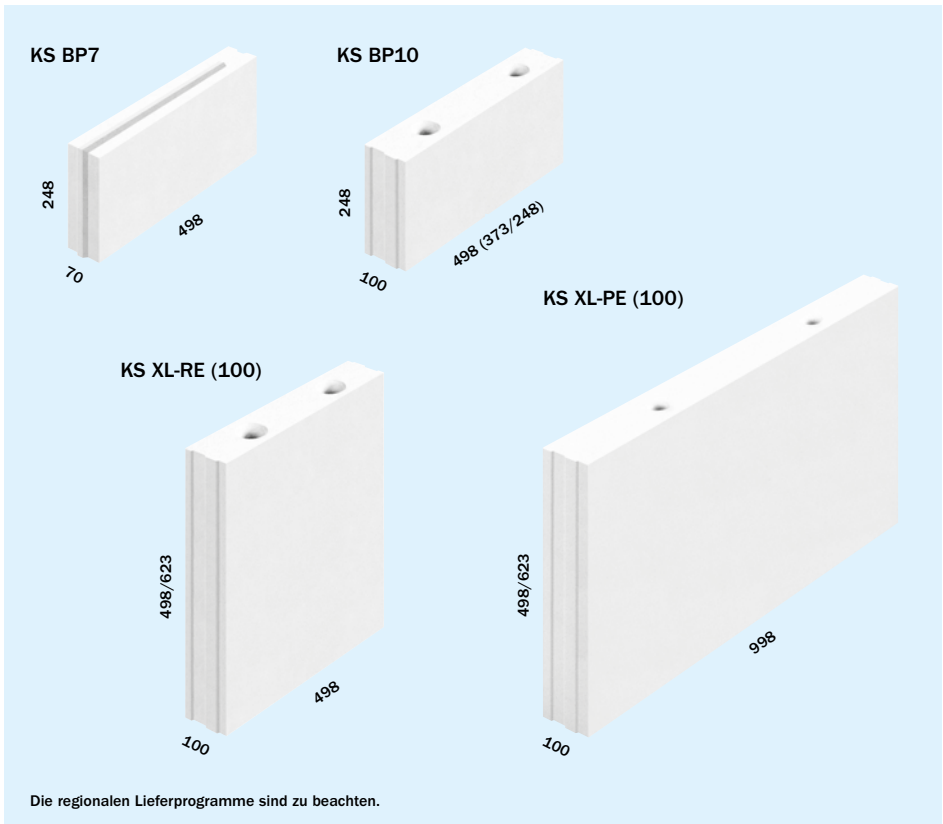


Bild 10 KS-Produkte für nicht tragende Wände nach DIN 4103

5. Bauteile zur Systemergänzung

Die Bauteile zur Systemergänzung runden das Lieferprogramm ab und ermöglichen somit die Erstellung von Wänden aus einem Baustoff.

5.1 KS-Kimmsteine/ KS-Wärmedämmsteine

KS-Kimmsteine sind Ergänzungssteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402, die in unterschiedlichen Höhen zum Höhenausgleich am Wandfuß bzw. am Wandkopf eingesetzt werden (Bild 11).

KS-Wärmedämmsteine sind wärmetechnisch optimierte Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402, die unter Verwendung eines natürlichen Leichtzuschlags hergestellt werden. Sie werden in der Regel als Vollstein in der Steindruckfestigkeitsklasse ≤ 20 und einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,33$ W/(m·K) angeboten, regional auch mit anderen Steineigenschaften. Die verbes-

serten wärmeschutztechnischen Kennwerte werden laufend von unabhängigen Prüfstellen überwacht (Bild 11).

KS-Wärmedämmsteine werden an geometrisch bedingten Wärmebrücken wie z.B. Wandfußpunkten von Außen- und Innenwänden über nicht beheizten Kellern, Fundamentplatten oder belüfteten Kriechkellern eingesetzt.

5.2 KS-Stürze

Als vorgefertigte Bauteile zur Öffnungsüberdeckung werden vorgefertigte KS-Stürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung angeboten (Bild 12).

Es wird unterschieden zwischen *KS-Flachstürzen* ($h \leq 12,5$ cm), deren Druckzone (Übermauerung) auf der Baustelle hergestellt wird, und *KS-Fertigteilstürzen* ($h > 12,5$ cm) (Bild 13).

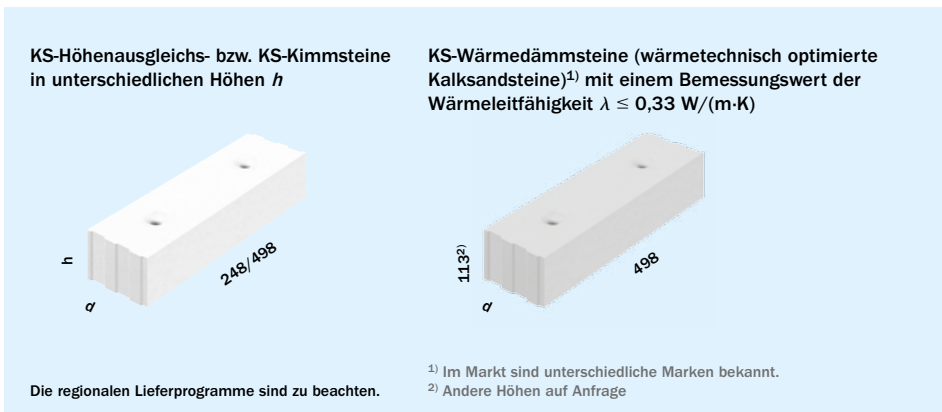
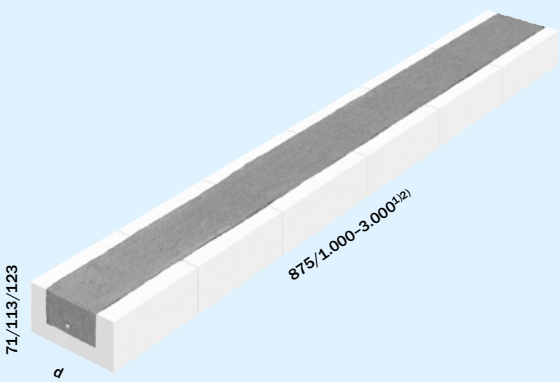


Bild 11 KS-Kimmsteine und KS-Wärmedämmsteine



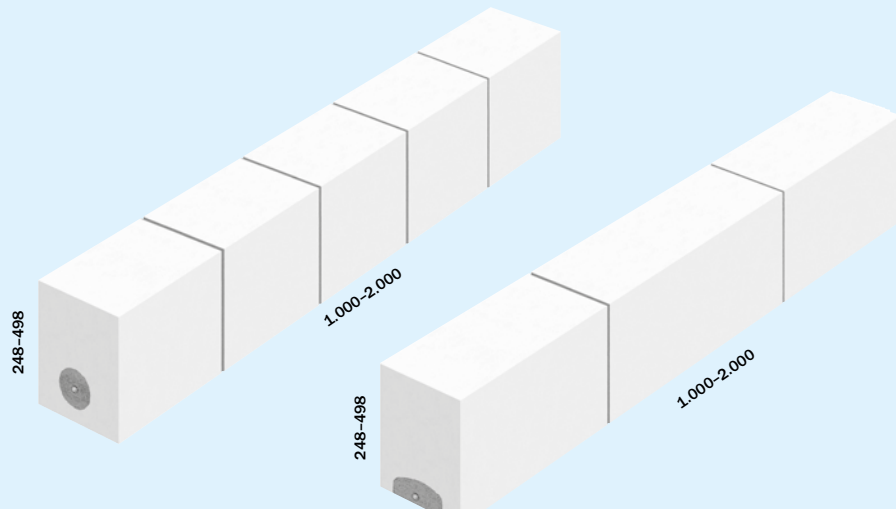
71/113/123
 d
 875/1.000-3.000¹⁾²⁾

Sturzbreite $d = [mm]$	Sturzhöhe [mm]	Nennlänge [mm]	
115 175	71	1.000 bis 3.000 ¹⁾	
115 150 175 200 240	113		
100 ^{3)*)} 115 150 175 200 240	123		875 bis 3.000 ²⁾

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

¹⁾ Abgestuft in 250 mm-Schritten
²⁾ Abgestuft in 125 mm-Schritten
³⁾ Nur für nicht tragende Wände
^{*)} Auf Anfrage

Bild 12 KS-Flachstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)



248-498
 1.000-2.000
 248-498
 1.000-2.000

Lieferbar in verschiedenen Wanddicken und Längen.
 Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Bild 13 KS-Fertigteilstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

5.3 KS -U-Schalen

KS -U-Schalen sind Kalksand-Formsteine nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402, die aus anwendungstechnischen Gründen von der Form eines geschlossenen Mauersteins

abweichen. Sie werden z.B. für Ringbalken, Stürze, Stützen und Installationschlitzte im Mauerwerk verwendet. KS -U-Schalen werden als Ergänzung für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk sowie für Verblendmauerwerk angeboten (Bild 14).

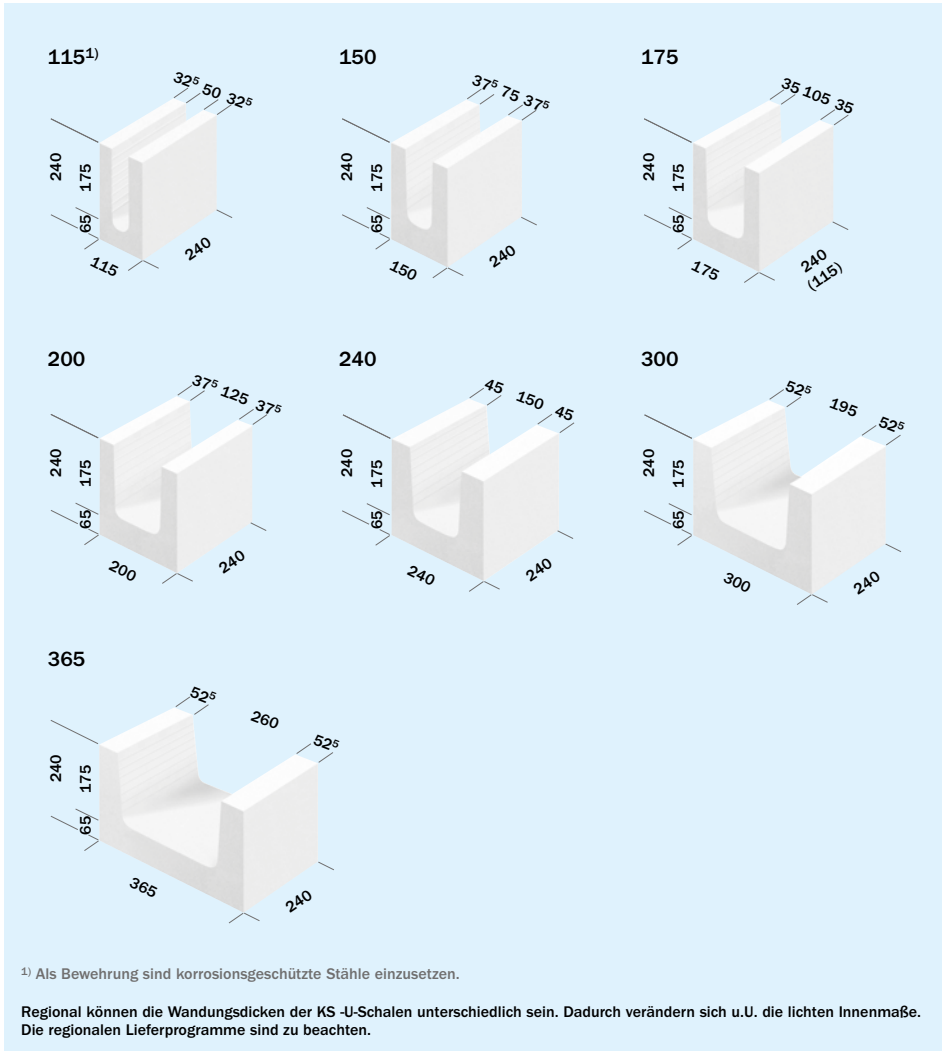


Bild 14 KS -U-Schalen

5.4 KS -E-Steine

KS-Produkte nach DIN EN 771-2 und DIN 20000-402 mit durchgehenden vertikalen Installationskanälen ($\varnothing \leq 60$ mm) im Abstand von 12,5 bzw. 25 cm werden als KS -E-Steine bezeichnet. Sie sind so im Verband zu mauern, dass über die gesamte Wandhöhe eines Geschosses durchgehende Kanäle entstehen. In diese Kanäle können nach Fertigstellung der Wände von der oberen Decke her Leerrohre für die Installation eingezogen werden. Der Vorteil dieser Bauweise ist, dass Installationsleitungen nicht eingefräst werden müssen, sondern geschützt in der Wand liegen (Bild 16).

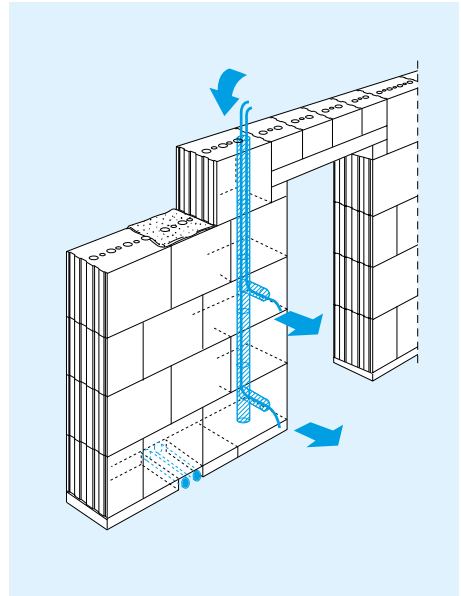


Bild 15 Die Leitungsführung kann innerhalb der Wand erfolgen. Voraussetzung: Steine mit durchgehenden Installationskanälen.

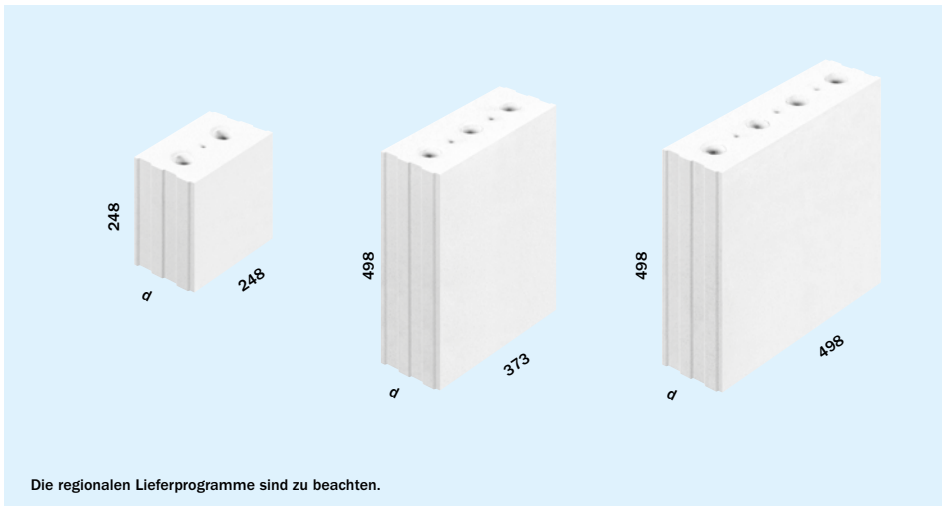


Bild 16 Beispiele von KS-Produkten mit durchgehenden Installationskanälen (KS -E-Steine)

6. Bezeichnungen

Die Bezeichnung der Kalksandsteine erfolgt nach DIN 20000-402. Sie setzt sich zusammen aus der Steinsorte, der DIN-Hauptnummer, der Steinart, der Steindruckfestigkeitsklasse, der Steinrohrichte Klasse und dem Format-Kurzzeichen. Ab dem Format 4 DF

ist zusätzlich die Wanddicke anzugeben. Anstelle des Format-Kurzzeichens dürfen auch die Maße in der Reihenfolge Länge/Breite/Höhe angegeben werden. Die Breite entspricht der Wanddicke (Bild 17).

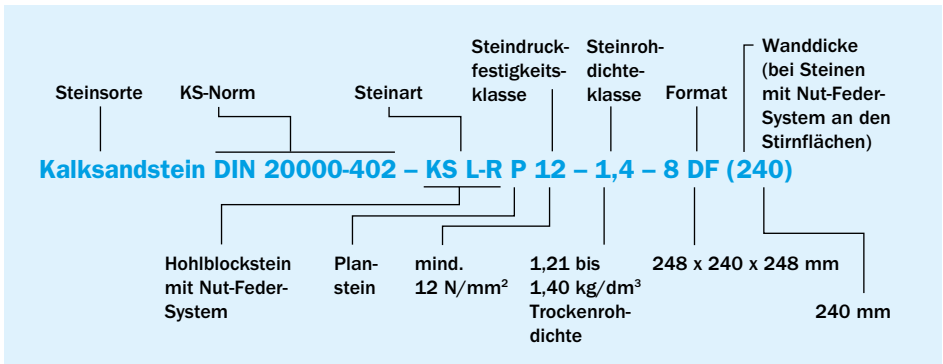


Bild 17 Bedeutung der Kurzzeichen (Beispiel)


Literatur

- [1] DIN 4103-1:2015-06 Nichttragende innere Trennwände – Teil 1; Anforderungen und Nachweise
- [2] DIN 4172:2015-09 Maßordnung im Hochbau

Bildnachweise

Bild 2: Prof. Bernhard Middendorf, Universität Kassel, Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie; **Bild 15:** KS-Quadro

Bild S. 25, 27; Bild 3 bis 14, 16: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

A close-up photograph of a brick wall joint. The bricks are light-colored and laid in a standard pattern. The mortar is a light grey color and is applied in a very thin layer, consistent with thin-bed mortar. The text is overlaid on the image, with a white box around the main text and a white arrow pointing to the mortar joint.

BEI DÜNNBETTMÖRTEL
**IST DIE SOLLDICKE
DER LAGERFUGE
2 MM**

1. Anforderungen an Mauermörtel

Die Bestimmungen über die Mörtelbestandteile, die Mörtelzusammensetzung sowie die Anforderung an Mauermörtel sind in der europäischen Produktnorm DIN EN 998-2 [1] enthalten. Die in DIN EN 998-2 gestellten Anforderungen an Mauermörtel umfassen aber nicht alle Anforderungen, die in Deutschland an Mauermörtel gestellt werden. Damit Planer und Verarbeiter mit Mauermörtel nach DIN EN 998-2 Mauerwerk herstellen können, sind auch die Anforderungen in DIN V 18580 einzuhalten.

INFO

Die Anwendung von Mauermörteln ohne Einhaltung der Anforderungen in DIN V 18580 ist nicht zu empfehlen.

2. Kennzeichnung des Mauermörtels

Die Mauermörtel nach DIN EN 998-2 werden mit einem CE-Kennzeichen gekennzeichnet. Entsprechen diese Mörtel zusätzlich der DIN V 18580 [2], muss dieses vom Hersteller entsprechend bescheinigt werden.

Entspricht ein Mauermörtel nicht den Anforderungen in DIN V 18580, so sind für die Herstellung von Mauerwerk mit diesem Mörtel zusätzlich die Anwendungsregeln der DIN V 20000-412 [3] zu beachten. Die nach DIN V 20000-412 zur Einstufung in die bekannten Mörtelgruppen erforderlichen Mör-

teldruckfestigkeiten werden allerdings von den handelsüblichen Mörteln nicht erreicht. Daher sollte für die Verwendung von Mauermörteln in Deutschland die Übereinstimmung mit DIN V 18580 in jedem Fall vorliegen.

Die Bezeichnung der Mörtel erfolgt nach DIN EN 998-2. Zusätzlich ist der Mörtel mit Bezug auf DIN V 18580 mit der Angabe der Mörtelart und Mörtelgruppe zu bezeichnen, z.B. für Normalmauermörtel DIN V 18580 – NM IIa oder für Dünnbettmörtel DIN V 18580 – DM.

3. Mörtel- und Steinbedarf

Tafel 1 Mörtelbedarf für KS-Vollsteine und KS-Lochsteine

KS-Vollsteine und KS-Lochsteine in Normalmauermörtel ¹⁾ (mit Stoßfugenvermörtelung)										
Wand- dicke: Format	Richtwerte für den Bedarf an Steinen in Stück und an NM in Liter je m ² Wandfläche									
	11,5 cm		17,5 cm		24 cm		30 cm		36,5 cm	
	Stein	Mörtel	Stein	Mörtel	Stein	Mörtel	Stein	Mörtel	Stein	Mörtel
DF	64	26	–	–	128	62	–	–	192	98
NF	48	24	–	–	96	57	–	–	144	90
2 DF	32	17	–	–	64	44	(32 · 2 DF +32 · 3 DF)	53	96	71
3 DF	–	–	32	26	44	38			(48 · 2 DF +32 · 3 DF)	69
4 DF	–	–	–	–	32	36	–	–	–	–
5 DF	–	–	–	–	26	34	32	44	–	–

¹⁾ Die angegebenen Werte sind durchschnittliche Verbrauchswerte üblicher Baustellen. Je nach Baustelle sind Mörtelverluste bzw. erhöhter Mörtelbedarf einzuplanen.

Tafel 2 Dünnbettmörtelbedarf¹⁾ für Mauerwerk aus mittel- und großformatigen Kalksandsteinen

Richtwerte ¹⁾ für den Bedarf an Dünnbettmörtel in kg Trockenmasse je m ² Wandfläche bei einer Frischmörtelauftragsdicke von 3 bis 4 mm											
Steinhöhe [mm]	Wanddicke [cm]										
	7 ²⁾	10	11,5	15	17,5	20	21,4	24	26,5	30	36,5
123	–	–	4,7	6,4	7,2	8,1	–	9,7	–	12,2	14,9
248	2,0	2,0	2,3	3,1	3,5	4,1	–	4,9	–	6,1	7,4
498	–	1,1	1,2	1,6	1,9	2,0	2,3	2,4	2,7	3,1	3,8
623/648	–	0,8	1,1	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0	2,3	2,6	3,1

Randbedingungen:

- Auftrag mit dem Mörtelschlitten und der vom Mörtelhersteller empfohlenen Zahnschiene (Abstreifschiene)
- Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung

¹⁾ Die angegebenen Werte sind durchschnittliche Verbrauchswerte üblicher Baustellen bei Auftrag mit einem Mörtelschlitten. Je nach Baustelle sind Mörtelverluste bzw. erhöhter Mörtelbedarf einzuplanen, z.B. für:

- Vermörteln von Anschlussfugen bei Anwendung der Stumpfstoßtechnik
- Planmäßiges Vermörteln der Stoßfugen (zur Herstellung der Druckzone in der Übermauerung von Stützen, bei unverputztem Mauerwerk und gleichzeitigen Anforderungen an Luftdichtheit, Schallschutz etc.)
- Verschließen von unvermörtelten Stoßfugen > 5 mm

²⁾ Stoßfugen vermörtelt

4. Mörtelarten

Die Mörtelarten nach DIN V 18580/DIN EN 998-2 werden nach ihren jeweiligen Eigenschaften und/oder dem Verwendungszweck unterschieden in:

- Dünnbettmörtel (DM)
- Normalmauermörtel (NM)

Die Unterscheidung in Mörtelgruppen, wie sie nach DIN EN 1996/NA üblich ist, erfolgt in erster Linie durch ihre Festigkeit. Bei Leichtmauermörtel wird auch nach Wärmeleitfähigkeiten differenziert.

Mörtelart und Mörtelgruppe werden für die Wände eines Gebäudes nach den jeweiligen Erfordernissen ausgewählt. Grundsätzlich können in einem Gebäude oder einem Geschoss verschiedene Mörtel verarbeitet werden. Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Beschränkung auf einen Mörtel sinnvoll.

INFO

Bei Verwendung unterschiedlicher Mörtel auf einer Baustelle muss ausgeschlossen werden, dass diese verwechselt werden können.

4.1 Dünnbettmörtel (DM)

Dünnbettmörtel wird als Werk-Trockenmörtel hergestellt. Er ist für Plansteinmauerwerk mit Fugendicken von 1 bis 3 mm geeignet. Die Sollhöhe der Plansteine (123 mm, 248 mm, 498 mm, 623 mm) entspricht dem Baurichtmaß (Vielfaches von 12,5 cm) zuzüglich 2 mm Lagerfugendicke.

In DIN V 18580 werden folgende Anforderungen an Dünnbettmörtel gestellt:

- Größtkorn der Zuschläge $\leq 1,0$ mm
- Charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) $\geq 0,20$ N/mm² und Mindesthaftscherfestigkeit (Mittelwert) $\geq 0,50$ N/mm², siehe Tafel 3.
- Trockenrohdichte ≥ 1.300 kg/m³
- Korrigierbarkeitszeit ≥ 7 Minuten
- Verarbeitungszeit ≥ 4 Stunden
- Der Festigkeitsabfall nach Feuchtlagerung darf 30 % nicht überschreiten.

Die Anforderungen der Mindestverarbeitungszeit von vier Stunden soll sicherstellen, dass dem Maurer für ein angerührtes Gebinde (Sack) eine ausreichend lange Zeit zur Verarbeitung zur Verfügung steht.

Beim Vermauern wird dem Mörtel von den Mauersteinen ein Teil des Anmachwassers



Bild 1 Anmischen von Dünnbettmörtel

Tafel 3 Bezeichnungen von Dünnbettmörtel nach DIN EN 998-2 und zusätzliche Anforderungen nach DIN V 18580 bzw. DIN V 20000-412.

Dünnbettmörtel nach DIN EN 998-2	Zusätzliche Anforderungen an Dünnbettmörtel (DM) nach DIN V 18580 bzw. DIN V 20000-412	
Dünnbettmörtel (T)	Charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) ¹⁾ [N/mm ²]	Mindesthaftschersfestigkeit (Mittelwert) ²⁾ [N/mm ²]
M10	0,20	0,50

¹⁾ maßgebende Verbundfestigkeit = charakteristische Anfangsscherfestigkeit · 1,2, geprüft nach DIN EN 1052-3
²⁾ maßgebende Verbundfestigkeit = Haftscherfestigkeit (Mittelwert) · 1,2, geprüft nach DIN 18555-5

entzogen, so dass die Position des Mauersteins nur innerhalb weniger Minuten korrigiert werden kann. Nachträgliche Korrekturen zerstören den Verbund und damit die Zug- und Biegezugfestigkeit des Mauerwerks.

Die von der KS-Industrie empfohlene Lagerfugendicke im fertigen Mauerwerk von mindestens 2 mm ist vorteilhaft für Verarbeitung und Verbund. Um dies zu erreichen, werden optimierte Dünnbettmörtel angeboten.

INFO

Da nachträgliche Korrekturen (z.B. Ankeilen) zur Zerstörung des Haftverbundes führen können, ist darauf zu achten, dass die Kimmschichten exakt angelegt werden. Das Legen in Waage (ins Wasser) ist sowohl in Wandlängsrichtung als auch in Wandquerrichtung zu kontrollieren.

INFO

Die Kalksandsteinindustrie empfiehlt, bei der Herstellung von Planstein-Mauerwerk Dünnbettmörtel mit Zertifikat zu verwenden. Die vom Dünnbettmörtel-Hersteller empfohlene Zahnschiene, üblicherweise auf dem Mörtelsack abgebildet, ist zu verwenden.



Bild 2 Kontrolle der Ebenheit in Wandlängsrichtung



Bild 3 Der Dünnbettmörtel wird mit dem Mörtelschlitten und der vom Dünnbettmörtel-Hersteller empfohlenen Zahnschiene aufgetragen.

4.2 Normalmauermörtel (NM)

Die Trockenrohdichte von Normalmauermörteln beträgt mindestens 1.500 kg/m^3 .

In Abhängigkeit von der Druck- und der Haftscherfestigkeit werden Normalmörtel in Mörtelgruppen (nach DIN EN 1996/NA) bzw. Mörtelklassen (nach DIN EN 998-2) unterschieden, siehe Tafel 4.

Normalmauermörtel wird aus Gründen der Wirtschaftlichkeit im Regelfall als Werkmörtel (Trocken- oder Frischmörtel) verarbeitet. NM I ist nicht als Mauermörtel verwendbar.



Bild 4 Verarbeitung von Normalmauermörtel

Tafel 4 Bezeichnungen von Normalmauermörtel nach DIN EN 998-2 und zusätzliche Anforderungen nach DIN V 18580

Mörtelgruppen nach DIN V 18580	Mörtelklassen nach DIN EN 998-2	Mörtelgruppen nach DIN V 18580, zusätzliche Anforderungen				
		Fugendruckfestigkeit ¹⁾ nach Verfahren			Charakteristische Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit) ²⁾ [N/mm ²]	Mindesthaftscherfestigkeit (Mittelwert) ³⁾ [N/mm ²]
I	II	III				
Normalmauermörtel (NM)	Normalmauermörtel (G)	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
NM II	M 2,5	1,25	2,5	1,75	0,04	0,10
NM IIa	M 5	2,5	5,0	3,5	0,08	0,20
NM III	M 10	5,0	10,0	7,0	0,10	0,25
NM IIIa	M 20	10,0	20,0	14,0	0,12	0,30

¹⁾ Prüfung der Fugendruckfestigkeit nach DIN 18555-9 mit KS-Referenzsteinen

²⁾ maßgebende Verbundfestigkeit = charakteristische Anfangsscherfestigkeit · 1,2, geprüft nach DIN EN 1052-3

³⁾ maßgebende Verbundfestigkeit = Haftscherfestigkeit (Mittelwert) · 1,2, geprüft nach DIN 18555-5

5. Mörtel für Verblendschalen

In der Verblendschale hat der Mauermörtel die Aufgabe, gemeinsam mit dem Mauerstein eine geschlossene Fläche zu bilden, die den Witterungsbeanspruchungen widersteht. Für diesen Zweck muss der Mauermörtel gut am Stein haften. Andernfalls bilden sich flache Öffnungen zwischen Stein und Fugemörtel, so genannte Blattkapillaren, die das Eindringen von Niederschlagswasser in das Mauerwerk fördern und damit seine Dauerhaftigkeit beeinträchtigen.

Der Mauermörtel in Verblendschalen muss ausreichend druckfest und gleichzeitig genügend verformungsfähig sein. Da Ver-

blendschalen nicht vertikal belastet sind, sind Verformungen, z.B. infolge Temperaturänderung, größer als in belastetem Mauerwerk. Die Formänderungen führen in der Regel auch zu Zugspannungen, die von Mauersteinen und Fugemörtel aufgenommen werden müssen.

INFO

Für das Aufmauern der Verblendschale ist Normalmauermörtel (NM IIa) zu verwenden. Für das nachträgliche Verfugen darf Normalmauermörtel (NM III) verwendet werden.

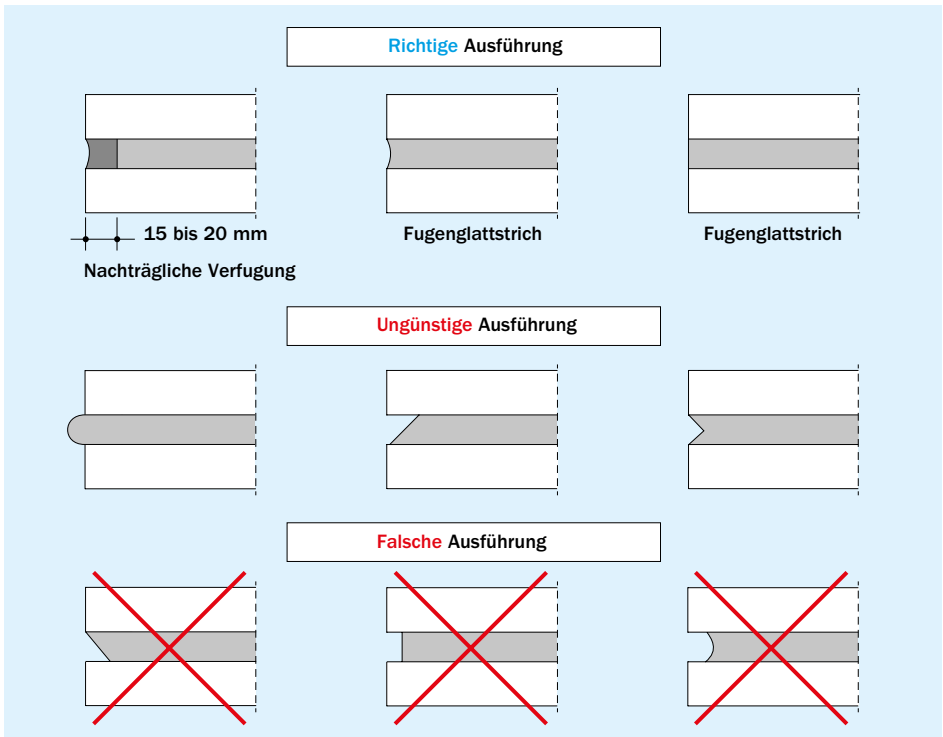


Bild 5 Ausführung von Mörtelfugen in Verblendschalen

Wird der Vormauermörtel als Baustellenmörtel hergestellt, ist er mit der Mörtelgruppe IIa nach Tafel 5 herzustellen. Sand und Wasser dürfen keine Bestandteile wie Salze, Lehm oder Organisches enthalten, da diese zu Ausblühungen des Mauerwerks führen können. Es sollen möglichst gewaschene Sande eingesetzt werden. Baustellenmörtel eignet sich nur für eine nachträgliche Verfugung. Aufgrund möglicher Farbunterschiede beim Baustellenmörtel ist eine Verfugung im Fugenglattstrich nicht empfehlenswert. Hierfür sind Werkmörtel einzusetzen.

6. Mörtel für Kimmschichten

Das Aufmauern der Wände aus Plansteinen und KS XL beginnt grundsätzlich mit einer Ausgleichsschicht aus Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III (zügig abbindender Zementmörtel), Dicke $d = 1$ bis 3 cm. Die üblichen Putz- und Mauermörtel sind von der Sieblinie und dem Anbindeverhalten nicht zu

empfehlen. Die Mörtelindustrie bietet spezielle Anlegemörtel für KS-Mauerwerk an. Die Ausgleichsschicht dient dem Höhenausgleich der Wand, der Herstellung eines planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung und dem Ausgleich von Uneben-

heiten. Die Mörtelindustrie bietet spezielle Anlegemörtel für KS-Mauerwerk an.

Die Ausgleichsschicht dient dem Höhenausgleich der Wand, der Herstellung eines planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung und dem Ausgleich von Uneben-



Bild 6 Mörtel auf die Betonsohle auftragen



Bild 7 Kimmstein ins Mörtelbett verlegen



Bild 8 Kimmsteine in Querrichtung ausrichten



Bild 9 Kimmsteine in Längsrichtung ausrichten

heiten in der Betondecke. Das genaue Anlegen der Ausgleichsschicht ist insbesondere bei Mauerwerk mit Dünnbettmörtel wichtig.

Die Ausgleichsschicht muss vor dem Weitermauern ausreichend erhärtet sein.

INFO

Es empfiehlt sich, die Kimmsschichten mindestens einen Tag vor dem Aufmauern des restlichen Mauerwerks anzulegen.

Bei Großobjekten bietet sich sogar der Einsatz spezialisierter Teams für das Anlegen der Kimmsschicht an.

Empfehlungen für das Anlegen der Kimmsschicht:

- Verwendung von Mauermörteln der Mörtelgruppe III (höhere Anfangsfestigkeit)

- Dicke des Anlegemörtels ≤ 3 cm
- Die Kimmsschicht ist sorgfältig anzulegen; Kontrolle der Ebenheit in Längs- und Querrichtung
- In den Kimmsschichten ggf. erforderliche Lücken zum Verfahren der Versetzgeräte lassen
- Anlegen der Kimmsschichten ca. 1 Tag vor dem Aufmauern der Wandscheiben



Bild 10 In der Kimmsschicht sind ggf. Lücken für das Versetzgerät frei zu lassen.

7. Baustellenmörtel

Die Herstellung von Baustellenmörtel ist nur für Normalmauermörtel (NM) zulässig. Die Bindemittel, Zusatzstoffe und Zusatzmittel sind witterungsgeschützt und sauber zu lagern.

Nach DIN V 18580 sind Bindemittel und Zuschläge und ggf. Zusatzstoffe und Zusatzmittel so abzumessen, dass eine gleichmäßige Mörtelzusammensetzung gewährleistet ist (z.B. Behälter oder Mischkästen mit volumetrischer Einteilung, jedoch keine Schaufeln). Im Mischer werden die Stoffe so lange gemischt, bis ein gleichmäßiges Gemisch entstanden ist. Eine Mischanweisung ist deutlich sichtbar anzubringen.

Bei Einhaltung der Mischungsverhältnisse nach Tafel 5 sind keine weiteren Nachweise erforderlich.

Bei abweichenden Mörtelzusammensetzungen, z.B. unter Verwendung von Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen, ist eine Erstprüfung durchzuführen und DIN V 18580 einzuhalten.

Für Baustellenmörtel der Mörtelgruppe IIIa (entspricht der Mörtelklasse M20 nach DIN EN 998-2) sind stets Eignungsprüfungen erforderlich. Sie haben in der Baupraxis keine Bedeutung und sind als Baustellenmörtel in DIN V 18580 nicht enthalten. MG I ist nicht als Mauermörtel verwendbar.

Tafel 5 Rezeptmörtel (Normalmauermörtel); Zusammensetzung und Mischungsverhältnis in Raumteilen (aus DIN V 18580 Anhang A)

Mörtelgruppe NM	Mörtelklasse nach DIN EN 998-2	Luftkalk		Hydraulischer Kalk (HL2)	Hochhydraulischer Kalk (HL5), Putz- und Mauer- binder (MC5)	Zement	Sand ¹⁾ aus natür- lichem Gestein
		Kalkteig	Kalkhydrat				
II	M 2,5	1,5	–	–	–	1	8
		–	2	–	–	1	8
		–	–	2	–	1	8
		–	–	–	1	–	3
IIa	M 5	–	1	–	–	1	6
		–	–	–	2	1	8
III	M 10	–	–	–	–	1	4

¹⁾ Die Werte des Sandanteils beziehen sich auf den lagerfeuchten Zustand.

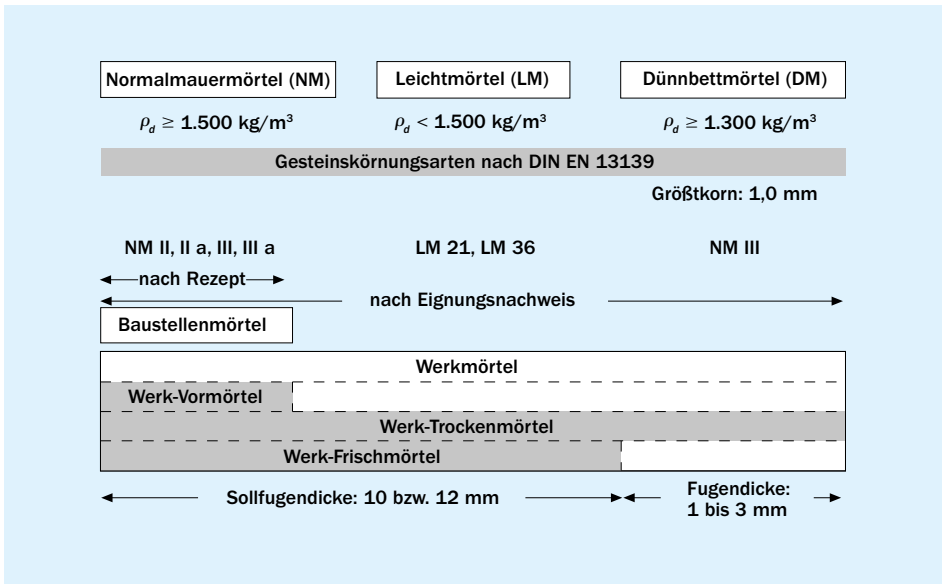


Bild 11 Merkmale von Mauermörteln

8. Lieferformen von Werkmörtel

Mauermörtel werden in der Regel als Werkmörtel hergestellt.

In DIN V 18580 werden Mörtelarten u.a. nach dem Ort und der Art der Herstellung unterschieden (Bild 11).

Werkmörtel sind Mörtel, die in einem Werk oder außerhalb unter werkmäßigen Bedingungen aus Ausgangsstoffen zusammengesetzt und gemischt werden. Es kann sich hierbei um „Trockenmörtel“ handeln, der gemischt ist und lediglich die Zugabe von Wasser erfordert, oder um „Nassmörtel“, der gebrauchsfertig geliefert wird.

Werkmörtel müssen bei fachkundiger Verarbeitung nach den Vorgaben des Mörtel-

herstellers einen Mauermörtel ergeben, der den Anforderungen der DIN EN 998-2 entspricht.

Mit Bezug auf die Lieferformen wird zwischen Werkmörteln und werkmäßig hergestellten Mörteln unterschieden (Tafel 6).

8.1 Werk-Trockenmörtel

Ein fertiges Gemisch aller trockenen Ausgangsstoffe, dem bei der Aufbereitung auf der Baustelle nur noch Wasser zugemischt werden darf, um eine verarbeitbare Konsistenz zu erreichen. Werk-Trockenmörtel wird im Silo oder in Säcken auf die Baustelle geliefert.

Tafel 6 Lieferformen von Werkmörtel

	Lieferform	Zumischungen Bearbeitung auf der Baustelle
Werkmörtel		
Werk-Trockenmörtel	im Silo oder in Säcken geliefert	Wasser
Werk-Frischmörtel	gebrauchsfertiger Mörtel in verarbeitbarer Konsistenz, in der Regel bis zu 36 h verarbeitbar	keine
Werkmäßig hergestellte Mörtel		
Mehrhammer-Silomörtel (nur regionale Bedeutung)	Mörtelausgangsstoffe in mehreren Kammern eines Silos angeliefert	Siloentnahmen nach vorgegebener Mischungs- zusammensetzung
Werk-Vormörtel (nur regionale Bedeutung)	Gemisch aus Sand, Kalk und evt. Zusatzstoffen und -mitteln	Zement und Wasser

8.2 Werk-Frischmörtel

Gebrauchsfertiger Mörtel in verarbeitbarer Konsistenz, der in Fahrmischern auf die Baustelle geliefert, dort in Mörtelkübeln entladen wird und in der Regel 36 Stunden verarbeitbar ist. Eine bauseitige Wasserzugabe ist nicht zulässig!

8.3 Werk-Vormörtel

Ein Gemisch aus Gesteinskörnungen (Zuschlägen) und Kalk sowie ggf. weiteren Zusätzen. Auf der Baustelle werden Zement (nach Herstellerangabe) und Wasser zugegeben. Werk-Vormörtel ist vor allem in Norddeutschland verbreitet.

8.4 Mehrkammer-Silomörtel

In einem Silo sind in getrennten Kammern die Mörtelausgangsstoffe enthalten. Sie werden unter Wasserzugabe automatisch do-

siert und gemischt, so dass am Mischeraufgang auf der Baustelle verarbeitungsfähiger Mörtel entnommen werden kann. Bei Mehrkammer-Silomörtel darf das Mischungsverhältnis baustellenseitig nicht verändert werden.

8.5 Anlieferung

Bei der Anlieferung der Mörtel im Silo sind die Hinweise der Mörtelhersteller zur Aufstellung der Silos zu beachten [4]. Der Besteller des Mörtels ist für den sicheren Stellplatz verantwortlich:

- Tragfähiger Untergrund
- Ausreichender Sicherheitsabstand zu Böschungen
- Mindestabstand zu Strom führenden Freileitungen
- Eindeutige Markierung des Stellplatzes



Bild 12 Die Wassermenge wird gemäß der Verarbeitungsanweisung zuerst eingefüllt.



Bild 13 Der Werkmörtel wird in den Maurerkübel eingestreut.



Bild 14 Der Mörtel wird nach Verarbeitungsanweisung gleichmäßig durchgemischt.



Bild 15 Nach einer Reifezeit und nochmaligem Durchmischen erfolgt die Konsistenzprüfung und Verarbeitung.

9. Mörtelauftrag mit dem Mörtelschlitten

Der Mörtel wird zweckmäßigerweise mit dem Mörtelschlitten aufgetragen, das Mauerwerk ist ggf. abzufegen und vorzunässen. Mörtelschlitten lassen sich für Normalmauer- und Dünnbettmörtel in der gewünschten Fugendicke genau einstellen, sorgen für einen gleichmäßigen Mörtelauftrag und reduzieren Mörtelverluste.

INFO

Für Dünnbettmörtel ist die passende Zahnschiene („Schließblech“) zu verwenden, Bild 16. Die Angaben der Mörtelhersteller, die auf den Säcken aufgedruckt oder durch spezielle Produktbeschreibungen vorliegen, sind einzuhalten.

Für Mauerwerk in Normalmauermörtel oder bei Mörtel für Verblendschalen beträgt die Mörtelfugendicke in der Regel 12 mm. Bei Mauerwerk in Dünnbettmörtel beträgt die fertige, mittlere Fugendicke 2 mm. Um dies zu erreichen, ist ein Auftrag von 3 bis 4 mm notwendig.

Die Lagerfuge wird in Abhängigkeit von der Witterung etwa 2 m vorgezogen und die Steine werden in Reihenverlegetechnik knirsch aneinander gereiht. Gegebenenfalls werden die Steine anschließend mit einem Gummihammer ausgerichtet.

Der gleichmäßige Mörtelauftrag beim Einsatz von Mörtelschlitten garantiert die erforderliche Vollfugigkeit der Lagerfuge. Bei zweischaligen Haustrennwänden hat das fachgerechte Aufziehen mit dem Mörtelschlitten den Vorteil, dass kein Mörtel in den Schalenzwischenraum fällt und die Schalldämmung somit nicht beeinträchtigt wird.

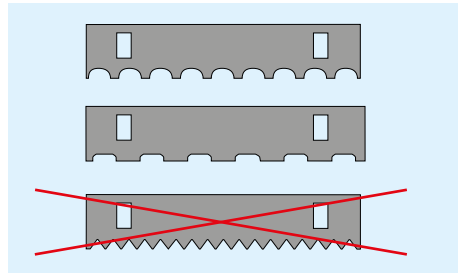


Bild 16 Beispiele verschiedener Zahnschienen für Dünnbettmörtel



Bild 17 Der Dünnbettmörtelauftrag erfolgt einfach und schnell mit dem Mörtelschlitten.

INFO

Der Einsatz des Mörtelschlittens sichert eine gleichmäßige und vollflächige Mörtelschicht, spart Zeit und reduziert die Mörtelverluste.

10. Stumpfstoßtechnik

Bei den in der Mauerwerksnorm (DIN EN 1996/NA) genannten stumpfen Anschlüssen von Wänden mittels Stumpfstoßtechnik ist die Anschlussfuge vollfugig zu vermörteln, z. B. mit 1 bis 3 mm Dünnbettmörtel oder bis ca. 2 cm Normalmauermörtel. Dies ist insbesondere für den Schallschutz von Bedeutung.

Beim Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung werden Kalksandsteine mit Nut-Feder-System auf der mit Mörtel vorher aufgezogenen Lagerfuge knirsch aneinander gereiht. Das Mauerwerk ist bereits in der Rohbauphase optisch dicht. Die in DIN EN 1996/NA maximal zulässigen offenen Stoß-

fugenbreiten von 5 mm sind mit den plan-ebenen KS -R P-Steinen und KS XL problemlos einzuhalten.

Vereinzelt auftretende Stoßfugen > 5 mm sind beim Aufmauern, spätestens aber vor dem Putzauftrag mit Mauermörtel zu schließen.

Fugen zum Toleranzausgleich im Bereich des Stumpfstoßanschlusses sind ungünstig. Es empfiehlt sich, die Versetzz Reihenfolge nach Bild 18 einzuhalten. Die korrekte Ausführung des Stumpfstoßes ist damit problemlos möglich.

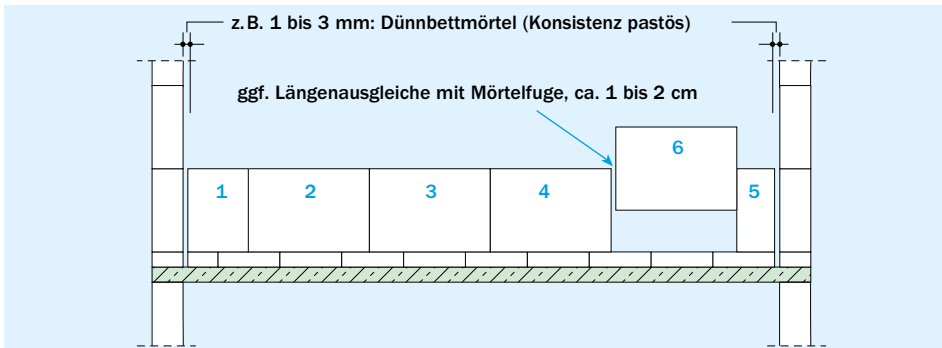


Bild 18 Eine evtl. erforderliche Toleranzfuge wird am zuletzt zu versetzenden Stein ausgeführt.



Bild 19 Mörtel der Anschlussfuge mit der Stoßfugenkelle sowohl auf die Wand als auch auf die KS XL-Stirnseite auftragen, dann das KS XL-Element versetzen und dabei fest an die vorhandene Wand andrücken.


Literatur

- [1] DIN EN 998-2:2017-02 Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel; Deutsche Fassung 2016
- [2] DIN V 18580:2007-03 Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften (Vornorm)
- [3] DIN V 20000-412:2004-03 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 412: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2:2003-09 (Vornorm)
- [4] Merkblatt Aufstellbedingungen für Transportsilos. Industrieverband Werk trockenmörtel e.V., Duisburg

Bildnachweise

Bild S. 43: Gundolf Renze/Adobe Stock;
Bild 4: Xella Deutschland GmbH

Bild 1 bis 3, 6 bis 10, 12 bis 15, 17, 19:
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.



DAS ÜBERBINDEMAß
SOLLTE MINDESTENS DAS
0,4-FACHE
DER STEINHÖHE
BETRAGEN

1. Einleitung

Mauerwerk wird grundsätzlich im Verband erstellt. Dies bedeutet, dass die Steine unter Einhaltung des Überbindemaßes versetzt werden. Besonders zu empfehlen ist die größtmögliche Überbindung, die auch mittige Überbindung (Halbsteinverband) genannt wird.

Es wird unterschieden zwischen zwei Arten von Mauerwerk:

- **Einsteinmauerwerk** – eine Steinreihe pro Schicht. Die Wanddicke entspricht der Steinbreite oder der Steinlänge.
- **Verbandsmauerwerk** – zwei oder mehr Steinreihen in jeder oder in jeder zweiten Schicht.

Beim Einsteinmauerwerk ist die Einhaltung des Überbindemaßes nur in Wandlängsrichtung zu beachten. Beim Verbandsmauerwerk muss zusätzlich das Überbindemaß auch in Wandquerrichtung (Wanddicke) eingehalten werden.

INFO

Die Bezeichnung „Verbandsmauerwerk“ wird in der Praxis oft mit der Einhaltung der Verbandregeln, der Überbindemaße, verwechselt. Mauerwerk ist grundsätzlich im Verband unter Einhaltung der Überbindemaße zu erstellen.

Tafel 1 Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe

Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe		
Steinhöhe h_u [cm]	Regelfall $l_{oi} = 0,4 \cdot \text{Steinhöhe}$ [cm]	Mindestüberbindemaß l_{oi} [cm]
< 11,3	5	$\geq 4,5$
11,3/12,3	5	$\geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 5$
24,8	10	$\geq 0,4 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 10$
49,8	20	$\geq 0,25 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 12,5$
62,3	25	$\geq 0,2 \cdot \text{Steinhöhe} \hat{=} 12,5$

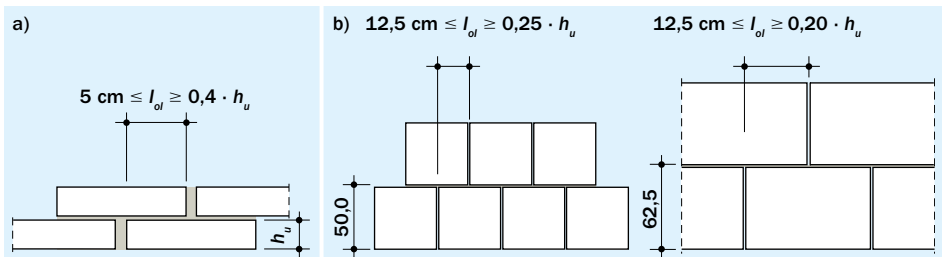


Bild 1 a) Regelüberbindemaße l_{oi} nach DIN EN 1996-1-1/NA und b) Mindestüberbindemaße bei KS XL

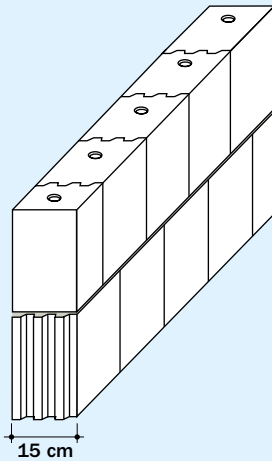
2. Einsteinauerwerk

Wände aus Einsteinauerwerk bestehen aus einer Steinreihe pro Schicht, Bild 2.

INFO

Die Kalksandsteinindustrie bietet für jede Wanddicke Produkte für Einsteinauerwerk an. Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Beispiel: 5 DF (150), Schichthöhe 25 cm



Beispiel: 6 DF (365), Schichthöhe 12,5 cm

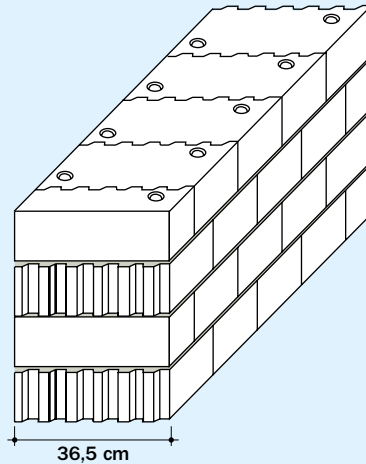


Bild 2 Beispiele für Einsteinauerwerk

3. Verbandsmauerwerk

Verbandsmauerwerk ist Mauerwerk mit zwei oder mehr Steinreihen in jeder oder in jeder zweiten Schicht. In der Vergangenheit wurden vornehmlich die Formate 2 DF und 3 DF dafür verwendet.

Neben den klassischen Kleinformaten DF, NF, 2 DF und 3 DF bietet die Kalksandsteinindustrie für jede Wanddicke geeignete Steinformate für die Verarbeitung als Einsteinauerwerk an. Mit der Ausweitung der Produktpalette hat die Bedeutung des Verbandsmauerwerks im Bereich des Neubaus nahezu keine Bedeutung mehr.

Lediglich im Bereich von kleinteiligem Sichtmauerwerk oder bei Sanierungen im Altbäudebestand kommt diese Art des Mauerns weiterhin zur Anwendung.

INFO

Bei Verbandsmauerwerk ist das Überbindemaß nicht nur in Wandlängsrichtung, sondern auch im Wandquerschnitt einzuhalten.

Mauerwerk aus KS XL ist nur als Einsteinauerwerk (Wanddicke = Steindicke) zulässig.

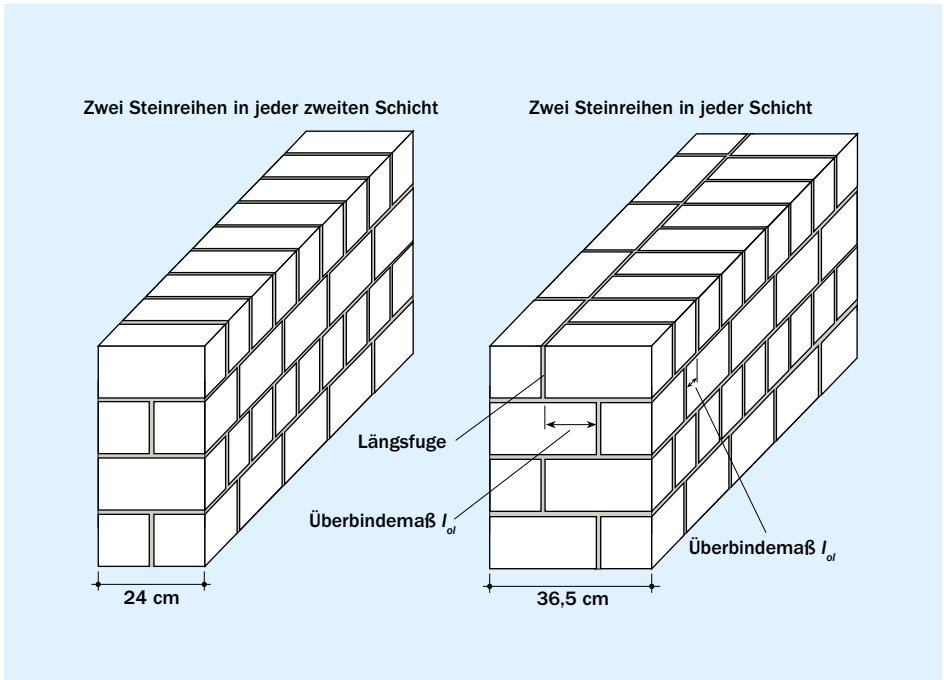


Bild 3 Beispiele für Verbandsmauerwerk aus 2 DF-Steinen

3.1 Einschaliges Verblendmauerwerk als Verbandsmauerwerk

An unverputzte einschalige Außenwände (einschaliges Verblendmauerwerk) werden folgende Anforderungen gestellt:

- Ausführung als Verbandsmauerwerk mit mindestens zwei Steinreihen gleicher Höhe je Schicht
- Mindestwanddicke bei geringer Schlagregenbeanspruchung: 31 cm
- Die schichtweise versetzte Längsfuge ist hohlraumfrei zu vermörteln.
- Die Dicke der Längsfuge beträgt mindestens 2 cm.
- Die Verblendung gehört zum tragenden Querschnitt.
- Sofern im Querschnitt Mauersteine mit unterschiedlichen Festigkeiten eingesetzt werden, z.B. KS-Verblender der SFK 20 und „normale“ Kalksandsteine der SFK 12, so ist die niedrigere Steinfestigkeitsklasse für die zulässige Beanspruchung maßgeblich. Zur Vermeidung der möglichen Verwechslungsgefahr ist grundsätzlich zu empfehlen, Steine mit gleichen Eigenschaften (SFK, RDK etc.) einzusetzen.

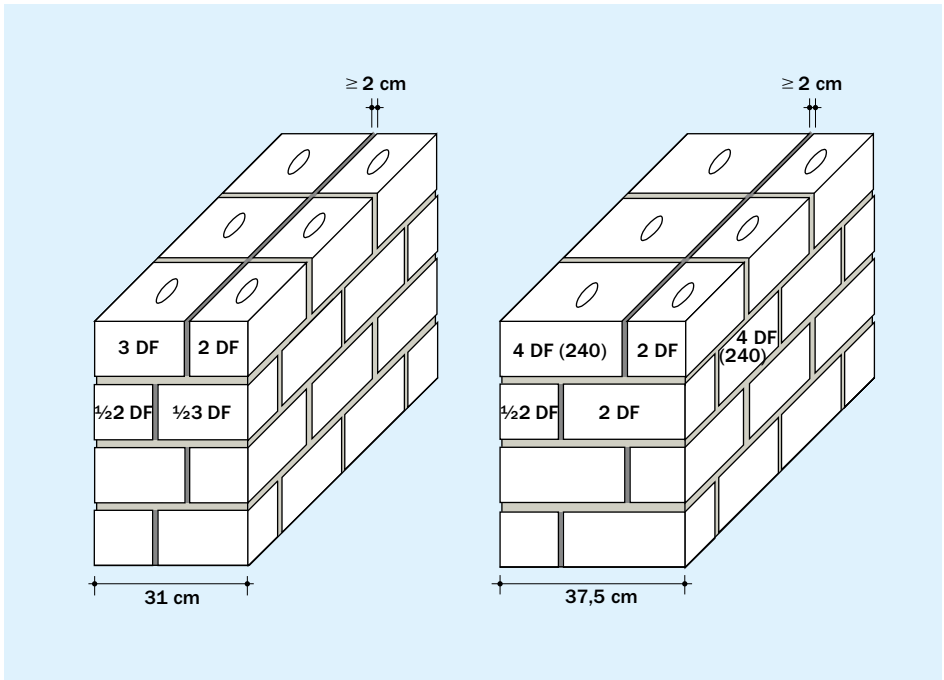


Bild 4 Ausführungsbeispiele für einschaliges Verblendmauerwerk bei geringer und mittlerer Schlagregenbeanspruchung

4. Einsteinmauerwerk – Ecklösungen

Als Einsteinmauerwerk werden Wände bezeichnet, die aus einer Steinreihe pro Schicht bestehen.

Im Folgenden wird für typische Mauerwerkswände aus klein- und mittelformatigen Steinen jeweils eine Ecklösung dargestellt, da hier die Einhaltung der erforderlichen Überbindemaße besondere Sorgfalt erfordert.

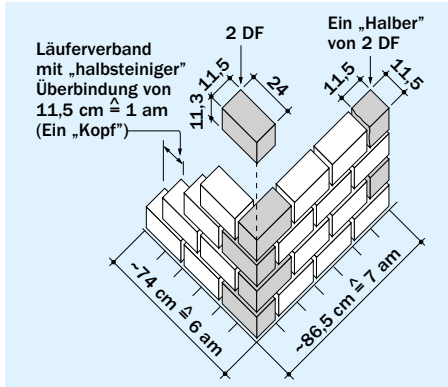


Bild 5 Ecke von 11,5 cm dicken Wänden aus 2 DF-Steinen

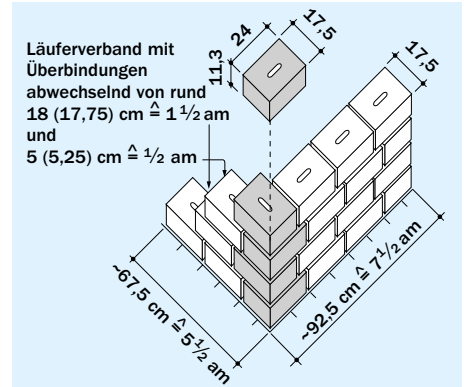


Bild 6 Ecke von 17,5 cm dicken Wänden aus 3 DF-Steinen

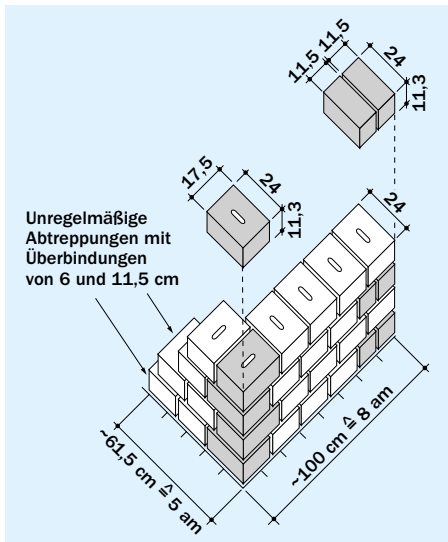


Bild 7 Ecke von 24 cm dicken Wänden aus 3 DF-Steinen mit 2 DF-Steinen zum Ausgleich

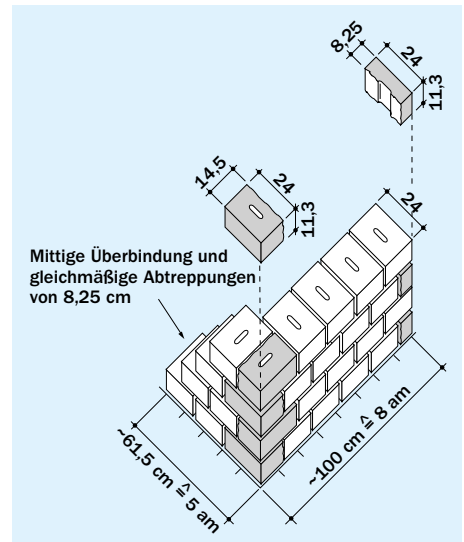


Bild 8 Ecke von 24 cm dicken Wänden aus 3 DF-Steinen und Teilsteinen zum Ausgleich

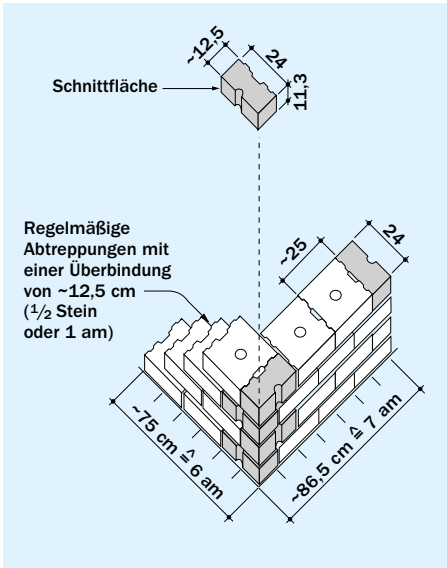


Bild 9 Ecke von 24 cm dicken Wänden aus 4 DF (240) mit halben Steinen zum Ausgleich

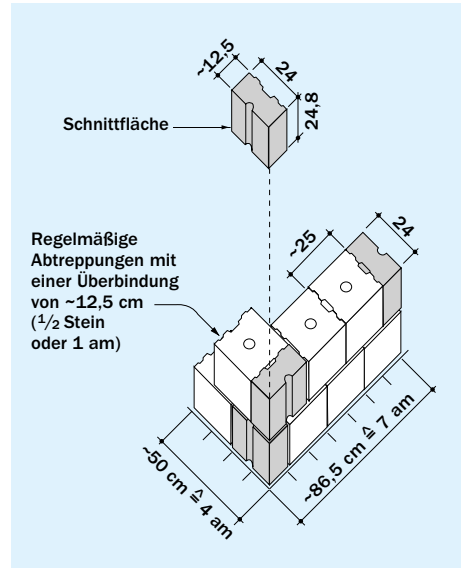


Bild 10 Ecke von 24 cm dicken Wänden aus 8 DF (240) mit halben Steinen zum Ausgleich

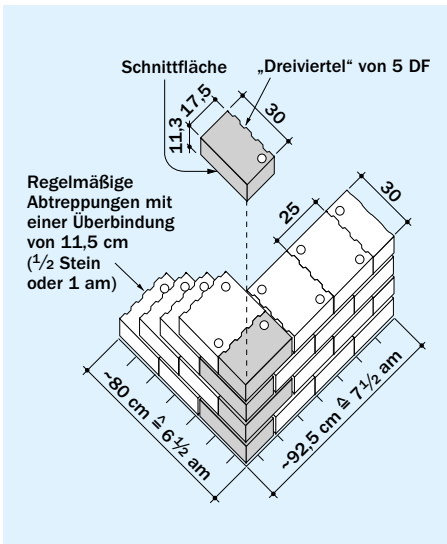


Bild 11 Ecke von 30 cm dicken Wänden aus 5 DF (300)-Steinen mit ½- und ¾-Steinen zum Ausgleich

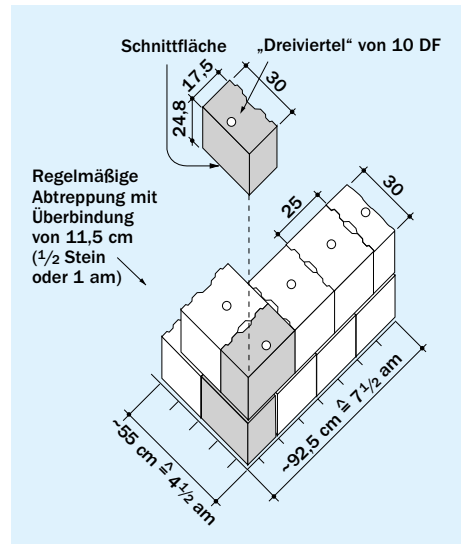


Bild 12 Ecke von 30 cm dicken Wänden aus 10 DF (300)-Steinen mit ½- und ¾-Steinen zum Ausgleich

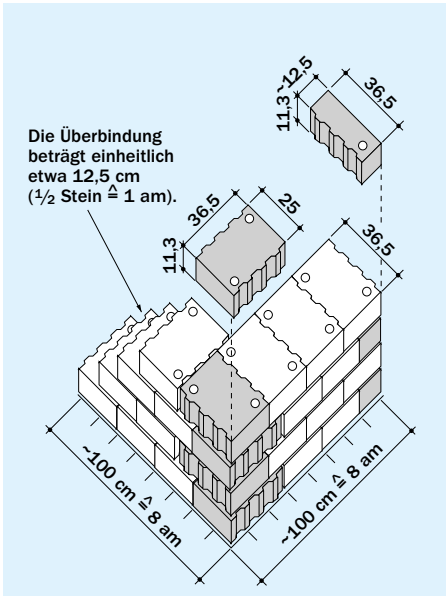


Bild 13 Ecke von 36,5 cm dicken Wänden aus 6 DF (365)-Steinen mit halben Steinen zum Ausgleich

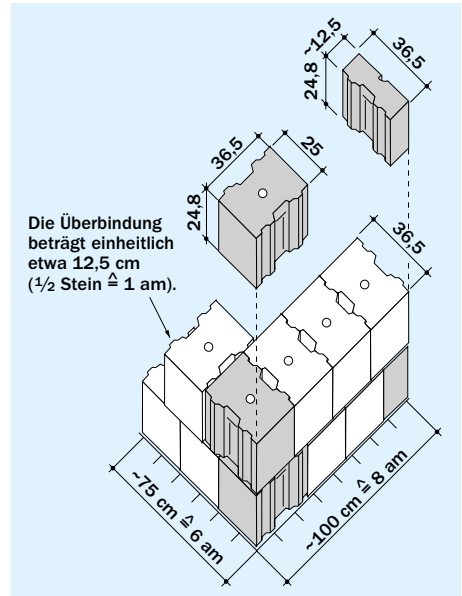


Bild 14 Ecke von 36,5 cm dicken Wänden aus 12 DF (365)-Steinen mit halben Steinen zum Ausgleich

5. Verbandsmauerwerk – Ecklösungen

Verbandsmauerwerk ist Mauerwerk mit zwei oder mehr Steinreihen in jeder oder in jeder zweiten Schicht, wie z.B. beim Kreuzverband.

Die Ausbildung der Ecken ist hier unter Einhaltung der Überbindemaße besonders schwierig. Nur durch Verwenden von $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{2}$ - und $\frac{3}{4}$ -Steinen lässt sich das Mauerwerk normgerecht erstellen. Im Vergleich zum Ein-

steinmauerwerk sind diese Lösungen sehr aufwändig und bedürfen großer Sorgfalt.

INFO

Eckausbildungen können auch im Stumpfstoß (Ausnahme Kelleraußenecken) ausgeführt werden. Dies ist besonders bei der Verwendung von Kalksandsteinen im Format 6 DF (175) zu empfehlen.

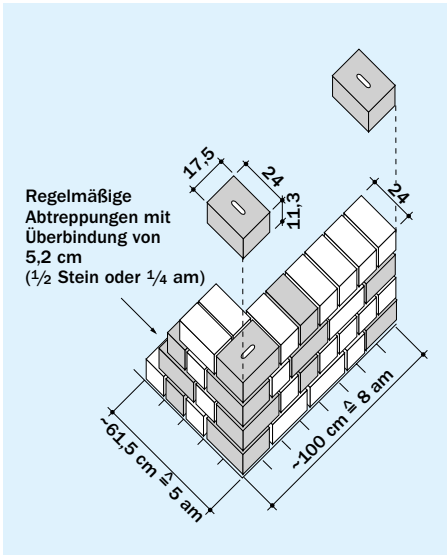


Bild 15 Ecke von 24 cm dicken Wänden aus 2 DF-Steinen im Kreuzverband mit 3 DF-Steinen zum Ausgleich

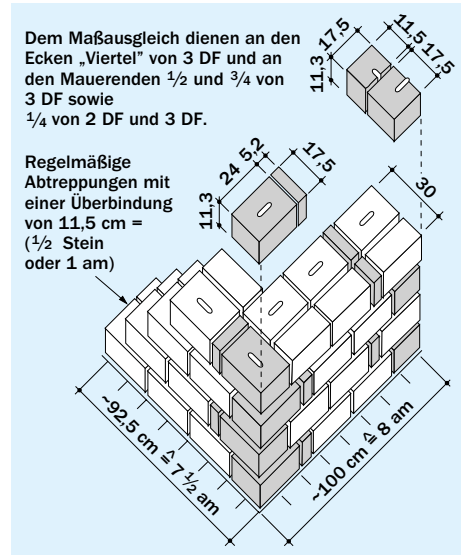


Bild 16 Ecke von 30 cm dicken Wänden aus 2 DF- und 3 DF-Steinen im Verband mit Schnittfugen

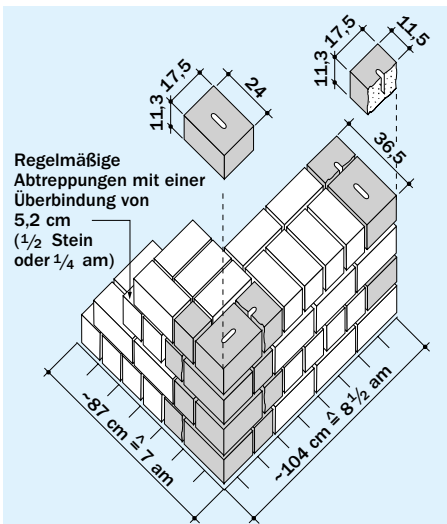


Bild 17 Ecke von 36,5 cm dicken Wänden aus 2 DF-Steinen im Kreuzverband mit 3 DF- und $\frac{3}{4}$ 2 DF-Steinen sowie $\frac{1}{2}$ 3 DF-Steinen an Ecke und Mauerende

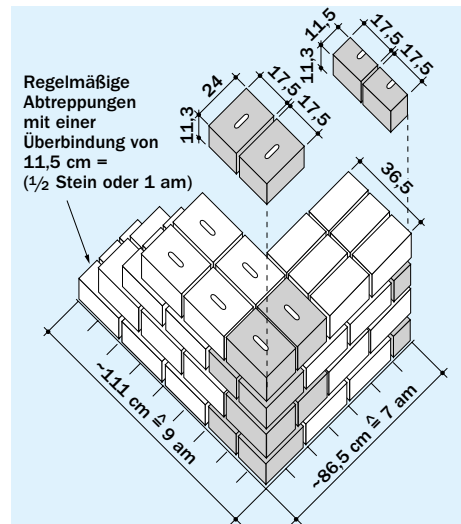


Bild 18 Ecke von 36,5 cm dicken Wänden aus 2 DF- und 3 DF-Steinen im Läuferverband mit 3 DF-Steinen in der Ecke und $\frac{1}{2}$ 3 DF am Mauerende

6. Verbände für Mauerenden

Auch Mauerenden und Pfeiler sind aus Gründen der Gestaltung (bei Sichtmauerwerk)

und aus Gründen der erforderlichen Festigkeit (Überbinderegeln) genau zu planen.

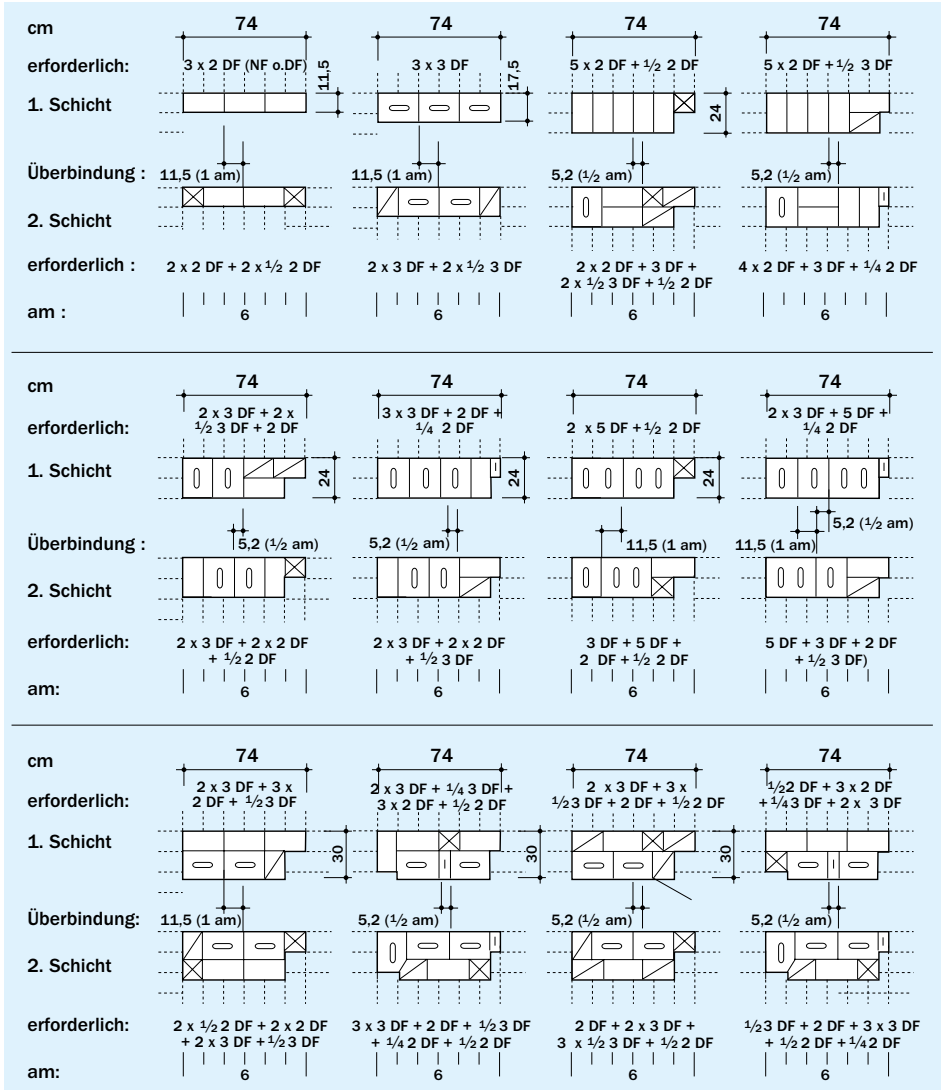


Bild 19 Verbände für Mauerenden, Mauerpfeiler, mit und ohne Anschlag aus kleinformatigen 2 DF und 3 DF

INFO

Mauerenden und Pfeiler sind meist besonders hoch belastet. Unnötige Teilsteine mindern die Festigkeit und sind deshalb zu vermeiden.

Pfeiler ohne Anschlag (stumpf endend) sind auch für 25 cm Schichthöhe geeignet, jedoch sollen nach DIN EN 1996/NA in einer Schicht nur Steine gleicher Höhe verwendet werden.

Bei Mauerwerk aus KS-Plansteinen sind an Mauerenden, -stößen, -kreuzungen und

-ecken Teilsteine erforderlich. Sie können hergestellt werden durch:

- Sägen mit einer diamantbestückten Steinsäge
- Spalten mit einem Steinspaltgerät (hydraulisch oder mit Doppelhebel)
- Trennen mit einem Trennschleifer (Winkelschleifer oder Flex)
- Beimauern mit anderen geeigneten Steinformaten: Kleinformate jedoch nur in Ausnahmefällen und dann mit gleicher Steinfestigkeitsklasse und gleicher Steinrohrichteklasse

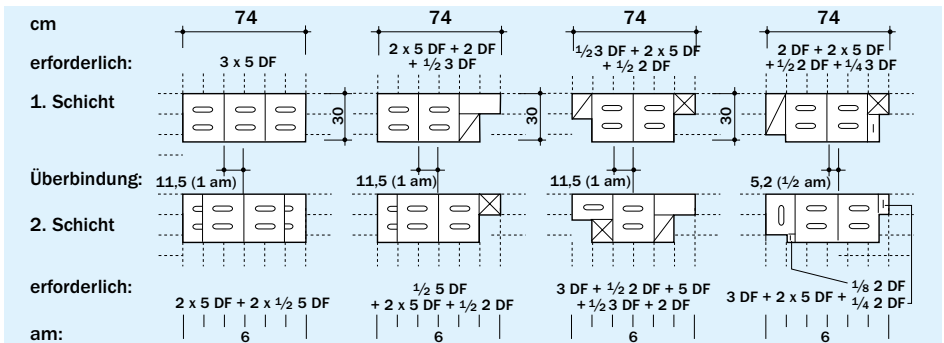


Bild 20 Verbände für Mauerenden, Mauerpfeiler, mit und ohne Anschlag aus 5 DF (300)-Steinen und 2 DF-Teilsteinen für den Anschlag

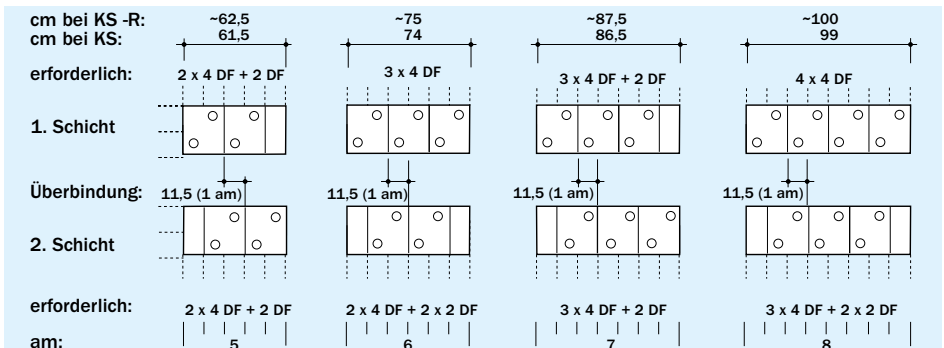


Bild 21 Verbände für Mauerenden, Mauerpfeiler, ohne Anschlag aus 4 DF (240)- und 8 DF (240)-Steinen



7. Mauern von Stößen und Kreuzungen

Einbindende Wände, die aussteifend wirken, sind gleichzeitig oder mit Abtreppung hochzumauern. Eingebunden wird jeweils in der Schicht, deren Stoßfugen günstig liegen. Durch Teilsteine oder andere Formate ist ein ausreichendes Überbindemaß l_{ov} herzustellen.

INFO

Beim stumpfen Wandanschluss in Stumpfstoßtechnik sind Abtreppungen der Querwände nicht erforderlich.

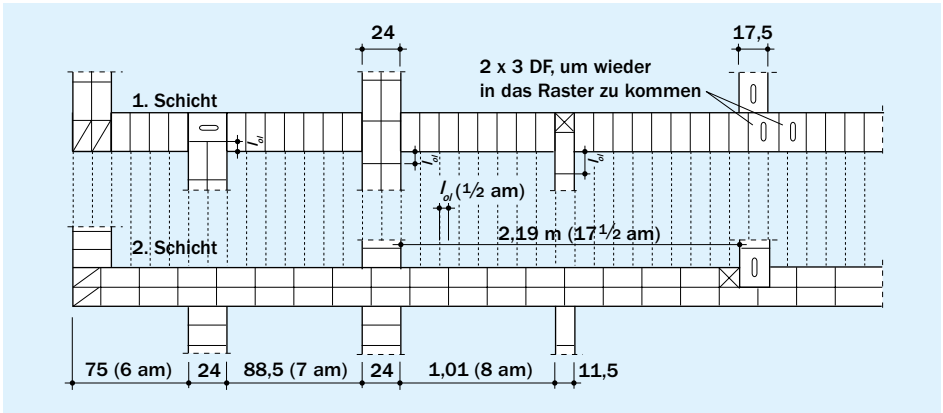


Bild 22 24 cm dicke Wand aus 2 DF im Kreuz- und Blockverband

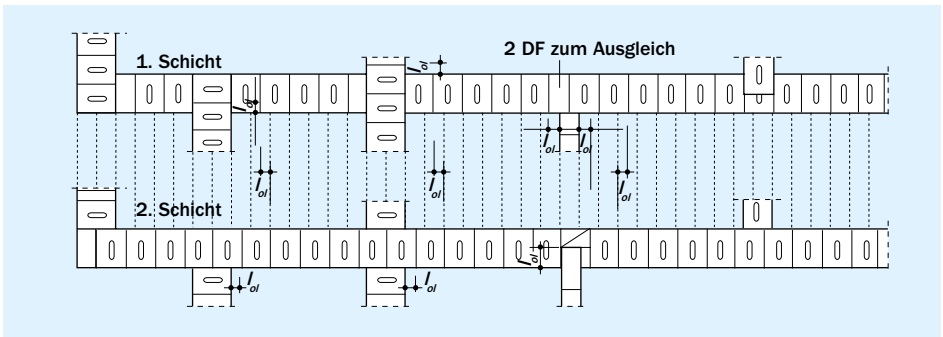


Bild 23 24 cm dicke Wand aus 3 DF im Binderverband

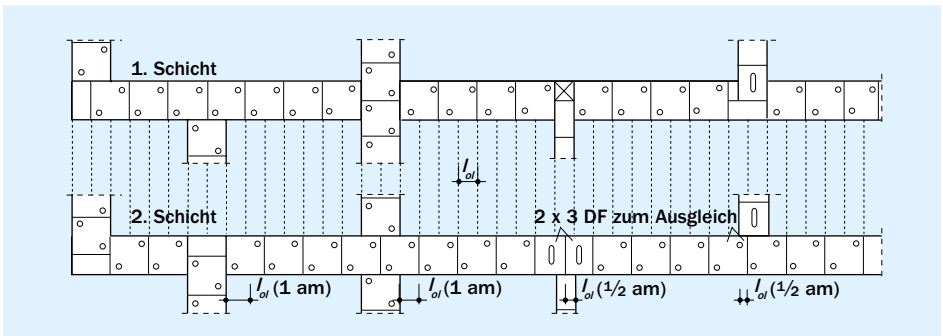


Bild 24 24 cm dicke Wand aus 4 DF(240) als Einsteinauwerk

8. Vorlagen und Nischen

Bei 6,25 cm Vorlagen sind Schrägfugen oft günstig, z.B. Bild 28. Bei 11,5 cm Vorlagen wird durch unterschiedliche Ausbildung der beiden Vorlagenseiten („umwerfen“) der Verband der Wand weniger gestört. $\frac{3}{4}$ 2 DF-Steine sind möglichst durch Halbieren von 3 DF herzustellen.

An einspringenden Ecken darf immer nur eine Stoßfuge liegen. Die nächste Stoßfuge muss mindestens um l_{of} davon entfernt sein, Bild 25. Kreuzfugen sind unbedingt zu vermeiden.

INFO

Senkrechte Aussparungen (Schlitze) sind wie Nischen zu behandeln. Es gelten deshalb die gleichen Verbandsregeln.

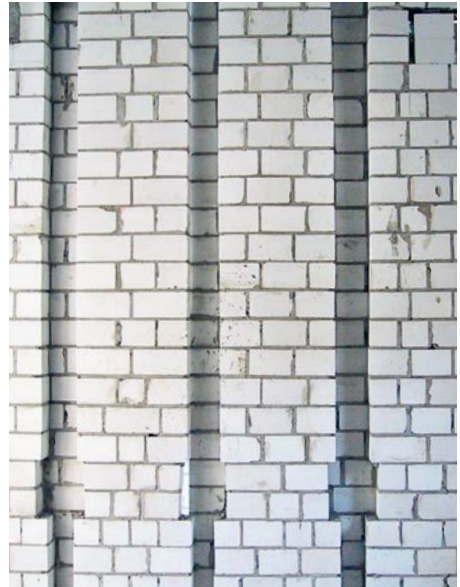


Bild 26 Gemauerte, senkrechte Wandschlitze

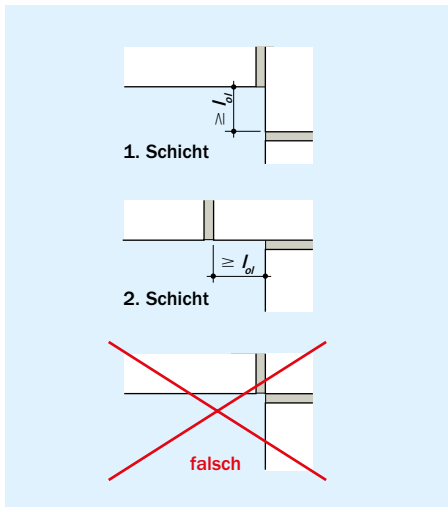


Bild 25 An einspringenden Ecken darf immer nur eine Stoßfuge liegen.



Bild 27 Gemauerter Pfeiler aus KS-Verblendern

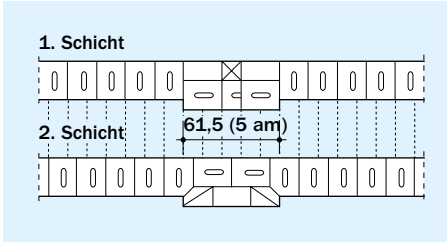


Bild 28 6,25 cm ($\frac{1}{2}$ am) Vorlage in einer 24 cm dicken Wand

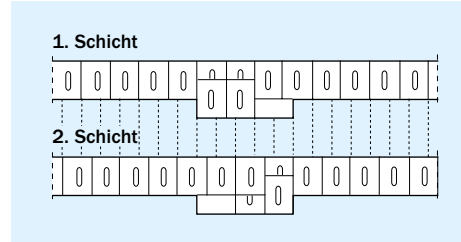


Bild 29 11,5 cm (1 am) Vorlage in einer 24 cm dicken Wand

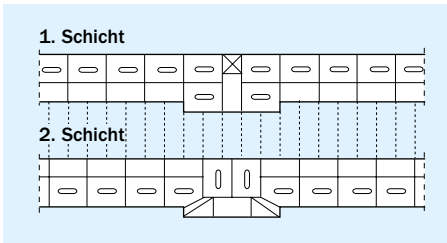


Bild 30 6,25 cm ($\frac{1}{2}$ am) Vorlage in einer 30 cm dicken Wand

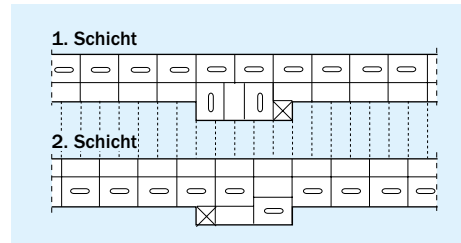


Bild 31 11,5 cm (1 am) Vorlage in einer 30 cm dicken Wand

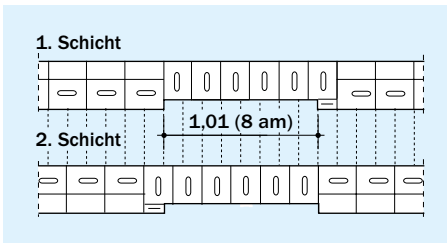


Bild 32 6,25 cm ($\frac{1}{2}$ am) tiefe Nische in einer 30 cm dicken Wand

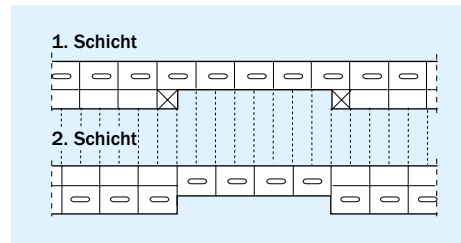


Bild 33 11,5 cm (1 am) tiefe Nische in einer 30 cm dicken Wand

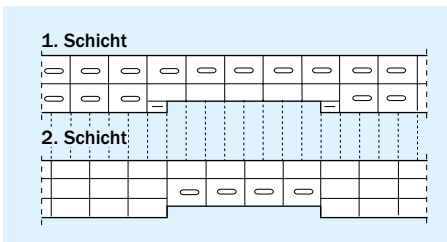


Bild 34 6,25 cm ($\frac{1}{2}$ am) tiefe Nische in einer 36,5 cm dicken Wand

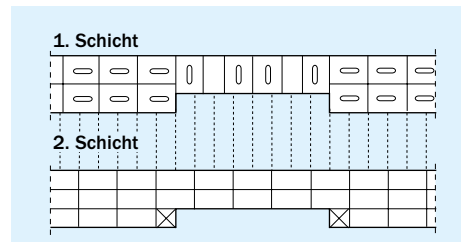


Bild 35 11,5 cm (1 am) tiefe Nische in einer 36,5 cm dicken Wand

9. Zierverbände für Sicht- und Verblendmauerwerk

Für ein- und zweischaliges Verblendmauerwerk werden Zierverbände verwendet. Der Formenvielfalt ist bei den Zierverbänden mit seinen wechselnden Läufer- und Bindschichten kaum eine Grenze gesetzt.

Die Überbindung soll mindestens 5,2 cm ($\frac{1}{2}$ am) oder 11,5 cm (1 am) betragen. Die Stoßfugen müssen lotrecht übereinander und genau mittig über, unter oder zwischen den Köpfen liegen.

Sauberes, sorgfältiges Vermauern und Verfugen sind die entscheidenden Punkte für die Wirkung der Zierverbände.

Für Verbandsmauerwerk kommen in der Regel Kreuzverband oder Blockverband zum Einsatz.

INFO

Jeder Grundverband kann durch Verschieben der Schichten abgewandelt werden. Jeder Verband kann mit allen Steinformaten gemauert werden.

Für die Verblendschale zweischaliger Außenwände sowie bei sonstigem Sichtmauerwerk im Innen- und Außenbereich kommen zahlreiche Zierverbände zum Einsatz. Die Zugfestigkeit ist beim Läuferverband mit mittiger, halbsteiniger Überbindung besonders günstig.

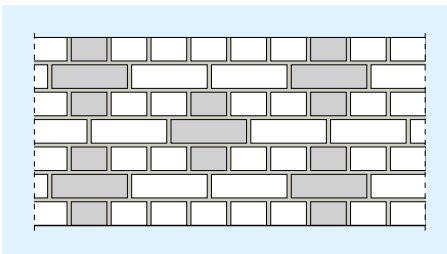


Bild 36 Kreuzverband

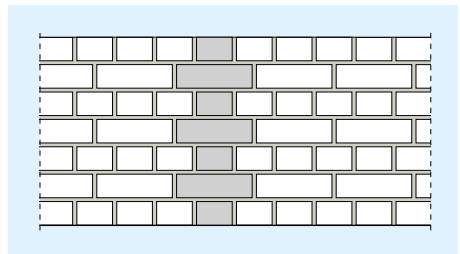


Bild 37 Blockverband

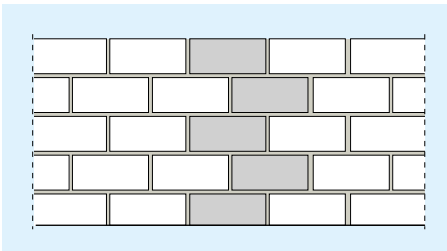


Bild 38 Läuferverband, besonders günstig mit $\frac{1}{2}$ -Stein-Überbindung

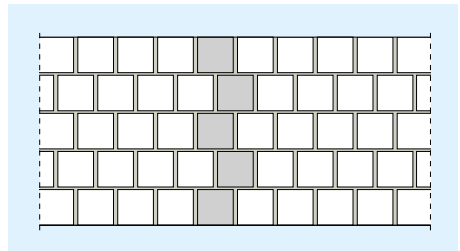


Bild 39 Binderverband

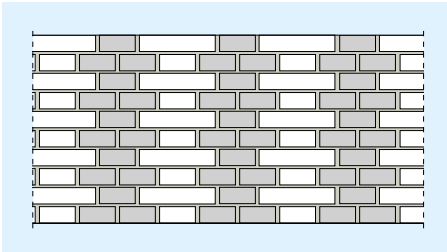


Bild 40 Holländischer Verband

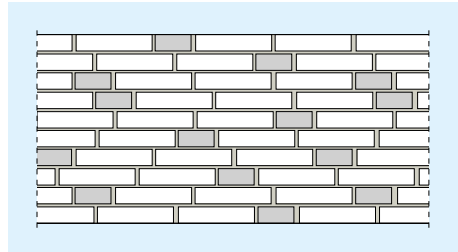


Bild 41 Wilder Verband

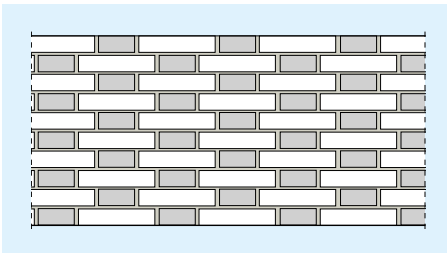


Bild 42 Gotischer Verband mit Läufer-Binder-Schichten

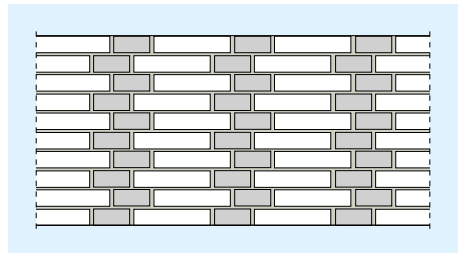


Bild 43 Gotischer Verband - Abwandlung

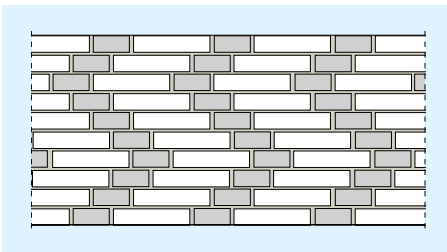


Bild 44 Gotischer Verband - Abwandlung als Zickzack-Verband

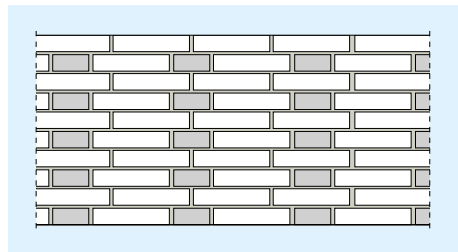


Bild 45 Gotischer Verband - Abwandlung mit Läufer-Schichten

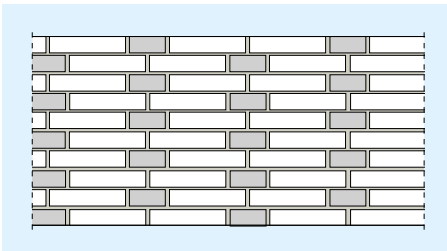


Bild 46 Märkischer Verband mit Läufer-Binderschichten

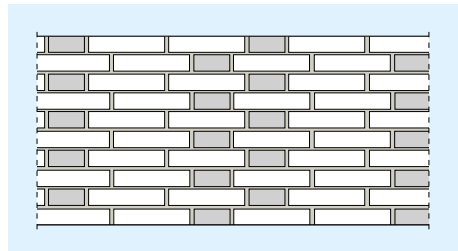


Bild 47 Märkischer Verband - Abwandlung

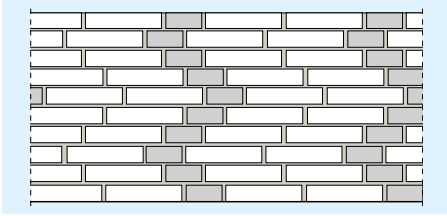


Bild 48 Märkischer Verband – Abwandlung als Zickzack-Verband

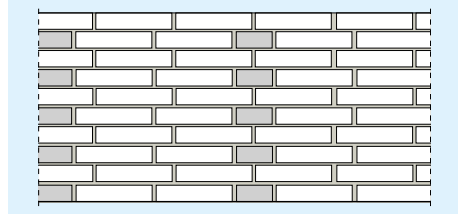


Bild 49 Märkischer Verband – Abwandlung mit Läufer-schichten

10. Pfeilermauerwerk

Nach DIN EN 1996/NA sind gemauerte Querschnitte mit Flächen kleiner als 400 cm^2 als tragende Teile unzulässig. Die Mindestmaße tragender Pfeiler sind Tafel 2 zu entnehmen. Die Einhaltung der Überbindemaße ist auch bei Pfeilern zu beachten. Wichtig ist hierbei, dass Pfeiler auch aus einem Stein je Schicht bestehen können.

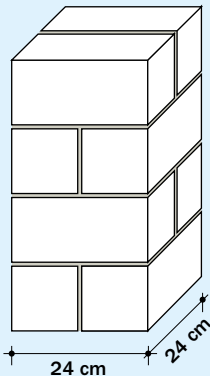
INFO

Zusätzliche Längs- oder Stoßfugen erhöhen die Tragfähigkeit nicht!

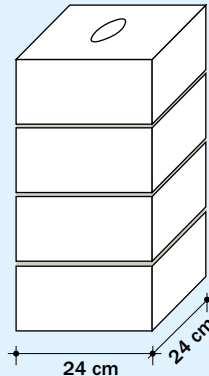
Tafel 2 Mindestlänge tragender Pfeiler (Querschnittsfläche $\geq 400 \text{ cm}^2$)

Pfeilerbreite [cm]	Pfeilerlänge [cm]
11,5	≥ 35
15	≥ 27
17,5	≥ 23
20	≥ 20
24	≥ 17
30	≥ 14
36,5	$\geq 11,5$

Lösung mit 2 DF



Lösung mit 4 DF



Lösung mit 8 DF (240)

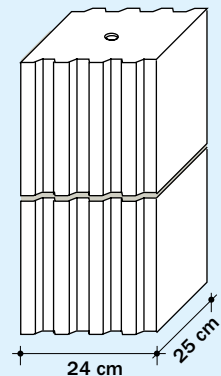


Bild 50 Pfeiler, Ausführung mit verschiedenen Steinformaten

11. Stumpfstoßtechnik als Alternative für Abtreppungen und Verzahnungen

Aus arbeitstechnischen Gründen, z.B. um das Aufstellen von Gerüsten zu erleichtern, können die tragenden Wände und die quer dazu stehenden aussteifenden Wände nur selten gleichzeitig hochgezogen werden.

Besonders wirtschaftlich ist der Wandanschluss in Stumpfstoßtechnik. Gegenüber

Abtreppungen wird deutlich weniger Platz benötigt. Das aufwändige Eckmauern entfällt.

Sofern in der statischen Bemessung oder in der Ausführungsplanung nichts anderes angegeben ist, darf die Stumpfstoßtechnik bei allen Wänden und allen Steinformaten ausgeführt werden.



Bild 51 Beim Aufmauern wird der Edelstahl-Flachanker im Mörtelbett eingelegt.



Bild 52 Aus Gründen der Arbeitssicherheit wird der hervorstehende Teil der Edelstahl-Flachanker abgewinkelt.



Bild 53 Vor dem Aufmauern der Querwand wird der Edelstahl-Flachanker aufgebogen.



Bild 54 Für das Aufmauern der Querwand wird für den Stumpfstoß Dünnbettmörtel aufgezogen.

INFO

Kelleraußenecken werden im Verband (mit Verzahnung) gemauert.

Die Stumpfstoßtechnik – der stumpfe Anschluss von Längs- und Querwänden – bietet wesentliche Vorteile für den Arbeitsablauf und ist heute a. a. R. d. T.:

- Die Wände können ohne störende Verzahnung in einem Arbeitsgang hochgemauert werden. Zuerst die Längswände, dann die Querwände. So verbleibt viel Platz für Steinpakete, Mörtelkübel, Gerüste und ggf. Versetzgeräte.
- Durch den stumpfen Wandanschluss sind weniger Ergänzungssteine erforderlich.
- Das Aufstellen und Versetzen von Arbeitsgerüsten sowie das Verfahren der Versetzgeräte wird wesentlich erleichtert.

Bei der Bauausführung ist zu beachten, dass die Stoßfuge zwischen Längswand und stumpf gestoßener Querwand voll vermörtelt wird. Die Vermörtelung ist aus konstruktiven und schalltechnischen Gründen wichtig. Aus baupraktischen Gründen wird empfohlen, den stumpfen Wandanschluss durch Einlegen von Edelstahl-Flachankern in den Mörtelfugen zu sichern.

Literatur

- [1] Merkblatt „Aufmauern von Wandscheiben“, Hrsg.: Fachausschuss „Bau“ bei der Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften

INFO

Solange die vorgesehenen Aussteifungswände noch nicht erstellt sind, können zusätzliche Absteifungen gegen Kippen durch Windlast erforderlich sein. Das BG-Merkblatt „Aufmauern von Wandscheiben“ [1] ist zu beachten.

Bei Einsatz der Stumpfstoßtechnik ist zu beachten, dass nach DIN EN 1996/NA gemauerte Querschnitte kleiner 400 cm² als nicht tragend anzusetzen sind. Damit Türanschläge als tragende Sturzaufleger angebracht werden können, muss in Abhängigkeit von der Wanddicke die Anschlaglänge der Tafel 3 entsprechen.

Tafel 3 Mindestlänge von Anschlägen bei tragenden Sturzauflegern, Querschnitt $\geq 400 \text{ cm}^2$

Wanddicke <i>d</i> [cm]	Anschlaglänge <i>l</i> [cm]
11,5	≥ 35
15	≥ 27
17,5	≥ 23
20	≥ 20
24	≥ 17
30	≥ 14
36,5	$\geq 11,5$

Bei kürzeren Anschlägen sind andere konstruktive Lösungen vorzusehen, z.B. Einbinden des tragenden Sturzes in die Querwand.

Bildnachweise

Bild 27: Peter Frese

Bild S. 59, S. 70; Bild 26, 51 bis 54:
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.



**MATERIAL,
TRANSPORT UND
BAUSTELLENORGANISATION –
ALLES MUSS AUF EINANDER
ABGESTIMMT SEIN**

1. Einleitung

Der Erfolg einer Baustelle hängt in starkem Maß von der Qualität der Arbeitsplanung und Arbeitsvorbereitung ab. Auf den Bau-

stellen, in den Betrieben und in den Planungsbüros geht es darum, für stetigen Material- und Arbeitsfluss zu sorgen.

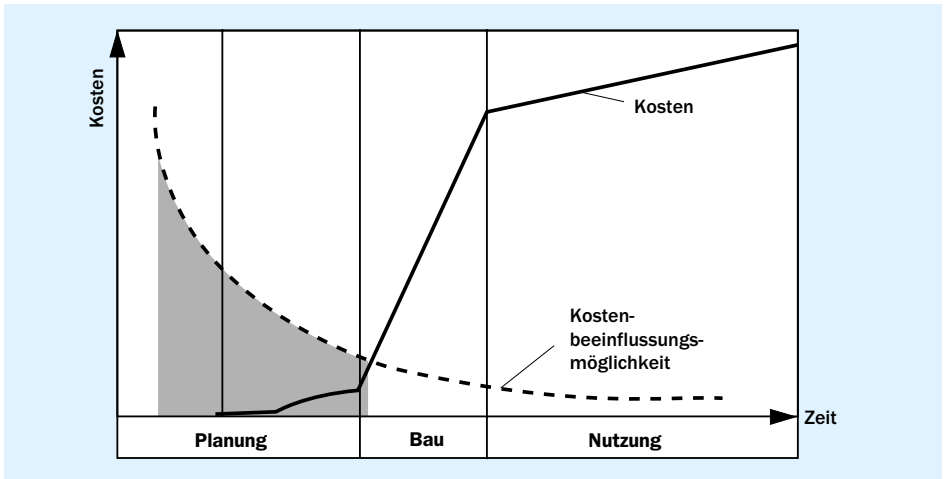


Bild 1 Die Planung entscheidet: Der größte Einfluss auf die Baukosten ist in der Planungsphase möglich. Je weiter die Planung voranschreitet, desto geringer sind die Spielräume für eine Kostensenkung. In der Bauausführung sinken sie fast auf Null [1]

Tafel 1 Hinweise für Arbeitsplanung und Arbeitsvorbereitung

- Wahl der jeweiligen Mauertechnik und der Steinformate in Abhängigkeit von Gebäudeart und -größe
- Personal planen, passend zur Bauaufgabe und den jeweiligen Geräten
- Objektunterteilung in Ausführungsabschnitte
- Materialbedarfslisten, unterteilt nach Ausführungsabschnitten. Baustoffhändler und Polier erhalten Materialbedarfslisten, so dass der Abruf direkt erfolgen kann.
- Rechtzeitig die richtigen Mengen abrufen
- Überlegtes Abstellen der Mauersteine und Mörtelkübel an der Arbeitsstelle
- Aktiver Einsatz von Kurbelböcken, Arbeitsbühnen oder Rollgerüsten, damit die Arbeitshöhe des Maurers zwischen 60 und 90 cm über Tritthöhe beträgt
- Mörtelkübel 40 cm über Tritthöhe aufbocken, um unnötige Bewegungen und Ermüdung zu vermeiden
- Mauerlehren für das Anlegen von Ecken und Öffnungen einsetzen, um die ständige Unterbrechung des Arbeitsrhythmus durch das Benutzen der Wasserwaage zu vermeiden
- Platz für Versetzgeräte, Steinsäge, Knacker und Gerüste einplanen

2. Bestellung

Damit die richtigen Kalksandsteine auf der Baustelle angeliefert werden, ist bei der Bestellung anzugeben:

- Stückzahl/Menge
- Kurzbezeichnung
- Liefertermin
Rechtzeitig bestellen, Tag und evt. Uhrzeit angeben

- Lage der Baustelle
Lkw-Größe, Gewichtsbeschränkung, Hanglage, enge Kurven mitteilen

Hinweis:

Verblender sollten wegen der rohstoffbedingten Farbnuancen und Oberflächenbeschaffenheit nur von einem Werk bestellt werden – bei kleinen Objekten die Gesamtmenge, bei größeren Objekten jeweils ausreichend für einen Bauabschnitt. Dem Lieferwerk sollte darüber hinaus die Gesamtmenge angegeben werden.

Tafel 2 Beispiele für Stein-Kurzbezeichnungen

Steinart	Format (Länge x Breite x Höhe)	Kurzbezeichnung
KS-Vollstein	2 DF (240 x 115 x 113)	DIN 20000-402 – KS 12 – 1,8 – 2 DF
KS-Lochstein	3 DF (240 x 175 x 113)	DIN 20000-402 – KS L 12 – 1,4 – 3 DF
KS-Planstein	8 DF (248 x 240 x 248)	DIN 20000-402 – KS L-R P 12 – 1,4 – 8 DF (240)
KS-Fasenstein	9 DF (373 x 175 x 248)	DIN 20000-402 – KS F 12 – 1,8 – 9 DF (175) Aufstandsbreite 161
KS-XL-Rasterelement	498 x 150 x 498	DIN 20000-402 – KS XL-RE 20 – 2,0 – 498 x 150 x 498
KS-XL-Planelement	998 x 200 x 623	DIN 20000-402 – KS XL-PE 20 – 2,0 – 998 x 200 x 623
KS-Verblender	NF (240 x 71 x 113)	DIN 20000-402 – KS Vb 20 – 2,0 – NF

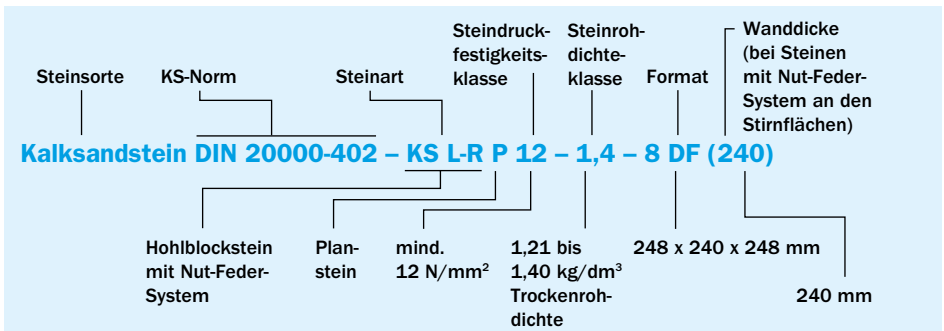


Bild 2 Bedeutung der Kurzzeichen (Beispiel)

Tafel 3 Hinweise für die Lagerung von Baumaterial auf der Baustelle

- Lagerung auf ebenem und tragfähigem Untergrund, z.B. auf Bohlenlege
- Ausreichend Abstand zu Böschungen einhalten
- Materialstapel gegen Umsturz sichern
- Steine und Mörtel durch Abdecken der Materialstapel, z.B. mit Folien, vor Durchnässung, Eis und Schnee schützen. Anfallendes Regenwasser vom Materiallager ableiten.
- Bei der Lagerung auf Decken ggf. Montagestützen setzen. In jedem Fall mit der Bauleitung abstimmen.
- Die Lagerung im Schwenkbereich des Kranes ist wirtschaftlich.

3. Baustellenorganisation

Nicht zu wenig, aber auch nicht zu viel Material. Das ist ein Geheimnis des Baustellenerfolgs. Deshalb ist nur soviel Material am Verarbeitungsort bereitzustellen, z.B. auf der Zwischendecke, wie gerade benötigt wird.

Unnötige Materialtransporte und damit verbundene Umschlagzeiten kosten Zeit und Geld. Deshalb ist es vorteilhaft, die Materialien möglichst nah am Verarbeitungsort abzulagern. Zwischentransporte lassen sich dann auf ein Minimum reduzieren.

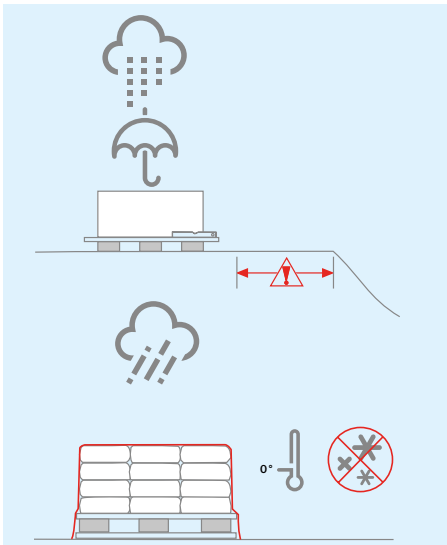


Bild 3 Die Lagerung von Steinen und Mörtel erfolgt witterungsgeschützt auf tragfähigem, ebenem Untergrund.

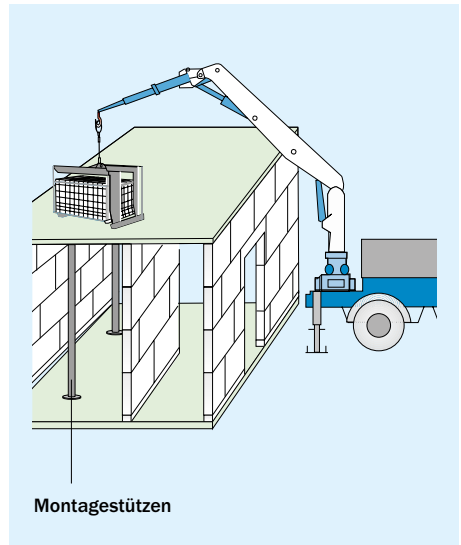


Bild 4 Eventuell erforderliche Montagestützen sind in Abstimmung mit dem Statiker zu setzen.

Bei beengten Baustellen, wie z.B. bei Lückenbebauungen im Stadtkern, lassen sich allerdings solche Mehrarbeiten nicht immer vermeiden. Um so wichtiger ist auch hier die Vorplanung in der Arbeitsvorbereitung und die Organisation vor Ort durch den Polier.

Auch beim Personaleinsatz kann weniger mehr sein. Geräteeinsatz und Personalbedarf sind deshalb aufeinander abzustimmen. Beim Mauern mit Versetzgerät z.B. ist zu entscheiden, ob im Zwei-Mann-Team gearbeitet wird oder das Ein-Mann-Mauern erfolgt. Mehr als zwei Maurer je Gerät sind

unwirtschaftlich und senken die Arbeitsleistung.

Die sachgemäße Lagerung ist nicht nur wichtig für strukturiertes Arbeiten. Eine aufgeräumte Baustelle sehen auch Planer, Bauträger und Bauherren gern. Denn bei einer ordentlichen Baustelle sind zukünftige Käufer eher zum Abschluss geneigt. Was ordentlich aussieht, wird auch ordentlich gemacht sein. Wenn dagegen auf der Baustelle das Chaos herrscht, kommt der Bauherr leicht zu dem Schluss, dass die Verarbeitung auch keine hohe Qualität haben kann.



Bild 5 Festlegen der Abstellfläche von Stein stapeln und Mörtelkübeln am Verarbeitungsort



Bild 6 Das Absetzen der Stein stapeln erfolgt zweckmäßig auf Paletten oder Bohlenlege.



Bild 7 Absetzen der Steinpakete mit dem Baustellenkran auf der Zwischendecke



Bild 8 Eine aufgeräumte Baustelle ist die beste Werbung.

4. Arbeitsraum

Der Arbeitsraum ist so zu gestalten, dass ausreichend Bewegungsspielraum für den Maurer sowie für eine fahrbare Mauerterrepe verbleibt. Optimal werden Steinstapel und Mörtelkübel so platziert, dass ein Arbeitsraum von ca. 1,20 m zwischen Mate-

rialstapel und der aufzumauernden Wand verbleibt. Bei größeren Abständen steigt die Belastung des Maurers an, bei kleineren Abständen wird der Bewegungsspielraum des Maurers eingeschränkt sowie das Aufstellen der Gerüste erschwert.

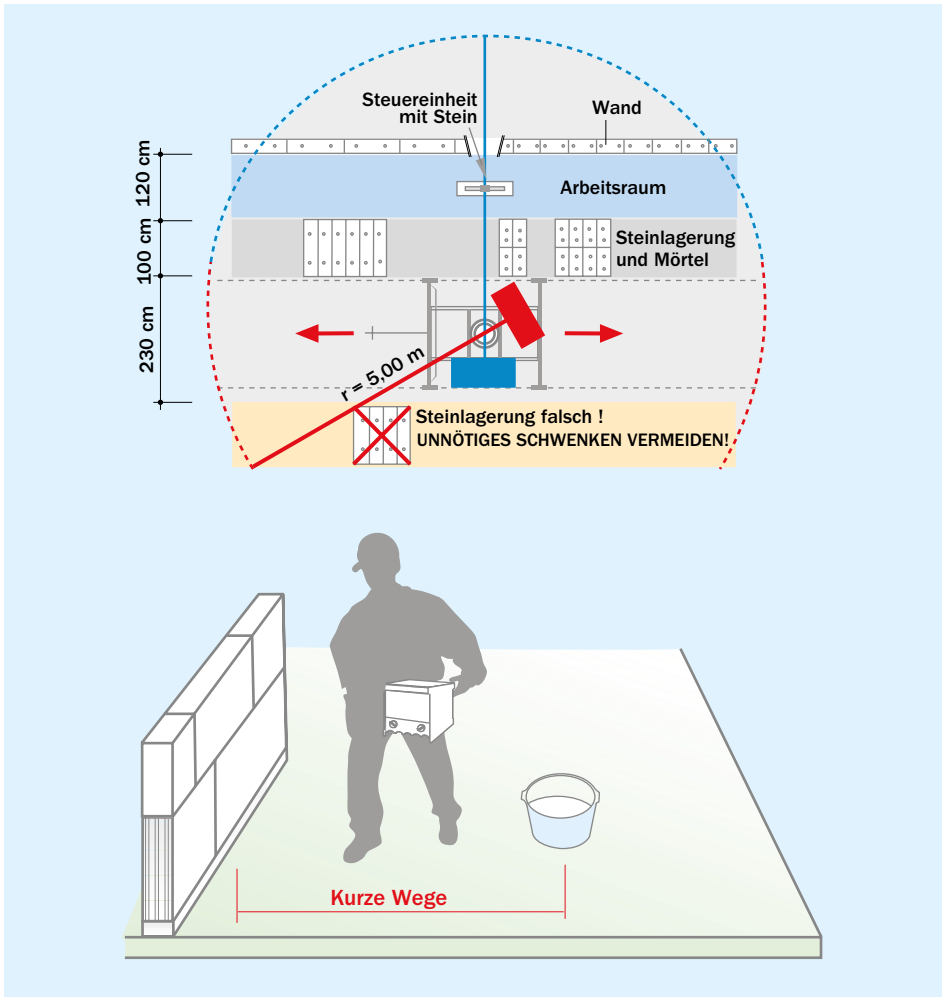


Bild 9 Optimale Baustelleneinrichtung mit kurzen Wegen

Beim Mauern mit Versetzgerät ist darauf zu achten, dass das Versetzgerät parallel zur Wand verfahrbar ist.

Die kürzesten Taktzeiten werden erzielt, wenn die Steinpakete zwischen Versetzgerät und Mauer abgestellt werden. Somit werden unnötige Schwenkzeiten vermieden.

Die Reihenfolge, in der die Wände erstellt werden, ist in der Arbeitsvorbereitung sinnvoll festzulegen. Die Verfahrbarkeit des Versetzgerätes von einem Raum zum nächsten ist dann sichergestellt. Die Kimmschichten werden in der Regel vorab erstellt. Um das Versetzgerät auch dann noch zu verfahren, können in der Kimmschicht Lücken für das Versetzgerät vorgesehen werden.



Bild 10 Das Anlegen der Kimmschicht erfolgt mit zeitlichem Vorlauf.

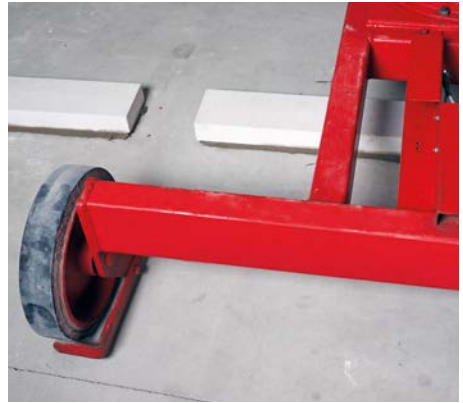


Bild 11 Nach dem Verfahren des Versetzgerätes werden die Lücken in der Kimmschicht geschlossen.



Bild 12 Der Einsatz von fahrbaren Mauertreppen erleichtert das Verarbeiten.



Bild 13 Eine gute Baustellenorganisation ermöglicht durchgängiges Arbeiten.

5. Transportkette

Die Transportkette beginnt im Kalksandsteinwerk mit der Verladung der Stein stapel und des Zubehörs. Bei Anlieferung an der Baustelle sind Wege und Lagerplätze entsprechend frei zu halten.

Verkehrsbehinderungen, wie z.B. unbefestigte Wege, enge Durchfahrten oder enge Kurven im Baustellenumfeld, sollten deshalb im Vorfeld mit dem Lieferanten geklärt sein.

Die Lagerplätze werden von der Baustelle rechtzeitig vorher vorbereitet. Die Abladung erfolgt an dem vom Bauleiter oder Polier bezeichneten Ort.

Beim Transport auf der Baustelle sind die gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften einzuhalten. Insbesondere die UVV „Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb“ (VBG 9a) [2] ist zu beachten.

Für den Transport bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Vom Werk zur Baustelle
 - mit Lkw auf Paletten (mit oder ohne Folie) oder
 - mit Lkw als Paket mit Bandagerung
 - Anfahrtsmöglichkeit für große und schwere Lkw schaffen
- Innerhalb der Baustelle
 - mit Baustellenkran und Steinkorb oder
 - Hubwagen/Gabelstapler für den bodennahen Transport



Bild 14 Der Transport auf der Baustelle mit dem Baustellenkran sowie geeigneten Steinkörben ist leicht und sicher.



Bild 15 Absetzen der Steinpakete mit dem Baustellenkran auf der Zwischendecke

6. Geräte

Für das Vermauern der Kalksandsteine von Hand wird das übliche Handwerkszeug eines Maurers benötigt. Für das Mauern mit Versetzgerät sind weitere Gerätschaften erforderlich, z.B. Steinzange und Versetzgerät.

Mit dem richtigen Gerät lässt es sich leichter und schneller arbeiten. Deshalb sind alle Geräte bei Arbeitsunterbrechungen und am Ende des Tages zu reinigen.

Dies gilt nicht nur für die „persönliche Ausrüstung“ (Kelle, Quast, Hammer etc.), sondern genauso für das „Allgemeingut“ (Mörtelschütten, Mischmaschine etc.).

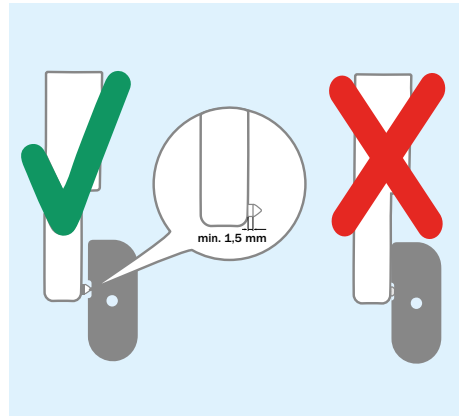


Bild 16 Korrektes Tragsystem der Versetzzange

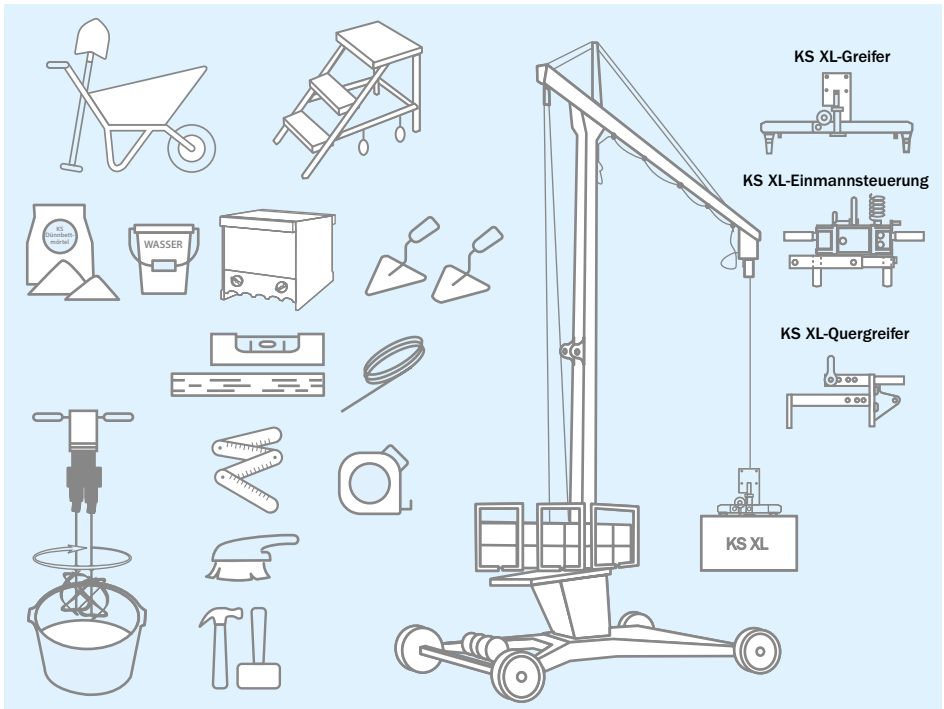


Bild 17 Mit dem richtigen Gerät lässt es sich leichter arbeiten.

Der Mörtelschlitten hilft dabei, den Mörtelauftrag zu beschleunigen. Insbesondere bei Dünnbettmörtel ist darauf zu achten, dass die empfohlene Zahnschiene entsprechend Sackaufdruck oder Herstellerangabe verwendet wird. Das regelmäßige Reinigen des Mörtelschlittens – auch bei Arbeitsunterbrechungen – ist erforderlich, damit keine Mörtelreste im Schlitten haften bleiben und ein einwandfreier Mörtelauftrag erfolgt.

Weiteres Zubehör, wie Schlauchwaage oder Hochbau-Laser, Eck- und Öffnungslehren, vereinfachen den Arbeitsablauf noch weiter. Die Arbeit geht damit leichter von der Hand. Dies bedeutet höhere Motivation der Maurer und kürzere Arbeitszeiten.

Literatur

- [1] Kostensparendes Bauen, Naumann, H., Deutsches Ingenieurblatt, Dezember 1996
- [2] UVV „Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb“ (VBG 9a)



BEI STEINGEWICHTEN
ÜBER 25 KG
SIND VERSETZGERÄTE
EINZUSETZEN

1. Einleitung

Der Begriff des „Mauerns“ steht für solide, dauerhafte Arbeit, die allen gestellten Anforderungen gerecht wird. Dies wird auch in der Umgangssprache deutlich: Wenn beim Fußball die Mauer richtig steht, ist sie stark und unüberwindbar.

Das ist auch bei der Mauer aus Stein und Mörtel so. Mauersteine aus Kalksandstein der Steindruckfestigkeitsklasse (SFK) 12 weisen eine Druckfestigkeit auf, die einem Beton der Güte C12/15 entspricht. Kalksandsteine der SFK 20 weisen eine Druckfestigkeit auf, die einem Beton der Güte C20/25 entspricht.

Mauerwerk kann schnell und wirtschaftlich hergestellt werden. Im Gegensatz zu Fertigbauteilen lassen sich auf der Baustelle noch Planänderungen ohne großen Aufwand umsetzen.

Wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer Bauart haben die verwendeten Arbeitstechniken sowie die Arbeitsvorbereitung. Ein kontinuierlicher Materialfluss, ablaufgerechte Baustelleneinrichtung und die sinnvolle Anordnung der Lagerplätze der Baustoffe sorgen für höchste Leistungsfähigkeit. Auf diese Weise werden Transporte innerhalb der Baustelle auf ein Minimum begrenzt und Arbeitsunterbrechungen für die Umrüstung von Geräten und Geräten reduziert.

Das Mauern lässt sich nach verschiedenen Kriterien unterscheiden:

- **Verarbeitungsart:**
In der Regel ist die Art der Verarbeitung abhängig vom Gewicht. Man unterscheidet das Mauern von Hand und das Mauern mit Versetzgerät.
- **Stoßfugenausbildung/Stoßfugenvermörtelung:**
Von der Kalksandsteinindustrie werden neben den klassischen Kleinformaten mit glatten Stoßfugenausbildungen vor allem Steine mit Nut-Feder-System angeboten. Bei Steinen mit Nut-Feder-System (Kurzzeichen R für rationell) wird im Regelfall auf die Vermörtelung der Stoßfugen verzichtet.
- **Mörtelart:**
Das Versetzen/Mauern der Kalksandsteine erfolgt bei Plansteinen und -elementen in Dünnbettmörtel sowie bei kleinformatischen Kalksandsteinen in Normalmauermörtel.
- **Bauweise mit Fuge/
Bauweise ohne Fuge:**
Die Unterscheidung nach DIN 4172 in „Bauweise mit Fuge“ – gemeint ist mit 1 cm Stoßfuge – und „Bauweise ohne Fuge“ hängt eng mit der Stoßfugenausbildung und der verwendeten Mörtelart zusammen.

Die Unterscheidung der Erstellung von Mauerwerk wird im Folgenden nach dem Kriterium Verarbeitungsart beschrieben.

Die Handvermauerung hat insbesondere bei Sichtmauerwerk (innen und außen), als auch bei nachträglich zu errichtenden Fassaden (z.B. Sanierungen) seine Berechtigung.

In der Ausbildung hat die Vermauerung von Hand auch heute noch eine große Bedeutung.

Das Vermitteln der Handwerkskunst lässt sich an der Handvermauerung optimal zeigen, wie z.B.:

- Anlegen der Mauerwerksverbände
- Einhalten der Überbindemaße
- Herstellen von Pass-Steinen

Das Mauern von Hand, als klassische Form des Mauerns, nimmt bei Neubauten immer weiter ab. Verstärkt werden dort großformatige Steine, z.B. KS XL, mit Versetzgerät verarbeitet.

Das Mauern mit großformatigen Steinen und Versetzgeräten hat den Arbeitsalltag und das Arbeitsbild des Maurers verändert. Die hohe Arbeitsleistung, die durch den Einsatz von maschinellen Versetzhilfen und Versetzgeräten erzielt werden kann, macht Mauerwerksbauten wirtschaftlich noch interessanter. Wie bei der Handvermauerung gelten auch hier die gleichen grundsätzlichen Handwerksregeln.

Für den Erfolg einer Baustelle sind arbeitsgerechte Lieferung, Baustellenvorbereitung und Arbeitsorganisation von wesentlicher Bedeutung.

2. Mauern von Hand

Die Handvermauerung findet vor allem Anwendung für:

- Innen- und Außensichtmauerwerk aus kleinformatigen Steinen
- Nachträgliches Erstellen von Innenwänden
- Sanierung und Umbau bestehender Gebäude
- Arbeiten geringen Umfangs

2.1 Steingewichte

Mauersteine mit einem Gewicht von bis zu 25 kg lassen sich über einen eingeschränkten Zeitraum noch von Hand vermauern. Bei Steingewichten über 25 kg sind Versetzgeräte einzusetzen. Um das theoretische Ver-

arbeitungsgewicht eines Kalksandsteins zu ermitteln, werden folgende Angaben benötigt:

- Format (Länge · Breite · Höhe)
- Steinrohddichte (angegeben in Rohdichteklassen)
- Einbaufeuchte (in Masseprozent, sofern gemessen)

Hierzu ein Beispiel:

- Format
2 DF (240 mm · 115 mm · 113 mm)
- Steinrohddichteklasse RDK 1,8
- Einbaufeuchte 5 M.-%

Die Berechnung des Einzelsteingewichtes erfolgt näherungsweise wie folgt:

1. Volumen des Steins:
 $240 \text{ mm} \cdot 115 \text{ mm} \cdot 113 \text{ mm} = 3.118.800 \text{ mm}^3 = 3.118 \text{ cm}^3 = 3,1 \text{ dm}^3$
2. Mittlere Steinrohdichte der Steinrohdichteklasse 1,8:
 RDK 1,8 (1,61 kg/dm³ bis 1,80 kg/dm³) = **1,7 kg/dm³**
3. Einbaufeuchte des Mauersteins: Eine übliche Lagerungsbedingung vorausgesetzt, beträgt der Feuchtegehalt von Kalksandstein: **5 M.-%**
4. Das anzusetzende Einzelsteingewicht beträgt also:
 $3,1 \text{ dm}^3 \cdot 1,7 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1,05 = 5,5 \text{ kg}$

INFO

Das Merkblatt der Bau-Berufsgenossenschaften „Handhabungen von Mauersteinen“ [1] ist zu beachten.

2.2 Griffhilfen

Die Handhabung von Mauersteinen lässt sich nicht allein aufgrund des Einzelsteingewichtes beurteilen. Dies führt zu einer falschen Bewertung, wie Prof. Dr. Landau, TH Darmstadt, Institut für Arbeitswissenschaft, im Rahmen einer Untersuchung über die Verarbeitbarkeit von Steinen feststellte [2].

Auch Kalksandstein-Plansteine mit hohem Gewicht lassen sich ohne große körperliche Belastung vermauern. Voraussetzungen sind eine richtige ergonomische Gestaltung dieser Steine mit optimierten Griffhilfen und

die durchdachte Einrichtung des Arbeitsplatzes. Kalksandsteine für die Handvermuerung sind mit optimierten Griffhilfen versehen. Hierbei handelt es sich um ergonomisch angeformte Ober- und Untergriffe (Bild 1), die zu einer Arbeitserleichterung und körperlichen Entlastung des Maurers führen.

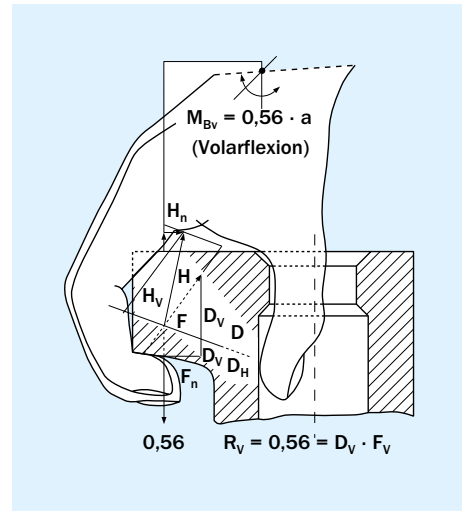


Bild 1 Mittelformatiger Kalksandstein mit optimierter Griffhilfe

Neben der geringeren körperlichen Belastung des Maurers ergeben sich erhebliche Arbeitszeiteinsparungen gegenüber dem Vermauern von klein- und mittelformatigen Steinen ohne Griffhilfen. Das Merkblatt der Bau-Berufsgenossenschaften „Handhabungen von Mauersteinen“ [1] wird dabei eingehalten.

Weitere Erleichterungen und Arbeitszeiterparnisse bringen Hilfsmittel wie Mörtelschlitten und Versetzgeräte.

2.3 Optimale Arbeitshöhe

Ein Maurer verarbeitet bei der Handvermuerung die größte Menge an Mauersteinen

bei geringster Anstrengung, wenn die Arbeitshöhe zwischen 60 und 90 cm über Tritthöhe liegt. Durch den aktiven und rechtzeitigen Einsatz von Kurbelböcken, Arbeitsbühnen oder Rollgerüsten lässt sich die Arbeitshöhe flexibel anpassen.

Ermüdungsfreies Arbeiten bei geringstmöglicher körperlicher Belastung ist eine Voraussetzung für hohe Motivation. Durch die verringerte körperliche Belastung wird die Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft des Maurers erhalten.

Das richtige und überlegte Abstellen der Steinpakete und der Mörtelkübel ist entscheidend für die optimale Arbeitshaltung. Es empfiehlt sich, die Mörtelkübel

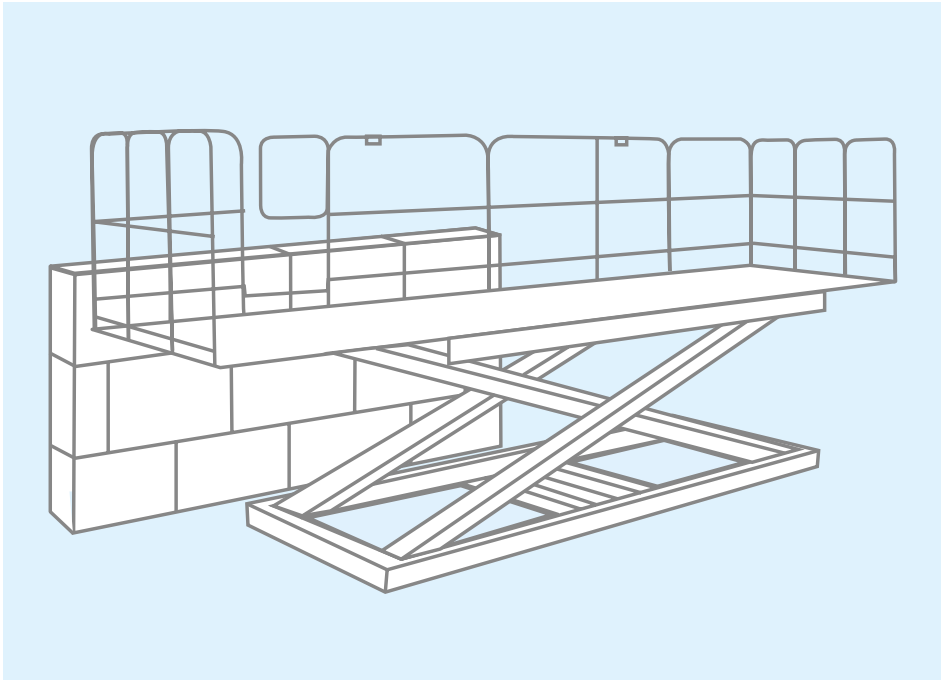


Bild 2 Hydraulisch höhenverstellbare Arbeitsbühnen führen zu effektivem und belastungsarmem Mauern von Hand.

ca. 40 cm über Trittlfläche aufzubocken. Dadurch werden unnötige Hubbewegungen und somit vorzeitige Ermüdung vermieden.

Auch elektrische oder hydraulische Arbeitsbühnen sind flexibel auf jede Arbeitshöhe einstellbar.

2.4 Arbeitsorganisation

Der Arbeitsraum zwischen Materiallage und zu errichtender Wand ist für die ungehinderte Bewegung des Maurers frei zu halten. Mörtelkübel und Steinapfel stehen deshalb in einer Flucht. Bei zu kleinem Arbeitsraum werden die Drehbewegungen des Maurers behindert. Bei zu großem Arbeitsraum sind Zwischenschritte erforderlich, die zu längeren Taktzeiten führen. Die

Belastung des Maurers steigt in beiden Fällen an, da die Zeit zum Versetzen des Steins verlängert wird und somit die Leistung absinkt.

Unnötige Arbeitsunterbrechungen entstehen, wenn der Materialnachschub nicht stimmt. Es ist deshalb wichtig, dass die jeweils benötigten Mengen rechtzeitig abgerufen und am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt werden.

Die Mörtelkübel werden so angeordnet, dass die Füllung eines Mörtelschlittens bis zum nächsten Mörtelkübel reicht. Der Raum zwischen den Mörtelkübeln wird mit Mauersteinen aufgefüllt. Am zweckmäßigsten wird die Einrichtung des Arbeitsplatzes (die Standorte für Mörtelkübel und Steinpakete) im Vorfeld angezeichnet, Bild 3.



Bild 3 Die Festlegung der Lagerflächen für die Kalksandsteine erfolgt rechtzeitig vor Anlieferung des Materials.

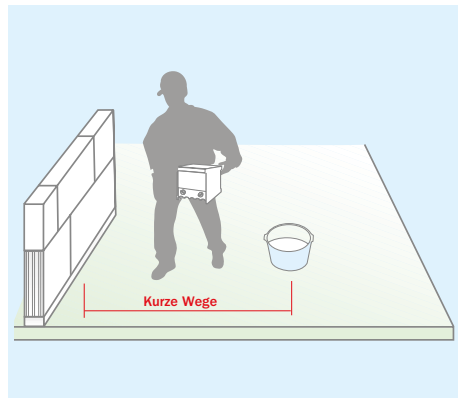


Bild 4 Kurze Wege sind die Voraussetzung für eine hohe Mauerleistung.

3. Mauern mit Versetzgerät

Der Einsatz großformatiger Steine wurde durch Versetzgeräte erst möglich. Sie sind bei Steingewichten ab 25 kg zu verwenden.

3.1 Versetzgerät

Verschiedene Baugerätehersteller bieten unterschiedliche Versetzgeräte an. Versetzgeräte, wie auch besonders Versetzzangen, sind nur in einwandfreiem technischem Zustand einzusetzen. Die Dornen der Zange greifen in die dafür vorgesehenen Dornlöcher der Plansteine und -elemente. Durch die Kinematik der Zange entsteht nach dem Aufnehmen ein Formschluss zwischen den Dornen und dem KS-Stein. Es ist zu gewährleisten, dass die Dorne ausreichend tief eintauchen. Die mindestens 70 mm tiefen Dornlöcher der Steine sind daher von eventuellen Verschmutzungen zu befreien. Die Kontaktflächen an den Dornen der Zange (z.B. Kegelspitze oder Schweißpunkt) sind regelmäßig vom Maurer zu überprüfen, damit ein sicheres Arbeiten mit Versetzgeräten gewährleistet ist (Bild 5).

Beim Einsatz von Versetzgeräten ist auf die Tragfähigkeit der Stahlbetondecken zu achten. Da während der Bauphase höhere Verkehrslasten auftreten können als im Nutzungszustand, z.B. durch ungünstige Lastfallkombinationen infolge Lagerung von Steinpaketen auf Zwischendecken, sind ggf. Montagestützen nach Anweisung des Statikers zu setzen. Um die Verfahrbarkeit der Versetzgeräte sicherzustellen, legt die Bauleitung vor Beginn des Mauerns in einem Ablaufplan die Reihenfolge der Wände und das Umsetzen des Versetzgerätes fest. Damit der Normalmauermörtel der Kimm-schichten ausreichend fest werden kann, werden diese mit ausreichendem Vorlauf zum Aufmauern der Wände angelegt. Ge-

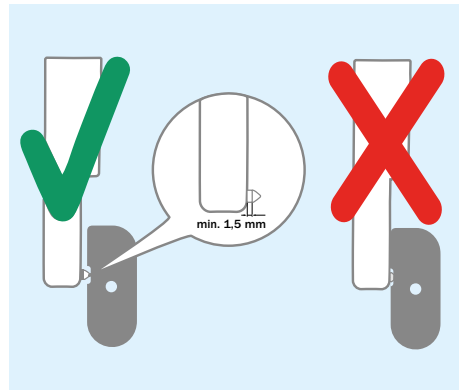


Bild 5 Korrektes Tragsystem der Versetzzange

gebenenfalls sind Fahrspuren in den Kimm-schichten freizuhalten, um das Verfahren der Versetzgeräte von einem Raum in den anderen zu ermöglichen.

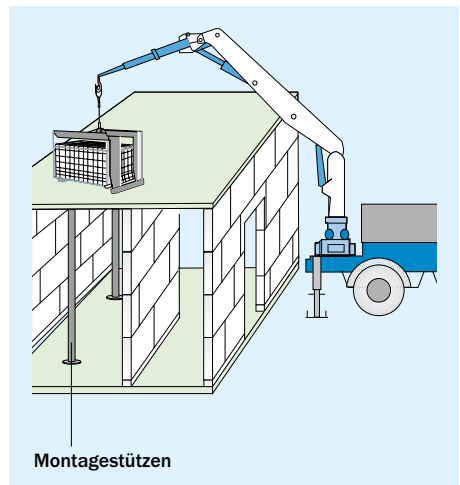


Bild 6 Eventuell erforderliche Montagestützen sind in Abstimmung mit dem Statiker zu setzen.

3.2 Pass- und Ergänzungssteine

Die Bereitstellung von Pass- und Ergänzungssteinen kann die wirtschaftliche Erstellung einer Mauerwerkswand wesentlich unterstützen. Die Verwendung vorgefertigter Pass- und Ergänzungssteine ist deshalb grundsätzlich zu empfehlen. Bereits in der Planungsphase werden hier die Weichen für wirtschaftliches und rationelles Mauern gestellt.

Je nachdem, welches Steinsystem gewählt wurde, werden Pass- und Ergänzungssteine bereits auf die Baustelle fertig angeliefert.

Wenn Pass- und Ergänzungssteine auf der Baustelle hergestellt werden, so werden diese zu Beginn der Mauerarbeiten jeweils für eine Wand aus Standardsteinen hergestellt. Dies geschieht bei Steinen für Dünnbettmörtel vorzugsweise mit einer Steinsäge – wegen der exakten Schnittkante, z.B. im Bereich der Stoßfuge.

Bei großformatigen Kalksandsteinen KS XL können Ergänzungselemente im 12,5 cm-Raster (Oktametermaß) und/oder geschnittene Passelemente systemgerecht vom Werk mitgeliefert werden.

3.3 Überbindemaß bei KS XL

Bei KS XL ist das Überbindemaß von $l_{oi} \geq 0,4 \cdot$ Steinhöhe der Regelfall. Da dies aber nicht an allen Stellen baupraktisch ausführbar ist, sind nach DIN EN 1996/NA für Ausnahmefälle für die Anwendung von KS XL auch Reduzierungen des Überbindemaßes zulässig. Das Mindestüberbindemaß beträgt immer 12,5 cm.

Die Verringerung des Überbindemaßes ist in der Bemessung der Wände zu berücksichtigen. Änderungen auf der Baustelle sind daher unbedingt mit der Bauleitung bzw. dem Statiker abzustimmen.

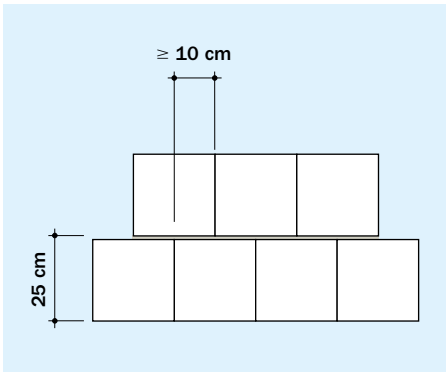


Bild 7 Mindestüberbindemaß l_{oi} für KS-Plansteine

Tafel 1 Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe

Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe		
Steinhöhe h_u [cm]	Regelfall $l_{oi} = 0,4 \cdot$ Steinhöhe [cm]	Mindestüberbindemaß l_{oi} [cm]
< 11,3	5	$\geq 4,5$
11,3 / 12,3	5	$\geq 0,4 \cdot$ Steinhöhe $\underline{\triangle} 5$
24,8	10	$\geq 0,4 \cdot$ Steinhöhe $\underline{\triangle} 10$
49,8	20	$\geq 0,25 \cdot$ Steinhöhe $\underline{\triangle} 12,5$
62,3	25	$\geq 0,2 \cdot$ Steinhöhe $\underline{\triangle} 12,5$

INFO

Für die Lastverteilung im Mauerwerk ist die **halbsteinerige Überbindung ideal** ($I_{of} = 0,5 \cdot \text{Steinlänge}$). Das lässt sich nicht immer realisieren. Das Überbindemaß sollte aber dennoch so groß wie möglich sein.

3.4 Stoßfugenvermörtelung

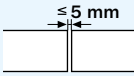
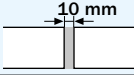
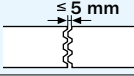
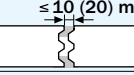

Kalksandsteine mit Nut-Feder-System werden in der Regel ohne Stoßfugenvermörtelung knirsch versetzt. Die in DIN EN 1996/NA maximal zulässige Stoßfugenbreite von 5 mm kann mit KS-Plansteinmauerwerk problemlos eingehalten werden. Stoßfugen > 5 mm sind im Steinrandbereich beidseitig mit Mörtel (DM oder NM) zu schließen. Die Fugenbreite bei vermörtelten Stoßfugen soll in Einzelfällen 20 mm nicht überschreiten.

Das an den Stirnflächen der Steine vorhandene Nut-Feder-System erleichtert es dem Maurer, ebene Wandflächen zu erstellen. Ein Verkanten der Steine wird vermieden und das Mauerwerk ist bereits in der Rohbauphase optisch dicht.

In Ausnahmefällen kann es erforderlich sein, die Stoßfugen zu vermörteln, z.B. bei:

- der Druckzone von Flachstürzen,
- Kelleraußenwänden, in Abhängigkeit von der Lastabtragung,
- einschaligem Mauerwerk ohne Putz, bei dem Winddichtigkeit gefordert ist, sowie
- bei nicht tragenden inneren Trennwänden, dreiseitig gehalten mit oberem freien Rand.

Tafel 2 Stoßfugenausbildung von KS-Mauerwerkswänden

Stoßfugenausbildung – Anforderungen	Schemaskizze (Aufsicht auf Steinlage)
1 Ebene Stoßfugenausbildung <ul style="list-style-type: none"> ■ Steine knirsch verlegt 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Gesamte Stoßfuge vollflächig vermörtelt Stoßfugenbreite: 10 mm 	
2 Stoßfugenausbildung mit Nut-Feder-System <ul style="list-style-type: none"> ■ Steine knirsch verlegt 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Steinrandbereiche vermörtelt 	
3 Stoßfugenausbildung eines geschnittenen Steins an Nut-Feder-System (knirsch gestoßen) <ul style="list-style-type: none"> ■ Empfehlung: Steinrandbereiche vermörteln 	

Im statischen Sinn als vermörtelt gilt eine Stoßfuge, wenn mindestens die halbe Steinbreite über die gesamte Steinhöhe vermörtelt ist. Die erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung weiterer bauphysikalischer Anforderungen sind gesondert zu betrachten.

INFO

Im statischen Sinn als vermörtelt gilt eine Stoßfuge, wenn mindestens die halbe Steinbreite über die gesamte Steinhöhe vermörtelt ist.

3.5 Wandhöhen/Höhenausgleich

Jede Wandhöhe lässt sich durch die richtige Auswahl der Steinformate herstellen. Die Wandhöhe ergibt sich aus:

1. Höhe des Anlege-, Kimmschichtmörtels (1 bis 3 cm)
2. Höhe der KS-Kimmsteine (Höhenausgleichssteine)
3. Höhe und Anzahl der Regelschichten (Vielfaches von 50 cm bzw. 62,5 cm)

Das Versetzen der ersten Steinschicht (Kimmschicht) erfolgt in Normalmauermörtel NM III (zügig abbindender Zement-

mörtel), Dicke $d = 1$ bis 3 cm. Diese Ausgleichsschicht dient dem Höhenausgleich der Wand, der Herstellung eines planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung und dem Ausgleich von Unebenheiten in der Betondecke. Das ist für das Versetzen der folgenden Steinschichten in Dünnbettmörtel besonders wichtig. Putzmörtel ist als Anlegemörtel ungeeignet.

Zum Höhenausgleich werden in der Regel spezielle KS-Kimmsteine oder zur Reduzierung von Wärmebrücken wärmetechnisch optimierte KS-Wärmedämmsteine eingesetzt. Die Kimm- und Wärmedämmsteine werden in verschiedenen Steinhöhen angeboten.

Höhenausgleichssteine müssen die gleiche Druckfestigkeit aufweisen wie die Regelsteine. Das Überbindemaß ist einzuhalten.

INFO

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

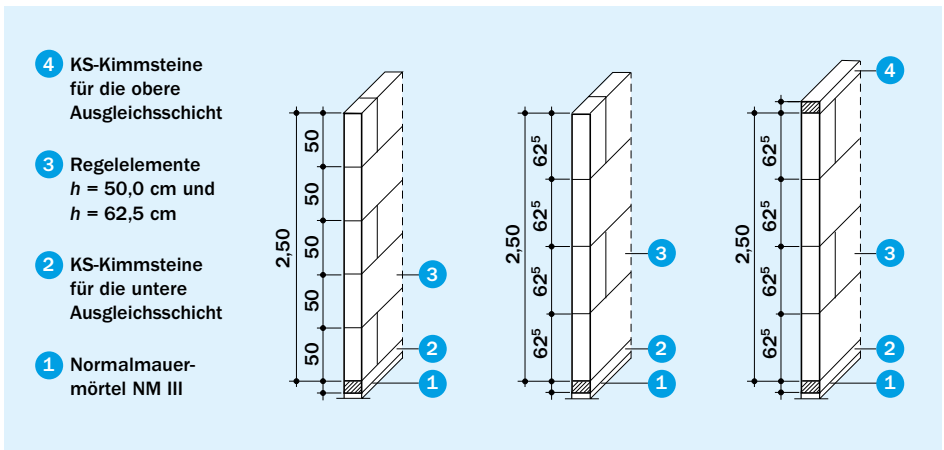


Bild 8 Jede Wandhöhe kann hergestellt werden.

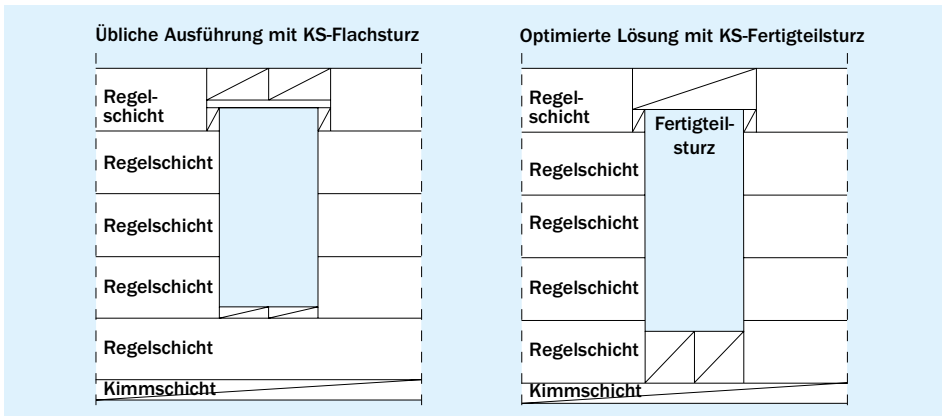


Bild 9 Bei der Festlegung der Kimmhochhöhen sollten Brüstungshöhe und Sturzaufleger berücksichtigt werden.

Der Einsatz von Steinen zum Höhenausgleich ist sowohl am Wandfuß als auch am Wandkopf möglich. Bei der Festlegung der Kimmhöhe empfiehlt es sich, den Höhen-

ausgleich nach Möglichkeit am Wandfuß so zu wählen, dass die Restwandhöhe durch die Regelelementhöhe teilbar ist.

4. Öffnungsüberdeckung

Die Überdeckung von Öffnungen erfolgt in der Regel mit vorgefertigten Stürzen, die schnell und rationell versetzt werden können. Für optisch anspruchsvolles Sichtmauerwerk kommen vorgefertigte Mauerstürze, aber auch vor Ort erstellte Stürze oder Bögen zum Einsatz.

Stürze und Bögen haben die Aufgabe, die darüber liegenden Lasten über die Sturzaufleger in die Wände abzuleiten. Bei der Ableitung dieser Lasten entstehen Horizontalkräfte, die im Sturz und in den Auflagern aufgenommen werden müssen.

Stürze werden auf Biegung beansprucht. Die Unterseite will sich aufgrund der darü-

ber liegenden Last verlängern, die Oberseite verkürzen. Auf der Unterseite entstehen somit Zugspannungen, auf der Oberseite Druckspannungen.

Mauerwerk kann sehr gut Druckkräfte aufnehmen. Es ist aber nur sehr begrenzt in der Lage, Biegezugspannungen aufzunehmen.

Aus diesem Grund bestehen Mauerwerkstürze aus einem oben liegenden Druckgurt und einem unten liegenden Zuggurt (Bild 10). Dabei wird der Zuggurt aus der Stahlbewehrung des Sturzes und der Druckgurt aus der Übermauerung (mit vermörtelten Stoßfugen) gebildet.

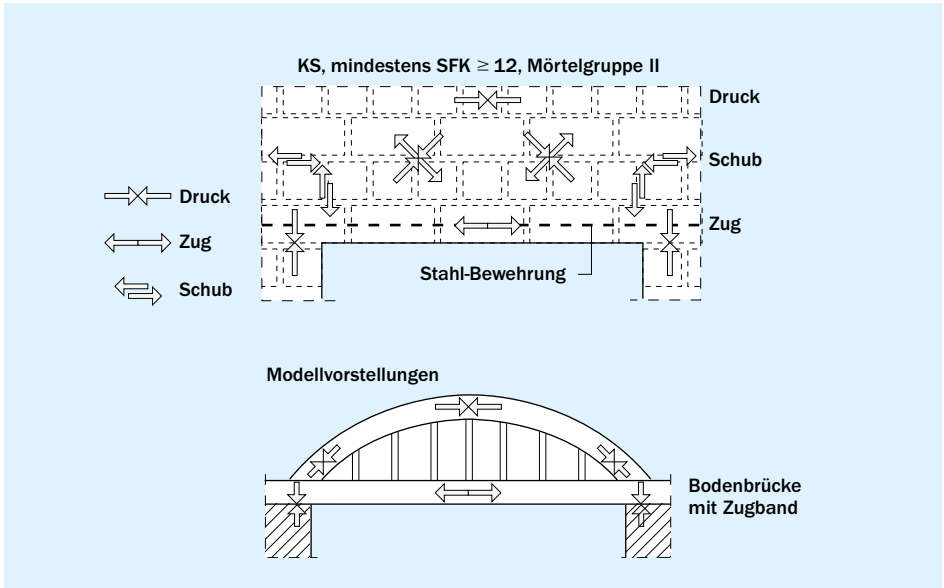


Bild 10 Zur Lastableitung über Öffnungen muss ein Zuggurt (unten) und ein Druckgurt (oben) ausgebildet werden.

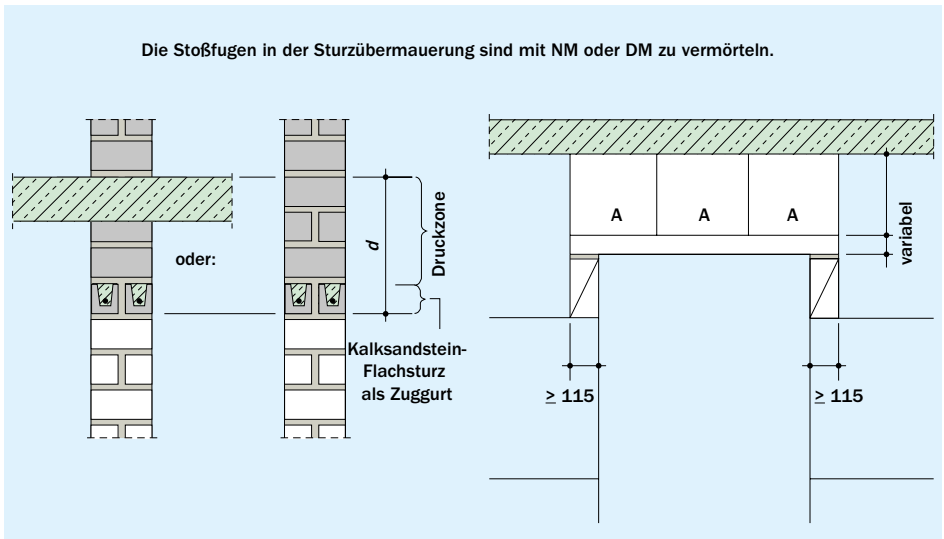


Bild 11 Die Druckzone oberhalb des KS-Sturzes kann aus Mauerwerk, Beton oder einer Kombination davon bestehen.

4.1 KS-Stürze

Vorgefertigte Stürze sind Bauteile, die als Fertigteile auf die Baustelle angeliefert werden. Lieferbar sind:

- KS-Flachstürze, mit Schichthöhen bis zu 12,5 cm (auch für Sichtmauerwerk)
- KS-Fertigteilstürze, mit Schichthöhen bis zu 50 cm

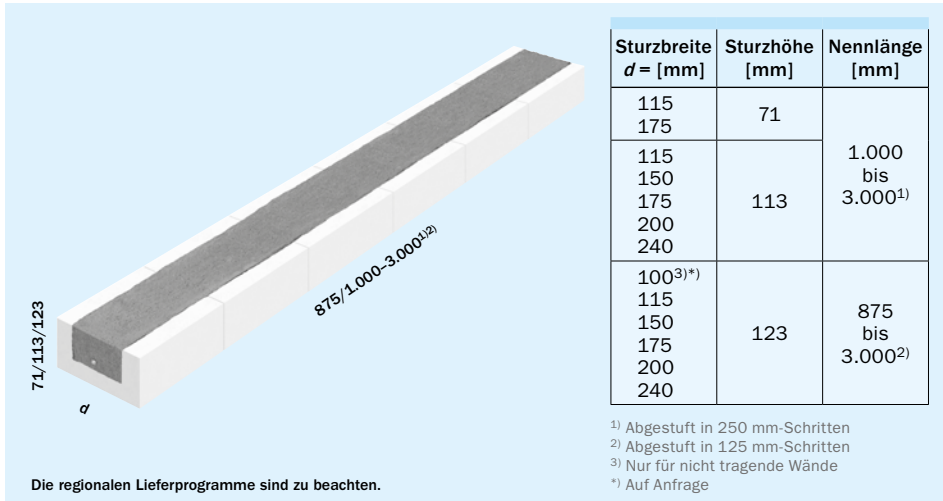


Bild 12 KS-Flachstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

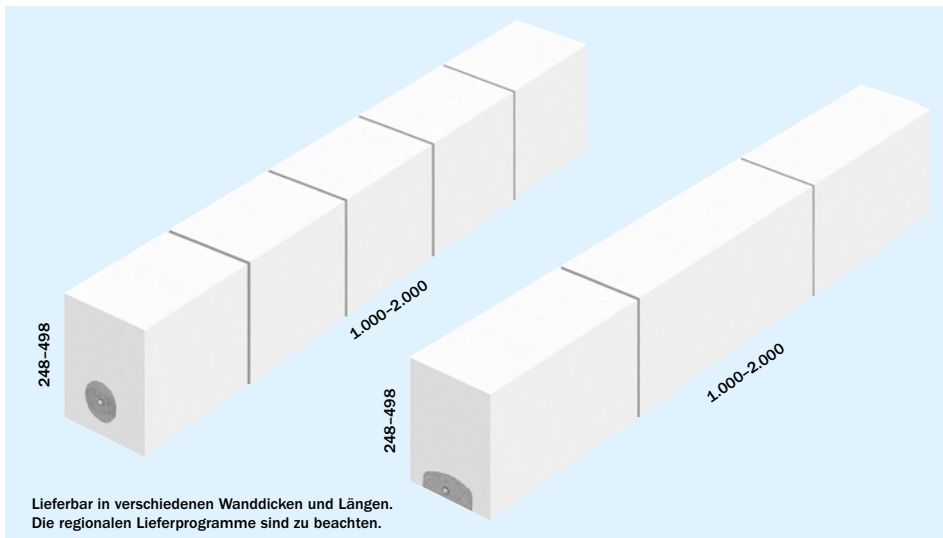


Bild 13 KS-Fertigteilstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

Während Flachstürze erst durch die Übermauerung ihre volle Tragfähigkeit und Funktion erhalten, sind Fertigteilstürze direkt nach dem Versetzen voll belastbar.

Die Ausführung eines vor Ort geschalteten Betonsturzes ist wesentlich aufwändiger und damit kostenintensiver als der Einsatz eines vorgefertigten KS-Sturzes. KS-Stürze bieten zusätzlich den Vorteil eines einheitlichen Putzgrundes mit dem angrenzenden Mauerwerk.

Die Bemessung von KS-Flachstürzen und KS-Fertigteilstürzen erfolgt nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ). KS-Stürze dürfen nicht durch Einzellasten belastet werden. Die Hersteller von KS-Flachstürzen und KS-Fertigteilstürzen haben sich zur Werbegemeinschaft KS-Sturz zusammengeschlossen und bieten in ihrem Internet-Auftritt (www.ks-sturz.de) einfache Bemessungstabellen.

Die Tragfähigkeit des Sturzsystems ist abhängig von der Höhe der Übermauerung. In der Druckzone stellt sich eine Gewölbewirkung ein.

Vor dem Aufmauern bzw. dem Aufbetonieren muss die Oberseite der KS-Stürze sorgfältig gereinigt und vorgemischt werden. Die vorgefertigten KS-Stürze werden von Hand oder mit Versetzhilfe satt im Mörtel (NM III oder DM) verlegt. Die Auflagerlänge beträgt mindestens 11,5 cm. Für das Auflager ist zu beachten, dass tragende Querschnitte (z.B. Pfeiler und Wandenden) nach DIN EN 1996-1-1 eine Mindestfläche von 400 cm² aufweisen müssen.

KS-Flachstürze sind bis zur Aushärtung der Druckzone (Übermauerung oder Betondecke) abzustützen, Bild 14. Als Anhaltswert kann hierbei von sieben Tagen ausgegangen werden.

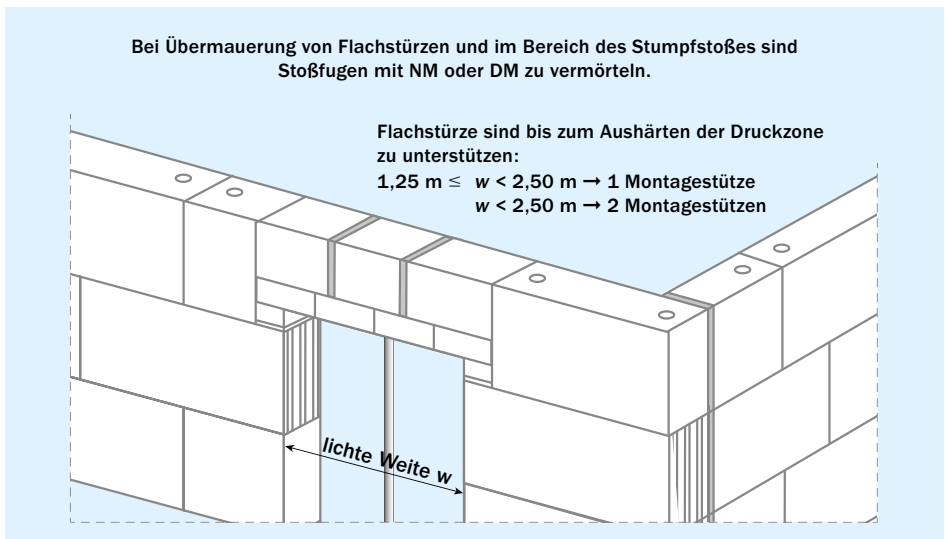


Bild 14 Bei der Übermauerung von Flachstürzen und im Bereich des Stumpfstoßes sind die Stoßfugen grundsätzlich mit Normalmauer- oder Dünnbettmörtel zu vermörteln.

Bei der Herstellung der Druckzone sind die Stoßfugen vollflächig zu vermörteln, unabhängig von deren Ausbildungen (glatt oder Nut-Feder). Für die Übermauerung müssen Steine mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 12 und Normalmauermörtel der Gruppen II, IIa, III oder Dünnbettmörtel verwendet werden. Trockene Steine sind vorzunässen – sie sollten jedoch beim Vermauern oberflächlich wieder abgetrocknet sein.

Bei KS-Fertigteilstürzen ist die Druckzone fester Bestandteil des gelieferten Sturzes. Eine Montageunterstützung ist daher nicht erforderlich.

INFO

Beschädigte Stürze dürfen nicht verwendet werden.

4.2 Gemauerte Stürze

Bei anspruchsvollem KS-Sichtmauerwerk werden Öffnungen mit KS -U-Schalen übermauert. Sie lassen sich architektonisch in den Mauerwerksverband eingliedern.

Gemauerte Stürze aus KS -U-Schalen werden mit vermörtelter Stoßfuge auf vorgefertigter Schalung versetzt, bewehrt und mit Beton verfüllt.

Bei außen liegendem Sicht- und Verblendmauerwerk sind bei der Verwendung von 11,5 cm dicken KS -U-Schalen korrosionsschutzgeschützte Bewehrungsstäbe zu verwenden. Die Mindestbetonüberdeckungen sind einzuhalten.

INFO

Produktionsbedingt können geringe Farbunterschiede zwischen KS -U-Schalen oder KS-Stürzen und dem übrigen Mauerwerk auftreten.

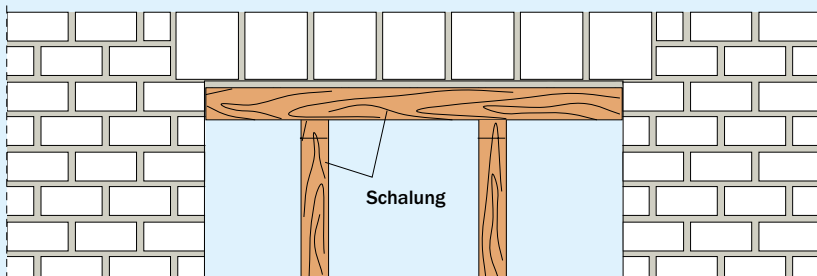


Bild 15 Ein aus KS -U-Schalen gemauerter Sturz ist bis zum Aushärten des Betons abzustützen.

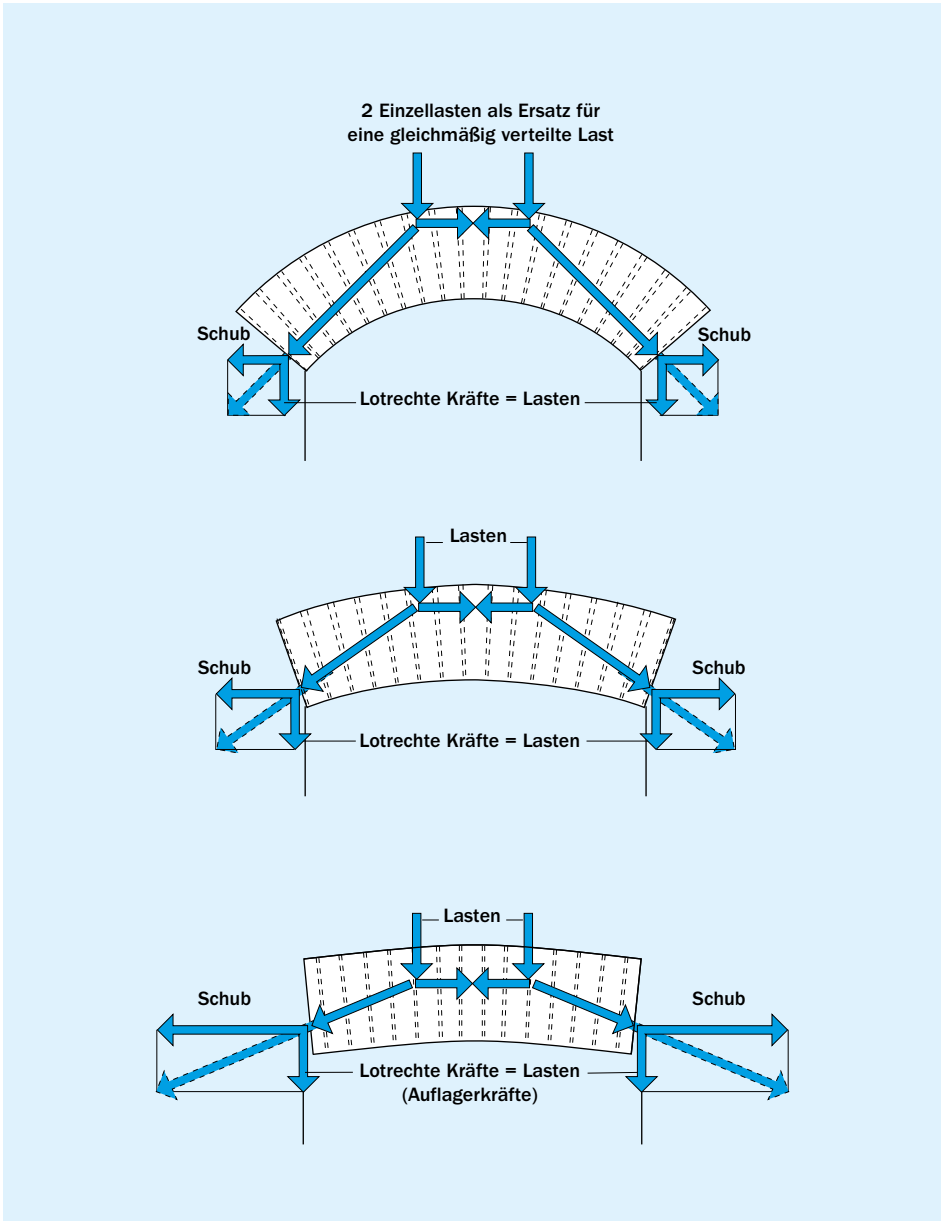


Bild 16 Je kleiner die Überhöhung (der Stich) eines Bogens ist, desto größer ist der Horizontal-schub in den Widerlagern.

4.3 Gemauerte Bögen

Die Herstellung von gemauerten Bögen setzt grundlegende Kenntnisse der Tragwirkung von Bögen voraus. In gemauerten Bögen herrschen theoretisch nur Druckspannungen. Tatsächlich müssen die Vertikallasten, die auf den Bogen einwirken, in die seitlichen Widerlager eingeleitet werden. Deshalb wird die Last schräg abgelei-

tet. Daraus resultiert das „Schieben“ in den Widerlagern (Bild 16).

Die Horizontallasten müssen von den seitlichen Widerlagern aufgenommen werden. Dabei ist bei größerem Bogenstich die Horizontallast (das „Schieben“) im Vergleich zur Vertikallast geringer. Aus diesem Grund wurden im Mittelalter Bögen nur als gotische Bögen (Spitzbogen) oder romanische Bögen (Rundbogen) verwendet.

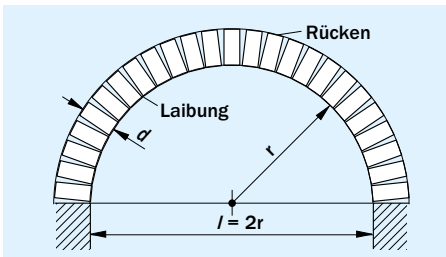


Bild 17 Beim Rundbogen beträgt der Bogenstich exakt die Hälfte des Durchmessers.

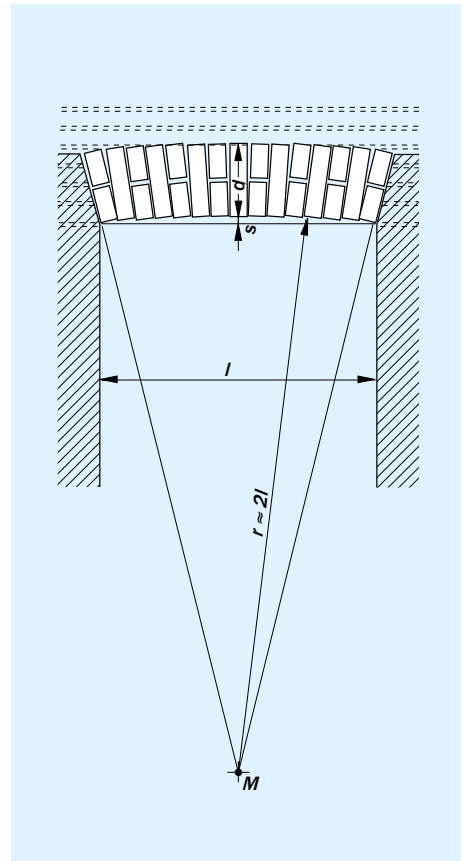


Bild 19 Beim scheinrechten Bogen muss der Bogenstich (Überhöhung) mindestens 2 cm betragen.

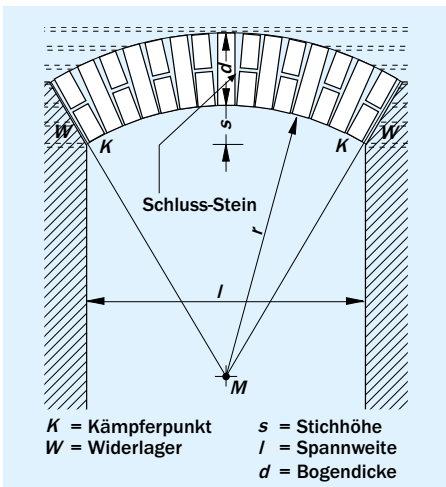


Bild 18 Beim Segmentbogen wird der Bogenstich in Abhängigkeit von der Spannweite gewählt.

K = Kämpferpunkt
 W = Widerlager
 s = Stichhöhe
 l = Spannweite
 d = Bogendicke

Heute übliche Formen für Bögen sind:

- Rundbogen
- Segmentbogen (Flachbogen)
- Scheitrechter Bogen

Die Fugen am Bogenrücken (Mauer-
außenseite) dürfen nach DIN EN 1996-2
nicht dicker als 2 cm sein. An der Laibung
(Mauerinnenseite) soll die Fugendicke so
dünn wie möglich gehalten werden. Übli-
cherweise wird ein Mindestmaß von 0,5 cm
angegeben.

Bögen sollen möglichst aus einer ungeraden
Anzahl von Schichten bestehen, damit
der Schlussstein mittig sitzt. Zur Konstruk-

tion eines Bogens sind verschiedene Werte
festzulegen:

- Art des Bogens (z.B. Rundbogen)
- Spannweite des Bogens
(lichte Öffnungsbreite)
- Bogendicke
- Steinhöhe, bei Rundbögen ist hier die
Steinbreite einzusetzen
- Fugendicke am Bogenrücken,
nach DIN EN 1996-2 max. 2 cm
- Fugendicke an der Laibung (Mauer-
innenseite), üblicherweise $\geq 0,5$ cm
- Anzahl der Schichten,
möglichst ungerade

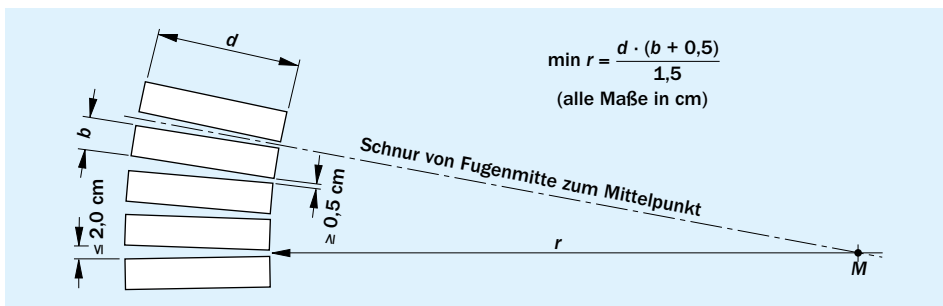


Bild 20 Radius, Bogendicke und Steinhöhe sind voneinander abhängig.

Tafel 3 Mindestradius r von Rundbögen [cm]

Bogendicke d [cm]	Steinhöhe ¹⁾ b [cm]		
	5,2	7,1	11,3
24	91	122	192
36,5	139	185	292

¹⁾ Bei Rundbögen die Steinbreite

INFO

Bei gemauerten Bögen sind Vollsteine zu verwenden.

Es empfiehlt sich, eine Bogenlehre anzulegen, auf der die Schichten angezeichnet werden. Somit ist gewährleistet, dass die Schichten gleichmäßig hergestellt werden und ein sauberer Bogen entsteht.

Herstellen einer Flachbogenlehre

Das Brett, aus dem die Bogenlehre hergestellt werden soll, muss so lang wie die

Spannweite (lichte Öffnungsweite) und einige cm breiter als die Stichhöhe sein. Mitig und rechtwinklig dazu wird ein langes Brett zum Auftragen der Bogenachse und des Bogenmittelpunktes angenagelt. Die genaue Lage des Mittelpunktes, in welchem der Schnurnagel eingeschlagen wird, kann durch Probieren, Rechnen oder durch Anreißen ermittelt werden. Ausgangswerte beim Anreißen sind die vorhandene Spannweite und der gewünschte Stich.

Damit der Bogenscheitel genau auf eine Lagerfuge trifft, der Kämpferpunkt jedoch nicht, darf die Stichhöhe nicht ein Vielfaches der Schichhöhe sein.

- 1 Brett, aus dem die Flachbogenlehre geschnitten wird
- 2 Brett für Bogenachse und Schnurnagel
- 3 Verlängerungslatte
- 4 Winkeleisen
- 5 Schnur
- 6 Kämpferpunkt
- 7 Sehne
- 8 Bogen
- 9 Scheitelpunkt
- 10 Sehne halbiert
- 11 Schnurnagel im Bogenmittelpunkt
- 12 Verlängerte Sehnenhalbierende
- 13 Bogenachse

Der Bogenmittelpunkt liegt im Schnittpunkt der verlängerten Sehnenhalbierenden auf der Bogenachse. Die am Schnurnagel befestigte Schnur wird auch beim Mauern zum Einrichten der Widerlager und zum Ausrichten der Stein- und Fugenmitten benötigt.

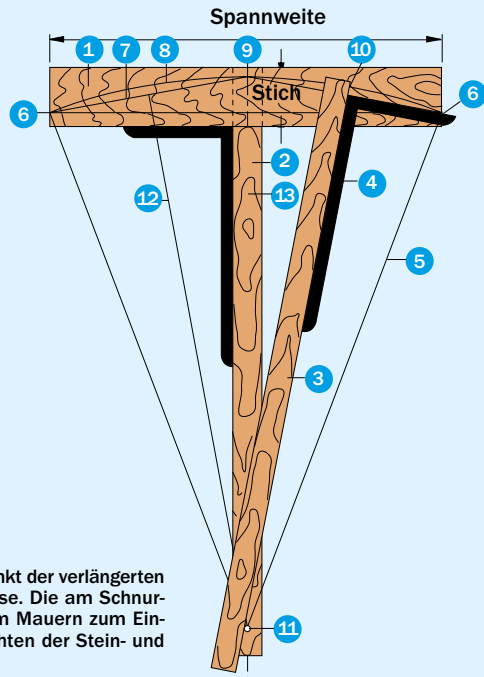


Bild 21 Anreißen einer Flachbogenlehre

Vorgehensweise (Bild 21):

1. Zunächst werden die Kämpferpunkte **6** mit dem Scheitelpunkt **9** erbunden.
2. Die Verbindungslinien (Sehnen) werden halbiert und von diesen Mittelpunkten **10** aus im rechten Winkel Latten angelegt.
3. Wo diese Latten auf die Bogenachse treffen, ist der Bogenmittelpunkt **11**.
4. Hier wird der Schnurnagel eingeschlagen, mit der Schnur und einem Bleistift der Bogen angerissen und anschließend mit der Säge ausgeschnitten.
5. Mit einem biegsamen Maßstab oder einer Schnur wird zunächst die Bogenlänge ermittelt.
6. Die Bogenlänge geteilt durch die geringste Schichtdicke (Steindicke + 0,5 cm) ergibt die Höchstzahl der Schichten. Die nächstniedrigere ganze Zahl – bei Sichtmauerwerk die nächstniedrigere ganze ungerade Zahl – ergibt die Anzahl der Schichten.

Tafel 4 Stichhöhen und Öffnungswinkel beim Flachbogen

Stichhöhe s	Öffnungswinkel α
1/6 Spannweite	74°
1/8 Spannweite	56°
1/10 Spannweite	45°
1/12 Spannweite	38°

Zwischenwerte können interpoliert werden.



Bild 23 Ausführung eines Flachbogens auf einer Holzschablone

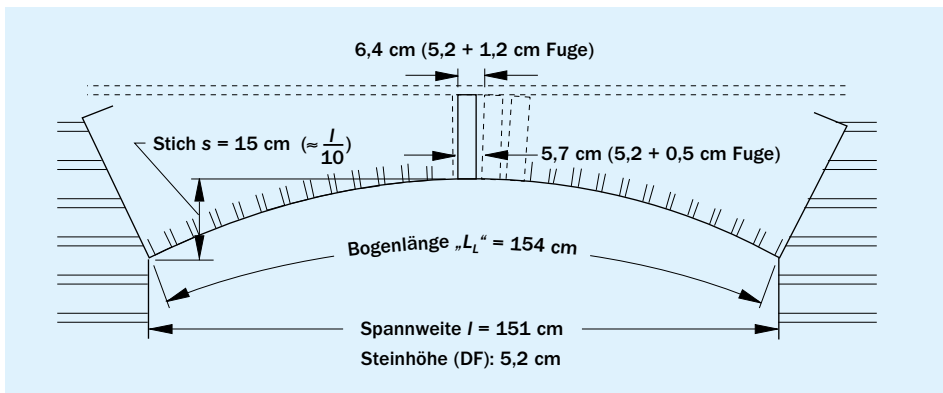


Bild 22 Anreißen der Schichten auf der Bogenlehre – Beispiel Flachbogen

Beispiel Flachbogen mit 151 cm Spannweite

Bei einer Stichhöhe von 15 cm (1/10 der Spannweite von 151 cm) und Verwendung von DF-Steinen ($d = 24$ cm und $b = 5,2$ cm) ergeben sich folgende Werte für die Bogenlehre:

- Art des Bogens: Flachbogen
- Spannweite des Bogens: $l = 151$ cm
- Stichhöhe: $s = l \cdot 1/10 = 151/10 \approx 15$ cm
- Öffnungswinkel: $\alpha = 45^\circ$
- Radius:
$$r = (h/2 + l^2) / (8 \cdot s)$$
$$= (15/2 + 151^2) / (8 \cdot 15) = 196$$
 cm
- Bogendicke: $d = 24$ cm
- Steinbreite: $b = 5,2$ cm
- Länge der Bogenlaibung:
$$L_L = l/2 \cdot \pi \cdot \alpha/360$$
$$= 151/2 \cdot 3,14 \cdot 45/360 = 154$$
 cm
- Länge des Bogenrückens:
$$L_R = 2 \cdot (r + d) \cdot \pi \cdot \alpha/360$$
$$= 2 \cdot (196 + 24) \cdot 3,14 \cdot 45/360 = 173$$
 cm
- Angenommene Fugendicke: $F = 0,5$ cm
- Anzahl der Schichten:
$$n = (L_L - F) / (b + F)$$
$$= (154 - 0,5) / (5,2 + 0,5) = 26,9$$

=> gewählt: 27 Schichten
- Fugendicke an der Laibung:
$$F_L = (L_L - n \cdot b) / (n + 1)$$
$$= (154 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 0,5$$
 cm
- Fugendicke am Rücken:
$$F_R = (L_R - n \cdot b) / (n + 1)$$
$$= (173 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 1,2$$
 cm

Beispiel Rundbogen mit 101 cm Spannweite

Bei einem Rundbogen mit einer Spannweite von 101 cm ($r = 50,5$ cm) kann das Bogenmauerwerk nur mit liegend vermauerten DF-Steinen ($d = 11,5$ cm und $b = 5,2$ cm) ausgeführt werden. Daraus ergeben sich folgende Werte für die Bogenlehre:

- Art des Bogens: Rundbogen
- Spannweite des Bogens: $l = 101$ cm
- Bogendicke: $d = 11,5$ cm
- Steinbreite: $b = 5,2$ cm
- Länge der Bogenlaibung: $L_L = l/2 \cdot \pi = 101/2 \cdot 3,14 = 159$ cm
- Länge des Bogenrückens: $L_R = (l/2 + d) \cdot \pi$
 $= (101/2 + 11,5) \cdot 3,14 = 195$ cm
- Angenommene Fugendicke: $F = 0,5$ cm
- Anzahl der Schichten: $n = (L_L - F) / (b + F)$
 $= (159 - 1) / (5,2 + 1) = 27,7$
 \Rightarrow gewählt: 27 Schichten
- Fugendicke an der Laibung: $F_L = (L_L - n \cdot b) / (n + 1)$
 $= (159 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 0,7$ cm
- Fugendicke am Rücken: $F_R = (L_R - n \cdot b) / (n + 1)$
 $= (195 - 27 \cdot 5,2) / (27 + 1) \approx 1,9$ cm

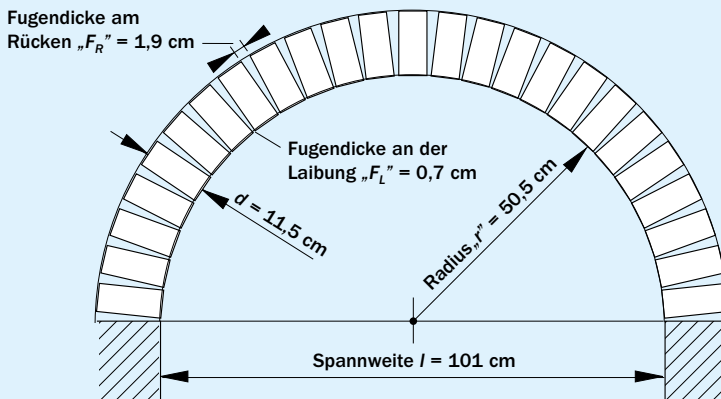


Bild 24 Beispiel eines Rundbogens mit liegend vermauerten DF-Steinen

5. Mauern bei Frost und Hitze

Das Arbeiten bei Frost ist bei allen Mauersteinsorten (Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton, Bimsstein, Betonstein) und bei Beton grundsätzlich kritisch. Die kalten Temperaturen verhindern bzw. verzögern das Abbinden des Mörtels und stören somit den Haftverbund zwischen Stein und Mörtel. Aus diesem Grund sind auch frisches Mauerwerk und Beton vor Frosteinwirkung rechtzeitig zu schützen, z.B. durch Abdecken. Auf dem gefrorenen Mauerwerk darf nicht weitergemauert werden. Durch Frost oder andere Einflüsse beschädigte Teile von Mauerwerk sind vor dem Weiterbau abzutragen.

Wann „Frost“ im Sinne der DIN EN 1996-2 vorliegt, lässt sich nicht nur durch Ablesen des Thermometers ermitteln. Folgende Kriterien sind einzuhalten:

- Gefrorene Steine dürfen nicht eingesetzt werden, auch nicht mit sogenannten frosttauglichen Lagerfugenmaterialien.
- Auf gefrorenem Untergrund darf nicht gemauert werden.
- Frisches Mauerwerk ist vor Frost zu schützen.



Bild 26 Das frische Mauerwerk ist vor Frost zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Folie.

INFO

Das Mauern bei Frost bedarf nach VOB-C: DIN 18330 grundsätzlich der Zustimmung des Auftraggebers und darf nach DIN EN 1996/NA nur unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Das frische Mauerwerk ist vor Frost zu schützen.

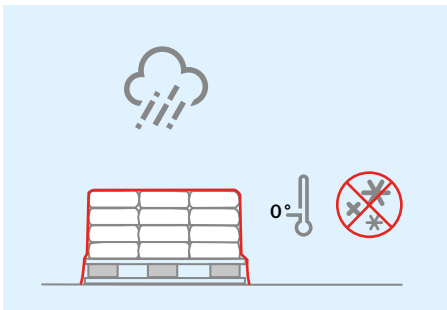


Bild 25 Lagern von Stein und Mörtel

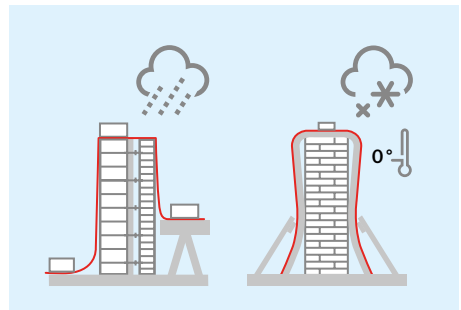


Bild 27 Frisches KS-Mauerwerk ist vor Regen und Frost zu schützen.

Der Einsatz von Frostschutzmitteln oder Salzen zum Auftauen ist nicht zulässig. Die umweltschädliche Wirkung von chloridhaltigen Tausalzen ist bekannt. Bei dem Einsatz auf Baustellen können diese hoch aggressiven Salzlösungen zur Zerstörung von Bauteilen aus Mauerwerk und Beton und zur beschleunigten Korrosion der Stahleinglagen führen. In DIN EN 1996 wird auf diese Gefahr besonders hingewiesen. Die beim Auftauen entstehenden Salzlösungen können in Wand- und Deckenbauteile eindringen und dort physikalische und chemische Schäden verursachen. Das kann bereits bei geringen Chloridkonzentrationen zu mehr oder weniger starken Schäden führen.

Daher sind Arbeitsplätze und Arbeitsflächen auf der Baustelle auf keinen Fall mit Tausalzen, sondern mechanisch oder unter Verwendung von Wasserdampfpflanzen von Eis und Schnee zu befreien. Weiterhin besteht die Gefahr, dass Ausblühungen im Mauerwerk auftreten, die zu Folgeschäden in Putz und Anstrich führen können.

Für den Streu- und Spritzbereich bestehender Gebäude dürfen ebenfalls keine Tausalze verwendet werden.

INFO

Der Einsatz von Salzen zum Abtauen ist nicht zulässig (DIN EN 1996-2/NA). Dies gilt für Baustellen und bestehende Gebäude.



Bild 28 Bei starker Hitze ist das Vornässen der Mauersteine notwendig.

Starke Hitze führt zu einer schnellen Verdunstung des Anmachwassers, das im frisch verarbeiteten Mörtel enthalten ist. Die Verdunstung kann durch Wind noch beschleunigt werden. Liegen diese Bedingungen längere Zeit vor, kann das dazu führen, dass nicht mehr ausreichend Wasser für den Erhärtungsprozess des Mörtels vorhanden ist und die erforderliche Festigkeit des Mörtels sowie die feste Verbindung des Mörtels mit dem Stein nicht erreicht werden. Sehr trockene Steine können dem Mörtel auch Teile des Anmachwassers entziehen. Für das Mauern mit Maurermörtel wird unter den beschriebenen Bedingungen empfohlen, sehr trockene Mauersteine zeitig vor dem Mauern gründlich vorzunässen und die frisch erstellten Wände durch Abdecken mit Folien vor zu schnellem Austrocknen zu schützen.

6. Reinigen von KS-Mauerwerk

Das Mauerwerk ist so zu erstellen, dass es nicht gereinigt werden muss.

Verblendmauerwerk ist grundsätzlich während der Bauphase vor Verunreinigung und übermäßigem Wasserzutritt zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Folie.

Da Säuren und andere starke chemische Reinigungsmittel die Steinoberflächen angreifen können, ist auf diese Mittel bei neu erstelltem KS-Verblendmauerwerk zu verzichten. Das „Absäuern“ mit Salzsäure führt bei KS-Verblendmauerwerk zu Schäden und ist nach DIN 18330, Abschnitt 3.2.6 nicht zulässig. Dies ist besonders bei Sicht- und Verblendmauerwerk zu beachten.

Eventuell vorhandene Verunreinigungen, wie Mörtelspritzer und Staub, sind vor Beginn der Maler- oder Verfugarbeiten zu entfernen.

Fehlstellen im Mauerwerk, wie Hohlstellen, Fugenabriss über 0,2 mm Breite (im Sichtmauerwerk) und vertikal oder horizontal verlaufende Risse, sind auszubessern.



Bild 29 Reinigen mit Dampfstrahlgerät

INFO

Imprägnierungen oder Anstriche können Verarbeitungsfehler oder optische Mängel nicht dauerhaft überdecken.

Leichte Verschmutzungen lassen sich bei frischem Verblendmauerwerk einfach mechanisch, z.B. mit einem Spachtel, entfernen. Reinigungsmethoden für stärkere Verschmutzungen sind in Tafel 5 zusammengefasst. Chemische Reinigungsmittel sollten nur bei hartnäckigen Verschmutzungen, am besten mit nachfolgender Imprägnierung, verwendet werden. Bei deckenden Beschichtungen können Beschädigungen am Mauerwerk durch Verspachteln mit einem speziellen Reparaturmörtel saniert werden.

INFO

Das Reinigen des KS-Verblendmauerwerks mit Salzsäure ist nach VOB-C: DIN 18330 nicht zulässig. Die gewählte Reinigungsmethode ist an einer Probefläche zu testen.



Bild 30 Reinigungseffekt, Beispiel Reinigung mit Schleifpapier, feinste Körnung

Tafel 5 Reinigungsmethoden

Art der Reinigung	Geeignet für	Ausführung
Trockenreinigung mit Schleifpapier	Leichte Verschmutzungen und kleine Flächen	
	Verschmutzungen, jedoch nicht für fett- und ölhaltige Ablagerungen sowie Sprühlack	Schleifen von Hand per Schleifklotz, bei größeren Flächen mit Maschineneinsatz (Schwingschleifer). Geeignet sind Schleifpapiere mit feiner bis mittlerer Körnung.
Trockenreinigung mit Porenbetonstück oder Reinigungsstein	Verschmutzungen auf kleinen bis mittelgroßen Flächen, jedoch nicht für fett- und ölhaltige Ablagerungen sowie Sprühlack	Schleifen von Hand. Der entstehende Staub kann anschließend abgefegt werden.
Nassreinigung mit Haushaltsreiniger (Tenside, Seife, Citrat)	normale Ablagerungen und Verschmutzungen	Verdünnung mit Wasser ca. 1:200, bei starker Verschmutzung auch unverdünnte Anwendung. Auftragen mit der Wurzelbürste, gründlich nachspülen mit Wasser. Bei der Reinigung größerer Flächen ist das Schmutzwasser aufzufangen.
Reinigung mit Tensidlösung (z.B. Alkutex Schmutzlöser)	fett- und ölhaltige Ablagerungen und Verschmutzungen	Auftragen des Reinigers mit der Wurzelbürste, gründlich nachspülen mit Wasser. Bei der Reinigung größerer Flächen ist das Schmutzwasser aufzufangen.
Nassreinigung mit Hochdruckreinigung, Dampfstrahlreinigung	Stärkere Verschmutzungen und große Flächen	
	großflächige, stärkere Verschmutzungen, Verstaubungen, Vergrünungen, z.B. auf älterem Verblendmauerwerk sowie bei Verblendmauerwerk aus bruchrauen oder bossierten Steinen	Zu reinigen sind geschlossene Flächen, keine eng begrenzten Bereiche. Es ist darauf zu achten, dass durch entsprechende DüsenEinstellung und genügend große Entfernung der Düse vom Mauerwerk der Wasser- bzw. Wasserdampfstrahl nicht die Steinoberflächen oder die Fugen beschädigt. Die Reinigungsintensität sollte vorab an einer Probefläche getestet werden.
Schwache Säurekombination (z.B. Alkutex Combi WR, 6%ige Essigsäure)	Chemische Reinigungsmittel für hartnäckige und ältere Verschmutzungen	
	kalkhaltige Ablagerungen und Verschmutzungen, jedoch nicht für fett- und ölhaltige Ablagerungen sowie Sprühlack	Auftragen mit der Wurzelbürste, gründlich nachspülen mit Wasser. Bei großen Flächen kann auch mit Reinigungsgeräten gearbeitet werden. Die Reinigungsintensität ist vorab an einer Probefläche zu testen.
Steinreiniger auf Basis organischer Ameisensäure (z.B. ASO Steinreiniger)	(bedingt) die Reinigung kalkhaltiger Ablagerungen und Verschmutzungen	Verdünnung mit Wasser 1:3, Auftragen mit der Wurzelbürste Die Reinigungsintensität ist vorab an einer Probefläche zu testen.

Literatur

- [1] Merkblatt „Handhabungen von Mauersteinen“, Bau-Berufsgenossenschaft, 1992-10
- [2] Landau/Prepens: Wirtschaftlicher und leichter. Rationalisierung und Humanisierung beim Vermauern großformatiger Kalksandsteine. Baugewerbe 1/88



DER MÖRTEL FÜR DIE
KIMMSCHICHT SOLLTE
1 BIS 3 CM
DICK SEIN

1. Einleitung

Der Einsatz geeigneter Geräte und Hilfsmittel sowie die richtige Arbeitstechnik beschleunigen den Baufortschritt und dient der Gesundheit der Mitarbeiter.

Jeder Maurer hat natürlich eine andere Auffassung davon, welche Arbeitstechnik ihm am besten liegt. Viele Hilfsmittel und Arbeitstechniken sind jedoch universell einsetzbar und haben das Mauern mit Kalksandstein in den vergangenen Jahrzehnten wesentlich erleichtert. Verbesserungen

der Arbeitstechniken sind zum Teil auch mit der Weiterentwicklung von Produkten verbunden. So z.B. die Entwicklung des Nut-Feder-Systems.

Die Kalksandsteinindustrie hat dieses System maßgeblich entwickelt. Dadurch wurden nicht nur planerische Lösungen, sondern auch für die Baupraxis umsetzbare Verfahren in die Normen aufgenommen. So z.B. das Mauern ohne Stoßfugenvermörtelung oder die Stumpfstoßtechnik.

2. Mauerlehren

Durch sorgfältiges Einrichten der Mauerlehren lässt sich das Mauern deutlich vereinfachen und beschleunigen. Zum Mauern der Ecken ist viel Erfahrung nötig. Der Zeitaufwand für das Eckmauern ist selbst für einen geübten Maurer etwa doppelt so hoch wie das Mauern in der Flucht. Die Verwendung von Ecklehren sollte auch bei erfahrenen Maurern der Standard sein.

Die Mauerlehren – Eck- und Öffnungslehren – werden vor Beginn der eigentlichen Mauerarbeiten an allen Gebäudeecken, Tür- und Fensteröffnungen aufgestellt. Sie werden sorgfältig mit der Wasserwaage ausgerichtet. Die Mauerlehren gibt es fertig zu kaufen. Sie können mit handwerklichem Geschick auch selbst hergestellt werden.



Bild 1 Das sorgfältige Aufstellen der Mauerlehren erfolgt vor Beginn der Mauerarbeiten.

Der Zeitaufwand für das Herstellen und Einrichten der Ecklehren macht sich später beim Mauern mehrfach bezahlt. Die Lehren dienen als Schichtmaßlatte, Schnurhalter und als Dauerlot. Dies ist nicht nur für den Einsatz von Mörtelschlitzen vorteilhaft.

Mit Hilfe einer Schlauchwaage oder eines Hochbau-Lasers wird ein Meterriss angezeichnet. Der Meterriss ist der gedachte Horizont einen Meter über der Oberkante Fertigfußboden (OKFF).

Ausgehend vom Meterriss sind die Schichtmaße, jeweils Unterkante Stein nach oben und unten, anzureißen. Auch alle wichtigen Zwischenhöhen, wie Sturzhöhen für Fenster und Türen sowie das obere Wandende (= Deckenaufleger), werden aufgetragen. Bei allen Höhenmaßen muss die Höhe des späteren Fußbodenaufbaus berücksichtigt werden.



Bild 2 Das Schichtmaß wird mit Hilfe eines Hochbaulasers angezeichnet.

3. Mörtel

Mörtel ist ein Gemisch aus Sand, Bindemittel und Wasser sowie ggf. auch Zusatzstoffen und Zusatzmitteln. Bestimmungen über die Mörtelbestandteile und die Mörtelzusammensetzung sowie die Anforderung an Mauermörtel sind in DIN EN 998-2 und DIN V 18580 enthalten.

Mit Mauermörtel werden die Steine im Mauerwerk kraft- und formschlüssig miteinander verbunden. Entsprechend trägt der Mauermörtel zur Festigkeit des Mauerwerks bei. Das gilt für die Druckfestigkeit und noch mehr für die Schub-, Biegezug- und Zugfestigkeit. Die formschlüssige Verbindung bewirkt die homogene Verformung des Mauerwerks als Ganzes. Diese Voraussetzung ist maßgeblich für einen fugenlosen und rissfreien Putz.

3.1 Mörtelarten

Für das Vermauern von Kalksandstein sind folgende Mörtelarten zu unterscheiden:

- Normalmauermörtel (NM), Lagerfugendicke im fertigen Mauerwerk ca. 12 mm
- Dünnbettmörtel (DM), Lagerfugendicke im fertigen Mauerwerk ca. 2 mm

INFO

Der Dünnbettmörtel sollte grundsätzlich vom Kalksandsteinlieferanten bezogen werden.

3.2 Lieferformen

Mauermörtel wird in der Regel als Werkmörtel verarbeitet. Werkmörtel werden im Mörテルwerk gemischt und auf die Baustelle geliefert. Unterschieden werden:

- Werk-Trockenmörtel, die im Silo oder Sack geliefert und durch Wasserzugabe auf der Baustelle zu einem verarbeitbaren Mörテル verarbeitet werden.
- Werk-Frischmörtel, die gebrauchsfertig auf die Baustelle geliefert werden und in der Regel Verzögerungsmittel enthalten und somit bis zu 36 Stunden verarbeitbar sind.

4. Mörテルauftrag mit dem Mörテルschlitten

Der Mörテル wird zweckmäßigerweise mit dem Mörテルschlitten aufgetragen. Das Mauerwerk ist ggf. abzufegen und vorzunassen. Mörテルschlitten lassen sich für Dünnbettmörtel in der notwendigen Fugendicke genau einstellen, sorgen für einen gleichmäßig vollflächigen Mörテルauftrag und reduzieren Mörテルverluste. Für Dünnbettmörtel ist die passende Zahnschiene zu verwenden. Die Angaben der Mörテル-Hersteller, die auf den Säcken aufgedruckt oder durch spezielle Produktbeschreibungen vorliegen, sind einzuhalten.

INFO

Lagerfugen sind gleichmäßig vollflächig zu vermörteln.

Für Mauerwerk in Normalmauermörtel oder bei Mörテル für Verblendschalen beträgt die Mörテルfugendicke in der Regel 12 mm. Bei Mauerwerk in Dünnbettmörtel beträgt die

Bei der Anlieferung von Mörテル im Silo sind die Hinweise der Mörテルhersteller zur Aufstellung des Silos zu beachten. Der Besteller ist für den sicheren Stellplatz verantwortlich:

- Tragfähiger Untergrund
- Ausreichender Sicherheitsabstand zu Böschungen
- Mindestabstand zu Strom führenden Freileitungen
- Eindeutige Markierung des Stellplatzes

Fugendicke in der Regel 2 mm. Die Maße beziehen sich jeweils auf den eingebauten Zustand.

Die Lagerfuge wird in Abhängigkeit von der Witterung etwa 2 m vorgezogen und die Steine werden in Reihenverlegetechnik knirsch aneinander gesetzt. Gegebenenfalls werden die Steine anschließend mit einem Gummihammer ausgerichtet.

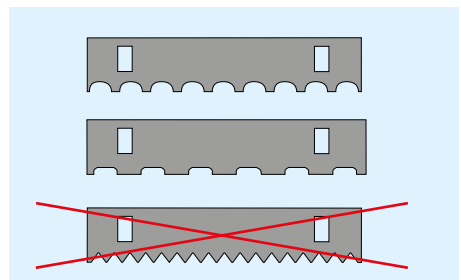


Bild 3 Beispiele verschiedener Zahnschienen für Dünnbettmörtel

Der gleichmäßige Mörtelauftrag bei Einsatz von Mörtelschlitzen ermöglicht ein lückenloses Versetzen der Steine. Bei zweischaligen Haustrennwänden hat das fachgerechte

Aufziehen mit dem Mörtelschlitten den Vorteil, dass kein Mörtel in die Luftschicht fällt und die Schalldämmung somit nicht beeinträchtigt wird.



Bild 4 Der Dünnbettmörtel wird nach Herstellerangaben angemischt und nach vorgegebener „Reifezeit“ weiterverarbeitet.



Bild 5 Der Dünnbettmörtel wird in den Mörtelschlitten eingefüllt.



Bild 6 Bei hohen Außentemperaturen sind die Steine vorzunässen.



Bild 7 Der Auftrag mit dem Mörtelschlitten und der passenden Zahnschleife führt zu einem gleichmäßigen Mörtelauftrag.

Der Einsatz des Mörtelschlittens spart Zeit, reduziert Mörtelverluste und gewährleistet einen flächendeckenden, vollflächigen Mörtelauftrag.

INFO

In Arbeitspausen oder zur Reinigung sollte der Mörtelschlitten in einen mit Wasser gefüllten Kübel getaucht werden. Mit einer Bürste ist der Mörtelschlitten dann leicht zu reinigen. Besonders einfach in der Pflege sind Mörtelschlitten aus Edelstahl.

5. Anlegen der Ausgleichs- bzw. Kimmschicht

Das Aufmauern der Wände beginnt grundsätzlich mit einer Ausgleichsschicht aus Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III, Dicke $d = 1$ bis 3 cm (zügig abbindender Zementmörtel). Putz- und Mauermörtel sind als Anlegemörtel ungeeignet.

Die Ausgleichsschicht dient dem Höhenausgleich der Wand, der Herstellung eines

planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung und dem Ausgleich von Unebenheiten in der Betondecke. Das genaue Anlegen der Ausgleichsschicht ist insbesondere bei Mauerwerk mit Dünnbettmörtel wichtig. Ungenauigkeiten beim Anlegen der Kimmschicht können in den Folgeschichten nicht mehr ausgeglichen werden.



Bild 8 Kimmsteine ins Mörtelbett verlegen



Bild 9 Kimmsteine in Querrichtung ausrichten



Bild 10 Kimmsteine in Längsrichtung ausrichten

Die Ausgleichsschicht muss vor dem Weitermauern ausreichend erhärtet sein. Das Erstellen der Kimmsschicht mit Hilfe von verfahrbaren Mörtelwannen und speziellen Mörtelschaufeln hat sich in der Praxis bewährt. Bei Großobjekten bietet sich sogar der Einsatz spezialisierter Teams für das Anlegen der Kimmsschicht an.

Die Querschnittsabdichtung erfolgt zweckmäßig und sicher unterhalb der Wände.

INFO

Als Querschnittsabdichtung bei Kalksandsteinmauerwerk können mineralische Dichtungsschlämmen oder in Mörtel eingebettete besandete Bitumendachbahnen (z.B. R 500) verwendet werden.

6. KS-Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung

Beim Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung werden KS-Plansteine (KS -R P) und KS-Planelemente auf der mit Mörtel vorher aufgezogenen Lagerfuge knirsch aneinander gereiht. Das an den Stirnflächen der Steine vorhandene Nut-Feder-System erleichtert es dem Maurer, ebene Wandflächen zu erstellen. Ein Verkanten der Steine wird vermieden und das Mauerwerk ist bereits in der Rohbauphase optisch dicht.

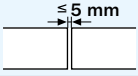
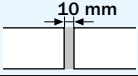
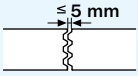
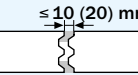
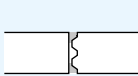
Die in DIN EN 1996-1-1 maximal zulässigen Stoßfugenbreiten von 5 mm sind mit den planebenen KS -R P-Steinen und KS XL problemlos einzuhalten. Stoßfugen > 5 mm sind im Steinrandbereich beidseitig mit Mörtel (DM oder NM) zu schließen. Die Fu-

genbreite bei vermörtelten Stoßfugen soll in Einzelfällen 20 mm nicht überschreiten.

Stoßfugenvermörtelung ist u.a. nötig bei:

- der Druckzone von Flachstürzen,
- Kelleraußenwänden, in Abhängigkeit von der Lastabtragung,
- einschaligem Mauerwerk ohne Putz, bei dem Winddichtigkeit gefordert ist,
- bei nicht tragenden inneren Trennwänden, dreiseitig gehalten, mit oberem freien Rand.

Tafel 1 Ausführung von Stoßfugen in der Wandfläche

Stoßfugenausbildung – Anforderungen	Schemaskizze (Aufsicht auf Steinlage)
1 Ebene Stoßfugenausbildung ■ Steine knirsch verlegt	
■ Gesamte Stoßfuge vollfächig vermörtelt Stoßfugenbreite: 10 mm	
2 Stoßfugenausbildung mit Nut-Feder-System ■ Steine knirsch verlegt	
■ Steinrandbereiche vermörtelt	
3 Stoßfugenausbildung eines geschnittenen Steins an Nut-Feder-System (knirsch gestoßen) ■ Empfehlung: Steinrandbereiche vermörteln	

Im statischen Sinn als vermörtelt gilt eine Stoßfuge, wenn mindestens die halbe Steinbreite über die gesamte Steinhöhe vermörtelt ist.

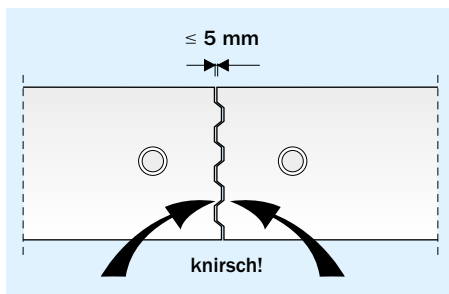


Bild 11 Beim Mauern ohne Stoßfugenvermörtelung werden die Kalksandsteine knirsch aneinander gereiht.

INFO

Im statischen Sinn als vermörtelt gilt eine Stoßfuge, wenn mindestens die halbe Steinbreite über die gesamte Steinhöhe vermörtelt ist.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung weiterer bauphysikalischer Anforderungen sind gesondert zu betrachten.

7. Stumpfstoßtechnik/Verzahnung

Die liegende Verzahnung bedeutet in vielen Fällen eine Behinderung beim Aufmauern der Wände, bei der Bereitstellung der Materialien und beim Aufstellen der Gerüste. Stumpf gestoßene Wände vermeiden diese Nachteile. Bei der Bauausführung ist zu beachten, dass die Stoßfuge zwischen Längswand und stumpf gestoßener Querwand voll vermörtelt wird. Aus baupraktischen Gründen wird empfohlen, den stumpfen Wandanschluss durch Einlegen von Edelstahl-Flachankern in die Mörtelfugen zu sichern.

INFO

Kelleraußenecken werden im Verband gemauert. Für das Aufmauern von Wandscheiben ist das gleichnamige Merkblatt [1] der Berufsgenossenschaft zu beachten.

Bei stumpf gestoßenen Wänden sind insbesondere Statik, Verformung und Schallschutz zu beachten.

Bei Trennwänden, die Schallschutzanforderungen zu erfüllen haben, ist grundsätzlich zu empfehlen, die Trennwand durchlaufen zu lassen und die flankierenden Wände stumpf dagegen zu stoßen. Das ist vom Planer vorzugeben (Bild 12).

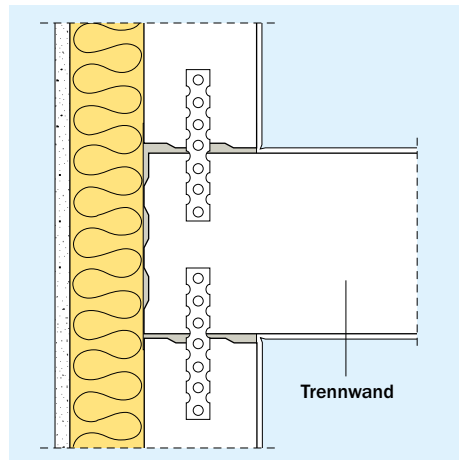


Bild 12 KS-Stumpfstoßtechnik bei durch die Außenwand geführter Wohnungstrennwand

Tafel 2 Empfehlungen zur Planung und Ausführung von Stumpfstoßen

- Stumpf gestoßene Wände werden in der Statik als zweiseitig gehaltene Wände (oben und unten) bemessen.
- Im Ausnahmefall kann der Stumpfstoß in der Statik als zusätzliche seitliche Halterung(en) herangezogen werden. Dazu sind die Stumpfstoßanker im Höhenabstand von ≤ 25 cm einzulegen. Für großformatige Kalksandsteine mit Schichthöhen ≥ 50 cm ist die Anzahl der Anker zu erhöhen.
- Aus baupraktischen Gründen wird empfohlen, Stumpfstoßanker in jeder Lagerfuge einzulegen.
- In der Statik wird zwischen auszusteiender Wand und Aussteifungswand unterschieden. Die auszusteiende Wand läuft durch, die Aussteifungswand wird stumpf angeschlossen.
- Bei Trennwänden mit Schallschutzanforderungen wird empfohlen, die Trennwand durchzuführen und die flankierenden Wände, z.B. die Außenwände, stumpf anzuschließen, siehe Bild 12.
- Die Anschlussfugen sind aus Gründen des Schallschutzes vollflächig zu vermörteln.

Sind Stumpfstoße im Ausnahmefall in statischer Hinsicht erforderlich, sind diese entsprechend den statischen Vorgaben zu planen und im Ausführungsplan in ihrer Richtung vorzugeben, damit der Bauausführende die „richtige Wand“ durchlaufen lässt. Die Anschlussfugen sind zu vermörteln.

8. Beimauern

Am Wandende sowie an Tür- und Fensteröffnungen ist zum Längenausgleich und gleichzeitigem Einhalten der Verbandsregeln der Einsatz von Ergänzungsformaten erforderlich. Ergänzungsformate können bauseits durch Schlagen, Knacken oder Schneiden hergestellt werden. Die Steine einer Schicht sollen die gleiche Höhe haben.

In DIN EN 1996-1-1 ist das Beimauern wie folgt geregelt:

- An Wandenden und unter Stürzen ist eine zusätzliche Lagerfuge in jeder zweiten Schicht zulässig.
- Die Aufstandslänge der Steine muss dabei mindestens 115 mm lang sein.
- Die Steine und der Mörtel müssen mindestens die gleiche Festigkeit wie im übrigen Mauerwerk haben.

- Diese Regeln gelten sinngemäß auch für Pfeiler und kurze Wände.

Wird der gleiche Wandabschnitt mit KS-Plansteinen (Höhe = 248 mm) in Dünnbettmörtel gemauert, so erfolgt auch das Beimauern in Dünnbettmörtel. Hier empfiehlt sich das Zuschneiden der Passsteine (Bild 13).

Neben dem Längenausgleich am Wandende oder an Öffnungen ergibt sich die Notwendigkeit des Beimauerns auch unter Stürzen. Dabei gelten die gleichen Anforderungen wie beim Wandlängenausgleich.

INFO

Steine sollen in Pressrichtung vermauert werden. Steine mit Löchern dürfen nicht quer oder hochkant vermauert werden!

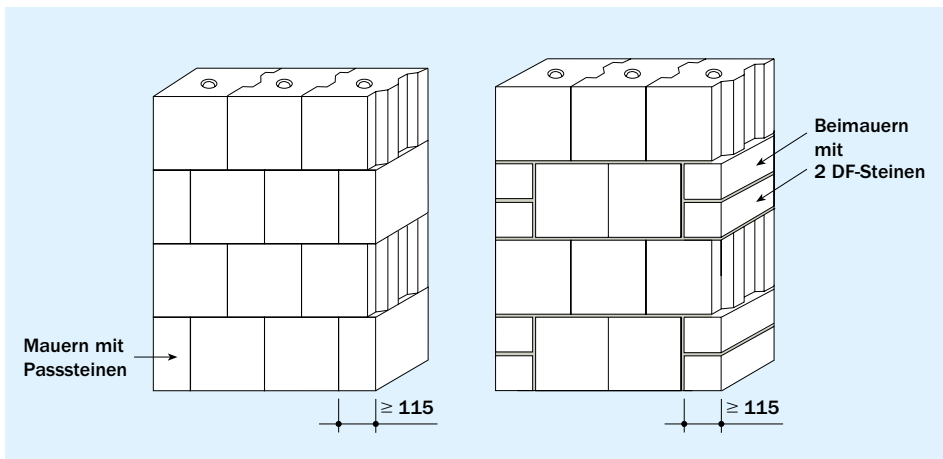


Bild 13 Das Beimauern nach DIN EN 1996-1-1 darf mit Ergänzungsformaten aus der Produktpalette erfolgen. Zum Beispiel: Wand aus 8 DF (240), Beimauern mit 2 DF-Steinen in Normalmauermörtel. Der Längenausgleich kann auch mit Pass-Steinen erfolgen, die auf der Baustelle oder im Werk hergestellt werden.

Literatur

- [1] Merkblatt „Aufmauern von Wandscheiben“, Hrsg.: Fachausschuss „Bau“ bei der Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften



**KS-VERBLENDER
MÜSSEN MINDESTENS
50 FROST-TAU-
WECHSELN
STANDHALTEN**

Kapitel 8

**KS-SICHT- UND
KS-VERBLENDMAUERWERK**

1. Einleitung

KS-Sicht- und -Verblendmauerwerk bietet eine Fülle gestalterischer Möglichkeiten im Innen- und Außenbereich. Die wesentlichen Merkmale für ansprechendes Sichtmauerwerk sind sorgfältige und fachgerechte Ausführung.

INFO

Die Vereinbarung von Musterflächen zur Beurteilung von Sichtmauerwerk ist zu empfehlen.

2. Gestaltungseinflüsse für Sicht- und Verblendmauerwerk

Wesentliche Einflüsse auf die optische Wirkung des Sichtmauerwerks haben:

- Steinart und Steinformat
- Steinoberfläche
- Mauerverband
- Verfugung
- Oberflächenbehandlung



Bild 1 Kalksandsteine verleihen dem Haus eine besondere Optik.



Bild 2 KS-Mauerwerk ist zeitlos schön.

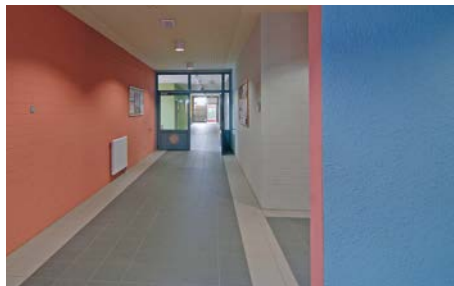


Bild 3 KS-Verblendmauerwerk, einfarbig gestrichen, tritt in der Fläche zurück



Bild 4 KS-Fasensteine in Kombination mit LED-Elementen setzen Akzente.

2.1 Kalksandsteine für Sicht-, Verblendmauerwerk und verputzte Vormauerschalen

Von der Kalksandsteinindustrie stehen folgende Mauersteine für Sichtmauerwerk nach DIN EN 772-1 in Verbindung mit DIN 20000-402 zur Verfügung:

- KS-Hintermauersteine (KS, KS L) für das Vermauern in Normalmauermörtel

- KS-Hintermauersteine (KS L-R P, KS -R P, KS XL) für das Versetzen in Dünnbettmörtel
- KS-Verblender (KS Vb) für das Vermauern in Normalmauermörtel
- KS-Fasensteine (KS F) für das Versetzen in Dünnbettmörtel

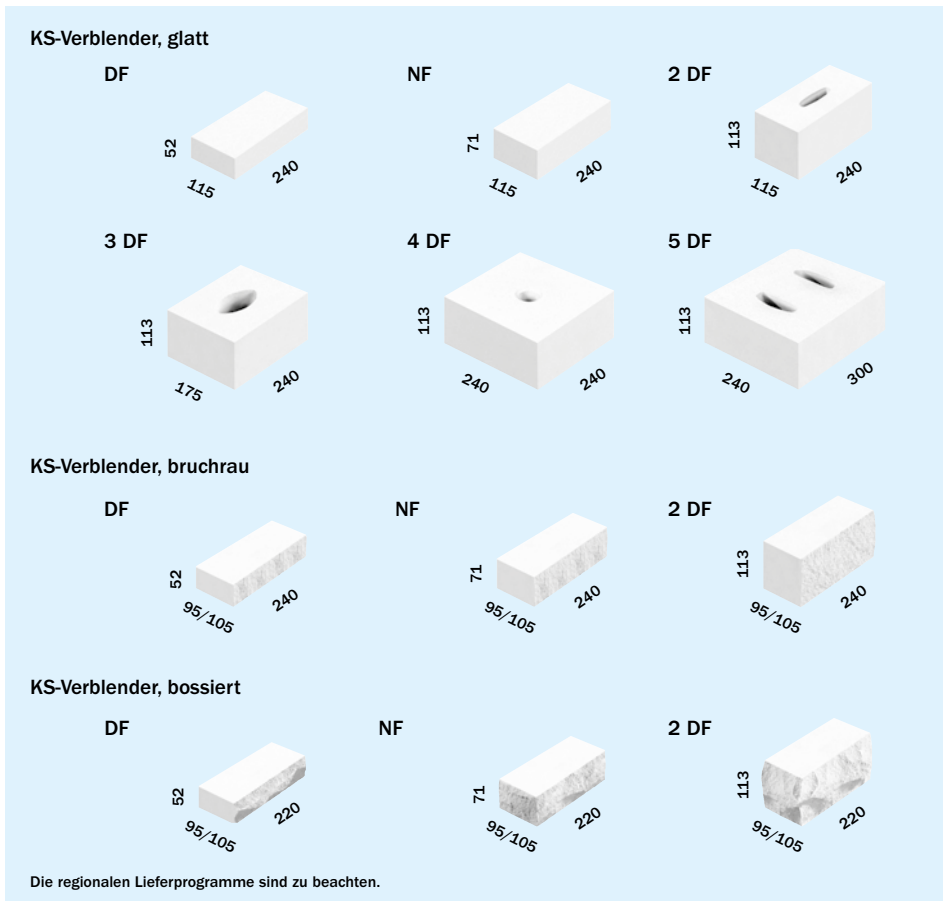


Bild 5 Beispiele von KS-Produkten für Sicht- und Verblendmauerwerk, zur Verarbeitung mit Normalmauermörtel

Für hochwertiges KS-Sichtmauerwerk, außen und innen, mit Normalmauermörtel empfiehlt sich der Einsatz von KS-Verblendern (KS Vb).

INFO

Es empfiehlt sich, für hochwertiges Sichtmauerwerk, außen und innen, KS-Verblender oder KS-Fasensteine vorzusehen.

Für witterungsbeanspruchtes KS-Sichtmauerwerk sind Kalksandsteine mit Anforderung an die Frostwiderstandsfähigkeit nach DIN EN 772-1 in Verbindung mit DIN 20000-402 (KS Vb) zu verwenden.

KS-Hintermauersteine können für verputzte Vormauerschalen verwendet werden.

KS-Sichtmauerstürze und KS -U-Schalen ergänzen die Produktpalette. Damit kann das komplette Sicht- und Verblendmauerwerk aus Kalksandstein erstellt werden.

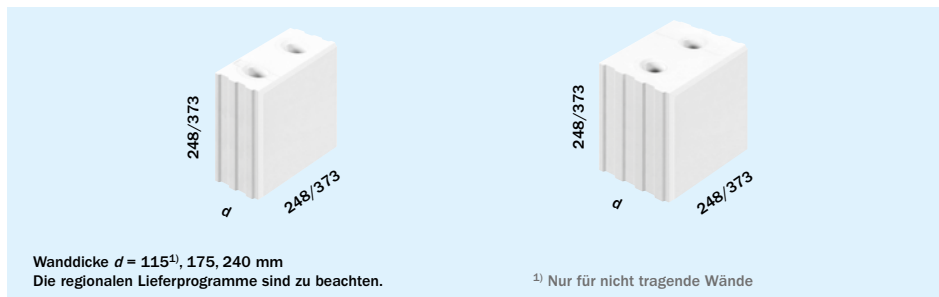


Bild 6 Beispiele von KS-Fasensteinen, zur Verarbeitung mit Dünnbettmörtel

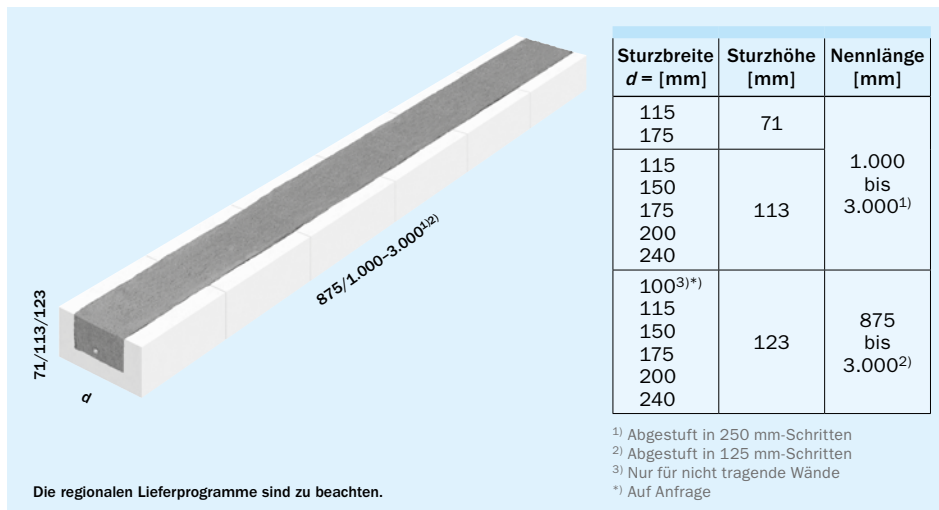


Bild 7 KS-Flachstürze nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)

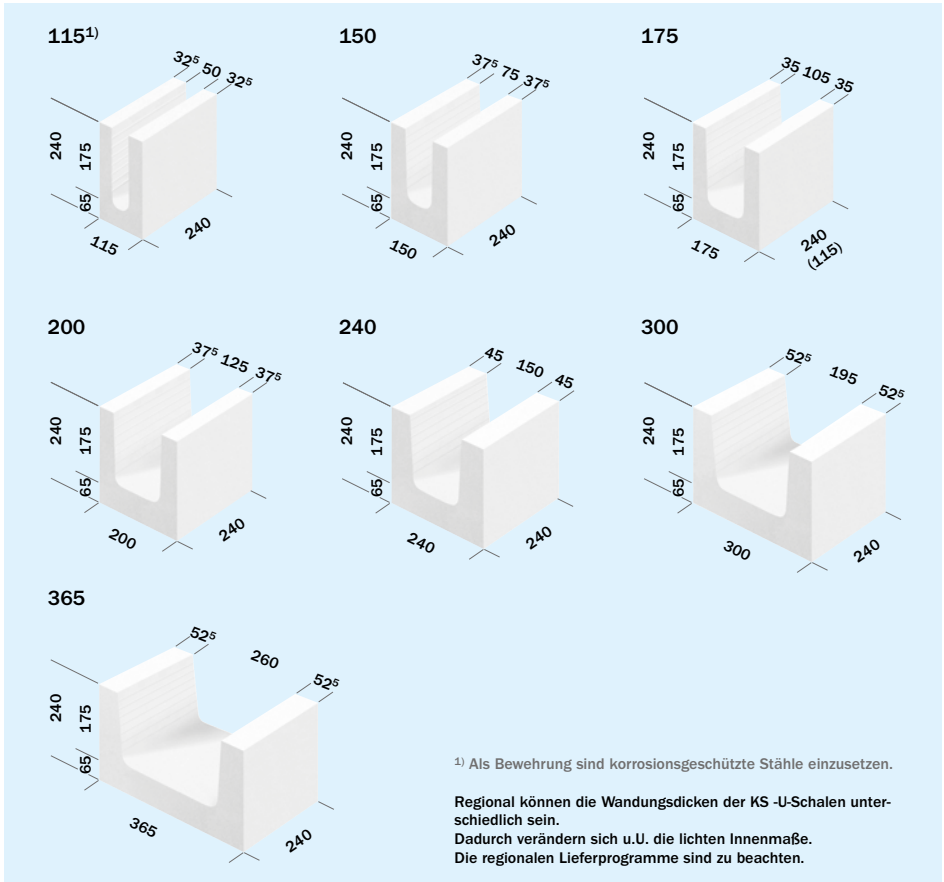


Bild 8 KS-U-Schalen

Kalksandsteine (Hintermauersteine)

An KS-Hintermauersteine, die nach DIN EN 772-1 in Verbindung mit DIN 20000-402 hergestellt werden, werden keine besonderen Anforderungen gestellt hinsichtlich:

- Frostwiderstandsfähigkeit
- Optische Beschaffenheit, z.B. Aussehen und Kantenbeschaffenheit



Bild 9 KS-Innensichtmauerwerk in Verbindung mit LED-Elementen bietet zusätzliche Gestaltungsvielfalt.

INFO

An das Aussehen und die Kantenbeschaffenheit von Hintermauersteinen werden grundsätzlich keine besonderen Anforderungen gestellt. Dies gilt für alle Kalksandsteine, auch bei Anlieferung per Kranwagen, bandagiert oder folienverpackt.

KS-Verblender (KS Vb)

KS-Verblender sind Kalksandsteine, an die folgende zusätzliche Anforderungen gestellt werden:

- Erhöhte Frostwiderstandsfähigkeit F2 (50-facher Frost-Tau-Wechsel)
- Steindruckfestigkeitsklasse ≥ 16
- Erhöhte Anforderungen an die Maßhaltigkeit, siehe Tafel 1
- Verwendung besonders ausgewählter Rohstoffe

KS-Verblender sind werkseitig frei von schädlichen Einschlüssen oder anderen Stoffen, die später zu Ablätterungen, Kavernenbildung und anderen Gefügestörungen sowie zu Ausblühungen und Verfärbungen führen können. Diese würden das Aussehen der unverputzten Wände dauerhaft beeinträchtigen.

KS-Verblender haben je eine kantensaubere Kopf- und je eine kantensaubere Läuferseite.

Bei einsteindickem, beidseitigem Sichtmauerwerk werden erhöhte Anforderungen gestellt. Gegebenenfalls sind die KS-Verblender auf der Baustelle vorzusortieren.

KS-Verblender, die in Verblendschalen von zweischaligem Mauerwerk eingesetzt werden, sind teilweise werkseitig mit einer Imprägnierung vorbehandelt. Sie dürfen eine Steinbreite von ≤ 115 mm haben.

KS-Verblender mit bruchrauer oder bossierter Oberfläche verleihen dem KS-Sichtmauerwerk ein besonderes Aussehen.

Tafel 1 Grenzabmaße von Kalksandsteinen

Maße	KS und KS -R	KS -R P und KS XL	KS Vb ¹⁾
Abmaßklasse	T1	T3	Tm
Steinlänge und -breite			
Mittelwerte	Soll ± 2 mm	Soll ± 2 mm	Soll ± 1 mm
Einzelwerte	Mittel ± 2 mm	Soll ± 3 mm	Mittel ± 1 mm
Steinhöhe			
Mittelwerte	Soll ± 2 mm	Soll –	Soll ± 2 mm
Einzelwerte	Mittel ± 2 mm	Soll $\pm 1,0$ mm	Mittel ± 2 mm
Ebenheit und Planparallelität	–	1,0 mm	–

¹⁾ KS-Verblender mit strukturierter Oberfläche haben eine oder zwei bossierte bzw. bruchraue Sichtflächen. Die Anforderungen an die Grenzabmaße gelten nicht für die Richtung senkrecht zur strukturierten Oberfläche.

Riemchen

Kalksandsteine mit einer Steinbreite von $10 \text{ mm} \leq d < 90 \text{ mm}$, die für Fassadenbekleidungen verwendet werden, werden als Riemchen oder Sparverblender bezeichnet. Sie werden an der Tragschale mit Mörtel angesetzt. Es handelt sich um angemörtelte Bekleidungen nach DIN 18515 [1]. Es gelten die Ausführungsbestimmungen der DIN 18515.

KS-Fasensteine

KS-Fasensteine (KS F) sind KS-Plansteine mit abgefasten Kanten, die in Dünnbettmörtel versetzt werden.

Wenn Fasensteine für tragendes Mauerwerk zum Einsatz kommen, darf die Fasenbreite 7 mm nicht überschreiten und die planmäßig zu vermörtelnde Aufstandsweite $\geq 115 \text{ mm}$ sein. An KS-Fasensteine, die für nicht tragendes Mauerwerk verwendet werden (z.B. nicht tragende innere Trennwände im Industriebau), werden diese Anforderungen nicht gestellt. Zur Verwendung in der Verblendschale von zweischaligem Mauerwerk muss die Aufstandsweite mindestens 90 mm betragen.

Witterungsbeanspruchte Wände (Schlagregen) und Innenwände mit Schallschutzanforderungen aus Fasensteinen sind stets mit vermörtelter Stoßfuge herzustellen.

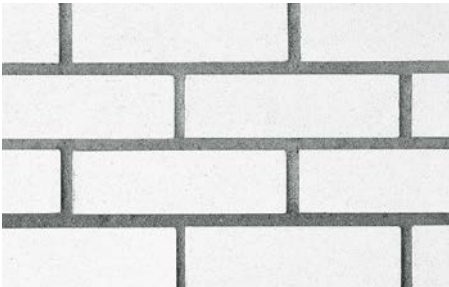


Bild 10 Sichtmauerwerk aus glatten KS-Verblendern im Format NF



Bild 11 Sichtmauerwerk aus bruchrauen KS-Verblendern, Format NF



Bild 12 Sichtmauerwerk aus bossierten KS-Verblendern, Format NF, weißer Fugenmörtel



Bild 13 Sichtmauerwerk aus KS-Fasensteinen, außen in Verblenderqualität und mit vermörtelten Stoßfugen

KS-Fasensteine werden an den Stirnflächen mit einem Nut-Feder-System hergestellt. Neben dem Standardstein werden zusätzlich spezielle Ergänzungsformate (End-, Pass- und Ecksteine) sowie KS-U-Steine angeboten.

Als relevante Querschnittsfläche gilt die Wanddicke abzüglich der Fasentiefe.

2.2 Steinoberfläche

Durch die Wahl der Steinoberfläche – glatt oder strukturiert (bruchrau oder bossiert) – können sehr unterschiedliche gestalterische Wirkungen erreicht werden.

2.3 Mauerverband

In Verblendschalen sowie bei Ein-Stein-Mauerwerk mit einer Steinreihe je Schicht wird im Allgemeinen ein Läuferverband ausgeführt.

Beispiele für Zierverbände sind in den Bildern 14 bis 27 dargestellt.

INFO

Zur Verbesserung der Rissesicherheit ist ein Mauerverband mit $\frac{1}{2}$ -steiniger Überdeckung einem Verband mit $\frac{1}{4}$ -steiniger Überdeckung vorzuziehen.

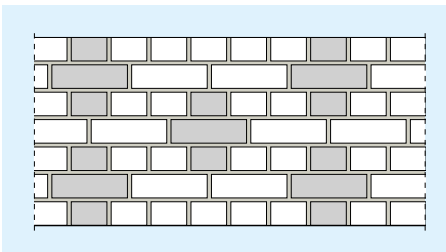


Bild 14 Kreuzverband

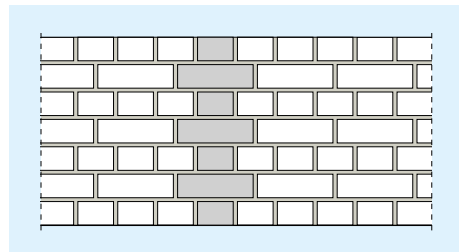


Bild 15 Blockverband

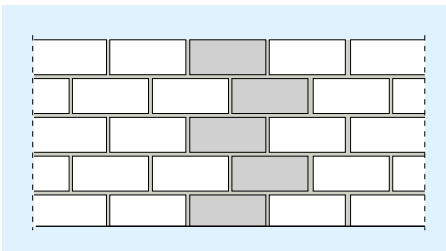


Bild 16 Läuferverband, besonders günstig mit $\frac{1}{2}$ -Stein-Überbindung

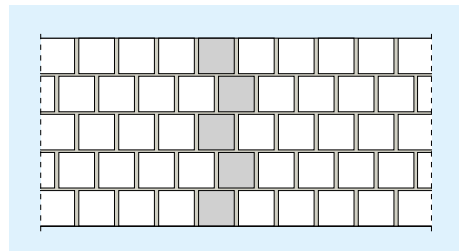


Bild 17 Binderverband

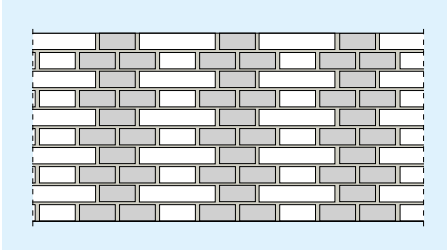


Bild 18 Holländischer Verband

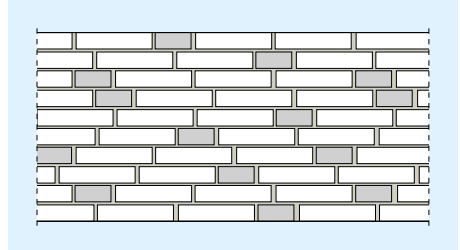


Bild 19 Wilder Verband

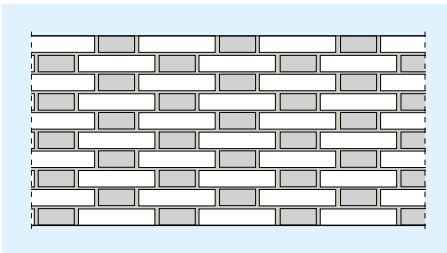


Bild 20 Gotischer Verband mit Läufer-Binder-Schichten

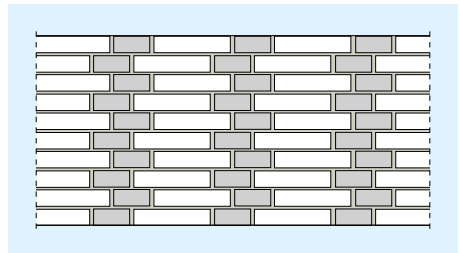


Bild 21 Gotischer Verband - Abwandlung

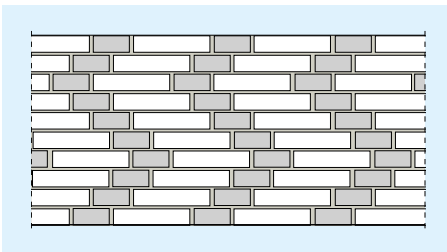


Bild 22 Gotischer Verband - Abwandlung als Zickzack-Verband

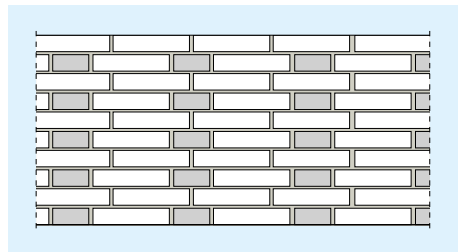


Bild 23 Gotischer Verband - Abwandlung mit Läufer-Schichten

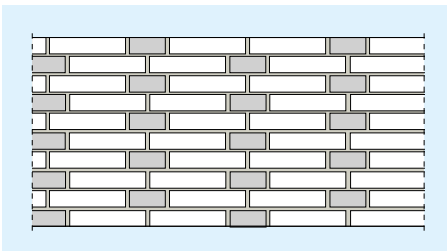


Bild 24 Märkischer Verband mit Läufer-Binderschichten

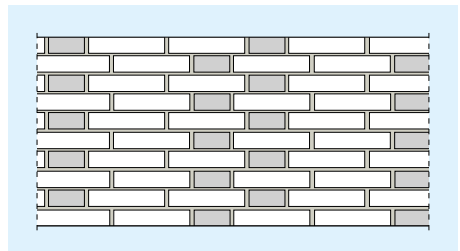


Bild 25 Märkischer Verband - Abwandlung

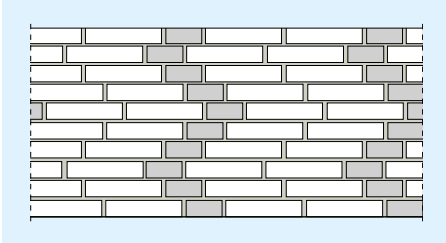


Bild 26 Märkischer Verband – Abwandlung als Zickzack-Verband

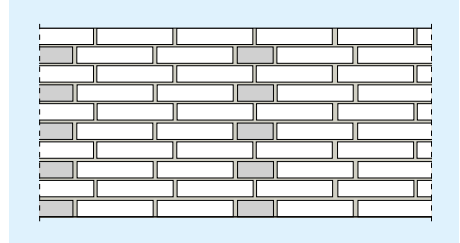


Bild 27 Märkischer Verband – Abwandlung mit Läufersteinen

Die Wirkung von Mauerwerksverbänden wird wesentlich durch die sorgfältige und fachgerechte Ausführung beeinflusst. So ist z.B. beim Mauern auf gleichmäßige Fugendicke zu achten. Teilsteine sollten nass gesägt, nicht mit dem Hammer geschlagen werden.

Stoßfugen oder Köpfe, die nach dem Verband übereinander liegen sollen, müssen eingelotet werden. Bereits geringe Abweichungen fallen dem Betrachter unangenehm auf (Bild 28).

Steine für Sichtmauerwerk müssen sorgfältig transportiert und gestapelt werden, damit keine Kanten abplatzen.

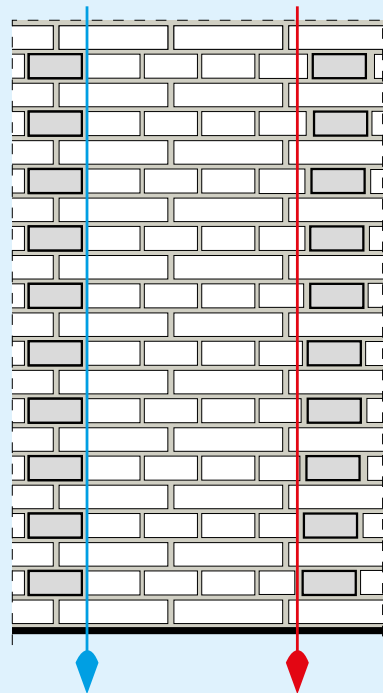
KS-Verblender haben jeweils nur *eine* kantensaubere Kopf- und Läuferseite. Die Steine sind deshalb beim Vermauern entsprechend zu prüfen und ggf. zu drehen.

Bei gefordertem beidseitigem Ein-Stein-Sichtmauerwerk ist es eventuell nötig, eine höhere Anzahl von Steinen auf der Baustelle auszusortieren. Das ist bei der Steinbestellung zu beachten und einzukalkulieren.

Köpfe lotrecht übereinander

Richtig

Falsch



Köpfe pro Schicht 2 mm versetzt
auf 2,50 m Höhe = 40 Schichten
ergeben $40 \cdot 2 = 80 \text{ mm} = 8 \text{ cm}$ Abweichung.

Bild 28 Die Stoßfugen und Köpfe sind einzuloten.

INFO

Zu empfehlen ist, dass in der Leistungsbeschreibung neben Mustersteinen auch eine Musterfläche vereinbart wird. Mit Hilfe einer solchen Musterfläche können Steine, Mauerverband und Verfugung festgelegt und abgestimmt werden.

Bei der Beurteilung von Sichtmauerwerk spielt ein angemessener, gebrauchstüblicher Betrachtungsabstand eine Rolle, weiterhin die Größe und die gestalterische Gesamtwirkung der Sichtmauerwerksfläche.

2.4 Fugenbearbeitung

Die Art der Fugenbearbeitung ist wesentlicher Teil der Sichtmauerwerksgestaltung.

Neben der nachträglichen Verfugung – die hohes handwerkliches Geschick voraussetzt – ist die Ausführung von Sichtmauerwerk nach VOB DIN 18330 mit Fugenglattstrich die Regel.

Geschlämmtes Mauerwerk wird angewendet, wenn preisgünstiges Mauerwerk mit geringsten optischen Ansprüchen ausgeführt werden soll, z.B. in Kellerräumen, Nebenzimmern oder Industriebauten.

Nachträgliche Verfugung

Bei der nachträglichen Verfugung ist die Fuge entsprechend DIN EN 1996-2 mindestens 1,5 cm tief und flankensauber beim Aufmauern auszukratzen.

Steindicken < 10,5 cm sind direkt mit dem Mauermörtel (in eigenem Saft) zu verfugen.

INFO

Das Auskratzen der Fugen mit dem Fug-eisen ist zwar übliche Mauerwerkspraxis, empfehlenswert ist jedoch das Auskratzen der Fugen mit einem Holzbrettchen. So werden Beschädigungen an den Steinkanten vermieden und gleichmäßige Auskratz-tiefen erreicht.

Der Fugemörtel wird in einem späteren Arbeitsgang hohlraumfrei so eingebracht, dass die Fugen mit der Vorderkante der Steine bzw. des Mauerwerks bündig abschließen.

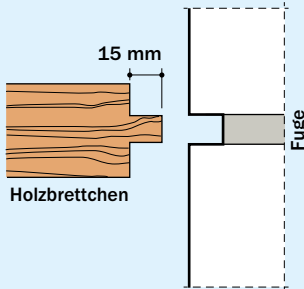
Die Fugen des Sichtmauerwerks werden von Staub und lockeren Mörtelresten befreit und gründlich vorgehäst. Der erdfeuchte bis plastische Fugemörtel wird mit einer Fugenkelle hohlraumfrei eingebracht und verdichtet. Die Lager- und Stoßfugen sind gut miteinander zu verbinden. Auf gute Flankenhaftung des Mörtels an den Steinen ist zu achten. Das frische Sichtmauerwerk ist vor starkem Regen und starker Sonneneinstrahlung zu schützen und bei sommer-



Bild 29 Auskratzen der Fugen mit einem Holzbrettchen

Fugen bei Sichtmauerwerk

1. Fugen auskratzen



2. Fassadenreinigung

3. Vornässen

4. Verfugen

5. Säubern/Nachbehandlung

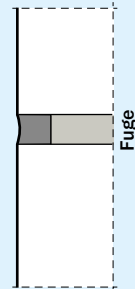


Bild 30 Vor dem Erhärten des Mauermörtels werden die Fugen mindestens 15 mm tief ausgekratzt und später mit Fugenmörtel ausgefugt. Die Steinbreite muss dabei ≥ 105 mm sein.

licher trockener Witterung ggf. mit Wasser zu besprühen. Der Fugenmörtel darf nicht über die Verblendsteine gewischt werden.

Um ein gleichmäßiges Fugenbild zu erzielen, sollte die nachträgliche Verfugung nur bei trockener Witterung ausgeführt werden. Bei



Bild 31 Eventuell vorhandene Mörtelreste sind abzufegen.



Bild 32 Das Fugennetz ist gründlich vorzunässen, um das „Verdursten“ des Fugenmörtels zu vermeiden.



Bild 33 Der Fugenmörtel wird fest in die Fugen gedrückt.



Bild 34 Der Fugenmörtel wird sauber mit einem Schlauchstück abgezogen.

weißem Fugenmörtel ist weiterhin darauf zu achten, dass nicht durch ungeeignetes Werkzeug (Stahltrieb) die weißen Fugen dunkel verfärbt werden. Es sollte z.B. eine Fugkelle aus nicht rostendem Stahl verwendet werden.

Fugenglattstrich

Das Sichtmauerwerk wird vollfugig erstellt. Beim Fugenglattstrich sind die Fugen in ihrer ganzen Tiefe aus einem „Guss“, das heißt, der Mauermörtel ist gleichzeitig auch der Fugenmörtel.

Hierbei handelt es sich um eine technisch einwandfreie und sehr wirtschaftliche Technik, bei der jedoch vorauszusetzen ist, dass die Maurer die Technik des Fugenglattstrichs beherrschen und ein optisch einwandfreies Fugengbild erstellen.

Beim Aufmauern wird der herausquellende Mauermörtel nach Beginn des Anstehens mit einem Fugholz oder Schlauchstück – ggf. über ein Fugeisen gezogen – bündig mit der Vorderkante des Sichtmauerwerks glattgestrichen und dabei verdichtet. Bedingt durch diese Technik ergibt sich eine leicht gerundete Fuge. Das frische Sichtmauerwerk ist vor starkem Regen und starker Sonneneinstrahlung zu schützen und bei sommerlicher trockener Witterung ggf. mit Wasser zu besprühen.

Für diese Technik muss der Mauermörtel eine gute Verarbeitbarkeit und ein günstiges Wasserrückhaltevermögen besitzen. Beim Hervorquellen aus den Fugen darf der Mörtel nicht an den Steinen herunterlaufen und diese verschmutzen. Gut bewährt haben sich die auf KS-Sichtmauersteine eingestellten Werkmörtel.

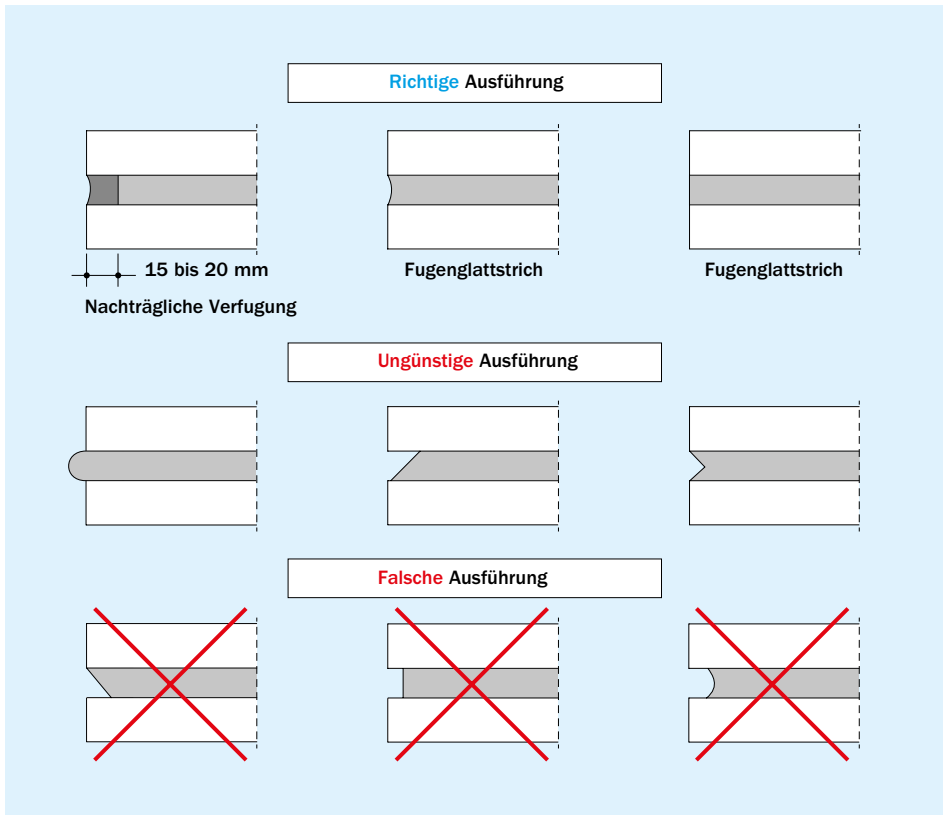


Bild 35 Ausführung von Mörtelfugen in Verblendschalen [3]

2.5 Oberflächenbehandlung und Reinigung

Sichtmauerwerk kann aus optischen Gründen entweder farblos imprägniert oder mit einem deckenden Anstrich versehen werden.

Eine farblose Imprägnierung verändert das Erscheinungsbild des Sichtmauerwerks nicht, und wirkt insbesondere bei Verblendsteinen mit rauen oder strukturierten Oberflächen einer Verschmutzung und auch Veralgung entgegen. Nach Regen

trocknet das Sichtmauerwerk an der Oberfläche gleichmäßig und schnell ab – unterschiedliche Feuchtigkeit tritt optisch nicht in Erscheinung.

Bei deckenden Anstrichen wirkt das Sichtmauerwerk flächig. Der Kontrast zwischen Steinen und Fugen tritt in der Fläche deutlich zurück. Leichte Verschmutzungen beim Erstellen des Sichtmauerwerks oder Unregelmäßigkeiten der Verfugung sind weniger augenfällig.

Die Reinigung des KS-Verblendmauerwerks erfolgt grundsätzlich mit klarem Wasser und ggf. mechanisch, z.B. mit einer Wurzelbürste. Die Verwendung von Säuren zur Reinigung des KS-Mauerwerks ist nach DIN 18330 Mauerarbeiten [2], Abschnitt 3.2.6 nicht erlaubt. Dies ist besonders bei Sicht- und Verblendmauerwerk zu beachten.

Leichte Verschmutzungen lassen sich bei frisch erstelltem Verblendmauerwerk einfach und wirksam mechanisch entfernen. Gehärtete Mörtelspritzer lassen sich z.B. mit einem Spachtel leicht abstoßen. Eine schonende Reinigung wird auch durch Abschleifen mit Glas- oder Sandpapier, feinste Körnung, oder mit einem halbierten oder geviertelten KS-Verblender erreicht.

Bei stärkeren Verschmutzungen, z.B. auf älterem Verblendmauerwerk, ist eine Nassreinigung zu empfehlen. Dabei sollten geschlossene Flächen, d.h. keine eng begrenzten Bereiche, gereinigt werden. Mit folgenden Reinigungsmethoden wurden gute Ergebnisse erzielt:

- Nassreinigung mit klarem Wasser und einer Wurzelbürste – zweckmäßigerweise unter Zusatz eines Netzmittels, das die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzt.
- Dampfstrahlreinigung – dem Wasser kann ebenfalls ein technisches Netzmittel zugegeben werden. Die Dampfstrahlreinigung hat sich bei größeren Flächen sowie bei Verblendmauerwerk aus bruchrauen oder bossierten Steinen gut bewährt. Bei Verblendmauerwerk ist darauf zu achten, dass durch entsprechende Düseneinstellung und genügend große Entfernung der Düse vom Mauerwerk der Heißwasserstrahl nicht so stark ist, dass die Steinoberflächen angegriffen werden. Zweckmäßigerweise ist die Reinigungsintensität an einer Probefläche zu testen.

INFO

Das Absäuern von KS-Mauerwerk ist nach DIN 18330 nicht zulässig.



Bild 36 Reinigung mit Dampfstrahlgerät

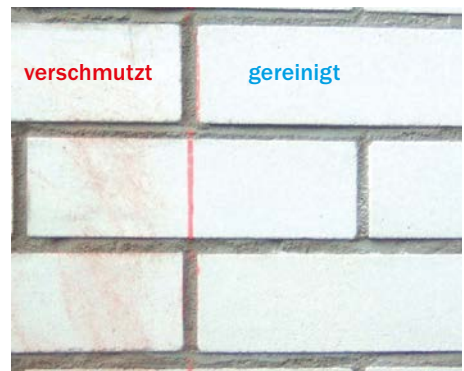


Bild 37 Reinigungseffekt, Beispiel Reinigung mit Schleifpapier, feinste Körnung

3. Mörtel für Sicht- und Verblendmauerwerk

Die Steine entziehen dem frischen Mörtel einen Teil des Anmachwassers. Damit der Mörtel nicht aufbrennt, muss er ein auf die Saugcharakteristik abgestimmtes Wasser-rückhaltevermögen haben. Für KS-Sichtmauerwerk müssen die Mörtel frei sein von Salzen, Lehmanteilen und anderen organischen oder anorganischen Verunreinigungen, die zu Ausblühungen oder Verfärbungen des Sichtmauerwerks führen können. In der Praxis gut bewährt haben sich z.B. Werk-Trockenmörtel.

In der Verblendschale hat der Normalmauermörtel die Aufgabe, gemeinsam mit dem Mauerstein eine geschlossene Fläche zu bilden, die den Witterungsbeanspruchungen widersteht. Für diesen Zweck muss der Normalmauermörtel gut am Stein haften. Andernfalls kann Niederschlagswasser in das Mauerwerk eindringen und damit seine Dauerhaftigkeit beeinträchtigen.

Der Normalmauermörtel in Verblendschalen muss ausreichend druckfest und gleichzeitig genügend verformungsfähig sein. Da Verblendschalen, ausgenommen ihres Eigengewichts, nicht vertikal belastet sind, sind Verformungen, z.B. infolge Temperaturänderung, größer als in belastetem Mauerwerk. Die Formänderungen führen in der Regel auch zu Zugspannungen, die von Mauersteinen und Fugenmörtel aufgenommen werden müssen.

INFO

Für das Aufmauern der Verblendschale ist Normalmauermörtel der Mörtelgruppe IIa (Ausnahme: KS-Fasensteine mit Dünnbettmörtel) zu verwenden. Für das nachträgliche Verfugen darf Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III verwendet werden.

Tafel 2 Rezeptmörtel (Normalmauermörtel); Zusammensetzung und Mischungsverhältnis in Raumteilen (aus DIN V 18580 Anhang A)

Mörtelgruppe NM	Mörtelklasse nach DIN EN 998-2	Luftkalk		Hydraulischer Kalk (HL2)	Hochhydraulischer Kalk (HL5), Putz- und Mauer- binder (MC5)	Zement	Sand ¹⁾ aus natür- lichem Gestein
		Kalkteig	Kalkhydrat				
II	M 2,5	1,5	–	–	–	1	8
		–	2	–	–	1	8
		–	–	2	–	1	8
		–	–	–	1	–	3
IIa	M 5	–	1	–	–	1	6
		–	–	–	2	1	8
III	M 10	–	–	–	–	1	4

¹⁾ Die Werte des Sandanteils beziehen sich auf den lagerfeuchten Zustand.

Wird der Vormauermörtel als Baustellenmörtel hergestellt, ist er mit der Mörtelgruppe IIa nach Tafel 2, Zeile 9 oder 10 herzustellen. Sand und Wasser dürfen keine Bestandteile wie Salze, Lehm oder Organisches enthalten, da diese zu Ausblühungen des Mauerwerks führen können. Es sollen möglichst gewaschene Sande eingesetzt werden. Aufgrund möglicher Farbunterschiede ist mit Baustellenmörtel eine Verfugung im Fugenglattstrich („Verfugung im eigenen Saft“) nicht empfehlenswert. Baustellenmörtel eignet sich nur für eine nachträgliche Verfugung.

Der Werkmörtel ist entsprechend Herstellervorschrift aufzubereiten. Bei der „Verfugung im eigenen Saft“ ist bei mehreren Lieferungen auf Farbgleichheit zu achten.

Bei nachträglicher Verfugung können dem Fugenmörtel auf Wunsch Farbzusätze zugegeben werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Stoß- und Lagerfugen flankensauber 1,5 cm tief ausgekratzt werden. Die Ausführung der Mörtelfugen sollte Bild 35 entsprechen.

4. Luftschtanker für zweischaliges Verblendmauerwerk

Die Verblendschale der zweischaligen Außenwand wird über Luftschtanker an der tragenden Innenschale befestigt.

Die Mauerwerksschalen sind nach DIN EN 1996-2 durch Drahtanker aus nicht rostenden

dem Stahl zu verbinden. Weichen Form oder Maße der Drahtanker von der DIN EN 1996-2 ab, so muss deren Brauchbarkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen werden.

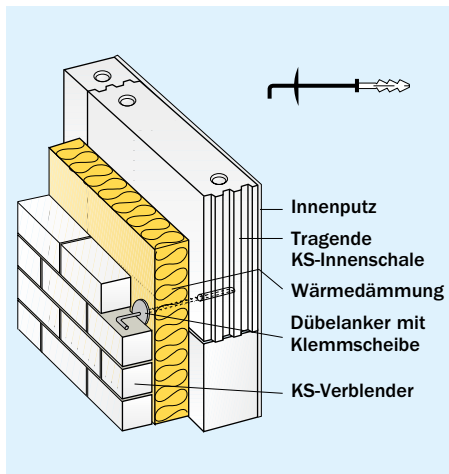


Bild 38 Systemaufbau zweischaliges Mauerwerk mit Wärmedämmung

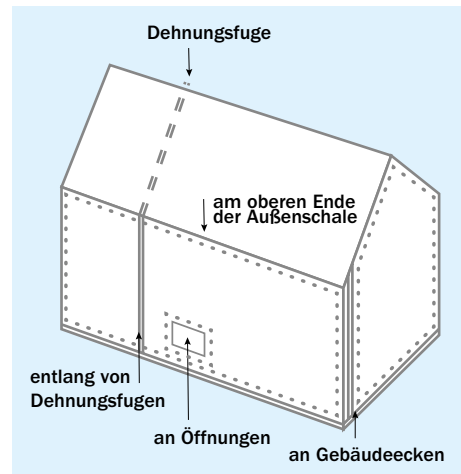


Bild 39 Anordnung zusätzlicher Drahtanker (3 Stück je m) nach DIN EN 1996-2/NA

Für Schalenabstände > 15 cm werden Anker nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) verwendet.

In Abhängigkeit vom Abstand der Mauerwerksschalen und der Höhe der Wandbereiche über Gelände und der Windzonen nach DIN EN 1991-1-4 wird der erforderliche Durchmesser der Drahtanker und die Mindestanzahl der Drahtanker je m^2 Wandfläche nach DIN EN 1996-2/NA oder abZ festgelegt. Der vertikale Abstand der Drahtanker soll dabei höchstens 500 mm, der horizontale Abstand maximal 750 mm betragen. Bei KS XL ist auch ein vertikaler Abstand von 625 mm in den bauaufsichtlichen Zulassungen der Drahtanker geregelt.

Drahtanker werden beim Aufmauern in die Lagerfuge der Tragschicht eingelegt. Für Mauerwerk mit Dünnbettmörtel gibt es bauaufsichtlich zugelassene Anker aus Edelstahl.

Ist eine Verankerung der Anker in den Lagerfugen der Tragschale nicht möglich, kann die Verwendung von bauaufsichtlich zugelassenen Schlagdübelankern sinnvoll sein. Nach den Zulassungen muss dabei die tragende Schale aus KS-Vollsteinen der Festigkeitsklasse ≥ 12 in Mörtel mindestens der Mörtelgruppe II bestehen. Dübel dürfen nicht in die Lager- oder Stoßfuge gesetzt werden. Der Abstand der Dübel zu den Steinrändern muss mindestens 3,0 cm betragen.

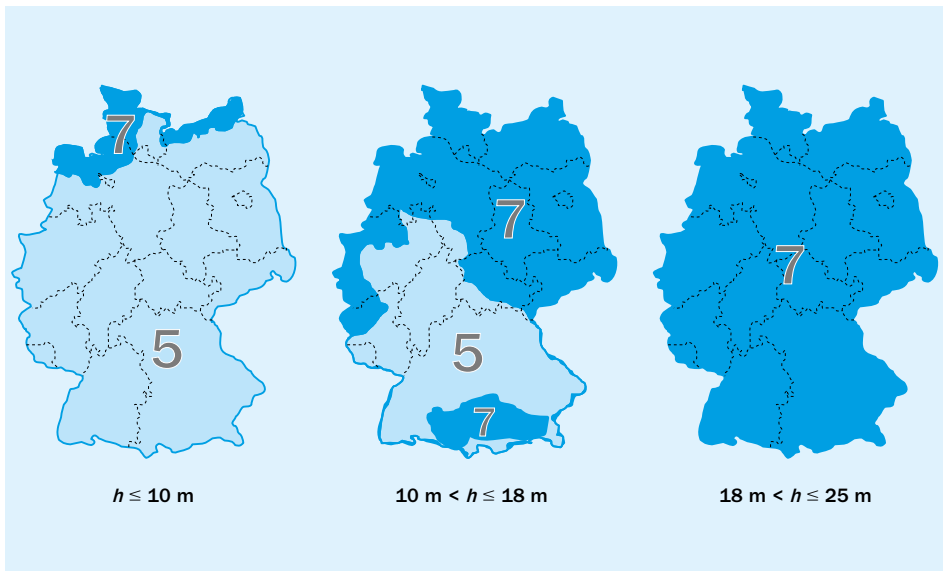


Bild 40 Erforderliche Ankeranzahl im Binnenland in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe und Windlastzone

Tafel 3 Mindestanzahl der Anker je m² Wandfläche nach DIN EN 1996-2/NA

Gebäudehöhe	Windzonen 1 bis 3, Windzone 4 Binnenland	Windzone 4 Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	Windzone 4 Inseln der Nordsee
$h \leq 10$ m	7 ¹⁾	7	8
10 m < $h \leq 18$ m	7 ²⁾	8	9
18 m < $h \leq 20$ m	7	8 ³⁾	

¹⁾ In Windzone 1 und Windzone 2 Binnenland: 5 Anker/m²
²⁾ In Windzone 1: 5 Anker/m²
³⁾ Ist eine Gebäudegrundrisslänge < $h/4$: 9 Anker/m²

Windzonen nach DIN EN 1991-1-4/NA
An allen freien Rändern (von Öffnungen, entlang von Dehnungsfugen und an den oberen Enden der Außenschalen) sind zusätzlich zu dieser Tafel drei Drahtanker je m Randlänge anzuordnen.

Tafel 4 Luftschichtanker zum Einlegen beim Aufmauern

Schalens- abstand	≤ 200 mm	40 bis 150 mm	100 bis 170 mm	100 bis 200 mm	120 bis 200 mm	> 200 bis 250 mm
Trag- schale	≥ NM IIa	KS, KS L				
		NM IIa, NM III				
		KS P, KS -R P, KS XL-PE				
			KS F DM		KS F DM	
Anker- länge	275 bis 350 mm	103 bis 213 mm	250 bis 320 mm	250 bis 340 mm	280 bis 360 mm	380 bis 400 mm
Bei- spiele für Zulas- sungen	Z-17.1-825 ¹⁾ (Bever GmbH); Z-17.1-822, Anlage 1 ¹⁾ (H & R GmbH)	Z-17.1-1062 (Bever GmbH) ¹⁾	Z-17.1-633 (Bever GmbH) ¹⁾	Z-17.1-463 (Gebr. Bodegraven bv)	Z-17.1-888 ²⁾ (Bever GmbH)	Z-17.1-1155 ²⁾ (Bever GmbH); Z-17.1-1142 ¹⁾ (H & R GmbH)

¹⁾ Vormauerschale nur in Normalmauermörtel NM IIa zulässig
²⁾ Auch für Vormauerschalen aus Plan- oder Fasensteinen in Dünnbettmörtel zulässig
Bei Anforderungen an den Brandschutz (Gebäudeklasse nach Landesbauordnung) sind ggf. vorhandene Einschränkungen zur Verwendung von Dämmstoffen in den abZ zu beachten.

Tafel 5 Luftschichtanker zum Eindübeln in die Tragschale

Max. Schalenabstand	> 150 bis 200 mm	> 200 mm bis 250 mm
Tragschale	Vollsteine, SFK ≥ 12 mit Normalmauermörtel \geq NM IIa, Dünnbettmörtel	Vollsteine, SFK ≥ 12 mit Normalmauermörtel \geq NM IIa, Dünnbettmörtel
Ankerdurchmesser	4 mm	4 mm
Bohrerdurchmesser	8 mm	8 mm
Bohrlochtiefe	≥ 60 mm	≥ 60 mm
Beispiele für Zulassungen	Z-17.1-825 mit Dübeln nach Z-21.2-1009 (Bever GmbH); Z-17.1-822, Anlage 2 mit Dübeln nach Z-21.2-1732 (H & R GmbH)	Z-17.1-1138 mit Dübeln nach Z-21.2-1009 (Bever); Z-17.1-1142 mit Dübeln nach Z-21.2-1732 (H & R GmbH)
Bei Anforderungen an den Brandschutz (Gebäudeklasse nach Landesbauordnung) sind ggf. vorhandene Einschränkungen zur Verwendung der Dämmstoffe und Dübel in den abZ zu beachten.		

5. Wärmedämmung und Luftschicht

Zweischalige Außenwände werden heute üblicherweise im kompletten Schalenraum mit Wärmedämmstoff ausgefüllt bis auf einen

arbeitstechnischen erforderlichen Fingerspalt von ca. 1 cm.



Bild 41 Zweischaliges Kalksandsteinmauerwerk mit verputzter Vormauerschale

Zweischalige KS-Außenwandkonstruktionen werden wie folgt unterschieden:

- Zweischaliges KS-Mauerwerk mit Wärmedämmung („Kerndämmung“)
- Zweischaliges KS-Mauerwerk mit Wärmedämmung und Luftschicht
- Zweischaliges KS-Mauerwerk mit Luftschicht (bei unbeheizten Gebäuden)

INFO

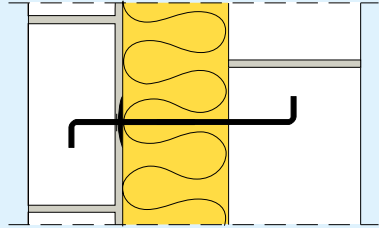
Bei der wirtschaftlichen Ausführung des Hintermauerwerks in großformatigen Kalksandsteinen (KS XL) empfiehlt sich der Einsatz von Einschlag- bzw. Dübelankern.

Als Materialien für die Wärmedämmung dürfen Platten, Matten, Granulate und Schüttungen aus Dämmstoffen, die dauerhaft Wasser abweisend sind, sowie Ortschäume verwendet werden.

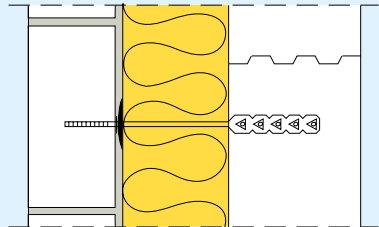
Wärmedämmstoffplatten oder -matten sind dicht zu stoßen und ausreichend zu fixieren. Bei lose eingebrachten Wärmedämmstoffen – wie z.B. Mineralfasergranulat, Polystyrolschaum-Partikel oder Perliteschüttungen – ist darauf zu achten, dass der Dämmstoff den Hohlraum vollständig ausfüllt und ausreichend verdichtet ist, um eine nachträgliche Setzung zu begrenzen.

Die Befestigung der Wärmedämmplatten erfolgt mit Hilfe von Krallen- oder Klemmscheiben. Diese Plastikscheiben werden über die Anker gerade so weit aufgeschoben, dass sie den Dämmstoff in der Lage fixieren.

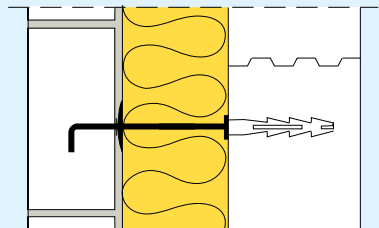
Um ggf. durch Schlagregen hinter die Verblendschale gelangende Feuchtigkeit aus



Drahtanker für Normalmauermörtel mit Klemm- und Abtropfscheibe beim Mauern eingelegt



Luftschichtanker für Dünnbettmörtel mit Klemm- und Abtropfscheibe beim Mauern eingelegt



Einschlaganker mit Klemm- und Abtropfscheibe zum nachträglichen Eindübeln

Bild 42 Luftschichtanker für zweischaliges Mauerwerk (Draufsicht)

der Konstruktion ableiten zu können, dürfen nach DIN EN 1996-2/NA in der Verblendschale von zweischaligem Mauerwerk jeweils oben und unten Lüftungs- bzw. Entwässerungsöffnungen angeordnet werden.

Lüftungsöffnungen und Entwässerungsöffnungen

Die Fläche der Lüftungs- bzw. Entwässerungsöffnungen wird nicht in DIN EN 1996-1-1 und DIN EN 1996-2 oder den Nationalen Anhängen geregelt. Nach zurückgezogener DIN 1053-1 sollten diese Öffnungen (bezogen auf eine Wandfläche von 20 m²)

- eine Fläche von 7.500 mm² bei zweischaligem Mauerwerk mit Luftschicht mit oder ohne Wärmedämmung sowie
- eine Fläche von 5.000 mm² bei zweischaligem Mauerwerk mit Wärmedämmung ohne Luftschicht aufweisen.

Zweischaliges Mauerwerk mit Luftschicht mit oder ohne Wärmedämmung wird nur noch in Einzelfällen ausgeführt.



Bild 43 Beispiel für eine Fußpunktausbildung mit Kiesrandstreifen

Bei sachgerecht verputzten Vormauerschalen kann auf Lüftungs- bzw. Entwässerungsöffnungen verzichtet werden, da der Außenputz einen ausreichenden Schlagregenschutz sicherstellt.

Eventuell notwendige Dehnungsfugen sind wie bei nicht verputzten Verblendschalen auszuführen.

6. Abdichtung und Fußpunktausbildung

Nach DIN EN 1996/NA müssen die Fußpunkte der Zwischenräume der Wandschalen gegen Feuchtigkeit geschützt werden (Bild 44). Die Abdichtung wird im Gefälle von der Innenschale bis an die Außenschale herangeführt und unter der Aufstandsfläche der Verblendschale horizontal bis zur Außenoberfläche ausgeführt.

INFO

Die Einbindung der Abdichtungsbahn in einer Lagerfuge der Tragschale ist nicht erforderlich. Bei großformatigen Mauersteinen, z.B. mit Schichthöhen ≥ 50 cm, ist dies baupraktisch kaum möglich. Die Abdichtungsbahn kann auch in anderer Form, z.B. mit Kleber oder Klemmschiene, an der Tragschale befestigt werden.

Nach DIN 18533 [4] ist eine einlagige waagerechte Abdichtung unterhalb der Tragschale als Querschnittsabdichtung ausreichend. Die Querschnittsabdichtung zum Schutz vor aufsteigender Feuchtigkeit erfolgt im untersten Geschoss. Die Aufstandsfläche der Verblendschale ist so auszuführen, dass ein Abrutschen der Verblendschale sicher auszuschließen ist. Eine entsprechende Ausführung ist auch im Bereich von Tür- und Fensterstürzen erforderlich. Die Fußpunktausbildung stellt eine zusätzliche Sicherheit zur Ableitung von hinter die Außenschale gedrungener Feuchtigkeit dar. Untersuchungen an ausgeführten Objekten mit langer Standzeit belegen jedoch, dass diese „Entwässerungsöffnungen“ bei ordnungsgemäßer Ausführung des Mauerwerks staubtrocken sind und keinerlei Wasserablaufspuren aufweisen.

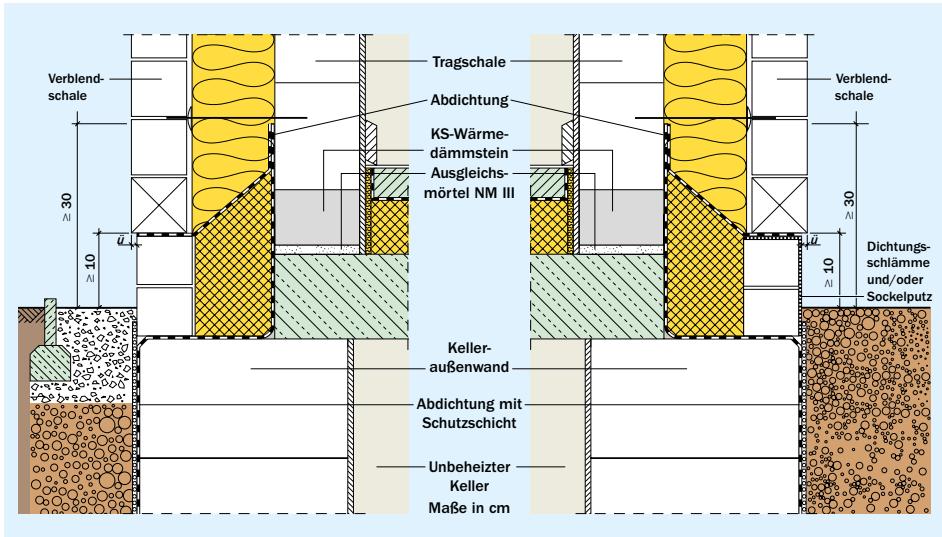


Bild 44 Beispiel für Fußpunktausbildung mit einem Sockel aus Verblendern und Kiesrandstreifen sowie einem verputzten Sockel ohne Kiesrandstreifen

7. Abfangungen

Zur Begrenzung der Spannungen aus Eigengewicht muss die Höhe der Vormauerschale begrenzt werden, so dass nach DIN EN 1996-2/NA Abfangungen erforderlich werden können.

Für Abfangungen wird eine Vielzahl von Standardkonstruktionen – teilweise mit typengeprüfter statischer Berechnung – von verschiedenen Herstellern angeboten. Wegen der Vielfalt möglicher Varianten werden Abfangungen in zunehmendem Maße durch spezialisierte Ingenieurabteilungen bei den Herstellerfirmen objektbezogen bemessen und komplett mit dem erforderlichen Montagezubehör angeboten. Die Verankerung der Abfangungen an der Innenschale erfolgt mit zugelassenen Schwerlastdübeln oder Ankerschienen – vorzugsweise im Be-

reich von Betonstützen, -decken oder Querwänden.

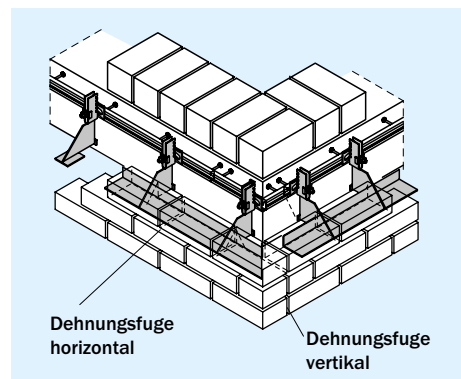
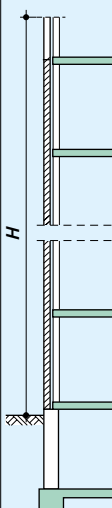
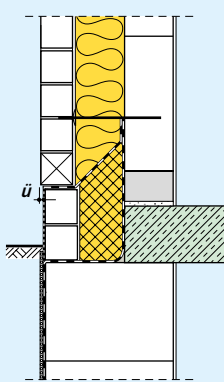
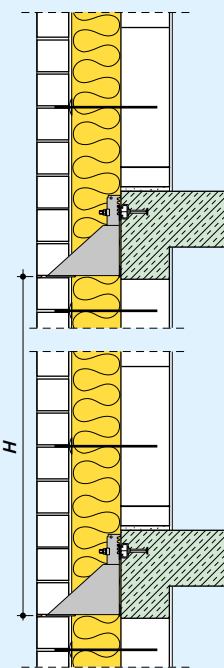
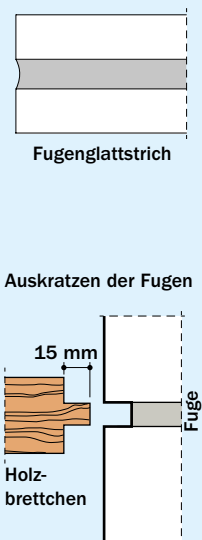


Bild 45 Abfangkonstruktion für Eckbereich mit höhenverstellbaren Konsolankern

Tafel 6 Höhenabstand der Abfangung von Verblendschalen

				
Dicke der Außenschale	Maximale Höhe über Gelände	Maximaler Überstand über Auflager \ddot{u}	Höhenabstand der Abfangung	Art der Verfugung
$9,0 \text{ cm} \leq t < 10,5 \text{ cm}$	$\leq 20,0 \text{ m}$	$\leq 1,5 \text{ cm}$	$\leq \text{ca. } 6,0 \text{ m}$	Fugenglattstrich
$10,5 \text{ cm} \leq t < 11,5 \text{ cm}$	$\leq 25,0 \text{ m}$	$\leq 1,5 \text{ cm}$	$\leq \text{ca. } 6,0 \text{ m}$	Fugenglattstrich oder mit nachträglicher Verfugung mind. 1,5 cm tief flankensauber auskratzt und handwerksgerecht ausgefugt
$t = 11,5 \text{ cm}$	unbegrenzt	$\leq 3,8 \text{ cm} \approx d/3$	$\leq 2 \text{ Geschosse}$	
$t = 11,5 \text{ cm}$	unbegrenzt	$\leq 2,5 \text{ cm}$	$\leq \text{ca. } 12,0 \text{ m}$	

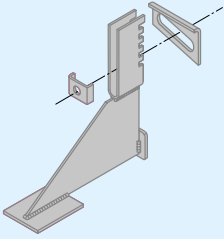
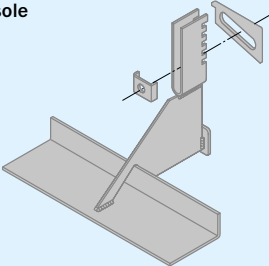
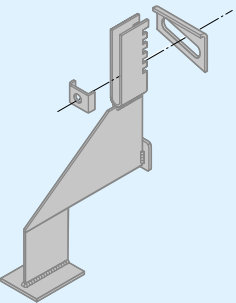
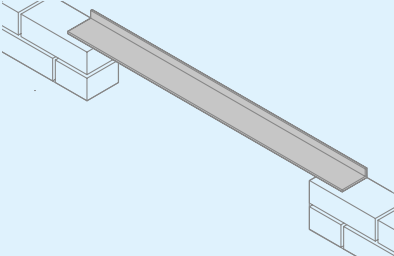
Verankerungen für Verblendmauerwerk	Einsatzbereich
<p data-bbox="104 247 225 268">Einzelkonsole</p> 	<p data-bbox="832 247 986 343">Höhenjustierbare Abfangung von geschlossenen Wandflächen</p>
<p data-bbox="104 507 236 528">Winkelkonsole</p> 	<p data-bbox="832 507 986 579">Höhenjustierbare Abfangung über Öffnungen</p>
<p data-bbox="104 801 426 821">Einzelkonsolanker mit Höhenversatz</p> 	<p data-bbox="832 801 986 890">Höhenjustierbare Abfangung über Öffnungen mit Höhenversatz</p>
<p data-bbox="104 1166 236 1187">Auflagerwinkel</p> 	<p data-bbox="832 1166 1013 1256">Einfache Abfangung über Öffnungen, ohne Verschluss des Schalenraums</p>

Bild 46 Übersicht unterschiedlicher Abfangkonstruktionen

8. Dehnungsfugen

Senkrechte Dehnungsfugen in KS-Verblendschalen und verputzten Vormauerschalen sind zur Begrenzung von Zwangsbeanspruchungen anzuordnen bei

- langen Mauerwerksscheiben im Abstand von 6 bis 8 m,
- Gebäudeecken oder -kanten und
- großen Fenster- und Türöffnungen in Verlängerung der senkrechten Laibungen.

Bei der Ausführung von Dehnungsfugen haben sich folgende Varianten bewährt:

- Offene Vertikalfugen
- Geschlossene Fugen mit Fugendichtstoff nach DIN 18540
- Geschlossene Fugen mit vorkomprimierten, imprägnierten Fugendichtungsbändern aus Schaumkunststoff nach DIN 18542
- Geschlossene Fugen mit Abdeckprofilen



Bild 47 Dehnungsfuge an einer Gebäudeecke mit spritzbarem Dichtstoff

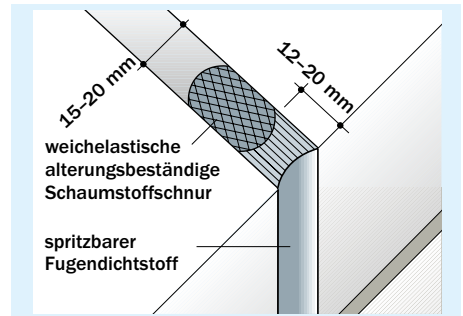


Bild 48 Dehnungsfuge mit spritzbarem Fugendichtstoff

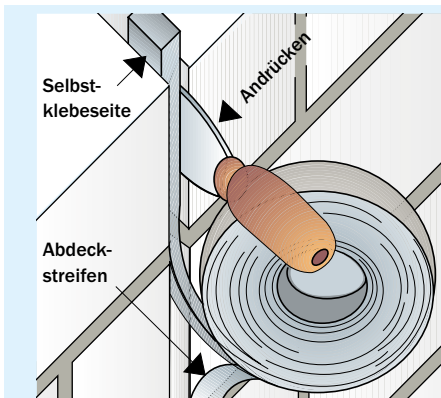
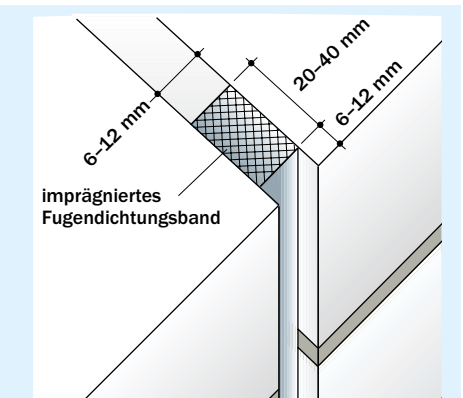


Bild 49 Dehnungsfuge mit vorkomprimiertem, imprägniertem Fugendichtungsband aus Schaumstoff



9. Rissesicherheit bei Verblendmauerwerk

Die Rissesicherheit des Verblendmauerwerks kann durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

- Anordnung von Dehnungsfugen
- Geringe Verformungsbehinderung am Wandfuß kann durch Anordnung von Trennschichten mit geringem Reibungsverhalten erzielt werden.
- Schutz vor ungünstiger Witterung, z.B. Schutz vor Schlagregen und zu starkem Austrocknen durch Abdecken mit Folie bis zu einer Woche
- Herstellen der Verblendschale bei günstigen, niedrigen Außentemperaturen. Damit wird zu starke Austrocknung vermieden und die Zwangsspannungen aus Temperaturverformungen sind geringer.

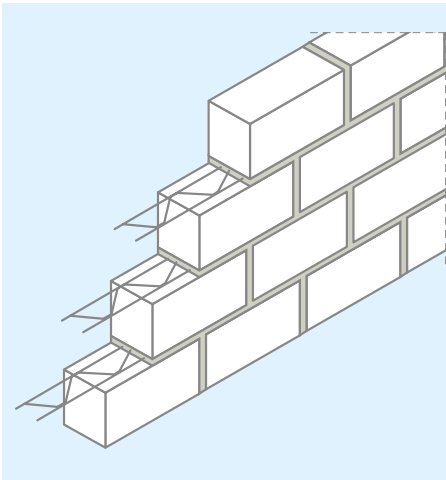


Bild 50 Lagerfugenbewehrung zur konstruktiven Rissicherung

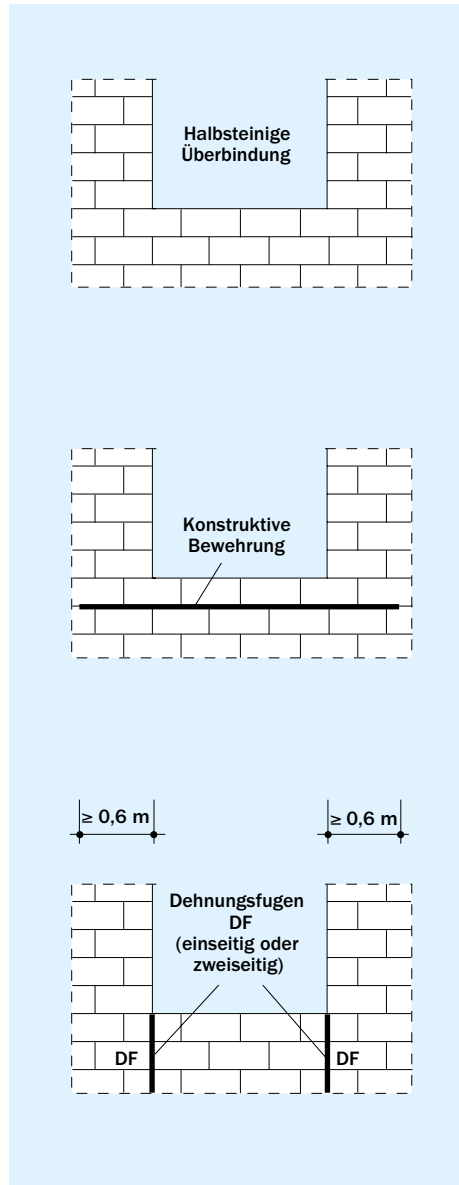


Bild 51 Brüstungsbereiche von Verblendschalen

- Wahl von großen Überbindelängen wie z.B. halbsteinigen Läuferverband
- Vollfugiges, hohlraumfreies Vermörteln durch Verwendung gut verarbeitbarer Mauermörtel
- Stark saugende (sehr trockene) Mauersteine sind unmittelbar vor dem Vermauern kurzzeitig und oberflächlich vorzunässen und gegen zu schnelles Austrocknen zu schützen.
- Korrosionsgeschützte Bewehrung der Lagerfugen, z.B. im Bereich geometrischer Zwangspunkte wie Brüstungen

Der Schutz vor Niederschlagswasser – mit dem üblicherweise gerechnet werden muss – und dessen Beseitigung ist nach DIN 18299 [5], Abschnitt 4.1.10 eine Nebenleistung und damit vom Maurer durchzuführen.

10. Abnahme und Beurteilung von KS-Sichtmauerwerk

Sichtmauerwerk unterliegt rohstoffbedingt gewissen farblichen Schwankungen. Handwerksgerecht erstelltes Sichtmauerwerk

lebt von diesen kleinen Unregelmäßigkeiten und kann z.B. nicht mit einer Fliesenbekleidung verglichen werden.

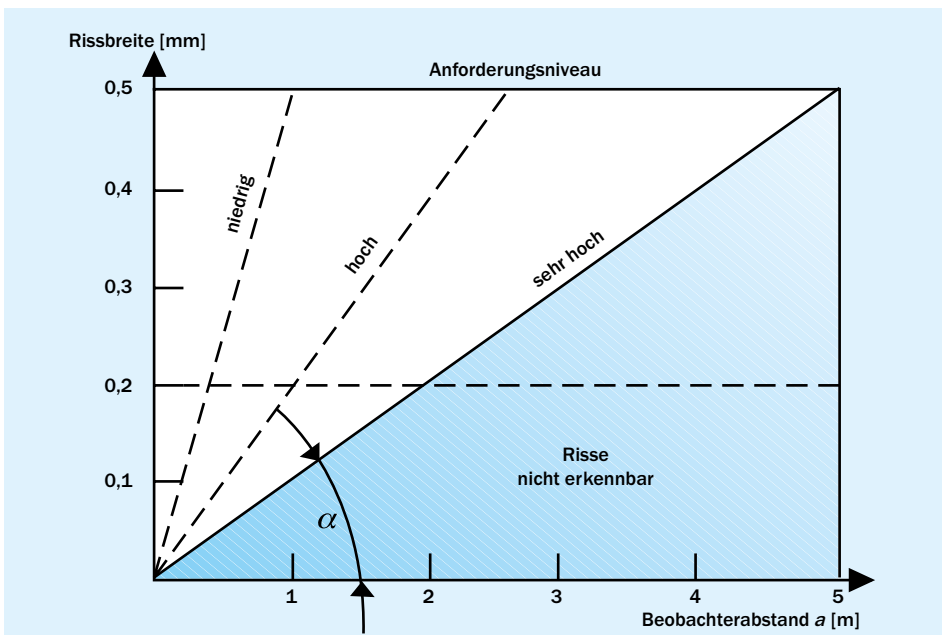


Bild 52 Die subjektive Wahrnehmung von Rissen ist abhängig vom Betrachtungsabstand.

Die konstruktive Ausführung von Mauerwerk ist in Normen, Richtlinien und Merkblättern eindeutig beschrieben. Für die gestalterische Erscheinungsform von Mauerwerks-Sichtflächen gibt es jedoch keine verbindlichen Regeln. Die Anforderungen, die an das Erscheinungsbild des Sichtmauerwerks gestellt werden, sind daher im Voraus vom Planer so eindeutig zu beschreiben, dass die ausgeschriebene Leistung sicher kalkuliert, ausgeführt und abgenommen werden kann.

Zu empfehlen ist, dass in der Leistungsbeschreibung neben Mustersteinen auch eine Musterfläche vereinbart wird. Mit Hilfe einer solchen Musterfläche können Steine, Mauerverband und Verfugung festgelegt und abgestimmt werden. Bei der Beurteilung von Sichtmauerwerk spielt ein gebrauchstüblicher Betrachtungsabstand eine Rolle, weiterhin die Größe und die gestalterische Gesamtwirkung der Sichtmauerwerksfläche.



Bild 53 Die gestalterische Wirkung von handwerksgerecht hergestelltem Sichtmauerwerk ist zeitlos.

Literatur

- [1] DIN 18515-1:2017-08 und DIN 18515-2:1993-04 Außenwandbekleidungen – Teil 1: Angemörtelte Fliesen oder Platten; Grundsätze für Planung und Ausführung; Teil 2: 1993-04 Außenwandbekleidungen; Anmauerung auf Aufstandsflächen; Grundsätze für Planung und Ausführung
- [2] DIN 18330:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Mauerarbeiten
- [3] Klaas, H.; Schulz, E.: Schäden an Außenwänden aus Ziegel- und Kalksandstein-Verblendmauerwerk. – In: Schadenfreies Bauen, Band 13, 2., überarb. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2002
- [4] DIN 18533 Abdichtung von erdberührten Bauteilen (3 Teile: DIN 18533-1:2017-07 Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, DIN 18533-2:2017-07 Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen, DIN 18533-3: 2017-07 Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen)
- [5] DIN 18299:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Allgemeine Regeln für Bauarbeiten jeder Art

Bildnachweise

- Bild S. 129:** Peter Frese;
Bild 1: Staats&Petter/Csaba Mester/KS-ORIGINAL;
Bild 2: Csaba Mester;
Bild 3: Xella Deutschland GmbH;
Bild 31, 32, 33: quick-mix;
Bild 34: Xella Deutschland GmbH;
Bild 45, 46: Halfen

Bild 4 bis 13, 29, 36, 37, 41, 43, 47, 53:
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

A person wearing a red shirt and dark pants is working on a brick wall. The person is slightly out of focus, and their hands are near the wall. The background is a blurred brick wall. The text is overlaid on the image in a white box.

**BEI SICHTMAUERWERK
IST DAS GANZE
HANDWERKLICHE
KÖNNEN
GEFORDERT**

Kapitel 9

**SICHTFLÄCHEN
IM INNENBEREICH**

1. Einleitung

KS-Mauerwerk ist auch ohne Nachbehandlung dauerhaft, standsicher und ästhetisch ansprechend. Kalksandstein zeichnet sich durch hohe Maßhaltigkeit und hohe Festigkeit aus. Damit lassen sich kostengünstig Wände erstellen, die höchsten Ebenheitsanforderungen gerecht werden, hoch belastbar sind und vielfältige Oberflächengestaltungen ermöglichen.

Üblicherweise werden Innenwände mit Putz und Tapete versehen oder als Sichtmauerwerk geplant und ausgeführt. Nach DIN

18330 [1] sind Anforderungen an Sicht- und Verblendmauerwerk in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

Bei hohen Anforderungen an die optische Beschaffenheit, die Maßhaltigkeit und die Frostwiderstandsfähigkeit der Mauerwerkswand sind KS-Verblender zu verwenden.

KS-Mauerwerk für Innenwände kann als hochwertiges Innensichtmauerwerk, sichtbar belassen, geschlämmt oder verputzt hergestellt werden.

Tafel 1 Übersicht über verschiedene Anwendungsbereiche und die entsprechenden Steinarten

Anforderungen an die Steine	Steinart	Anwendungsbereich, Beispiele
Hohe optische Anforderungen, Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); mit oder ohne Anstrich oder Imprägnierung	Verblendmauerwerk von ein- und zweischaligen Außenwänden
Normale optische Anforderungen, Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); KS-Vormauersteine (KS Vm)	Außensichtmauerwerk für Industriebauten und Bauten in der Landwirtschaft
Hohe optische Anforderungen, jedoch keine Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); mit oder ohne Anstrich	Innensichtmauerwerk in Wohnbereichen und repräsentativen Gebäuden
Geringe optische Anforderungen, keine Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit	Kalksandsteine (auch nicht frostwiderstandsfähige), vorzugsweise mit Anstrich oder Schlämme	Sichtbar belassenes Innenmauerwerk in untergeordneten Räumen, Kellermauerwerk, Industriebauten und Bauten in der Landwirtschaft



Bild 1 Akzente setzen mit Innensichtmauerwerk im Wohnbereich



Bild 2 KS-Innensichtmauerwerk bietet helle und robuste Oberflächen im Gewerbe- und Industriebau.

2. Hochwertiges Innensicht-Mauerwerk

Für hochwertiges Innensichtmauerwerk sind KS-Verblender nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402 zu verwenden. Sofern das Sichtmauerwerk nicht deckend gestrichen wird, sind die Verblendsteine für ein Gebäude nur von einem Werk zu beziehen, da sonst Farbunterschiede nicht zu vermeiden sind. Weiterhin sollten die Liefermengen so disponiert werden, dass sie für einen Bauabschnitt oder zumindest für einen Wandabschnitt ausreichen, da auch geringe Unterschiede von Produktionscharge zu Produktionscharge nicht ganz auszuschließen sind.

Der Fugenglattstrich ergibt im Allgemeinen leicht gerundete Fugen. Der Mauermörtel wird beim Aufmauern des Sichtmauerwerks mit einem Schlauch oder einem Fugholz glattgestrichen. Die Farbe der Mörtelfuge ist damit durch den Mauermörtel vorgegeben.

Bei der nachträglichen Verfugung wird der Fugenmörtel nach Fertigstellung der Sichtmauerwerksfläche in einem separaten Arbeitsgang eingebracht. Dadurch kann die

Farbe der Mörtelfuge unabhängig vom Mauermörtel gewählt werden.

Eine weitere Möglichkeit für hochwertiges Innensichtmauerwerk ist durch den Einsatz von KS-Fasensteinen gegeben. KS-Fasensteine sind KS-Plansteine mit umlaufend abgefasten Kanten. Durch die abgefasten Steinkanten und das Versetzen der KS-Fasensteine in Dünnbettmörtel wird ein hochwertiges Sichtmauerwerk erstellt. Zur Erzielung der Luftdichtheit und des Schallschutzes sind die Stoßfugen mit Dünnbettmörtel zu vermörteln. Je nach Helligkeit, Lichteinfall und Tageszeit ergeben sich interessante, sich abwechselnde Licht- und Schatteneffekte.

Wenn Fasensteine für tragendes Mauerwerk zum Einsatz kommen, darf die Fasenbreite 7 mm nicht überschreiten und die planmäßige zu vermörtelnde Aufstandsweite muss ≥ 115 mm sein. An KS-Fasensteine, die für nicht tragendes Mauerwerk (z.B. nicht tragende innere Trennwände im Industriebau) verwendet werden, werden diese Anforderungen nicht gestellt.



Bild 3 Innensichtmauerwerk aus KS-Verblendern



Bild 4 Innensichtmauerwerk aus KS-Fasensteinen kombiniert mit LED-Technik

3. Sichtbar belassene Innenwände

Sichtbar belassenes Mauerwerk, dies sagt der Name bereits aus, erhält keine weitere Oberflächenbehandlung aus Putz oder Bekleidung.

Sichtbar belassenes Mauerwerk liegt vor, wenn

- die Rohbauwand keinen Putz oder andere Bekleidung erhält bzw.
- Sichtmauerwerk aus Steinen hergestellt wird, die nicht den Anforderungen eines KS-Verblenders entsprechen.

Wird Mauerwerk aus KS-Hintermauersteinen – z.B. aus KS 3 DF mit Fugenglattstrich – ausgeschrieben, so ist davon auszugehen, dass kein Sichtmauerwerk mit erhöhten Anforderungen im klassischen Sinn, sondern sichtbar belassenes Mauerwerk gemeint ist.

Bei sichtbar belassenem Plansteinmauerwerk ist der herausquellende Mörtel der La-



Bild 6 In untergeordneten Räumen darf das sichtbar bleibende Mauerwerk im Regelfall auch ein rustikales Aussehen haben.

gefuge glattzuziehen. Die Stoßfuge mit Nut- und Federsystem wird je nach Vereinbarung geschlossen.

Für Innensichtmauerwerk ohne Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit ist im Einzelfall zu entscheiden, ob bei hohen optischen Anforderungen KS-Verblender oder bei geringeren optischen Anforderungen KS-Hintermauersteine zur Anwendung kommen. Beispiel: Kellermauerwerk, Industrie- und Wirtschaftsbauten.

INFO

Bei hochwertigem Innensichtmauerwerk, an das hohe Ansprüche an das optische Erscheinungsbild gestellt werden, sind KS-Verblender einzusetzen.



Bild 5 In Innenräumen mit hohen optischen Anforderungen sind KS-Verblender zu verwenden.

4. Geschlämmte und gestrichene Innenwände

Geschlämmte Oberflächen lassen sich kostengünstig mit geringem Material- und Arbeitseinsatz herstellen. Der Auftrag erfolgt in der Regel mit einer Glättkelle oder einem Quast. Diese Ausführung der Oberfläche findet üblicherweise nur in untergeordneten Räumen Anwendung, wie z.B. Lager- und Abstellräumen, an die keine bzw. nur geringe Anforderungen hinsichtlich der optischen Beschaffenheit der Oberfläche gestellt werden. Die Ebenheitsanforderungen der DIN 18202 sind für solche Anwendungsbereiche daher nicht maßgebend.

Durch die geringe Schichtdicke der Schlämmputze oder Schlämmanstriche lassen sich die zulässigen Unebenheiten der Rohbauwand nicht ausgleichen. An geschlämmte Oberflächen können deshalb auch nicht die Ebenheitsanforderungen für flächenfertige Wände gestellt werden. Bei der Ausschreibung und Ausführung von Schlämmputzen, mineralischen Schlämmen oder Schlämmanstrichen ist dies zu beachten.

Schlämmputze, mineralische Schlämme oder Schlämmanstriche sind nicht in der Lage und haben auch nicht die Aufgabe, den Schallschutz oder die Luftdichtheit des Bauteils sicherzustellen.

Werden Anforderungen an die Luftdichtheit oder den Schallschutz gestellt, so sind die Mauerwerkswände wie folgt herzustellen:

- Mit Stoßfugenvermörtelung: mit oder ohne Putz
- Ohne Stoßfugenvermörtelung: mit einlagigem, 10 mm dickem Innenputz
- Ohne Stoßfugenvermörtelung: mit beidseitigem, im Mittel 5 mm dickem Dünnlagenputz

INFO

Unvermörtelte Stoßfugen und Fehlstellen beim Lagerfugenmörtel können durch Anstriche nicht geschlossen werden.



Bild 7 Gestrichenes KS-Mauerwerk im Innenbereich



Bild 8 Geschlämmtes KS-Mauerwerk mit KS-Plansteinen

5. Verputzte Innenwände

Putze sind wichtige Bestandteile von Mauerwerkswänden. Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung wird erst durch den Putzauftrag luft- und schalldicht. Putze geben dem Mauerwerk eine ebene Oberfläche und bestimmen sein optisches Erscheinungsbild, z.B. durch Strukturputze.

Mauerwerk muss entsprechend DIN 18330 grundsätzlich die Ebenheiten der DIN 18202 einhalten. Ohne weitere Angabe sind damit die Ebenheiten von „nicht flächenfertigen Wänden“ (max. 5 mm Maßabweichung auf 10 cm Messdistanz) einzuhalten. Dies ist mit üblichen Kalksandsteinen grundsätzlich möglich. Das Mauerwerk ist damit für den Auftrag von Putzen ($d \geq 10$ mm) nach DIN 18550 immer geeignet.

INFO

Auch bei Kalksandsteinen mit Nut- und Federausbildung der Stoßflächen (4 mm) ist das Glätten der Laibungen in der Regel nicht erforderlich. Sollen die Laibungen vor dem Festereinbau dennoch geglättet werden, ist dies auszuschreiben.

Mit Mauerwerk aus KS-Plansteinen und KS XL-Planelementen ist im Regelfall sogar das Einhalten der Ebenheitsanforderungen für „flächenfertige Wände“ (max. 3 mm Maßabweichung auf 10 cm Messdistanz) möglich. Deshalb ist es auch für den Einsatz von Dünnlagenputzen (mittlere Putzdicke $d \geq 5$ mm) geeignet. Größere Unebenheiten, z.B. im Bereich der Laibungen oder Wandecken, sind vom Maurer zu schließen. Das gilt auch für Griffhilfen.

Werden erhöhte Anforderungen an die Ebenheit von Rohbauwänden gestellt, wie z.B. als Untergrund für Dünnlagenputze, so ist

dies im Leistungsverzeichnis auszuschreiben und vertraglich besonders zu vereinbaren.

INFO

Innenputze dienen in der Regel als Untergrund für zusätzliche Wandbeläge (z.B. Vliese, Gewebetapeten). Soll die Wandfläche nur angestrichen werden, so sind zur Sicherstellung der optischen Beschaffenheit (Rissfreiheit) besondere Maßnahmen vorzusehen. Besondere Maßnahmen sind z.B. Vorspachteln der Stoß- und Lagerfugen, Verwendung elastisch eingestellter Putzsysteme, Erhöhung der Putzdicke, Einlegen von Putzbewehrungen etc. Die Angaben der Putzhersteller sind zu beachten.

Vor dem Beginn der Putzarbeiten muss der Auftragnehmer der Putzarbeiten im Zuge der Wahrnehmung der Prüf- und Hinweispflicht den Putzgrund gemäß DIN 18350 prüfen. Bedenken müssen ggf. schriftlich angemeldet werden. Die Prüfungen sind im gewerbeüblichen Rahmen vorzunehmen. Der Auftragnehmer kann davon ausgehen, dass ordnungsgemäß nach DIN EN 1996/NA hergestelltes KS-Mauerwerk den Anforderungen genügt.

Für die Beurteilung des Putzgrundes sind folgende Hinweise zu beachten:

- Der Putzgrund muss tragfähig sein.
- Auf nassen Wandflächen darf nicht geputzt werden. Auf augenscheinlich feuchtem KS-Mauerwerk mit ausreichender Saugfähigkeit kann geputzt werden. Im Zweifelsfall ist eine Probefläche anzulegen.

Tafel 2 Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen nach DIN 18202, Tabelle 3 (Auszug)

Bezug	Stichmaße bei Grenzwerten ¹⁾ [mm] bei Messpunktabstand		
	0,1 m	1 m	4 m
Nicht flächenfertige Wände (Rohbauwand)	5	10	15
Flächenfertige Wände, z.B. geputzte Wände	3	5	10
Flächenfertige Wände mit erhöhten Anforderungen	2	3	8

¹⁾ Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

- Nach DIN EN 13914-2 [2] soll die Temperatur des Putzgrundes 5 °C nicht unterschreiten.
- Zur Herstellung einer fachgerechten Putzoberfläche ist ein gleichmäßiger und nicht zu stark saugender Untergrund erforderlich. Im Regelfall ist keine besondere Putzgrundvorbereitung wie z.B. eine „Aufbrennsperre“ erforderlich.
- Der Putzgrund muss staubfrei und frei von losen, die Putzhaftung beeinträchtigenden Bestandteilen sein.

trächtigen Bestandteilen sein. Zur Entfernung störender Teile sollte das Mauerwerk trocken abgebürstet oder abgekehrt werden.

- Bei baustellengemischten Putzmörteln ist ein Spritzbewurf mit Zementmörtel P III erforderlich.

Die üblichen Putze aus Werk-Trockenmörteln haften gut am Untergrund und weisen ein erhöhtes Wasserrückhaltevermögen auf.



a)



b)

Bild 9 Arbeitsschritte beim Verputzen einer Wand;
a) Auftrag des Putzmörtels; b) Glätten der Putzoberfläche



Bild 10 An verputzte Wände werden hohe optische Anforderungen gestellt.

Bei Materialwechslern im Mauerwerk oder bei besonderen Witterungsbedingungen, z.B. bei großer Hitze oder starkem Wind, kann eine Aufbrennsperre sinnvoll sein. In jedem Fall ist die Ausführungsempfehlung des Putzmörtelherstellers zu beachten.

Bei der Anwendung von Aufbrennsperren ist die Dosierungsempfehlung einzuhalten. Zu hohe Konzentrationen oder sich überlappende Auftragszonen können die Putzhaftung beeinträchtigen.

Geglättete und gefilzte Putzoberflächen im Innenbereich dienen als Untergrund

für Anstriche/Beschichtungen oder Wandbekleidungen.

Oftmals sind die vom Auftraggeber gewünschten abgezogenen, geglätteten oder gefilzten Putzoberflächen sowie die geforderten Ebenheitstoleranzen in den Leistungsverzeichnissen nicht ausreichend beschrieben.

Beispielsweise werden undefinierte Begriffe wie „malerfertig, streichfertig, anstrichbereit, oberflächenfertig, tapezierfertig, streiflichtfrei“ u.Ä. verwendet. Mit solchen Begriffen wird nicht exakt beschrieben, welche Oberflächengüte bzw. Oberflächenqualität der Auftraggeber letztendlich erwartet.

In der Praxis werden häufig für unterschiedliche Eigenschaften subjektive Maßstäbe angesetzt, die sich neben der Ebenheit vor allem an optischen Merkmalen, z.B. Streiflicht zur Putzoberfläche, orientieren.

INFO

In DIN 18550 wird die Oberflächenbeschaffenheit von Putzen in vier Qualitätsstufen (Q1 bis Q4) angegeben.

Literatur

- [1] DIN 18330:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Mauerarbeiten
- [2] DIN 13914-2:2016-09 Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen – Teil 2: Planung und wesentliche Grundsätze für Innenputz

Bildnachweise

Bild S. 159: Atelier Kinold;


Bild 2, 5: Csaba Mester;

Bild 3: Xella Deutschland GmbH; **Bild 9:** Knauf;

Bild 10: Frank Vinken-dwb/
Architekten Spiekermann Beelen

Bild 1, 4, 6, 7, 8:

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.



IN DER REGEL
WERDEN **SCHLITZE**
MIT EINER TIEFE VON
10 BIS 30 MM
AUSGEFÜHRT

**NACHTRÄGLICHE
BEARBEITUNG VON
KS-MAUERWERK**

Kapitel 10

1. Einleitung

Bei der nachträglichen Bearbeitung von Mauerwerkswänden gelten prinzipiell die gleichen Regelwerke wie bei der Neuerstellung von Mauerwerk. Dies ist insbesondere bei der Herstellung von Schlitzten und Durchbrüchen zu berücksichtigen.

Nachträgliche Bearbeitung ist nicht auf den Sanierungsfall beschränkt, sondern tritt bereits im Rohbau auf. Hierunter fallen z.B.

vorbereitende Arbeiten für das Elektrohandwerk, nachträgliche Planänderungen etc.

Die Regelungen der DIN EN 1996-1-1/NA [1] sind einzuhalten. Nachträglich durchzuführende Arbeiten sind im Vorfeld zu planen. Das Herstellen sowie das Schließen von Aussparungen, z.B. Öffnungen, Nischen, Schlitzten, Kanälen sind besondere Leistungen nach DIN 18330 [2].

2. Schlitzte

Schlitzte stellen eine Querschnittsschwächung der Wand dar. Je tiefer der Schlitz ist, desto höher ist seine Kerbwirkung. Zusätzlich wird die Querschnittsfläche reduziert. Dadurch ergibt sich im Vergleich zum ungeschwächten Querschnitt bei gleich bleibender Belastung eine höhere Druckspannung.

In der Regel werden Schlitzte geringer Tiefe (10 bis 30 mm) ausgeführt. Um diese Ausführung nicht durch eine Vielzahl an Nachweisen zu erschweren, finden sich in DIN EN 1996-1-1/NA für das Schlitzten einige Regeln, bei denen auf den rechnerischen Nachweis verzichtet werden darf. Werden die in den Tabellen NA.19 und NA.20 der DIN EN 1996-1-1/NA dargestellten, zulässigen Grenzmaße überschritten, so ist ein rechnerischer Nachweis erforderlich (Tafel 1 und 2).

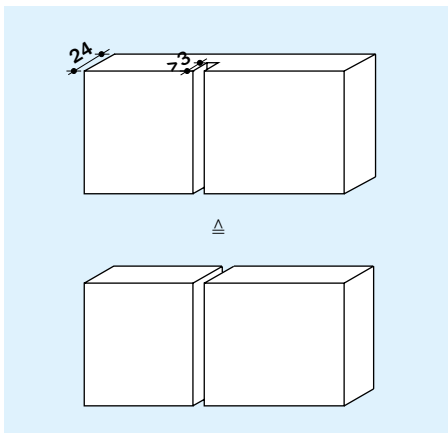


Bild 1 Bei Überschreitung der zulässigen Schlitztiefe nach DIN EN 1996-1-1/NA ist an der Stelle des Schlitzes ein statisch freier Rand anzunehmen.

2.1 Vertikale Schlitzte

Die Auswirkungen von vertikalen (senkrechten) Schlitzten in tragenden und nicht tragenden Wänden sind unterschiedlich. Bei tragenden KS-Wänden sind vertikale Schlitzte (unabhängig von der Schlitztiefe) im Regelfall unkritisch. In diesem Fall kann die Wand in zwei Wandabschnitte, getrennt durch den Schlitz, angenommen werden, siehe Bild 1. An der Stelle des Schlitzes ist ein freier Rand anzunehmen. Für den Planer ist es deshalb empfehlenswert, alle tragenden Wände als zweiseitig gehalten (oben und unten) nachzuweisen.

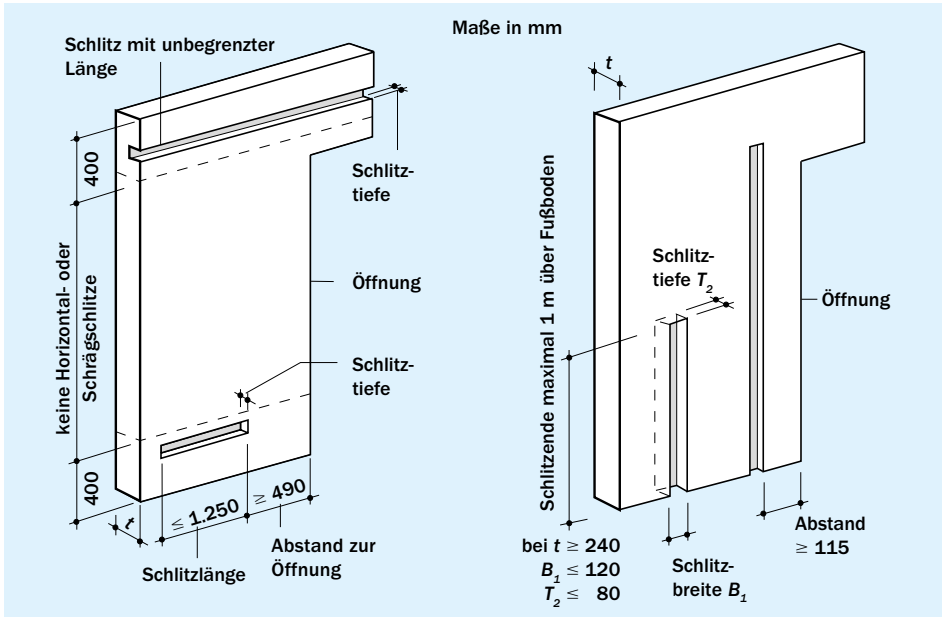


Bild 2 Nachträglich hergestellte horizontale und schräge Schlitzte (links); nachträglich hergestellte vertikale Schlitzte und Aussparungen (rechts)

Tafel 1 Zulässige Größe $t_{ch,v}$ vertikaler Schlitzte und Aussparungen ohne rechnerischen Nachweis nach DIN EN 1996-1-1/NA

1	2	3
Wand- dicke	Nachträglich hergestellte Schlitzte und Aussparungen ¹⁾	
[mm]	Maximale Tiefe ²⁾ $t_{ch,v}$ [mm]	Maximale Breite (Einzelschlitz) [mm]
115–149	10	100
150–174	20	100
175–199	30	100
200–239	30	125
240–299	30	150
300–364	30	200
≥ 365	30	200

¹⁾ Abstand der Schlitzte und Aussparungen von Öffnungen

²⁾ Schlitzte, die bis maximal 1 m über den Fußboden reichen, dürfen bei Wanddicken ≥ 240 mm bis 80 mm Tiefe und 120 mm Breite ausgeführt werden.

Tafel 2 Zulässige Größe $t_{ch,h}$ horizontaler und schräger Schlitzte ohne rechnerischen Nachweis nach DIN EN 1996-1-1/NA

Wanddicke [mm]	Maximale Schlitztiefe $t_{ch,h}$ ¹⁾ [mm]	
	Unbeschränkte Länge ²⁾	Länge ≤ 1.250 mm ³⁾
115–149	–	–
150–174	–	0 ²⁾
175–239	0 ²⁾	25
240–299	15 ²⁾	25
300–364	20 ²⁾	30
≥ 365	20 ²⁾	30

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⁾ 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.
³⁾ Mindestabstand in Längsrichtung von Öffnungen ≥ 490 mm, vom nächsten Horizontalschlitz zweifache Schlitzlänge

Für nicht tragende Wände gelten die Regeln der DIN 4103 und nicht die der DIN EN 1996-1-1/NA. Dennoch sind auch hier einige Empfehlungen zu beachten:

1. Schlitzte, die den Anforderungen der DIN EN 1996-1-1/NA, Tabellen NA.19 und NA.20 genügen, dürfen auch in nicht tragenden Wänden ausgeführt werden.
2. Bei vierseitig gehaltenen nicht tragenden Wänden kann der vertikale Schlitz als freier Rand angenommen werden. Ob die zulässigen Wandlängen der beiden entstehenden (dreiseitig gehaltenen) Wandabschnitte eingehalten werden, ist zu prüfen.
3. Bei der Ermittlung der zulässigen Wandlänge der nicht tragenden Wand kann die nächstkleinere Wanddicke herangezogen werden.

Beispiel:

Nicht tragende Wand, dreiseitig gehalten, oberer Rand frei, Wanddicke $d = 15$ cm, vertikale Schlitztiefe = 3 cm

- Nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle NA.20 ist bei der Wanddicke $d = 15$ cm eine Schlitztiefe von 3 cm nicht zulässig.
- Bei Annahme eines freien Randes an der Stelle des Schlitzes ergeben sich zwei Wandabschnitte mit jeweils einer unteren und einer seitlichen Halterung. Wegen der fehlenden oberen Halterung ist diese Situation nicht zulässig.
- Die Restwanddicke ergibt sich aus $15 - 3 = 12$ cm. Die zulässigen Wandlängen für 11,5 cm dicke Wände können herangezogen werden.

2.2 Horizontale und schräge Schlitzte

Bei horizontalen (waagerechten) Schlitzten wird genau wie bei vertikalen Schlitzten die Querschnittsfläche verringert. In Folge der durch die Querschnittsschwächung auftretenden Biegemomente sind horizontale Schlitzte besonders kritisch. Das Anordnen von horizontalen Schlitzten ist daher möglichst zu vermeiden. Schräge Schlitzte stellen eine Kombination von vertikalen und horizontalen Schlitzten dar. Sie werden deshalb nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle NA.20, zusammen mit horizontalen Schlitzten geregelt.

2.3 Auswirkungen von Schlitzten in tragenden Wänden

Die Tragfähigkeit einer Wand hängt zu einem erheblichen Anteil von der Druckfestigkeit des Mauerwerks ab. KS-Mauerwerk bietet daher aufgrund der hohen charakteristischen Druckfestigkeiten deutlich größere Reserven als die meisten anderen Mauersteinsorten. Der rechnerische Nachweis, dass ein Schlitz mit höheren Grenzabmaßen als nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle NA.19 und NA.20 zulässig möglich ist, lässt sich daher bei KS-Mauerwerk in der Regel leichter führen.

Die Ausführung von Schlitzten, welche die Grenzabmaße in DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle NA.19 und NA.20 übersteigen, ist grundsätzlich immer möglich. In diesen Fällen ist jedoch ein zusätzlicher statischer Nachweis mit dem durch die Schlitzte reduzierten Mauerwerksquerschnitt zu führen. Alternativ sind vertikale Schlitzte und Aussparungen auch dann ohne Nachweis zulässig, wenn die Querschnittsschwächung, bezogen auf 1 m Wandlänge, nicht mehr als 6 % beträgt und die Wand nicht drei- oder vierseitig gehalten gerechnet ist. Hierbei

müssen eine Restwanddicke nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle NA.19, Spalte 5, und ein Mindestabstand nach Spalte 6 eingehalten werden.

2.4 Herstellen und Schließen von Schlitzten

Für das Herstellen von Schlitzten sind geeignete Werkzeuge, z.B. Mauernutfräsen zu verwenden. Damit wird das Mauerwerk so schonend bearbeitet, dass keine unnötigen Gefügestörungen auftreten. Die Schlitztiefe bei horizontalen und schrägen Schlitzten darf um 1 cm vergrößert werden, wenn durch entsprechende Werkzeuge die Tiefe genau eingehalten werden kann.



Bild 3 Vertikales Fräsen



Bild 4 Horizontales Fräsen ist nur in begrenzten Bereichen zulässig.

Genau wie andere Werkzeuge ist auch bei Fräsgeräten auf die ausreichende „Schärfe“ zu achten. Die Fräsmesser sind bei Bedarf nachzuschleifen.

Neben dem nachträglichen Herstellen von Schlitzen können Schlitze auch beim Erstellen des Mauerwerks hergestellt werden. Hierzu bieten sich z.B. KS -U-Schalen an.

Das Schließen der Schlitze erfolgt in der Regel mit Mörtel. Die Wandoberfläche wird damit wieder geglättet und bietet somit einen tragfähigen Untergrund für den Putz. Das Schließen des Schlitzes ist auch erforder-

lich, damit die Wand an jeder Stelle die zugesicherten Eigenschaften erfüllt. Anforderungen aus dem Schallschutz und aus dem Brandschutz werden bei ordnungsgemäß verfüllten Schlitzen genau so erfüllt, wie dies bei ungestörten Wänden der Fall ist.

Gemauerte Schlitze lassen sich schnell und einfach z.B. mit KS -U-Schalen herstellen. Dabei ist zu beachten, dass bei dieser Ausführung die Schlitze nicht im Verband hergestellt werden. An der Stelle der durchlaufenden Fuge ist vom Statiker ein freier vertikaler Rand anzunehmen. Schall- und Brandschutz sind ebenfalls zu prüfen.

3. Durchbrüche, Aussparungen, Öffnungen

Sind bei der Planung von Durchbrüchen, Aussparungen, Öffnungen und Schlitzen die Grenzabmaße nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tabellen NA.19 und NA.20 eingehalten, so kann auch hier auf einen gesonderten Nachweis verzichtet werden.

Insbesondere bei nachträglich hergestellten Durchbrüchen ist darauf zu achten, dass die an die Wand gestellten Anforderungen bei Abschluss der Arbeiten weiterhin eingehalten werden.

- Bei tragenden Wänden verringert sich die Belastbarkeit mit abnehmender Querschnittsfläche.
- Bei nicht tragenden Wänden mit oberem freien Rand ist für die Bearbeitung die Standsicherheit z.B. durch Holzkeile herzustellen.

- Beim Herstellen der Durchbrüche ist darauf zu achten, dass diese möglichst schonend hergestellt werden, z.B. durch Kernbohrung, und keine unnötigen Gefügestörungen an den angrenzenden Wandbauteilen entstehen.
- Bei Wänden mit Schallschutzanforderungen sind Durchbrüche, Aussparungen oder Öffnungen zu planen.
- Bei Wänden mit Brandschutzanforderungen sind Durchbrüche und Öffnungen zu planen und mit geeigneten Verschlüssen zu verschließen. Bei Aussparungen muss die Restwanddicke so hergestellt werden, dass die brandschutztechnischen Eigenschaften ausreichen, um die gestellten Anforderungen zu erfüllen.
- Das Aufstellen der statischen und bauphysikalischen Nachweise ist Planungsaufgabe.

4. Elektroleitungen

Für das Führen der Elektroleitungen bietet sich neben der sichtbaren Aufputzinstallation auch die Leitungsführung unter bzw. im Putz sowie die Leitungsführung in speziellen E-Steinen an.

Bei der Aufputzinstallation bleibt die Installation jederzeit zugänglich und sichtbar.

Bei der Unterputzinstallation werden die Installationsleitungen unter bzw. im Putz geführt. Bei dünnen Putzsystemen mit Dicken von 5 bis ca. 10 mm reicht die Putzdicke nicht immer aus, um die Installationsleitungen vom Putz überdecken zu lassen. An diesen Stellen werden die Leitungsbahnen ins Mauerwerk eingeschlitzt.

Schlitze für Elektroinstallationen verringern die Wanddicke und damit das Wandflächengewicht der Wand. Der Einfluss dieser Schwächungen auf den Schallschutz ist jedoch derartig gering, dass er in der Praxis nicht berücksichtigt werden muss. Voraussetzung ist dabei, dass die Schlitze sachgemäß hergestellt und wieder verschlossen werden.

Beim Einbau von Zählerschränken in Nischen oder bei Unterputzverlegung von Rohrleitungen sind neben einer möglichen Minderung der Schalldämmung auch Körperschallbrücken zu befürchten. In diesen Fällen ist eine Vorwandinstallation grundsätzlich zu empfehlen.

Hinsichtlich des Brandschutzes sind Schlitze und Steckdosen in der Regel unkritisch. Beispielsweise ist es ausreichend, wenn einzelne Kabel in Schlitzen verlegt und überputzt werden. Alternativ können die Schlitze mit nicht brennbaren Brandschutzplatten, z.B. Kalzium-Silikat- oder Gips-Karton-Feuerschutz- bzw. Gipsfaser-Platten etc. verschlossen werden.

In 100 oder 115 mm dicken KS-Wänden mit Brandschutzanforderungen dürfen Steckdosen nicht unmittelbar gegenüber liegend eingebaut werden. Beim Bohren muss jedoch sichergestellt werden, dass das Loch nur auf Dosentiefe gebohrt und abschließend die Dose eingeputzt wird.



Bild 5 Fräsen von Öffnungen für Schalterdosen



Bild 6 Einziehen eines Leerrohres

Bei der Verwendung von Steinen mit so genannten E-Kanälen erfolgt die Leitungsführung innerhalb des Steins und ist somit vor Beschädigungen jeglicher Art weitgehend geschützt. Damit die Installation in den KS -E-Steinen über die komplette Wandhöhe erfolgen kann, ist beim Aufmauern der Wände darauf zu achten, dass die E-Kanäle vertikal exakt übereinander stehen. Zentriervorrichtungen erleichtern das Positionieren der Steine. Die E-Kanäle brauchen lediglich angebohrt zu werden. Dies spart Zeit und Bauschutt, da Schlitzarbeiten in der Regel entfallen.

Beim Verschluss der Bohrungen ist darauf zu achten, dass die Luftdichtheitsschicht (der Putz) durch den Verschluss nicht hinterlaufen wird. Steckdosen und Lichtschal-

ter werden deshalb in einen Gipsbatzen eingesetzt. Für Außenleuchten sind z.B. auch luftdichte Schalterdosen erhältlich. Die Querverteilung erfolgt in der Decke oder den Fußbodenaufbauten. Die Installationskanäle der KS -E-Steine sind am Wandkopf zu schließen, sofern sie nicht ohnehin durch andere Bauteile luftdicht abgedeckt sind.

Kalksandsteine mit E-Kanal verschlechtern den Schallschutz nicht. Wichtig hierbei ist, dass der gleiche E-Kanal nicht von beiden Wandseiten angebohrt wird.

Beim Einbau von Elektrodosen in 115 mm dicke KS -E-Steine ist sicherzustellen, dass die Dosen mit einem Gipsbatzen eingesetzt werden.

5. Befestigungen

Die Bedeutung von Befestigungen mit Dübeln nimmt im Bauwesen stetig zu. Die Aufgaben sind vielfältig. Sie reichen von der Befestigung von Fassadenunterkonstruktionen, Vordächern, Markisen, Rohrleitungen, Lüftungskanälen, Kabeltrassen oder abgehängten Decken bis hin zu Befestigungen von Einrichtungsgegenständen wie z.B. Hängeschränken, Regalen, Spiegeln, Bildern oder Lampen.

Für die Befestigung von statisch relevanten absturzsichernden Fensterelementen stehen Verankerungssysteme mit allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen zur Verfügung. Diese können mit zugelassenen Dübeln mit geringen Wandabständen an den Laibungen der KS XL-Planelementen befestigt werden.

Mauerwerk aus Kalksand-Vollsteinen ist für Befestigungen mit Dübeln sehr gut geeig-

net. Die hohen Steifigkeiten bedingen hohe Haltewerte. So erreichen z.B. Kunststoffdübel aus Polyamid in Kalksand-Vollsteinen unter Zuglast Tragfähigkeiten in derselben Größenordnung wie in Normalbeton.

In Kalksand-Lochsteinen ist wegen der hohen Festigkeit der Steinstege ebenfalls mit relativ großen Traglasten zu rechnen. Die Tragfähigkeit von Dübeln hängt in diesen Fällen im Wesentlichen von der Dicke des Außensteges ab. Sie nimmt mit zunehmender Stegdicke zu. KS-Lochsteine bieten somit mehr Halt als prosierte Leichtlochziegel.

Für Befestigungen in Kalksand-Vollsteinen (Lochanteil $\leq 15\%$) oder Kalksand-Lochsteinen (Lochanteil $> 15\%$) eignen sich Kunststoffdübel und Injektionssysteme.

5.1 Kunststoffdübel

Kunststoffdübel bestehen aus einer Dübelhülse und einer Stahlschraube als Spreizelement. Man unterscheidet bauaufsichtlich zugelassene und nicht zugelassene Dübel.

Bauaufsichtlich zugelassene Kunststoffdübel bestehen in der Regel aus einer Dübelhülse aus Polyamid und der vom Hersteller mitgelieferten Schraube als Befestigungseinheit. Das heißt, Länge und Geometrie von Schraube und Hülse sind exakt aufeinander abgestimmt, um ein optimales Spreizverhalten bei der Montage zu gewährleisten. Die Dübelhülse besitzt einen Krallen, der die Solleinbaulage gewährleistet und verhindert, dass der Dübel bei der Montage in das Bohrloch hineinrutscht. Bild 7 zeigt beispielhaft einen in KS-Mauerwerk eingebauten Kunststoffdübel.

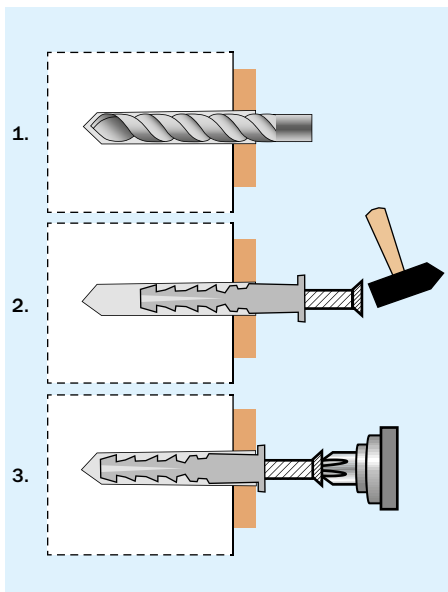


Bild 7 Montage eines Kunststoffdübels

Bei nicht bauaufsichtlich zugelassenen Kunststoffdübeln kommen auch andere Materialien für die Dübelhülsen zum Einsatz. Als Spreizelement können Holzschrauben oder Spanplattenschrauben verwendet werden.

Bei der Montage von Kunststoffdübeln wird die Schraube von Hand oder mit Hilfe eines Elektroschraubers eingeschraubt, bis der Schraubenkopf auf dem Anbauteil aufliegt. Die Dübel sind richtig verankert, wenn sich nach dem vollständigen Eindrehen der Schraube weder die Dübelhülse dreht noch ein leichtes Weiterdrehen der Schraube möglich ist.

5.2 Injektionsdübel

Injektionsdübel (Bilder 8 und 9) bestehen aus einem Befestigungsteil, z.B. einer Gewindestange oder einer Innengewindehülse, und Injektionsmörtel, der bei modernen Systemen vorkonfektioniert in Kartuschen geliefert wird. Harz und Härter sind in getrennten Kammern der Kartusche enthalten. Der Mörtel wird mit Hilfe eines Auspressgerätes in das Bohrloch injiziert. Dabei werden Harz und Härter in einem festen Mischungsverhältnis ausgepresst und in einer Mischwendel an der Spitze der Kartusche vollständig vermischt.

Beim Auspressen sollen die ersten Hübe nicht verwendet werden, da das vorgegebene Mischungsverhältnis noch nicht eingehalten ist. Härtet das Harz z.B. während einer Arbeitspause in der Mischwendel aus, dann kann die Kartusche nach Aufsetzen einer neuen Mischwendel weiter verwendet werden. Nach dem Einbringen der erforderlichen Mörtelmenge wird das Befestigungsteil in das Bohrloch eingedrückt. Am Bohrlochmund austretendes Harz zeigt dabei die vollständige Verfüllung des Bohrloches an.

Um in Lochsteinen die Mörtelmenge zu begrenzen, werden Netzhülsen oder Ankerhülsen aus Metall oder Kunststoff angeboten. Beim Einpressen des Mörtels spannt und verwölbt sich das Netz und passt sich dem Hohlraum im Mauerwerk an. Dadurch muss zum Erreichen der angestrebten Tragfähigkeit nicht der gesamte Hohlraum im Stein

verfüllt werden und die erforderliche Mörtelmenge wird auf ein Minimum begrenzt. Dieselbe Wirkung haben Ankerhülsen aus Metall oder Kunststoff. Beim Injizieren und beim Eindrücken des Befestigungsteils wird Mörtel durch die Maschen der Ankerhülse in die beim Bohren angeschnittenen Hohlräume gepresst.

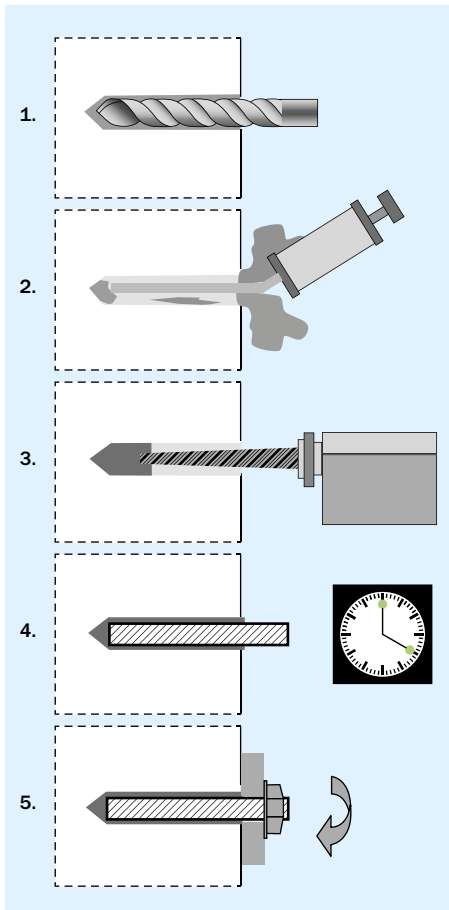


Bild 8 Montage eines Injektionsdübels als Vorsteckmontage

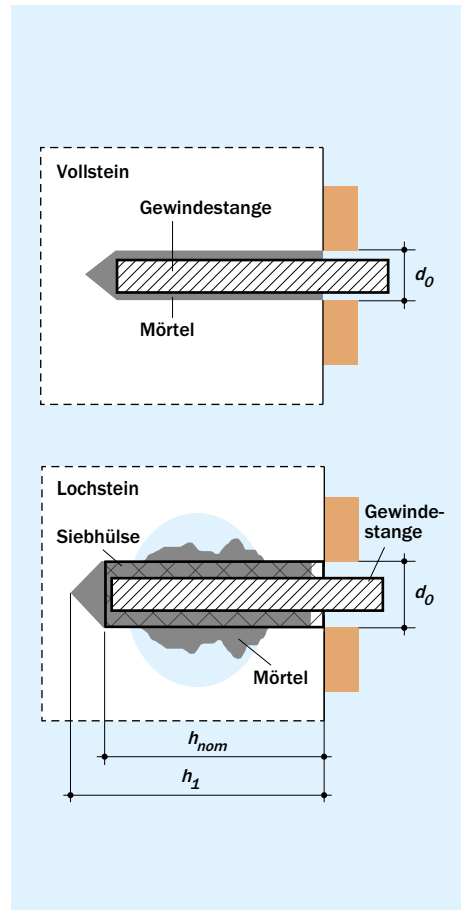


Bild 9 Injektionsdübel in KS-Vollstein und KS-Lochstein



Bild 10 Befestigung von Treppengeländern an KS-Mauerwerk



Bild 11 Innensichtmauerwerk aus Kalksandstein mit befestigten Installationsleitungen

5.3 Anwendungsbedingungen

Bei der Beurteilung einer Befestigung spielen die Sicherheitsanforderungen eine bedeutende Rolle. Grundsätzlich unterscheidet man sicherheitsrelevante und nicht sicherheitsrelevante Anwendungen. Eine sicherheitsrelevante Anwendung – bauaufsichtlich relevante Anwendung – liegt dann vor, wenn beim Versagen der Befestigung Gefahr für Leib und Leben bzw. für die öffentliche Sicherheit besteht oder wesentliche wirtschaftliche Schäden zu erwarten sind. Dübel oder Anker dürfen in solchen Fällen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)/europäisch technische Bewertung (ETA) nachgewiesen ist oder ihre Anwendung durch eine Zustimmung im Einzelfall geregelt wird. Die Zulassungen fordern für bauaufsichtlich relevante Befestigungen eine ingenieurmäßige Planung und prüfbare Berechnungen und Konstruktionszeichnungen.

Für die Beurteilung der bauaufsichtlichen Relevanz gibt es keine Kriterien oder Faustformeln, vielmehr ist hier eine ingenieurmäßige Betrachtung gefordert.

Es ist sicher unumstritten, dass Befestigungen von Fassadenunterkonstruktionen, Verankerungen von Feuerlöscheinrichtungen und Sprinklersystemen oder abgehängte Decken in öffentlich zugänglichen Bereichen von Gebäuden als bauaufsichtlich relevant einzustufen sind.

Demgegenüber werden Befestigungen von Einrichtungsgegenständen (z.B. Hängeschränke, Regale, Lampen, Bilder) oder von Installationsleitungen (Wasser, Sanitär, Heizung) in Privatgebäuden als nicht bauaufsichtlich relevant eingestuft. In diesen Fällen wird keine bauaufsichtliche Zulassung verlangt. Die Dübel werden nach handwerklichen Regeln ausgewählt und eingesetzt.

Das Herstellen von Bohrungen in der obersten Steinreihe, mit den damit verbundenen

Erschütterungen, muss vorsichtig erfolgen. Dies gilt insbesondere für gering belastete Wände, wie z.B. freie Wandköpfe, nicht tragende Wände oder Brüstungen.

INFO

Für bauaufsichtlich relevante Befestigungen sind die zulässigen Anwendungsbedingungen wie die zulässige Last, die minimalen Achs- und Randabstände der Dübel sowie die erforderliche Bauteildicke gemäß bauaufsichtlicher Zulassung oder gemäß Zustimmung im Einzelfall einzuhalten. Bei bauaufsichtlich nicht relevanten Anwendungen gelten die Herstellerempfehlungen. Können diese Bedingungen nicht eingehalten werden, ist z. B. die Bauteildicke bei einer nicht tragenden Wand geringer als der geforderte Wert von 11,5 cm, ist die Anwendungstechnik der Dübelhersteller zur weiteren Beratung einzuschalten.

Literatur

- [1] DIN EN 1996-1-1/NA: 2012-05 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
- [2] DIN 18330:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Mauerarbeiten

Bildnachweise

Bild S. 167: Matthias Buehner/Adobe Stock;
Bild 3: ITW Befestigungssysteme;
Bild 4, 5: Hilti; **Bild 6:** KS-Quadro;
Bild 10: Xella Deutschland GmbH;
Bild 11: Atelier Kinold



**MIT EINER
KS-FUNKTIONSWAND
LÄSST SICH JEDES BENÖTIGTE
ANFORDERUNGSNIVEAU
ERREICHEN**

1. Einleitung

Mauerwerk hat eine lange Tradition, wenn es um dauerhafte, schützende, sichere und hoch belastbare Wände geht. Die hohe Wirtschaftlichkeit bei zugleich hoher Flexibilität zeichnet diese Bauweise aus. Als Handwerksprodukt ist jedes Mauerwerk ein Unikat mit seinem typischen Reiz. Ob unverputzt, verputzt oder mit Bekleidung – Mauerwerkswände aus Kalksandstein sind vielseitig und werden allen Ansprüchen, auch den ästhetischen, im Innen- und Außenbereich gerecht.

Für Innenwände sind sie aufgrund ihrer hohen Rohdichte und Steindruckfestigkeit vor allem für Aufgaben der Schalldämmung und Tragfähigkeit hervorragend geeignet. Bester Brandschutz ist bei Kalksandstein von Haus aus gegeben: Baustoffklasse A1 nach DIN 4102. Zudem führt die hohe

Speichermasse des Kalksandsteins zu angenehmem Wohnklima im Sommer wie im Winter. Die hohe Feuchteaufnahme aus der Raumluft und zeitversetzte Wiederabgabe (Feuchtesorption) von KS-Innensichtmauerwerk wird besonders gerne bei Schulen, Kindergärten und Sporthallen genutzt.

Bei Außenwänden hat sich das Konzept der Funktionswand bewährt. Hierbei besteht die Wand aus mehreren Schichten, die je nach Erfordernis bis zur gewünschten Qualität optimierbar sind. Die daraus resultierende individuelle Anpassungsfähigkeit hat sich vor allem im Bereich des Energie sparenden Wärmeschutzes etabliert und stellt den Stand der Technik dar.

Schlanke KS-Funktionswände haben eine hohe Leistungsfähigkeit.

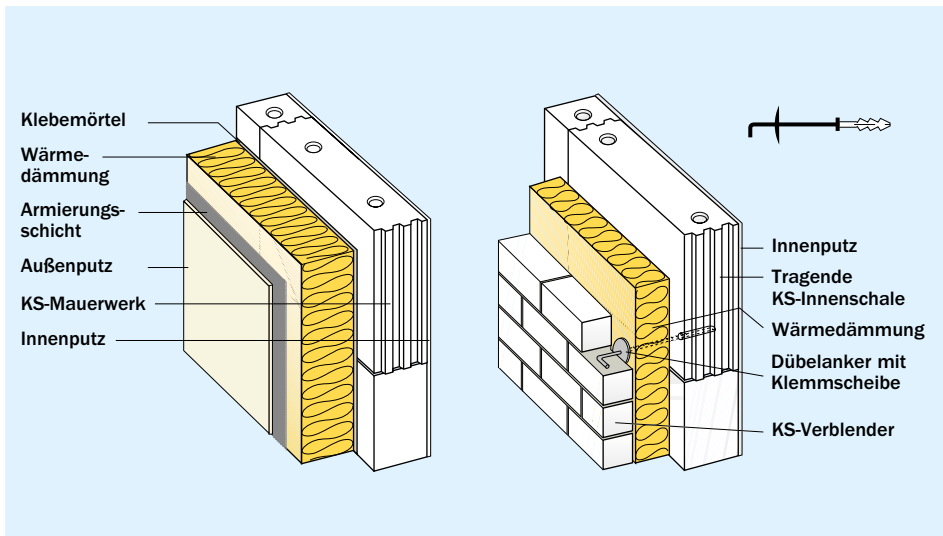


Bild 1 KS-Funktionswände bieten höchste Leistungsfähigkeit

Die Mauerschale aus Kalksandstein gewährleistet:

- Sehr hohe Tragfähigkeit
- Hervorragenden Brandschutz
- Bestmöglichen Schutz vor Lärm
- Hervorragenden Hitzeschutz im Sommer (durch hohe Wärme speichernde Masse)

Die außen liegende Wärmedämmschicht gewährleistet:

- Flexibel planbaren winterlichen Wärmeschutz
- Unmittelbare Wirksamkeit des winterlichen Wärmeschutzes
- Erhebliche Reduzierung von Wärmebrücken

Einschalige, monolithische Außenwände können diese Leistungsfähigkeit in der Regel nur bedingt erfüllen.

Die Anforderungen an Wände hängen in starkem Maße von der Lage im Bauwerk ab.

Unterschieden werden daher:

- Kellerwände, mit besonderen Anforderungen an die Abdichtung
- Außenwände, mit besonderen Anforderungen durch äußere Einwirkungen (Wind, Klima etc.)
- Innenwände, mit besonderen Anforderungen an den Schallschutz

Neben den besonderen Anforderungen müssen selbstverständlich auch die Grundanforderungen (Ökologie, Wirtschaftlichkeit, Schall-, Brand-, Wärme- und Feuchteschutz etc.) erfüllt sein.



Bild 2 Zweischaliger Wandaufbau mit Hintermauerung, Dämmung und Verblendung

2. KS-Kellerwände

Keller aus Kalksandstein haben sich seit Jahrzehnten bewährt. Ob als Kelleraußenwand oder Kellerinnenwand – hohe Tragfähigkeit, Robustheit und wirtschaftliches Erstellen machen den Kalksandstein für Kellerwände besonders attraktiv.

Kalksandsteinkeller

- bieten ein angenehmes und gesundes Raumklima.
Die hohe Speichermasse des Kalksandsteins wirkt temperatur- und feuchteausgleichend.
- sind sicher.
Das garantieren Planer, Maurer und qualifizierte Abdichtungsunternehmen.
- sind wasserdicht.
Durch die hohe Ebenheit und Maßhaltigkeit der Kalksandsteine ist der Einsatz von Abdichtungsbahnen und kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB, neu: PMBC) in der Regelfläche auch ohne Unterputz möglich.
- sind wirtschaftlich.
Das gilt gleichermaßen für Erstellung, Ausbau und Nutzung.
- sind hochbelastbar.
Die hohe Steindruckfestigkeit des Kalksandsteins (SFK ≥ 12) sorgt für hochtragfähige Wände, auch für mehrgeschos-sige Gebäude.
- sind vielfältig nutzbar.
Sie bieten Platz für Wohn-, Aufenthalts-, Büro-, Nutz- und Abstellräume.
- bieten alle Gestaltungsmöglichkeiten.
Ob verputzt, sichtbar belassen, geschlämmt oder nur gestrichen – das

Kalksandstein-Mauerwerk ist ein idealer Untergrund für alle Arten der Oberflächenbehandlung.

- bieten eine hohe Wohnqualität.
Im Keller aus Kalksandstein wirken sich die Wärmespeicherung und der Schallschutz positiv auf das Wohlbefinden aus. Das garantiert thermische und akustische Behaglichkeit.
- sind bewährte und sichere Konstruktionen.
Für KS-Kellerwände mit außenliegender Perimeterdämmung ist kein Tauwasser-nachweis erforderlich.
- sind nichtbrennbar.
Somit sind KS-Kellerwände bestens geeignet für Umfassungswände des Öl- und Heizungskellers.

Wirtschaftlichkeit

Kellermauerwerk aus Kalksandstein ist wirtschaftlich. Eine mit anderen Bauweisen erreichbare schnellere Fertigstellung (wie z.B. mit Fertigteilen, die mit Beton verfüllt werden) ist nur mit höherem Personal- und Geräteeinsatz erreichbar. Bei gleichem Personaleinsatz sind die Fertigstellungszeiten etwa gleich. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Kellerbauweisen sollten neben der Tragkonstruktion unbedingt auch die Abdichtungsart berücksichtigen.

Auch Kelleraußenwände aus wärmedämmenden Mauersteinen, sind aus Gründen des Tauwasserschutzes mit Perimeterdämmung zu versehen, da der Nachweis der Tauwasserfreiheit in der Regel sonst nicht erfüllt werden kann. Perimeterdämmplatten werden außenseitig auf der Abdichtung angebracht und können somit auch als Schutzschicht für die Abdichtung wirken.

Sicherheit

Die Sicherheit einer Kelleraußenwand wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- **Statik:** Die Bemessung von Mauerwerk erfolgt nach DIN EN 1996 mit Nationalen Anhängen durch den Planer.
- **Abdichtung:** Die Festlegung der Abdichtungsart – kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB, neu: PMBC) oder Bitumenbahnen – erfolgt nach DIN 18533. Die korrekte Ausführung der Abdichtung erfolgt nach Herstellerangaben.

2.1 Wärmeschutz von Kelleraußenwänden

Bereits mit 10 bis 16 cm Perimeterdämmung auf KS-Kellerwänden werden U-Werte von 0,24 bis 0,34 W/(m²·K) erzielt, Tafel 1.

2.2 Statik

Nach DIN EN 1996-3/NA darf die Bemessung von Kelleraußenwänden unter Erd- und Wasserdruck nach einem vereinfachten Verfahren erfolgen, wenn nachstehende Randbedingungen eingehalten sind:

- Wanddicke
 $t \geq 24 \text{ cm}$
- Lichte Höhe der Kellerwand
 $h \leq 2,60 \text{ m}$
- Die Kellerdecke wirkt als Scheibe und kann die aus dem Erddruck resultierenden Kräfte aufnehmen.
- Im Einflussbereich des Erddruckes auf die Kellerwand beträgt der charakteristische Wert q_k der Verkehrslast auf der Geländeoberfläche nicht mehr als



Bild 3 Kellerwand-Außenseite mit PMBC-Abdichtung

5 kN/m² und es ist keine Einzellast > 15 kN im Abstand von weniger als 1,5 m zur Wand vorhanden.

- Die Anschütthöhe h_e darf höchstens $1,15 \cdot h$ betragen.
- Die Geländeoberfläche steigt ausgehend von der Wand nicht an.
- Es darf kein hydrostatischer Druck auf die Wand wirken.
- Für den Nachweis der Tragfähigkeit muss die einwirkende Normalkraft n_{Ed} in halber Höhe der Anschüttung nach DIN EN 1996-3/NA innerhalb bestimmter Grenzen liegen.
- Am Wandfuß darf keine Gleitfläche, z.B. infolge einer Feuchtigkeitssperrschicht, vorhanden sein, oder es müssen konstruktive Maßnahmen ergriffen werden, um die einwirkende Querkraft aufnehmen zu können. Sperrschichten aus besandeten Bitumendachbahnen R 500 nach DIN EN 13969 in Verbindung mit DIN V 20000-202 oder aus mineralischen Dichtungsschlämmen nach

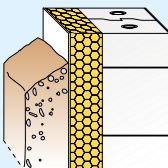
DIN 18533-3 haben in der Regel einen ausreichenden Reibungsbeiwert zur Aufnahme der Querkraft.

- Für die Verfüllung und Verdichtung des Arbeitsraumes sind die Vorgaben aus DIN EN 1996-2/NA, Anhang E (3) einzuhalten. Es dürfen nur nichtbindiger Boden und nur Rüttelplatten oder Stampfer

mit folgenden Eigenschaften zum Einsatz kommen:

- Breite des Verdichtungsgerätes ≤ 50 cm
- Wirktiefe ≤ 35 cm
- Gewicht bis etwa 100 kg bzw. Zentrifugalkräfte bis max. 15 kN

Tafel 1 U-Werte von KS-Kellerwänden

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau	
			0,022	0,024	0,032	0,035		
	47,5	10	–	–	–	0,34	Einschaliges KS-Kellermauerwerk mit außen liegender Wärmedämmung (Perimeterdämmung) $R_{si} = 0,13$ (m ² ·K)/W 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70$ W/(m·K) 0,365 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99$ W/(m·K) Perimeterdämmung ²⁾ Typ PW $R_{se} = 0$ (m ² ·K)/W	
	51,5	14	–	–	–	0,26		
	53,5	16	–	–	–	0,24		
	57,5	20	–	–	–	0,20		
	61,5	24	–	–	–	0,18		
	47,5	10	–	–	–	0,32		Einschaliges KS-Kellermauerwerk mit außen liegender Wärmedämmung (Perimeterdämmung) $R_{si} = 0,13$ (m ² ·K)/W 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70$ W/(m·K) 0,365 m Kalksandstein (RDK 1,4) ¹⁾ $\lambda = 0,70$ W/(m·K) Perimeterdämmung ²⁾ Typ PW $R_{se} = 0$ (m ² ·K)/W
	51,5	14	–	–	–	0,25		
	53,5	16	–	–	–	0,23		
	57,5	20	–	–	–	0,20		
	61,5	24	–	–	–	0,17		

Zur Berechnung der U-Werte sind ausschließlich Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B anzusetzen.

¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohdichteklassen ergeben sich nur geringfügig andere U-Werte.

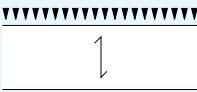
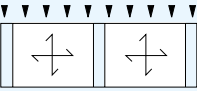
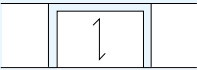
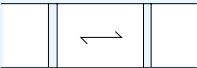
²⁾ Der Zuschlag $\Delta U = 0,04$ W/(m·K) nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ist bereits berücksichtigt.

Sind die vorgenannten Bedingungen nicht eingehalten, sind entsprechende Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit während des Einbaus des Verfüllmaterials zu ergreifen oder es ist ein gesonderter Nachweis unter Berücksichtigung höherer Verdichtungslasten zu führen. Weiterhin darf die Verfüllung des Arbeitsraumes erst dann erfolgen, wenn sichergestellt ist, dass die in den rechnerischen Nachweisen angesetzten Auflasten vorhanden sind.

Kellerwände werden hoch beansprucht. Sie tragen die vertikalen Lasten aus den Geschossdecken und den aufgehenden Wänden über die Fundamente in den Baugrund ab. Bei den Kelleraußenwänden ergibt sich zusätzlich eine horizontale Belastung durch die Erdanschüttung. Die dadurch hervorgerufene Biegebeanspruchung der Wand

kann bei ausreichend großer vertikaler Belastung relativ problemlos aufgenommen werden. Bei hinreichender Auflast können die Kelleraußenwände daher auch bei hohen Erdanschüttungen sehr schlank ausgeführt werden, wobei eine Wanddicke $t \geq 24$ cm gewählt werden muss. Ungünstige Verhältnisse liegen bei Kelleraußenwänden mit geringen Auflasten und hoher Erdanschüttung vor. Dieser Fall tritt z.B. bei Einfamilienhäusern auf, wenn im Wohnzimmer des Erdgeschosses zur Terrasse hin große Fensterflächen angeordnet sind. Gleiches gilt bei leichten Fertighäusern. Hier sind dickere Kelleraußenwände erforderlich und die Wände sind zusätzlich durch Querwände auszusteifen (zweiachsiger Lastabtrag). Mögliche Lastabtragungssysteme für Kelleraußenwände zeigt Tafel 2.

Tafel 2 Lastabtragungssysteme bei Kellerwänden

Statisches System	Erforderliche Auflast am Wandkopf	Bemerkungen
1) 	Hoch	Einachsige, lotrechte Lastabtragung
2) 	Mittel	Zweiachsige Lastabtragung (nur bei $l_{oi} \geq 0,4 \cdot h_w$)
3) 	Keine	Lotrechte Lastabtragung über Gewölbewirkung in Zugglieder
4) 	Keine	Horizontale Lastabtragung über Gewölbewirkung; Gewölbeschub an Endstützen beachten; die um ca. $\frac{1}{3}$ reduzierte Druckfestigkeit von Loch- und Hohlblocksteinen in Richtung der Steinlänge bzw. -breite ist zu beachten; Stoßfugenvermörtelung erforderlich.

Für den Nachweis der Tragfähigkeit muss die einwirkende Normalkraft n_{Ed} in halber Höhe der Anschüttung bei einachsiger Lastabtragung innerhalb folgender Grenzen liegen (DIN EN 1996-3 (4.11) (4.12)):

$$n_{Ed} \leq n_{Ed,max} = \frac{t \cdot f_d}{3} \quad [\text{kN/m}] \quad (4.11)$$

$$n_{Ed} \geq n_{Ed,min} = \frac{\rho_e \cdot h_e^2 \cdot h}{20 \cdot t} \quad [\text{kN/m}]$$

mit

t	Wanddicke
h_e	Höhe der Anschüttung
h	Lichte Höhe der Kellerwand
ρ_e	Wichte der Anschüttung
f_d	Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit
$n_{Ed,min}$	Bemessungswert der kleinsten vertikalen Belastung der Wand in halber Höhe der Anschüttung je lfd m Wand
$n_{Ed,max}$	Bemessungswert der maximalen vertikalen Belastung der Wand in halber Höhe der Anschüttung je lfd m Wand

Bei einachsiger Lastabtragung kann nach DIN EN 1996-3/NA [1] auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden, sofern die ständige Auflast ($n_{Ed,min,Kopf}$) höher ist als der in Tafel 3 angegebene Mindestwert. Eine zweiachsige Lastabtragung der Kelleraußenwand darf angesetzt werden, wenn die Kelleraußenwand durch Querwände oder statisch gleichwertige Bauteile ausgesteift ist und das erforderliche Überbindemaß $l_{Ov} \geq 0,4 \cdot h_u$ eingehalten wird. Für diesen Fall ist ein gesonderter Nachweis erforderlich.

Die Auflast je lfd m am Wandkopf $n_{Ed,min,Kopf}$ muss bei einachsiger Lastabtragung mindestens betragen (siehe auch [2]):

$$n_{Ed,min,Kopf} \quad [\text{kN/m}] \geq \frac{\rho_e \cdot h_e^2 \cdot h}{20 \cdot t} - \rho_m \cdot t \cdot (h - h_e/2) \quad (4.12)$$

mit

ρ_m Wichte des Mauerwerks

Die zulässige Höhe der Erdanschüttung h_e lotrecht gespannter Kelleraußenwände ergibt sich in Abhängigkeit der vertikalen Auflast am Wandkopf, der Wichte des Mauerwerks sowie der Wichte der Anschüttung. Zu beachten ist, dass die ermittelten Wandhöhen stets für den Ansatz eines aktiven Erd-druckbeiwertes von $K_a \leq 1/3$ gelten. In den nachfolgenden Tafeln werden drei grundlegende Fälle ausgewertet:

- Kelleraußenwand in Normalmauermörtel oder Dünnbettmörtel gemauert, ohne aufstauendes Wasser, Rohdichteklasse $\geq 1,2$
- Kelleraußenwand in Normalmauermörtel oder Dünnbettmörtel gemauert, ohne aufstauendes Wasser, Rohdichteklasse $\geq 1,6$
- Kelleraußenwand in Normalmauermörtel oder Dünnbettmörtel gemauert, aufstauendes Wasser ≤ 50 cm

Die zulässige Erdanschüttung ergibt sich durch Umformung aus Gleichung (4.11) unter Beachtung der maximal zulässigen Anschütthöhe von $1,15 \cdot h$. Die tabellierten Werte gelten für einen einachsigen vertikalen Lastabtrag. Zusätzlich ist separat der Nachweis der maximalen Wandlängsnormal-

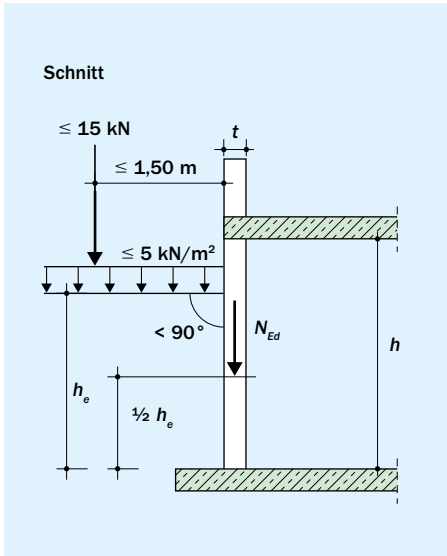


Bild 4 Nachweis von Kellerwänden nach DIN EN 1996-3/NA

kraft am Wandkopf zu führen. Ein zweiachsiger Lastabtrag kann nach DIN EN 1996-3 aber auch im vereinfachten Nachweis unter den genannten Voraussetzungen berücksichtigt werden. Hierdurch können bei entsprechendem Nachweis die zulässigen Anschütthöhen noch vergrößert werden.

Die zulässigen Anschütthöhen in Tafel 6 mit aufstauendem Sickerwasser wurden iterativ durch einen Vergleich der auftretenden maximalen Biegemomente mit denen nach Tafel 5 ermittelt. Es ist erkennbar, dass sich stets eine etwa 5 cm niedrigere Anschütthöhe ergibt (siehe Tafel 6).

Bei Kelleraußenwänden empfiehlt sich aufgrund des guten Haftscherverbundes die Anwendung von Dichtungsschlämmen als Querschnittsabdichtung. Abdichtungsbahnen oder PMBC-Abdichtungen können die Verbundwirkung zwischen Wand und Fundament stören und somit das Reibungsverhalten ungünstig beeinflussen.



Bild 5 Keller, aus KS XL-Elementen erstellt

Tafel 3 Ständige Auflast (min $n_{Ed,min,Kopf}$) für Kelleraußenwände ohne rechnerischen Nachweis – einachsige, lotrechte Lastabtragung

Wanddicke t [cm]	min $n_{Ed,min,Kopf}$ bei einer Höhe der Anschüttung h_e [kN/m]				
	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
24	6	20	40	65	95
30	3	15	30	50	75
36,5	0	10	25	40	60
49	0	5	15	30	45

Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.

- Steindruckfestigkeitsklasse ≥ 12
- Stoßfugen vermörtelt oder unvermörtelt
- Steine der Rohdichteklasse 0,9 ($\rho_w \geq 10 \text{ kN/m}^3$)
- Lichte Höhe der Kellerwand $h \leq 2,60 \text{ m}$
- Verkehrslast im Einflussbereich des Erddrucks $q_k \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$
- Rohdichte der Anschüttung erdfeucht $\rho_e \leq 20 \text{ kN/m}^3$
- Erddruckbeiwert $K_a \leq 1/3$
- Geländeoberfläche von der Wand aus nicht ansteigend
- Kein anstehendes Grundwasser

Tafel 4 Steinrohrichteklasse $\geq 1,2$, Normalmauermörtel NM IIa oder Dünnbettmörtel DM, Lastfall Bodenfeuchte oder nicht stauendes Sickerwasser

Lichte Keller-geschoss-höhe h [m]	Wand-dicke t [cm]	Zulässige Erdanschüttung über dem Wandfuß h_e [m]						
		Lotrechte Wandbelastung (ständige Lasten) am Wandkopf $n_{Ed,min,Kopf}$ [kN/m]						
		5	10	15	20	30	40	50
2,60	36,5	1,40	1,60	1,80	2,00	2,30	2,60	2,85
	30	1,20	1,45	1,60	1,75	2,05	2,35	2,55
	24	1,05	1,25	1,40	1,55	1,85	2,05	2,30
2,40	36,5	1,40	1,65	1,85	2,05	2,35	2,65	2,75
	30	1,25	1,45	1,65	1,80	2,15	2,40	2,65
	24	1,05	1,25	1,45	1,60	1,90	2,15	2,35
2,20	36,5	1,40	1,65	1,90	2,10	2,45	2,50	2,50
	30	1,25	1,45	1,70	1,85	2,20	2,50	2,50
	24	1,05	1,30	1,45	1,65	1,95	2,20	2,45

- Steindruckfestigkeitsklasse ≥ 12
- Stoßfugen vermörtelt oder unvermörtelt
- Steine der Rohdichteklasse $\geq 1,2$ ($\rho_m \geq 13 \text{ kN/m}^3$)
- Normalmauermörtel NM IIa oder DM ($f_{vk0} \geq 0,18 \text{ MN/m}^2$)
- Verkehrslast im Einflussbereich des Erddrucks $q_k \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$
- Rohdichte der Anschüttung erdfeucht $\rho_e = 19 \text{ kN/m}^3$
- Erddruckbeiwert $K_a \leq 1/3$
- Geländeoberfläche von der Wand aus nicht ansteigend
- Kein anstehendes Grundwasser

Tafel 5 Steinrohdichteklasse $\geq 1,6$, Normalmauermörtel NM IIa oder Dünnbettmörtel DM, Lastfall Bodenfeuchte oder nicht stauendes Sickerwasser

Lichte Keller- geschoss- höhe h [m]	Wand- dicke t [cm]	Zulässige Erdanschüttung über dem Wandfuß h_e [m]						
		Lotrechte Wandbelastung (ständige Lasten) am Wandkopf $n_{Ed,min,Kopf}$ [kN/m]						
		5	10	15	20	30	40	50
2,60	36,5	1,50	1,70	1,90	2,05	2,35	2,60	2,85
	30	1,30	1,50	1,65	1,80	2,10	2,35	2,60
	24	1,10	1,30	1,45	1,60	1,85	2,10	2,30
2,40	36,5	1,50	1,70	1,90	2,10	2,40	2,70	2,75
	30	1,30	1,50	1,70	1,85	2,15	2,45	2,65
	24	1,10	1,30	1,45	1,65	1,90	2,15	2,35
2,20	36,5	1,50	1,75	1,95	2,15	2,45	2,50	2,50
	30	1,30	1,55	1,75	1,90	2,20	2,50	2,50
	24	1,10	1,30	1,50	1,70	1,95	2,25	2,45

■ Steindruckfestigkeitsklasse ≥ 12
 ■ Stoßfugen vermörtelt oder unvermörtelt
 ■ Steine der Rohdichteklasse $\geq 1,6$ ($\rho_m \geq 16 \text{ kN/m}^3$)
 ■ Normalmauermörtel NM IIa oder DM ($f_{vk0} \geq 0,18 \text{ MN/m}^2$)
 ■ Verkehrslast im Einflussbereich des Erddrucks
 $q_k \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$

■ Rohdichte der Anschüttung erdfeucht
 $\rho_g = 19 \text{ kN/m}^3$
 ■ Erddruckbeiwert $K_a \leq 1/3$
 ■ Geländeoberfläche von der Wand aus nicht ansteigend
 ■ Kein anstehendes Grundwasser

Ablesebeispiel: Bei einer lichten Geschosshöhe $h \leq 2,20 \text{ m}$, einer Wanddicke $t = 30 \text{ cm}$, vermauert mit Dünnbettmörtel (DM) und einem Bemessungswert der ständigen Auflast von 20 kN/m beträgt die maximale zulässige Erdanschüttung $h_e \leq 1,90 \text{ m}$, vgl. Markierung.

Tafel 6 Steinrohdichteklasse $\geq 1,6$, Normalmauermörtel NM IIa oder Dünnbettmörtel DM, Lastfall aufstauendes Sickerwasser

Lichte Keller- geschoss- höhe h [m]	Wand- dicke t [cm]	Zulässige Erdanschüttung über dem Wandfuß h_e [m]						
		Lotrechte Wandbelastung (ständige Lasten) am Wandkopf $n_{Ed,min,Kopf}$ [kN/m]						
		5	10	15	20	30	40	50
2,60	36,5	1,45	1,65	1,85	2,00	2,30	2,60	2,80
	30	1,25	1,45	1,65	1,80	2,05	2,30	2,55
	24	1,05	1,25	1,40	1,55	1,80	2,05	2,25
2,40	36,5	1,45	1,70	1,85	2,05	2,35	2,65	2,75
	30	1,25	1,50	1,65	1,80	2,10	2,40	2,60
	24	1,05	1,25	1,45	1,60	1,85	2,10	2,35
2,20	36,5	1,45	1,70	1,90	2,10	2,40	2,50	2,50
	30	1,25	1,50	1,70	1,85	2,20	2,45	2,50
	24	1,05	1,30	1,45	1,65	1,95	2,20	2,40

■ Steindruckfestigkeitsklasse ≥ 12
 ■ Stoßfugen vermörtelt oder unvermörtelt
 ■ Steine der Rohdichteklasse $\geq 1,6$ ($\rho_m \geq 16 \text{ kN/m}^3$)
 ■ Normalmauermörtel NM IIa oder DM ($f_{vk0} \geq 0,18 \text{ MN/m}^2$)
 ■ Verkehrslast im Einflussbereich des Erddrucks
 $q_k \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$

■ Rohdichte der Anschüttung erdfeucht
 $\rho_g = 19 \text{ kN/m}^3$ unter Auftrieb $\gamma_e = 11 \text{ kN/m}^3$
 ■ Erddruckbeiwert $K_a \leq 1/3$
 ■ Geländeoberfläche von der Wand aus nicht ansteigend
 ■ Grundwasserstand $h_w \leq 0,50 \text{ m}$

2.3 Abdichtung

Die Abdichtungsnormen DIN 18531 bis DIN 18535 ersetzen weite Teile der Abdichtungsnorm aus der Reihe DIN 18195. Die ebenfalls neu herausgegebene DIN 18195 legt daher nur noch Begriffe sowie Abkürzungen und Bezeichnungen für die Anwendung der Normen für die Abdichtung von Bauwerken (DIN 18531 bis DIN 18535) fest und trifft keine inhaltlichen Regelungen mehr. Neben DIN 18195 existiert weiterhin Beiblatt 2 zu DIN 18195, das Hinweise zur Kontrolle und Prüfung der Schichtdicken von flüssig zu verarbeitenden Abdichtungstoffen gibt (Bild 6).

Zu den bahnenförmigen Abdichtungstoffen gehören u.a.

- Bitumen- und Polymerbitumenbahnen sowie
- Kunststoff- und Elastomerbahnen.

Bei den flüssig zu verarbeitenden Abdichtungstoffen wird unterschieden zwischen Abdichtung mit

- kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung (PMBC, früher KMB),
- rissüberbrückender mineralischer Dichtungsschlämme (MDS) und
- Flüssigkunststoffen (FLK).

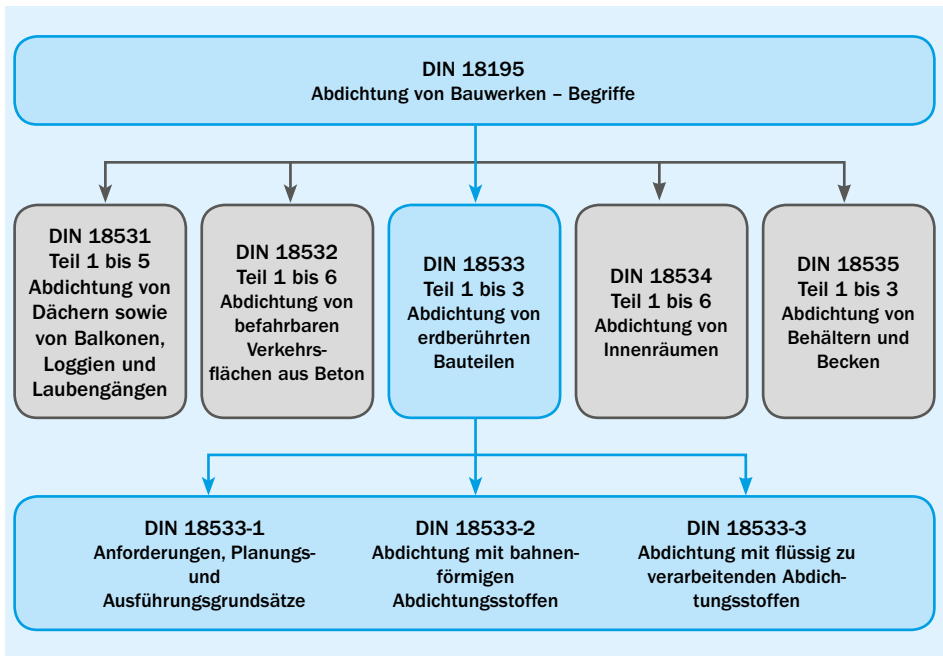


Bild 6 Struktur der neuen Normen zur Abdichtung

Querschnittsabdichtungen

Auf der Bodenplatte angeordnete Querschnittsabdichtungen können ausschließlich gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit wirken. Mauerquerschnittsabdichtungen können nicht gegen von unten einwirkendes, drückendes Wasser schützen, da dieses die Abdichtungen umfließen würde. Die äußere Wandabdichtung sowie, falls vorhanden, die Fußbodenabdichtung sollen an die Querschnittsabdichtung herangeführt werden.

Bei Kalksandsteinwänden dürfen nach DIN EN 1996-1-1/NA [3] für die Querschnittsabdichtung besandete Bitumendachbahnen (z.B. R 500) oder eine mineralische Dichtungsschlämme nach DIN 18533-3 [4] ohne weiteren Nachweis verwendet werden. Querschnittsabdichtungen dürfen keine Gleitschichten bilden. Vollflächig aufgeklebte Bahnen und solche mit werkseitig aufgetragenen Klebeschichten (Schweißbahnen und Kaltselfstklebahnen) sind ungeeignet, weil die Klebschicht eine Gleitebene bilden kann.

Die Auflagerfläche der Bahnen ist so abzugleichen, dass eine waagerechte Fläche ohne für Bahnen schädigende Unebenheiten

entsteht. Die Bahnen dürfen nicht flächig auf Stoß verlegt werden. Die Lagen müssen sich laut DIN-Norm mindestens 20 cm überdecken und können an den notwendigen Überdeckungen verklebt werden.

INFO

Als Querschnittsabdichtung bei Kalksandstein-Mauerwerk kann eine besandete Bitumendachbahn (z.B. R 500) verwendet werden.

Die Querschnittsabdichtung ist unmittelbar auf der Bodenplatte anzuordnen, solange der unter der Wand liegende Beton gegenüber Wasser kapillar aktiv ist. Auch die erste Steinschicht sollte vor Durchfeuchtung durch Niederschlagswasser während der Bauzeit geschützt werden. Der Schutz kann dann durch das Aufbringen einer MDS gemäß (Bild 7) realisiert werden.

INFO

Das Aufbringen einer mineralischen Dichtungsschlämme zum Schutz der unteren Steinreihe ist zu empfehlen.

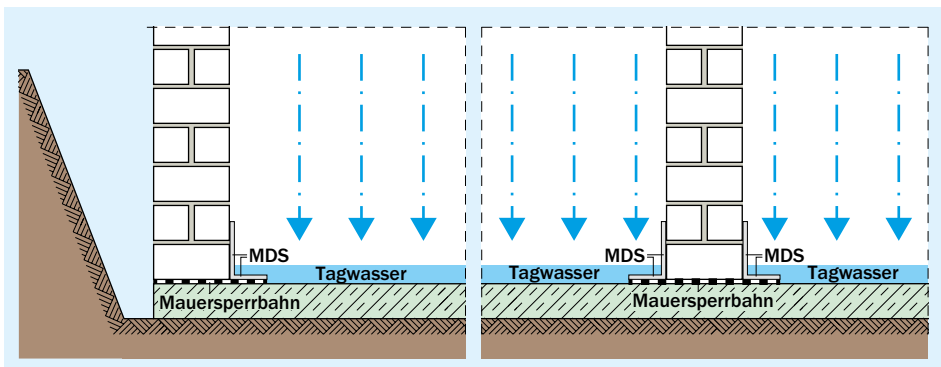


Bild 7 Schutz des Kellermauerwerks vor kapillar aufsteigender Feuchte im Bauzustand

Sockelabdichtungen

Die Sockelzone umfasst den Bereich unmittelbar oberhalb der Geländeoberkante bis 20 cm darunter, damit darin fortführende Abdichtungen angeschlossen werden können. Bei zweischaligem Mauerwerk mit Verblendern aus Kalksandstein ist z.B. an Gehwegen mit Tausalzeinwirkungen zu rechnen. Damit keine Gefügeschäden im Verblendmauerwerk durch Salze entstehen, ist die Abdichtung nicht nur unterhalb oder nur bis auf Höhe des Geländes zu führen, sondern die Spritzwasserzone des Verblendmauerwerks ebenfalls zu schützen. Diese kann z.B. mit mineralischen Dichtungsschlämmen von außen abgedichtet oder/bzw. verputzt werden (Bild 9).

Am einfachsten ist es, die Abdichtung hinter einer Bekleidung von außen nicht sichtbar aufzukanten. Das ist auf der Außenseite von z.B. Kalksandstein-Mauerwerk möglich, das außenseitig zum Wärmeschutz durch Perimeterdämmplatten eines Wärmedämm-Verbandsystems bekleidet wird. Auch kann die Abdichtung hinter einer Verblendschale an der Außenseite der hinteren Wandschale hoch geführt werden.

Abdichtung von erdberührten Bauteilen

Die Abdichtung von erdberührten Bauteilen (z.B. von Kelleraußenwänden) ist vom Planer in Abhängigkeit von der Wassereinwirkungsklasse, Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse und Raumnutzungsklasse festzulegen. Diese Kalksandsteinwände können beispielsweise mit PMBC (Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen) abgedichtet werden. Kalksandstein-Mauerwerk, insbesondere solches aus Plansteinen und Planelementen, ist als Untergrund für PMBC sehr gut geeignet. Unterputze und egalisierende Kratzspachtelungen sind in der Regel nicht erforderlich. Die allgemeinen Anforderungen an die Untergründe von Abdichtungen

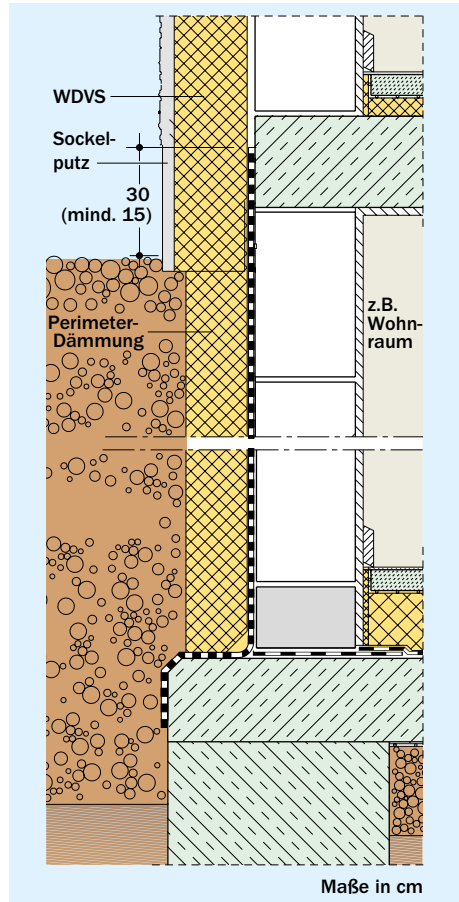


Bild 8 Beispiel für Fußpunktausbildung bei KS-Mauerwerk mit WDVS

wie Frostfreiheit und Oberflächentrockenheit müssen erfüllt werden (Bild 8).

INFO

Kalksandstein-Mauerwerk ist als Untergrund für PMBC sehr gut geeignet.

Selbstverständlich sind Vertiefungen über 5 mm Tiefe mit Mörtel zu schließen. Kan-

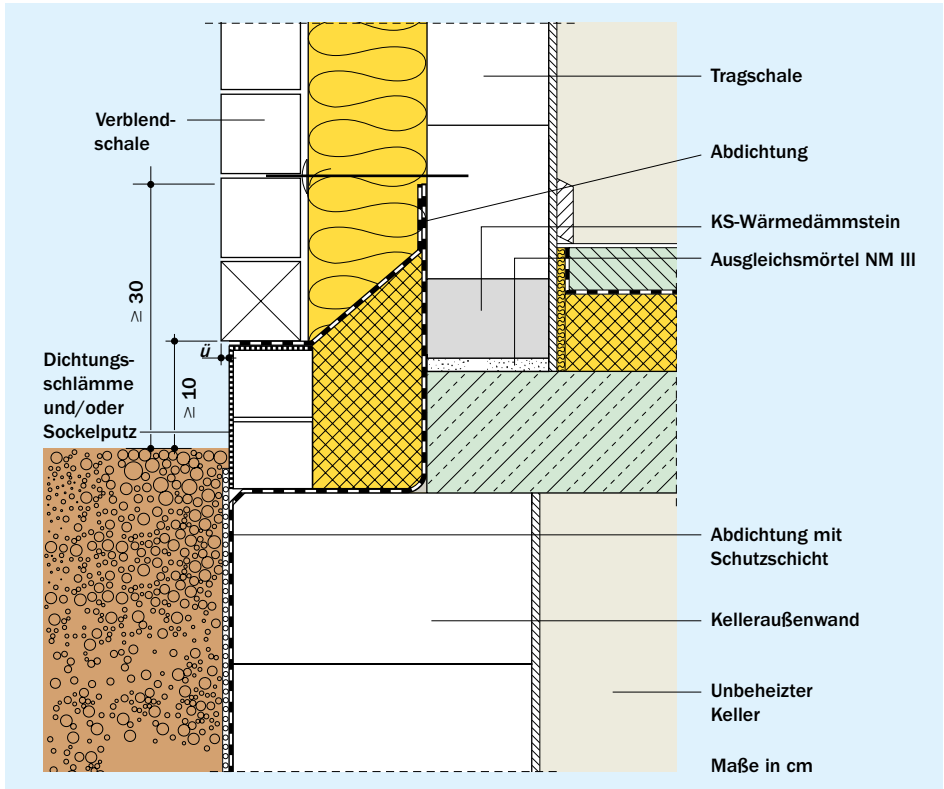


Bild 9 Beispiel für Fußpunktausbildung bei zweischaligem Mauerwerk

ten müssen vor dem Auftrag gefast werden, Kehlen sollten gerundet sein. Dies kann z.B. durch Mörtelkehlen im Radius von 4 cm erfolgen. Untergründe von Abdichtungen müssen frostfrei und trocken sein, trennende Substanzen oder Schmutz sind in Abhängigkeit der Einwirkungsklasse zu entfernen. Dabei ist grundsätzlich zu empfehlen, alle erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, damit Abdichtungen fest und dauerhaft anhaften und nicht unterläufig sind.

Bei der Verarbeitung sind die Hinweise der DIN 18533-3 und die Angaben des jeweiligen Herstellers zu beachten (Bild 10).



Bild 10 Kellerwand-Außenseite mit PMBC-Abdichtung

3. KS-Außenwände

Die Anforderungen, die an Außenwände gestellt werden, ergeben sich aus den einwirkenden Belastungen. Neben den Beanspruchungen, die sich aus der freien Bewitterung resultieren, wie z.B. Wind, Schlagregen, Temperatur, UV-Strahlung, Luftschadstoffe, müssen Außenwände die Gesamtlasten sicher ableiten. Anforderungen an Schall-, Wärme- und Brandschutz sind ebenfalls zu berücksichtigen.

INFO

Durch das Prinzip der KS-Funktionswand sind KS-Außenwandkonstruktionen erheblich schlanker und deutlich leistungsfähiger als andere Außenwandkonstruktionen.

Die KS-Verblendschale oder der Außenputz geben dem Haus sein Gesicht. Vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten bei hoher Individualität sind gegeben.

Außenwände lassen sich unterscheiden in tragende und nicht tragende Außenwände.

Nicht tragende Außenwände sind dabei z.B. Verblendschalen von zweischaligem Mauerwerk oder Ausfachungsmauerwerk von Skelettbauweisen.

Hinsichtlich des Aufbaus wird unterschieden in:

- Zweischalige Außenwände, die nach DIN EN 1996/NA aus einer Tragschale, umgangssprachlich auch als „Hintermauerschale“ bezeichnet, und einer nicht tragenden Außenschale (Verblendschale oder verputzter Vormauerschale) bestehen
- Einschalige Außenwände, die nach DIN EN 1996/NA aus einer tragenden Mauerwerksschale und ergänzenden Funktionsschichten bestehen, wie z.B. Innen- und Außenputz, Wärmedämm-Verbundsystem. Typische Beispiele sind Kalksandsteinwände mit Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) und Kalksandsteinwände mit Vorhangfassade.

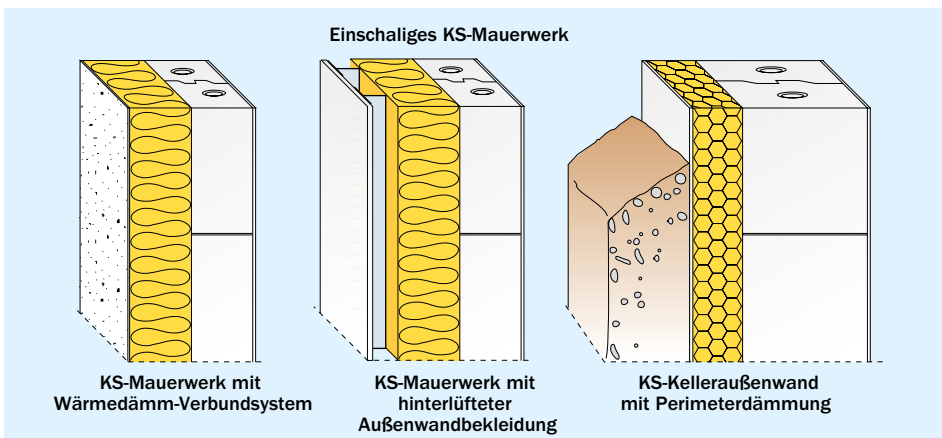


Bild 11 Einschalige KS-Außenwandkonstruktionen für beheizte Gebäude

3.1 Zweischalige KS-Außenwände

Zweischalige KS-Außenwände bestehen aus zwei massiven Mauer­schalen mit einer dazwischen liegenden Wärmedämmung ohne oder mit Luftschicht (Bild 12). Bei dieser Konstruktion besteht eine klare funktionale Trennung der einzelnen Bauteilschichten.

Die Innenschale hat in erster Linie statische sowie Wärme speichernde Funktion. Die Außenschale hat die Aufgaben des Witterungs­schutzes und optische Ansprüche zu erfüllen. Die dazwischen liegende Schicht – als Luft- und/oder Wärmedämmschicht – bestimmt im Wesentlichen die wärme- und feuchteschutztechnischen Eigenschaften. Die massiven Innen- und Außenschalen zusammen ergeben den besonders guten Schutz gegen Außenlärm. Zweischaliges KS-Mauerwerk hat sich in der Fassade seit vielen Jahrzehnten besonders in Gegenden mit extremen Witterungsbedingungen hervor­ragend bewährt.

Zweischaliges Mauerwerk wird in DIN EN 1996-1-1/NA geregelt. Für einzelne Kon-

struktionskomponenten können darüber hinaus Prüfzeugnisse oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (z.B. für Flachstahlanker oder Dämm-Materialien) erforderlich werden.

INFO

Anker für hoch wärmedämmende Konstruktionen (z.B. Passivhäuser), die erhöhte Schalenabstände erlauben, sind nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

Es werden folgende zweischalige KS-Außenwandkonstruktionen unterschieden:

- Zweischaliges KS-Mauerwerk mit Wärmedämmung
- Zweischaliges KS-Mauerwerk mit Wärmedämmung und Luftschicht
- Zweischaliges KS-Mauerwerk mit Wärmedämmung und verputzter Vormauerschale

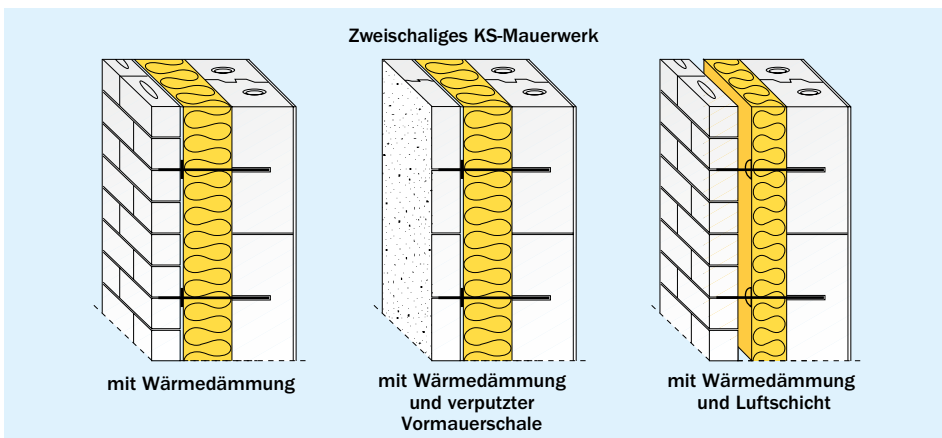


Bild 12 Zweischalige KS-Außenwandkonstruktionen für beheizte Gebäude

Aufbau zweischaliger KS-Außenwände

Die mindestens 11,5 cm dicke tragende Innenschale übernimmt die statische Funktion und ist nach DIN EN 1996/NA zu bemessen.

Wärmedämmung mit oder ohne Luftschicht

Bei zweischaligem Mauerwerk mit Wärmedämmung darf der Hohlraum zwischen den Mauerwerksschalen vollständig mit Wärmedämmstoff verfüllt werden, sofern der Wärmedämmstoff für diesen Anwendungsbereich genormt oder dessen Brauchbarkeit nach den bauaufsichtlichen Vorschriften – z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung – nachgewiesen ist.

Bei der Verwendung von Drahtankern nach DIN EN 1996-1-1/NA beträgt der größte zulässige lichte Abstand der Mauerwerksschalen 150 mm. Bei Verwendung von zugelassenen Ankern kann der Schalenabstand entsprechend der jeweiligen bauaufsichtlichen Zulassung bis auf 250 mm erhöht werden.

Eine optional angeordnete Luftschicht muss mindestens eine Dicke von 40 mm aufweisen und darf nicht durch Unebenheiten der Wärmedämmschicht eingeeengt werden.

Verblendschale

Das Verblendmauerwerk aus KS-Verblendern ist Witterungsschutz und Gestaltungselement zugleich. Es hat nur seine Eigenlast aufzunehmen und muss eine Dicke von mindestens 9,0 cm aufweisen.

Die Außenschale wird aus frostbeständigen KS-Verblendern hergestellt. Als Mauerwerksverband ist ein Läuferverband mit halbsteinerger Überdeckung zu empfehlen,

da auf diese Weise die Zugfestigkeit der Verblendschale erhöht wird.

Verputzte Außenschale

Zweischaliges Mauerwerk kann auch mit verputzter Außenschale ausgeführt werden. Da der außen liegende Putz die Wandkonstruktion vor Schlagregen schützt, können in der Außenschale in diesem Fall auch KS-Hintermauersteine verwendet werden.

Die Ausführungsvorschriften für Außenputze – insbesondere im Hinblick auf Schlagregensicherheit – sind zu beachten. Dabei wird die Ausführung eines Putzes mit „Entkopplungseffekt“ empfohlen. Dieser Effekt wird durch eine relativ schubweiche Zwischenschicht – zum Beispiel einen Wärmedämmputz – zwischen Vormauerschale und Oberputzschicht erzielt. Bei Wahl eines Leichtputzes nach DIN EN 998-1 bzw. DIN 18550 als Zwischenschicht wird die Ausführung eines gewebebewehrten Oberputzes empfohlen.

Auch bei verputzten Außenschalen sind Dehnungsfugen zu planen und auszuführen.

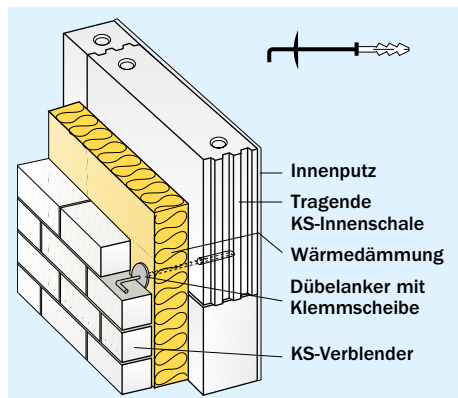


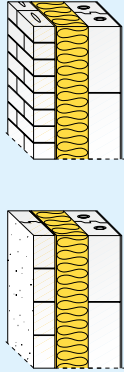
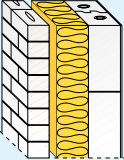
Bild 13 Systemaufbau zweischaliges Mauerwerk mit Wärmedämmung

Wärmeschutz

Der Wärmeschutz von KS-Außenwänden wird bestimmt durch

- Dämmstoffdicke und
- Dämmstoffqualität.

Tafel 7 U-Werte von zweischaligen KS-Außenwänden

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau
			0,022	0,024	0,032	0,035	
	41,0	10	0,19	0,21	0,27	0,29	Zweischalige KS-Außenwand mit Wärmedämmung $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Wärmedämmstoff Typ WZ 0,01 m Fingerspalt $R = 0,15 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,115 m ²⁾ KS-Verblendschale (KS Vb RDK 2,0) ¹⁾ $\lambda = 1,1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ oder verputzte KS-Vormauerschale $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
	43,0	12	0,16	0,18	0,23	0,25	
	45,0	14	0,14	0,16	0,20	0,22	
	47,0	16	0,13	0,14	0,18	0,19	
	49,0	18	0,11	0,12	0,16	0,17	
	51,0	20	0,10	0,11	0,15	0,16	
	55,0	24	0,09	0,09	0,12	0,13	
	44,0	10	0,20	0,22	0,28	0,30	Zweischalige KS-Außenwand mit Wärmedämmung und Luftschicht $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Wärmedämmstoff Typ WZ $R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ $\geq 0,04 \text{ m}$ Luftschicht 0,115 m ²⁾ KS-Verblendschale (KS Vb RDK 2,0)
	46,0	12	0,17	0,18	0,24	0,26	
	48,0	14	0,15	0,16	0,21	0,22	
	50,0	16	0,13	0,14	0,18	0,20	
	52,0	18	0,12	0,13	0,16	0,18	
	54,0	20	0,10	0,11	0,15	0,16	

Zur Berechnung der U-Werte sind ausschließlich Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B anzusetzen.

¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohdichteklassen ergeben sich nur geringfügig andere U-Werte.

²⁾ 9 cm möglich, nach DIN EN 1996-2/NA

Schon bei einem Abstand der Mauerwerkschalen von 150 mm und Drahtankern nach DIN EN 1996-1-1/NA werden bei zweischaligen Konstruktionen Wärmedämmwerte (U-Werte) von ca. 0,22 bis 0,14 W/(m²·K) erreicht.

Wird ein höheres Dämmniveau gewünscht, können Anker nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung gewählt werden, die einen größeren Schalenabstand (bis zu 250 mm) ermöglichen.

INFO

Der Wärmeschutz von KS-Außenwänden wird von den wärmetechnischen Eigenschaften der tragenden Wand nur unwesentlich beeinflusst.

Klimabedingter Feuchteschutz/ Witterungsschutz

Nach DIN 4108-3 kann auf einen dampfdiffusionstechnischen Nachweis bei zweischaligem Mauerwerk verzichtet werden.

In Außenschalen dürfen Steine nur verwendet werden, wenn deren Frostwiderstandsfähigkeit unter erhöhten Beanspruchungen geprüft wurde, z.B. KS-Verblender.

Feuchtigkeit, die durch Schlagregenbeanspruchung in die äußere Zone der Verblendschale eindringt, wird durch die Kapillarität des Baustoffes verteilt und bei trockenem Wetter durch Diffusionsvorgänge wieder an die Außenluft abgegeben. Zur Erhöhung der Schlagregensicherheit ist ggf. eine dampfdiffusionsoffene Hydrophobierung auf die Verblendschale aufzubringen. Letztere wirkt gleichzeitig der örtlich vorhandenen Veralgungs- und Verschmutzungsgefahr entgegen – z.B. bei Standorten mit hohem Baumbestand oder an viel befahrenen Straßen.

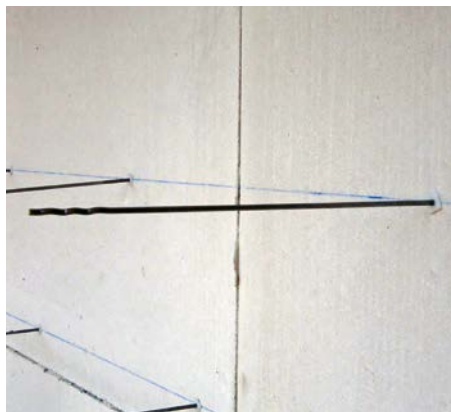


Bild 14 In die Tragschale eingedübelte Luftschantanker

Um hinter die Verblendschale ggf. gelandete Feuchtigkeit aus der Konstruktion ableiten zu können, dürfen in der Verblendschale oben und unten Lüftungs- bzw. Entwässerungsöffnungen angeordnet werden. Das gilt auch für Brüstungsbereiche sowie für die Bereiche über Türen oder Fenstern.

Die Fläche der Lüftungs- bzw. Entwässerungsöffnungen wird nicht in DIN EN 1996-1-1/NA oder DIN EN 1996-2 oder den Nationalen Anhängen geregelt.

Nach zurückgezogener DIN 1053-1 sollten diese Öffnungen (bezogen auf eine Wandfläche von 20 m²)

- eine Fläche von 7.500 mm² bei zweischaligem Mauerwerk mit Luftschicht mit oder ohne Wärmedämmung sowie
- eine Fläche von 5.000 mm² bei zweischaligem Mauerwerk mit Wärmedämmung ohne Luftschicht

aufweisen.

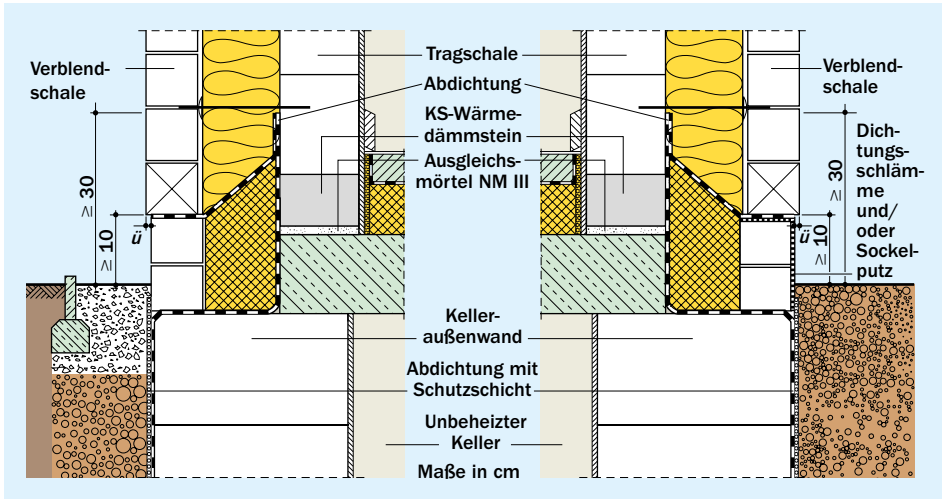


Bild 15 Beispiel für Fußpunktausbildung mit einem Sockel aus Verblendern und Kiesrandstreifen sowie einem verputzten Sockel ohne Kiesrandstreifen

Schallschutz

Die massiven Innen- und Außenschalen bieten aufgrund der schallschutztechnischen weichen Kopplung beider Schalen einen besonders guten Schutz gegen Außenlärm. Bestehen die Außenbauteile aus verschiedenen Teilflächen mit unterschiedlicher Schalldämmung, beispielsweise aus einer Wand mit Fenster und Rollladenkästen, so gilt die Anforderung für das resultierende bewertete Schalldämm-Maß, das aus den verschiedenen Teilflächen zu ermitteln ist. Bei der rechnerischen Bestimmung wird das bewertete Schalldämm-Maß für die Summe der flächenbezogenen Massen der Einzelschalen (Hintermauerschale + Verblendschale) ermittelt (Bild 16).

Da die Anforderungen an das resultierende Schalldämm-Maß gestellt werden, können sie bei einer Außenwand mit Fenster durch verschiedene Kombinationen der Schalldämmung von Wand und Fenster erfüllt werden.

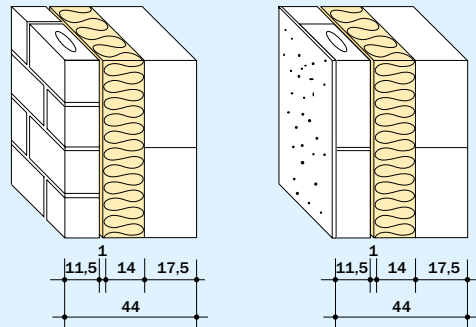
Die einzelnen Teilflächen von Wand und Fenstern sind mit ihren jeweiligen Schalldämmungen in die Berechnung der Gesamtdämmung des Außenbauteils einzubeziehen. In der Regel dominiert der Einfluss von Einbauteilen wie Fenstern.

Brandschutz

Aufgrund der Nichtbrennbarkeit von Kalksandstein (Baustoffklasse A1 nach DIN 4102) weist zweischaliges KS-Mauerwerk bekanntermaßen sehr gute brandschutztechnische Eigenschaften auf.

Die Ausbildung von Dehnungsfugen mit spritzbaren Fugendichtstoffen oder imprägnierten Fugendichtungsbändern, die beide in der Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 angeboten werden, haben aufgrund des geringen Anteils keinen abmindernden Einfluss auf die brandschutztechnische Einstufung der Gesamtkonstruktion.

Außenwände



U-Wert [W/(m ² ·K)]	0,15 ¹⁾	0,15 ¹⁾
Rohdichteklasse [-]	2,0	2,0
Direktschalldämm-Maß [dB]	$R_{s,w} = 63,0$ (Summe aus Vor- und Hintermauerschale)	
$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w}$ [dB] gegen Außenlärm	$\Delta R_{Dd,w} = + 5$ bis 8 (bei mineralischem Faserdämmstoff) $\Delta R_{Dd,w} = - 2$ (bei Hartschaumdämmstoff)	
Schalllängsleitung [dB] horizontal und vertikal (nur Hintermauerschale)	$R_{w,1} = 56,0$	$R_{w,1} = 56,0$
¹⁾ 14 cm Dämmstoff $\lambda = 0,024$ W/(m·K)		

Bild 16 Schallschutz zweischaliger KS-Außenwände

3.2 KS-Außenwände mit Wärmedämm-Verbundsystem

Der Begriff KS-Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem – kurz: WDVS – beschreibt die Außenwandkonstruktion aus einer tragenden Schale aus Kalksandstein und einem Wärmedämm-Verbundsystem mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ).

Die Zulassungen für Wärmedämm-Verbundsysteme sind als Systemzulassung zu verstehen, bei denen alle Komponenten (Wärmedämmung, Befestigungselemente sowie Armierungs- und Putzschichten) aufeinander abgestimmt sind.

Die tragende Innenschale aus Kalksandstein ist ein idealer Untergrund für jedes Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS).

KS-Mauerwerk mit WDVS

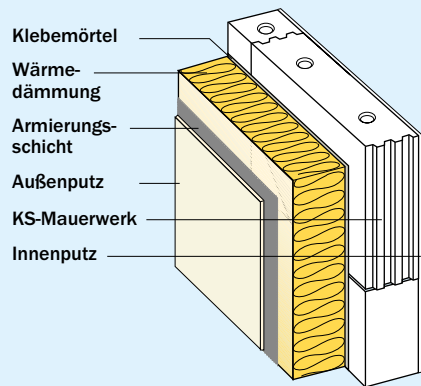


Bild 17 KS-Mauerwerk ist ein idealer Untergrund für jedes Wärmedämm-Verbundsystem.

Wärmedämm-Verbundsysteme werden je nach System unterschiedlich befestigt:

- Verklebt
- Verklebt und verdübelt
- Verdübelt
- Mechanisch befestigt (Schienenbefestigung)

Durch die hohe Maßhaltigkeit des Kalksandsteins lassen sich daraus besonders ebene Wände herstellen. In Abhängigkeit von der Befestigungsart werden unterschiedliche Anforderungen an die Ebenheit (e) – bezogen auf eine Messlänge von 1 m – der Tragschale gestellt:

- Verklebte Systeme: $e \leq 1,0$ cm
- Verklebte und verdübelte Systeme: $e \leq 2,0$ cm
- Mechanisch befestigte Systeme (Schienenbefestigung): $e \leq 3,0$ cm

INFO

Bei fachgerecht ausgeführtem KS-Mauerwerk werden auch die höchsten Anforderungen an die Ebenheit – die für die Verwendung von ausschließlich verklebten WDVS gefordert werden – problemlos eingehalten. Fachgerecht ausgeführtes KS-Mauerwerk gilt daher ohne weiteren Nachweis auch für ausschließlich verklebte WDVS als ausreichend tragfähig.

Bei verklebten und verdübelten Systemen richtet sich die Zahl der erforderlichen Dübel u.a. nach der Materialgüte des Wand-

baustoffs. Hier erweist sich KS-Mauerwerk als besonders tragfähiger Untergrund.

Im Vergleich zu rein verklebten Systemen ist die Verarbeitung von zusätzlich verdübelten Systemen arbeits- und damit lohnkostenintensiver. Aufgrund der Planebenheit von KS-Mauerwerk wird weder eine zusätzliche Verdübelung von Polystyrol-(PS-)Systemen noch die Ausführung von Schienensystemen erforderlich.

Der tragende Untergrund für verklebte Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) muss tragfähig, trocken, staub- und fettfrei sowie ausreichend eben sein.

Als Wärmedämmstoffe kommen vorwiegend zur Anwendung:

- Polystyrol-Dämmplatten (EPS-Dämmplatten)
- Mineralwolle-Dämmplatten
- Mineralwolle-Lamellenplatten
- Mineral-Dämmplatten
- Phenolharz-Dämmplatten

Bei den Putzsystemen, bestehend aus Unterputz mit Bewehrungsgewebeeinlage und Oberputz, wird u.a. unterschieden nach

- dem Material
 - Kunstharzputze
 - mineralische Putze (in der Regel kunststoffmodifiziert)
- der Dicke
 - Dünnputze
 - Dickputze

Das Bewehrungsgewebe hat – vergleichbar mit der Stahlbewehrung im Stahlbeton – u.a. die Funktion, die auftretenden Spannungen auf ein unschädliches Maß zu beschränken.

Wärmeschutz

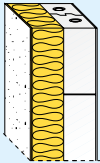
Mit schlanken, funktionsgetrennten KS-Wandkonstruktionen lassen sich je nach Wahl des Dämmstoffes alle energetischen Anforderungen erfüllen.

Schallschutz

Mit funktionsgetrennten KS-Außenwänden lassen sich auch die den gewählten Nutzungen entsprechenden Anforderungen an die Schalldämmung erfüllen.

Je nach Wahl der Kombination von Wärmedämmstoff und Putz kann sich eine Abminderung oder eine Erhöhung des bewerteten Schalldämm-Maßes des Fassadenbauteils „Wand“ ergeben.

Tafel 8 U-Werte einer einschaligen Außenwand mit WDVS

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau
			0,022	0,024	0,032	0,035	
	29,5	10	0,20	0,22	0,29	0,31	Einschalige KS-Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Wärmedämmstoff Typ WAP 0,01 m Außenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
	33,5	14	0,15	0,16	0,21	0,23	
	35,5	16	0,13	0,14	0,19	0,20	
	39,5	20	0,11	0,11	0,15	0,16	
	43,5	24	0,09	0,10	0,13	0,14	
	49,5	30	0,07	0,08	0,10	0,11	

Zur Berechnung der U-Werte sind ausschließlich Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B anzusetzen.

¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohdichteklassen ergeben sich nur geringfügig andere U-Werte.

Feuchteschutz/Witterungsschutz

Die Anforderungen an WDVS im Hinblick auf die Schlagregenbeanspruchung können – in Abhängigkeit von den regionalen klimatischen Bedingungen, der örtlichen Lage oder der Gebäudeart – in Anlehnung an DIN 4108-3 eingeordnet werden.

Für hohe Beanspruchungsgruppen sind Wasser hemmende bzw. Wasser abweisende Putzsysteme zu verwenden. Für Wasser abweisende Putzsysteme werden folgende Anforderungen gestellt:

- Wasseraufnahmekoeffizient:
 $w \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$
- dampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke: $s_d \leq 2,0 \text{ m}$
- Begrenzung des Produkts $w \cdot s_d$:
 $w \cdot s_d \leq 0,2 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{h}_{0,5})$

INFO

WDVS-Putze erfüllen in der Regel auch die Anforderungen für hohe Beanspruchungsgruppen (Schlagregenbeanspruchungsgruppe III) nach DIN 4108-3.

Der Nachweis des Tauwasserschutzes nach DIN 4108-3 wird bei der Verwendung von WDVS – insbesondere auf KS-Mauerwerk – erfüllt. DIN 4108-3 kann entnommen werden, unter welchen Randbedingungen auf einen Nachweis verzichtet werden kann.

Bei WDVS mit Polystyrol-Wärmedämmung können und werden dampfdiffusionsdichtere Putzsysteme angewendet, da der Polystyrol-Dämmstoff eine 20- bis 50-fach größere Dampfdiffusionswiderstandszahl gegenüber Mineralfaser-Dämmstoffen aufweist. Bei Systemen mit Mineralfaserdämmstoffen kommen in der Regel diffusionsoffene mineralische Putzsysteme zur Anwendung.

Um Missverständnissen vorzubeugen: Außenwände mit oder ohne WDVS „atmen“ nicht. Bei üblichen Gebäude- und Bauteilabmessungen ist die infolge Lüftung (aus hygienischen Gründen erforderlicher Mindestluftwechsel) abgeführte Feuchtigkeitsmenge gegenüber der auf dem Wege der Dampfdiffusion durch eine Außenwandkonstruktion transportierte Wassermenge etwa 100-fach größer. Da es durch die Außenwand keinen bedeutenden Luftaustausch gibt, beeinträchtigen fachgerecht ausgeführte Dämmschichten in keiner Weise deren Funktion.

INFO

KS-Außenwände mit WDVS und KS-Kellerwände mit Perimeterdämmung sowie einschalige KS-Außenwände und zweischalige KS-Außenwände mit außen liegender Wärmedämmung sind hinsichtlich der Wasserdampfdiffusion unkritisch und bedürfen keines Nachweises für den Tauwasserausfall im Inneren des Bauteils (DIN 4108-3).

Brandschutz

WDVS mit Mineralwolle- oder Mineral-Dämmplatten sind im eingebauten Zustand der Baustoffklasse A2 zuzuordnen und können somit über die Hochhausgrenze hinausgehend bis zu einer Gebäudehöhe von 100 m (diese Höhenbegrenzung ergibt sich aus der Windbeanspruchung) eingesetzt werden.

WDVS mit Dämmstoffen aus Polystyrol-Hartschaum werden im eingebauten Zustand der Baustoffklasse B1 zugeordnet und dürfen nur bis zur Hochhausgrenze (Fußboden

des höchstgelegenen Aufenthaltsraums ≤ 22 m über Geländeoberkante) verwendet werden.

Bei Gebäuden, die direkt an Nachbargebäude angrenzen, ist ein Streifen $b \geq 1$ m im Bereich der Haustrennwand aus nicht brennbarem Material (Baustoffklasse A) anzuordnen, um im Falle eines Brandes einen Brandüberschlag von einem Gebäude auf das Nachbargebäude zu vermeiden.

Bei WDVS sind ggf. Brandriegel vorzusehen und auszuführen.

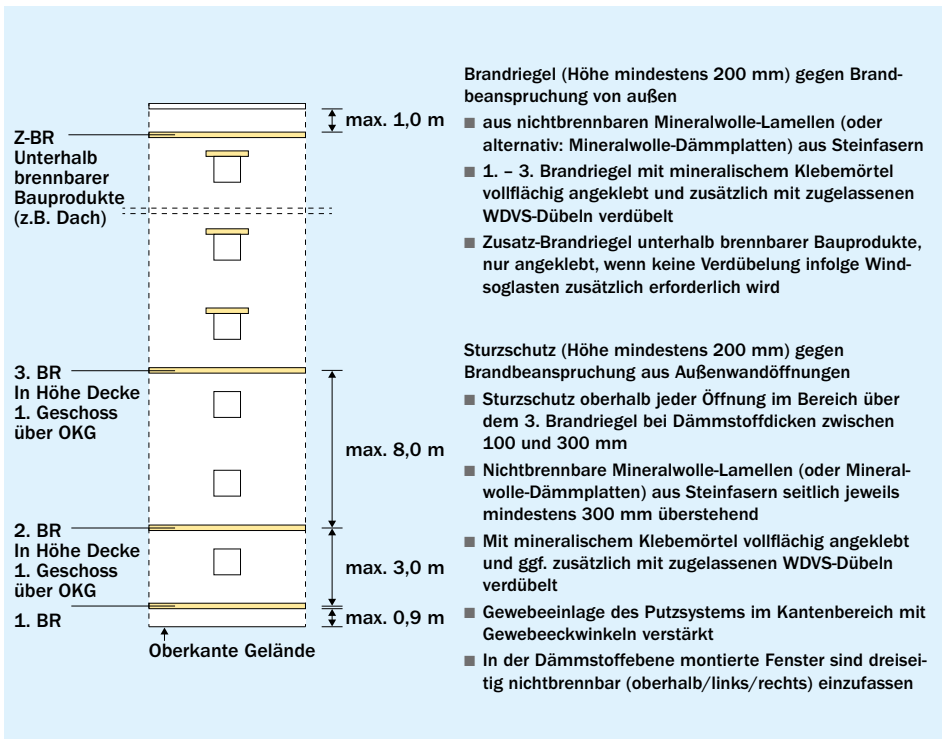


Bild 18 Schwerentflammbare WDVS mit EPS ($d \leq 300$ mm) – Ausbildung mit umlaufenden Brandriegeln sowie Schutz der Fensteröffnungen

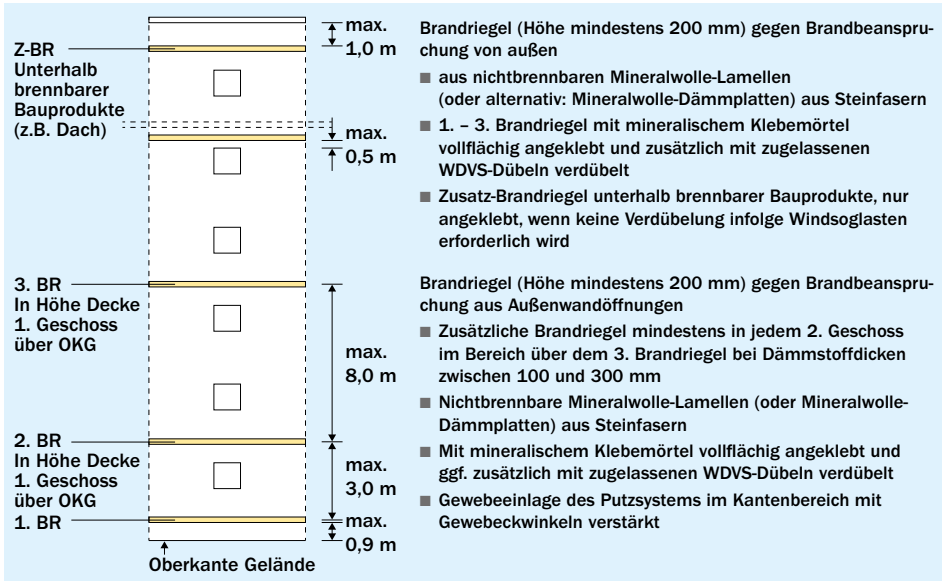


Bild 19 Schwerentflammbare WDVS mit EPS ($d \leq 300$ mm) – Ausbildung alternativ nur mit umlaufenden Brandriegeln

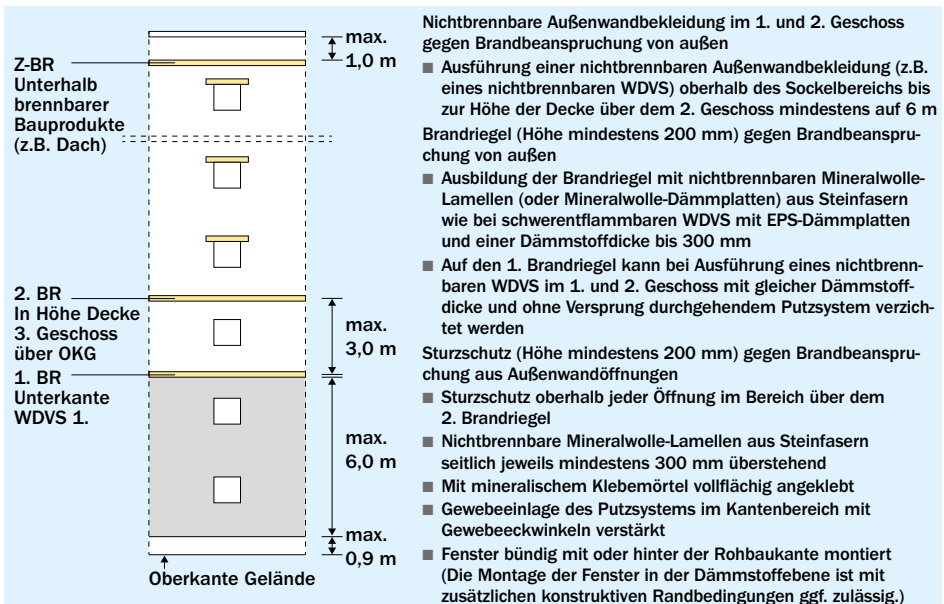


Bild 20 Schwerentflammbare WDVS mit EPS ($d > 300$ mm) – Ausbildung mit nichtbrennbarer Außenwandbekleidung unten und umlaufenden Brandriegeln sowie Schutz der Fensteröffnungen

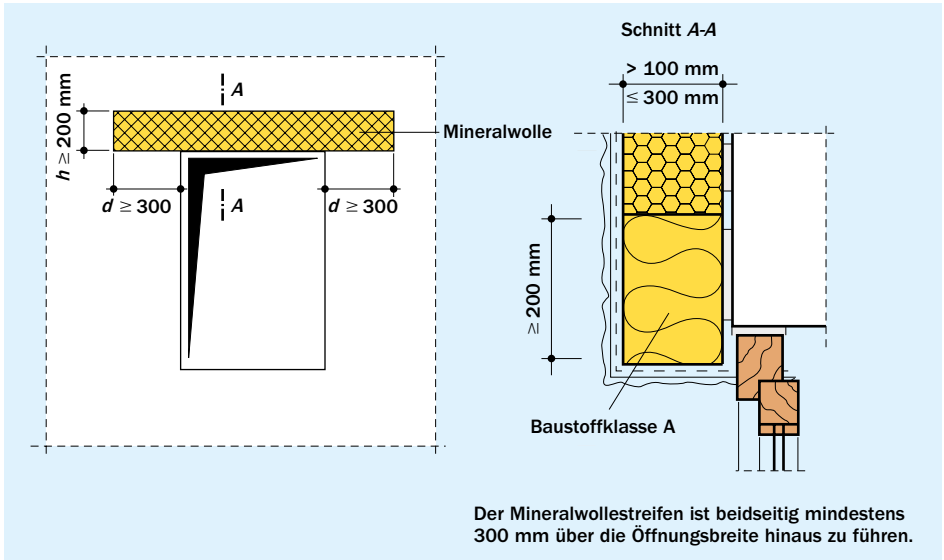


Bild 21 Beispiel einer brandtechnischen Zusatzmaßnahme im Sturzbereich von Wandöffnungen bei EPS-WDVS mit Dämmstoffdicken über 100 mm



Ausführung

Bei fachgerecht ausgeführtem KS-Mauerwerk werden auch die höchsten Anforderungen an die Ebenheit – nämlich die für die Verwendung von ausschließlich verklebten WDVS – problemlos eingehalten.

Im Vergleich zu zusätzlich verdübelten Systemen sind ausschließlich verklebte WDVS-Systeme einfacher und damit günstiger zu verarbeiten. Aufgrund der hohen Tragfähigkeit und Ebenheit von KS-Mauerwerk wird weder eine zusätzliche Verdübelung von EPS-Systemen noch die Ausführung von Schienensystemen erforderlich. Es können somit rein verklebte WDVS (z.B. Polystyrol-Dämmplatten oder Mineralwolle-Lamellen) empfohlen werden.

Ausschließlich verklebte WDVS mit EPS-Hartschaum-Dämmplatten werden teil- oder vollflächig verklebt.

Bei der teilflächigen Verklebung erfolgt der Kleberauftrag entweder mit einem Flächenanteil von ca. 40 % nach der Wulst-Punkt-Methode auf der Dämmplattenrückseite oder mit einem Flächenanteil

von ca. 60 % durch ein maschinelles, meanderförmiges Aufspritzen des Klebemörtels auf den tragenden Untergrund.

Ausschließlich verklebte WDVS mit Mineralwolle-Lamellendämmplatten werden in der Regel vollflächig (100 %) verklebt.

Unabhängig vom Materialtyp sind die Dämmplatten dicht gestoßen im Verband zu verlegen. Dies gilt auch für Bauwerkskanten, an denen eine verzahnte Verlegung auszuführen ist. Stoßfugen im Bereich der Ecken von Wandöffnungen sind unzulässig.

Gebäudedehnfugen der tragenden Konstruktion sind im WDVS durchgehend aufzunehmen.

Im Bereich von Anschlüssen an angrenzende Bauteile – wie z.B. beim Blendrahmenanschluss – sind entweder spezielle, durch einige Systemhersteller angebotene Profile zu verwenden oder es ist der Dämmstoff mit einem Fugendichtungsband zu hinterlegen und der Putz mit einem Keilenschnitt sauber zu trennen. Fenstersohlbänke sind darüber hinaus mit einer seitlichen Aufkantung sowie Unterschnitt im Laibungsbereich des WDVS anzuschließen. Dabei ist insbesondere bei Aluminium-Sohlblechen auf eine Schiebестоßausbildung zu achten, um eine zwängungsfreie Verformungsmöglichkeit zu gewährleisten.

Zur Reduzierung und Vermeidung von Wärmebrücken ist auf die wärmeschutztechnisch optimierten KS-Details zu verweisen.

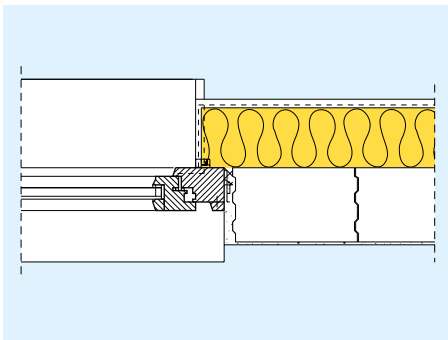


Bild 22 Seitlicher Fensteranschluss (Laibung)

INFO

Die komplette KS-Detailsammlung und den KS-Wärmebrückenkatalog finden Sie unter www.ks-waermebruecken.de.

3.3 KS-Außenwände mit Vorhangfassade

Hinterlüftete Außenwandbekleidungen (vorhängte hinterlüftete Fassade, VHF) bestehen im Wesentlichen aus sieben Komponenten (Bild 23), die konstruktiv aufeinander abgestimmt sind:

- Tragender Untergrund
- Verankerungselemente
- Unterkonstruktion
- Wärmedämmung
- Hinterlüftungsraum
- Verbindungs- und Befestigungselemente
- Bekleidung

Wärmeschutz

Auch mit Vorhangfassaden können sämtliche Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllt werden, da jede beliebige Wärmedämmstoffdicke eingesetzt werden kann. Die notwendigen Verankerungselemente können problemlos im KS-Mauerwerk verdrübelt werden.

Bei der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwandkonstruktion ist bei VHF der Einfluss der punktuellen Wärmebrücken im Bereich der Verankerungspunkte zu berücksichtigen. Dieser Einfluss kann durch wärmedämmende Unterlegscheiben aus geschlossenzelligem PVC-hart oder PUR-Ummantelungen minimiert werden.

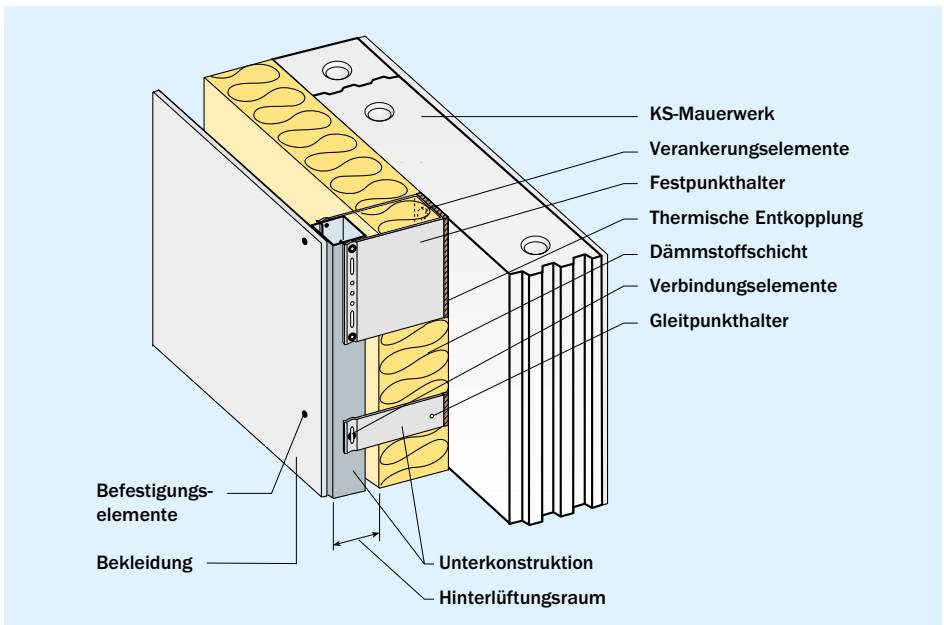


Bild 23 Konstruktionselemente von vorgehängten hinterlüfteten Außenwandbekleidungen

Feuchteschutz/Witterungsschutz

Außenwandkonstruktionen mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden erweisen sich im Hinblick auf den Tauwasserschutz als besonders günstig, da der Dampfdiffusionswiderstand nach außen abnimmt und die das Bauteil durchdringende Feuchtigkeit im Belüftungsraum durch die vorbeistreichende Luft schadensfrei abgeführt werden kann. Auch im Hinblick auf die Austrocknung von Baufeuchte sind hinterlüftete Bekleidungen positiv zu bewerten.

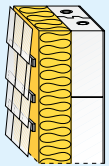
Nach DIN 18516-1 [5] ist eine Minstdicke des Belüftungsraums von 2 cm ausreichend, die örtlich auf 5 mm reduziert werden darf. Bei der Ausbildung von offenen Fugen zwischen den Bekleidungs-elementen sollte jedoch eine Minstdicke von 4 cm eingehalten werden.

An Kopf- und Fußpunkten der hinterlüfteten Fassade sind Be- und Entlüftungsöffnungen von 50 cm² je m Fassadenlänge anzuordnen. Diese können zusätzlich durch so genannte Insektengitter o.Ä. gesichert werden.

Der Witterungsschutz wird durch die Bekleidungs-elemente erbracht. Das hinter ein Bekleidungs-element eindringende Niederschlagswasser darf keinen schädigenden Einfluss ausüben.

Bei kleinformatigen Bekleidungen erfolgt der Witterungsschutz im Bereich der Fugen durch eine ausreichende Überdeckung. Bei großformatigen Elementen können offene Fugen ausgeführt werden, sofern die Fugenbreite zwischen den Bekleidungs-elementen nicht breiter als 10 mm und der Abstand der Außenwandbekleidung zur Wärmedämmung ≥ 40 mm ist.

Tafel 9 U-Werte von einschaligen KS-Außenwänden mit hinterlüfteter Außenwandbekleidung

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau
			0,022	0,024	0,032	0,035	
	31,5	10	–	–	0,28	0,30	Einschalige KS-Außenwand mit hinterlüfteter Außenwandbekleidung $R_{si} = 0,13$ (m ² ·K)/W $\lambda = 0,70$ W/(m·K) 0,175 m Kalksandstein (RDk 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99$ W/(m·K) Nichtbrennbarer Wärmedämmstoff WAB $R_{se} = 0,13$ (m ² ·K)/W 0,02 m Hinterlüftung 0,01 m Fassadenbekleidung
	33,5	12	–	–	0,24	0,26	
	37,5	16	–	–	0,18	0,20	
	41,5	20	–	–	0,15	0,16	
	45,5	24	–	–	0,13	0,14	
	51,5	30	–	–	0,10	0,11	

Zur Berechnung der U-Werte sind ausschließlich Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B anzusetzen.

¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohdklassen ergeben sich nur geringfügig andere U-Werte.

Schallschutz

Umfangreiche Eignungsprüfungen zum Schallschutz an Außenwandsystemen mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden zeigen, dass mit größer werdenden Dicken der Wärmedämmung und mit wachsender Masse der vorgehängten Fassade die Schalldämmung steigt.

3.4 Ausfachungen aus KS-Mauerwerk

Bei Skelettbauweisen werden Ausfachungen aus KS-Mauerwerk als nicht tragende Außenwände eingesetzt. Es handelt sich dabei um scheibenartige Bauteile, die überwiegend nur durch ihr Eigengewicht beansprucht werden. Sie müssen die auf ihre Fläche wirkenden Windlasten sicher auf die angrenzenden, tragenden Bauteile, z.B. Wand- und Deckenscheiben, Stahl- oder Stahlbetonstützen und Unterzüge, abtra-

gen. Nicht tragende KS-Außenwände können entsprechend den an sie gestellten Anforderungen einschalig oder mehrschalig, verputzt oder unverputzt, mit außen liegender Wärmedämmung, mit vorgehängter Fassade ausgeführt werden.

Bei Ausfachungswänden von Fachwerk, Skelett- und Schottensystemen darf nach DIN EN 1996-3/NA auf einen statischen Nachweis verzichtet werden, wenn

- die Wände vierseitig gehalten sind, z.B. durch Verzahnung, Versatz oder Anker,
- die Größe der Ausfachungsfläche nach DIN EN 1996-3/NA, Tabelle NA.C.1 eingehalten ist und
- Normalmauermörtel mindestens der Mörtelgruppe NM IIa oder Dünnbettmörtel verwendet wird.

Tafel 10 Zulässige Größtwerte der Ausfachungsfläche von nicht tragenden Außenwänden ohne rechnerischen Nachweis nach DIN EN 1996-3/NA

Alle Stein-Mörtel-Kombinationen nach DIN EN 1996-3/NA, ohne Stoßfugenvermörtelung						
Wanddicke t [mm]	Größe zulässige Werte ^{1), 2)} der Ausfachungsfläche A_w in m ² bei einer Höhe über Gelände von					
	0 m bis 8 m			8 m bis 20 m ³⁾		
	$h/l \leq 0,5$	$h/l = 1,0$	$h/l \geq 2,0$	$h/l \leq 0,5$	$h/l = 1,0$	$h/l \geq 2,0$
115 ³⁾	8/11 ⁴⁾	12/16 ⁴⁾	8/11 ⁴⁾	–	–	–
150	8/11 ⁴⁾	12/16 ⁴⁾	8/11 ⁴⁾	5/7 ⁴⁾	8/11 ⁴⁾	5/7 ⁴⁾
175	14	20	14	9	13	9
240	25	36	25	16	23	16
≥ 300	33	50	33	23	35	23

¹⁾ Bei Seitenverhältnissen $0,5 < h/l < 2,0$ dürfen die größten zulässigen Werte der Ausfachungsflächen geradlinig interpoliert werden.

²⁾ Die angegebenen Werte gelten für KS-Mauerwerk mit Normalmauermörtel mindestens NM IIa und Dünnbettmörtel.

³⁾ In Windlastzone 4 nur im Binnenland zulässig

⁴⁾ Bei Verwendung von Kalksandsteinen (Festigkeitsklasse ≥ 12) dürfen die größeren Werte verwendet werden.



Bild 24 Kalksandstein-Mauerwerk als Ausfachung einer Stahlkonstruktion

Zulässige Wandabmessungen und -flächen für KS-Mauerwerk nach DIN EN 1996-3/NA sind für verschiedene Wanddicken und Seitenverhältnisse Höhe zu Länge (h/l) angegeben, Tafel 10.

Die in den Normen, z.B. auch in DIN EN 1996-3/NA [6], angegebenen Größtwerte von Ausfachungsflächen nicht tragender KS-Außenwände dürfen nach [7] und [8] unter der Voraussetzung der Halterung am Wandkopf und der seitlichen Anschlüsse erhöht werden.

Die nicht tragenden Außenwände und ihre Anschlüsse müssen so ausgebildet sein, dass sie die auf sie wirkenden Windlasten auf die angrenzenden, tragenden Bauteile sicher abtragen.

Der seitliche Anschluss an angrenzende Bauteile erfolgt in der Regel gleitend und elastisch

- durch Einführen der Wand in eine Nut,
- durch übergreifende Stahlprofile oder Ankersysteme in korrosionsgeschützter Ausführung.

Zwischen den nicht tragenden Außenwänden und angrenzenden Bauteilen werden Streifen aus Mineralwolle o.Ä. eingelegt, äußere und innere Fugen sind elastoplastisch oder mit Fugenbändern abzudichten.

Der obere Anschluss der nicht tragenden Außenwand an die tragenden Bauteile ist sinngemäß wie der seitliche Anschluss gleitend auszuführen.

Entsprechend Art und Spannweite der tragenden Konstruktion erfolgt im Bereich des oberen Wandanschlusses ein Toleranzausgleich, im Allgemeinen von ca. 2 cm. Der Hohlraum ist mit Mineralwolle auszufüllen und gegen Schlagregenbeanspruchung abzudichten. Dadurch wird vermieden, dass die tragenden angrenzenden Bauteile durch Formänderungen und nachträgliches Durchbiegen unbeabsichtigte Lasten und Spannungen auf die nicht tragenden Außenwände übertragen.

Am unteren Anschluss werden die Horizontalkräfte aus Windlasten zwischen der nicht tragenden Außenwand und dem tragenden Bauteil durch Reibung auf die tragende Konstruktion abgeleitet. Dies ist bei der Auswahl von Trennlagen (z.B. R 500) zu berücksichtigen.

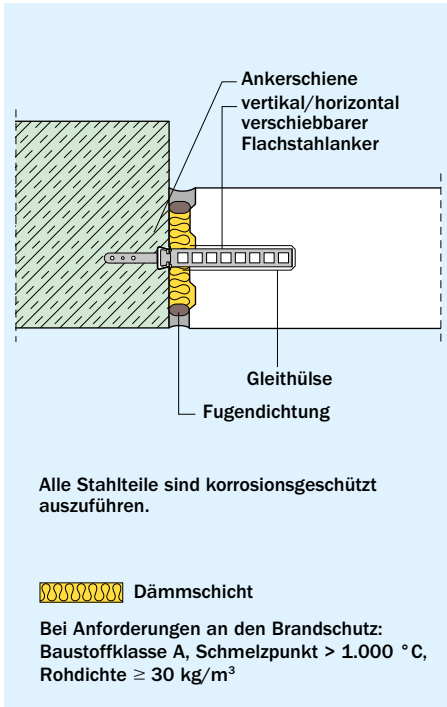


Bild 25 Beispiel für einen gelenkigen Wandanschluss an eine Stahlbetonstütze mit Ankerschienen bei Verwendung von Normalmauermörtel

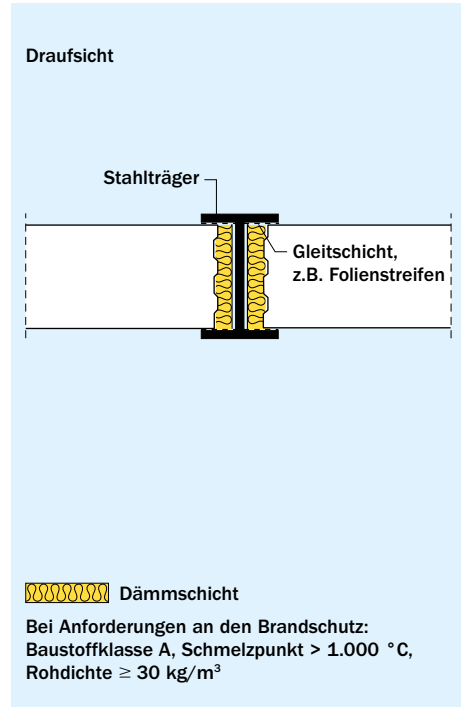


Bild 26 Gleitende Wandanschlüsse an Stahlträger

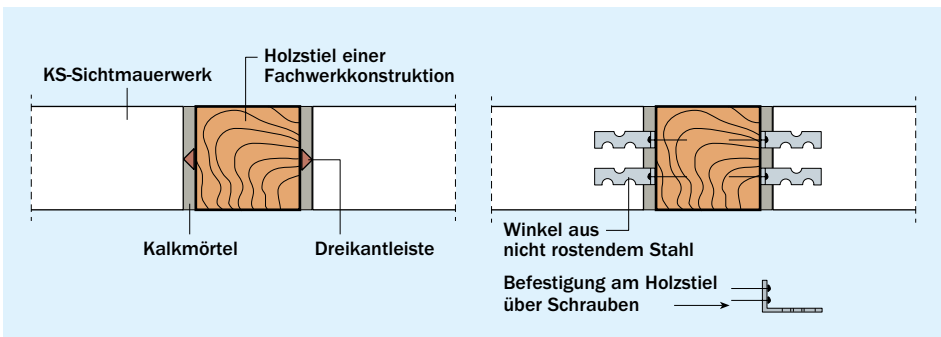


Bild 27 Wandanschluss von KS-Sichtmauerwerk an eine Holzfachwerkkonstruktion

4. Frei stehende KS-Wände

Frei stehende Wände werden weder seitlich durch Querwände oder Stützen, noch oben durch anschließende Decken oder Ringbalken gehalten. Dies trifft z.B. für Einfriedungen und Brüstungen zu.

Standsicherheit

Zur Ermittlung der Horizontal- und Eigenlasten ist DIN EN 1991-1/NA [9] zu beachten. Bei den Windlastannahmen ist die Windlastzone, die Geländekategorie und die Höhenlage der Bauteile über Gelände zu beachten.

Zulässige Höhen frei stehender KS-Wände der Steinrohdichteklasse 2,0 ohne Aussteifung und ohne Auflast sind danach wie folgt: Für die Windzone 2, welche die Windzone 1 auf der sicheren Seite mit abdeckt, ergibt sich nach [10] bei Verwendung von Kalksandsteinen mit Schichtmaßhöhe

25 cm folgende zulässige Anzahl von Steinschichten:

- Wanddicke 17,5 cm: 1 Steinschicht
- Wanddicke 24 cm: 2 Steinschichten
- Wanddicke 30 cm: 3 Steinschichten
- Wanddicke 36,5 cm: 5 Steinschichten

Die Angaben gelten für eine Kronenhöhe der Wände bis zu maximal 8 m über Geländeoberkante.

Sollen frei stehende Mauerwerkswände höher gemauert werden, sind diese Wände durch Pfeiler und ggf. zusätzlich durch biegesteife Querriegel auszusteifen. Ohne Riegel gilt die Wand als dreiseitig gehalten. Mit einem zusätzlichen biegesteifen Querriegel

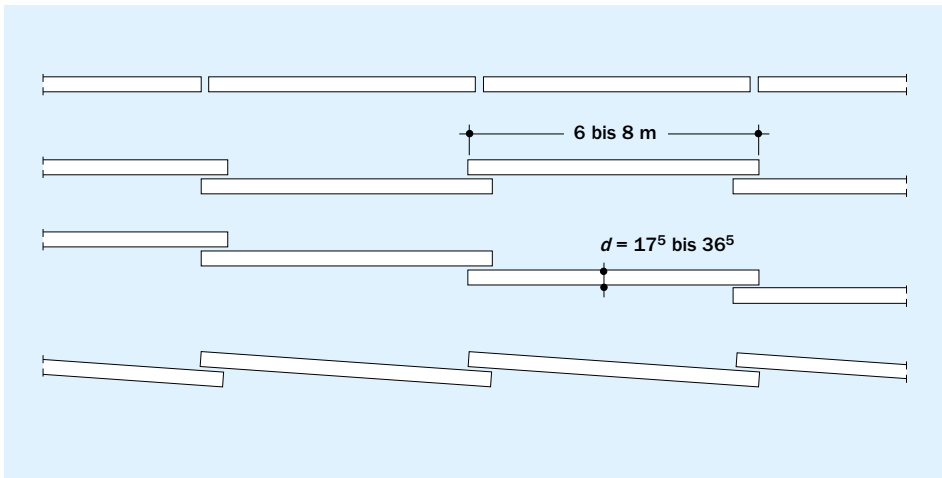


Bild 28 Gliederung frei stehender KS-Wände

Tafel 11 Aussteifung frei stehender Wände aus KS mit bzw. ohne oberen Querriegel bei einer Höhe über Gelände von 0 bis 8 m¹⁾

Wanddicke <i>d</i> [cm]	Wandhöhe <i>h</i> [m]	Empfohlener Abstand <i>a</i> [m]	Aussteifungspfeller	
			Stahlprofil (statisch erforderlich) ³⁾	Stahlbeton- querschnitt <i>b/d</i> ⁴⁾ [cm/cm]
mit oberem Querriegel				
11,5²⁾	1,50	5,50	I 120	35/12
	2,00	4,00	I 120	40/12
	2,50	3,50	I 120	45/12
	3,00	3,00	I 120	50/12
17,5	2,00	5,50	I 180	30/18
	2,50	4,50	I 180	35/18
	3,00	3,50	I 180	40/18
	3,50	3,00	I 180	45/18
24	2,50	8,00	I 240	30/24
	3,00	6,50	I 240	35/24
	3,50	5,50	I 240	40/24
	4,00	5,00	I 240	45/24
ohne oberen Querriegel				
11,5²⁾	1,00	3,50	I 120	20/12
	1,50	3,00	I 120	30/12
	2,00	2,00	I 120	40/12
17,5	1,50	3,50	I 180	20/18
	2,00	2,50	I 180	30/18
	2,50	2,00	I 180	40/18
24	2,00	5,00	I 240	20/24
	2,50	4,00	I 240	25/24
	3,00	3,00	I 240	30/24

¹⁾ Die Angaben gelten für ein Mischprofil der Geländekategorien I–II (Regelprofil im Binnenland) der Windlastzone 2.
²⁾ Mindestens Steindruckfestigkeitsklasse 12
³⁾ Aus konstruktiven Gründen werden größere Stahlquerschnitte empfohlen.
⁴⁾ Bewehrung gemäß statischem Nachweis

als Wandkrone kann von einer vierseitigen Halterung ausgegangen werden. Zur Aussteifung eignen sich Stahlprofile oder Stahlbetonpfeiler. Damit werden die in Tafel 11 angegebenen Wandhöhen ausführbar.

Gebrauchstauglichkeit

Zur Minimierung der Rissgefährdung aus hydrothermischer Zwangsbeanspruchung sollten die Einzelwandlängen frei stehender Wände (ohne zusätzliche Aussteifung) 6 bis 8 m nicht überschreiten.

Witterungsschutz

Für unverputzte frei stehende Wände sind KS-Verblender zu wählen.

Frei stehende Wände müssen an der Mauerkrone gegen Regenwasser geschützt werden. Hierfür eignen sich Natursteinplatten, Mauerabdeckungen aus vorgefertigten Aluminiumprofilen, Betonfertigteile, Dachziegel etc. Dabei ist auf einen ausreichenden Überstand sowie die Ausbildung von Abtropfkanten (Bild 29) zu achten.

Rollschichten aus Mauerwerk haben sich als obere Abdeckung von frei stehenden Wänden nicht bewährt, da insbesondere der Fugenmörtel durch die starke Regenbeanspruchung in der Dauerhaftigkeit gefährdet ist.

INFO

Der Fußpunkt ist gegen aufsteigende Feuchte, Spritzwasser und Tausalze zu schützen. Der Betonsockel soll deshalb mindestens 30 cm über Gelände geführt werden.

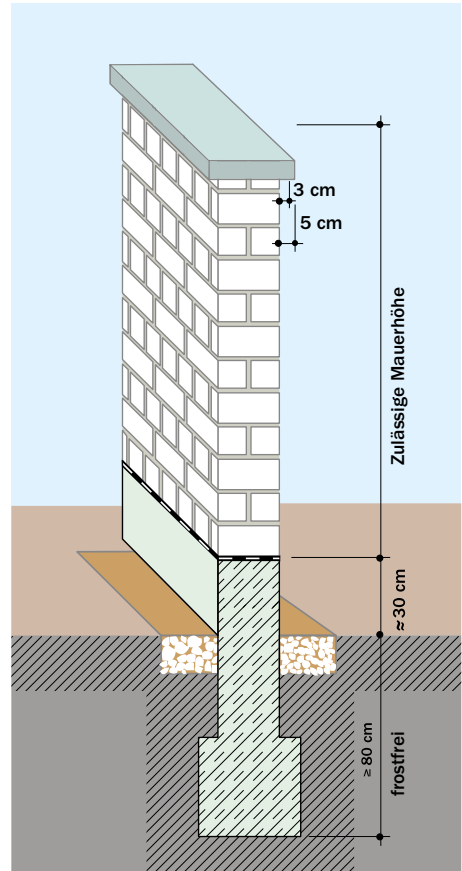


Bild 29 Frei stehende KS-Wand

5. KS-Innenwände

Innenwände dienen in erster Linie dem Raumabschluss – der Unterteilung in Räume – und dem Abtrag von Lasten. Zugleich haben sie weitere, sicherheitsrelevante Funktionen zu erfüllen. Innenwände aus Kalksandstein erfüllen höchste Anforderungen an den Schallschutz und den Brandschutz. Durch ihre hohe Wärme speichernde Masse leisten KS-Innenwände einen wesentlichen Beitrag zum sommerlichen Wärmeschutz. Als tragende Wände sind sie bereits ab Wanddicken von 11,5 cm hoch belastbar. KS-Innenwände können auch als nicht tragende Wände ausgeführt werden. Hinsichtlich der optischen Gestaltung bieten KS-Innenwände als Sichtmauerwerk

oder als verputzte Wände eine Vielzahl an Gestaltungsmöglichkeiten.

5.1 Tragende Innenwände

Mauerwerkswände aus Kalksandstein sind hoch tragfähig. Durch die bei Kalksandstein üblichen hohen Steindruckfestigkeitsklassen ($SFK \geq 12$) sind bereits schlanke Wände ab 11,5 cm Dicke voll belastbar. Die charakteristische Druckfestigkeit ergibt sich als Kombination von Mörtelgruppe und Steindruckfestigkeitsklasse in Abhängigkeit von der Steinart (Lochsteine, Vollsteine, Plansteine und Planelemente).

Tafel 12 Charakteristische Druckfestigkeit f_k [N/mm²] von Einsteinmauerwerk aus Kalksand-Lochsteinen mit Normalmauermörtel

KS L Steindruckfestigkeitsklasse	Mörtelgruppe			
	NM II	NM IIa	NM III	NM IIIa
10 ¹⁾	3,5	4,5	5,0	5,6
12	3,9	5,0	5,6	6,3
16 ¹⁾	4,6	5,9	6,6	7,4

¹⁾ Auf Anfrage regional lieferbar

Tafel 13 Charakteristische Druckfestigkeit f_k [N/mm²] von Einsteinmauerwerk aus Kalksand-Vollsteinen mit Normalmauermörtel

KS Steindruckfestigkeitsklasse	Mörtelgruppe			
	NM II	NM IIa	NM III	NM IIIa
12	5,4	6,0	6,7	7,5
16 ¹⁾	6,4	7,1	8,0	8,9
20	7,2	8,1	9,1	10,1
28 ¹⁾	8,8	9,9	11,0	12,4

¹⁾ Auf Anfrage regional lieferbar

Gegenüber anderen Mauersteinen mit geringerer SFK können KS-Wände zur Aufnahme der gleichen Belastung deutlich schlanker (geringere Wanddicke) ausgeführt werden.

Mit dem längenbezogenen Grundwert R lässt sich die Tragfähigkeit unterschied-

licher Mauerwerkswände einfach vergleichen, siehe Tafel 15. Gegenüber Wänden aus Leichthochlochziegeln oder Porenbeton können KS-Wände deutlich (bis zur Hälfte) schlanker sein. Dadurch ergeben sich erhebliche Wohn- und Nutzflächengewinne.

Tafel 14 Charakteristische Druckfestigkeit f_k [N/mm²] von Einsteinmauerwerk aus Kalksand-Plansteinen und Kalksand-Planelementen mit Dünnbettmörtel

Dünnbettmörtel DM Steindruckfestigkeitsklasse	Planelemente		Plansteine	
	KS XL	KS XL-E	KS P KS -R P	KS L-P KS L-R P
10¹⁾	–	–	–	5,0
12	9,4	7,0	7,0	5,6
16¹⁾	11,2	8,8	8,8	6,6
20	12,9	10,5	10,5	–
28¹⁾	16,0	–	13,8	–

KS XL: KS-Planelement ohne Längsnut, ohne Lochung
 KS XL-E: KS-Planelement ohne Längsnut, mit Lochung
 KS P: KS-Planstein mit einem Lochanteil ≤ 15 %
 KS L-P: KS-Planstein mit einem Lochanteil > 15 %

¹⁾Auf Anfrage regional lieferbar

Tafel 15 Beispiele von Bemessungswerten des Tragwiderstands R_d von Wänden

Baustoff	Porenbeton	Ziegel	KS L-R P	KS -R P	KS XL
SFK	2	6	12	20	20
Mörtel	DM	DM	DM	DM	DM
f_k	1,8 N/mm ²	2,3 N/mm ²	5,6 N/mm ²	10,5 N/mm ²	12,9 N/mm ²
Wanddicke t	365 mm	365 mm	175 mm	175 mm	150 mm
Vollaufliegende Decke; R_d je lfd. m	372 kN/m	476 kN/m	555 kN/m	1.041 kN/m	1.097 kN/m
Teilaufliegende Decke¹⁾	ja	ja	nein	nein	nein

¹⁾ Teilaufliegende Decken werden bei monolithischen Außenwandaufbauten ausgeführt. Dabei ist zu beachten, dass sich der Bemessungswert des Tragwiderstands je nach Auflagertiefe der Decke um ungefähr 50 % reduziert.

5.2 Nicht tragende Innenwände

Nicht tragende Innenwände sind mindestens dreiseitig zu halten. Ihre Anschlüsse müssen so ausgebildet sein, dass sie folgende Anforderungen der DIN 4103-1 erfüllen:

- Sie müssen statischen – vorwiegend ruhenden – sowie stoßartigen Belastungen, wie sie im Gebrauchszustand entstehen können, widerstehen.
- Sie müssen, neben ihrer Eigenlast einschließlich Putz oder Bekleidung, die auf ihre Fläche wirkenden Lasten aufnehmen und auf andere Bauteile, wie Wände, Decken und Stützen, abtragen.
- Sie müssen leichte Konsollasten aufnehmen, deren Wert $\leq 0,4$ kN/m Wandlänge beträgt bei einer vertikalen Wirkungslinie von $\leq 0,3$ m von der Wandoberfläche. Bilder, Bücherregale, kleine Wandschränke u.Ä. lassen sich so an jeder Stelle der Wand unmittelbar in geeigneter Befestigungsart anbringen.

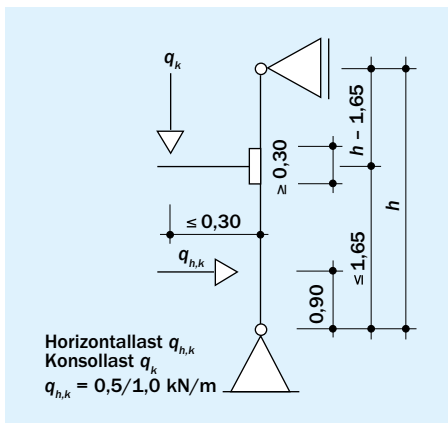


Bild 30 Statische Belastungen nach DIN 4103-1

- Sie dürfen sowohl bei weichen als auch bei harten Stößen nicht zerstört oder örtlich durchstoßen werden.
- Sie müssen zum Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit eine horizontale Streifenlast aufnehmen, die 0,9 m über dem Fußpunkt der Wand angreift:
 - Einbaubereich 1: $p_1 = 0,5$ kN/m, (geringe Menschenansammlung)
 - Einbaubereich 2: $p_2 = 1,0$ kN/m, (hohe Menschenansammlung)

Schadensfreie Ausführung

Für die Rissesicherheit bei nicht tragenden inneren Trennwänden sind folgende Planungs- und Ausführungshinweise zu beachten:

Durchbiegung begrenzen

Die Durchbiegung der Decke, auf der die Trennwände erstellt werden, muss begrenzt werden ($f \leq l/500$, d.h. Biegeschlankheit $l_i/d \leq 150/l_i$ bzw. $d \geq l_i^2/150$). Weitere Gleichungen zur Berechnung der zulässigen Biegeschlankheit sind in DIN EN 1992-1-1/NA [11] angegeben. Unbedingt müssen die Ausschulfristen eingehalten werden und die Nachbehandlung des Betons für die Decken muss erfolgen. Bei kurzen Ausschulfristen müssen wirksame Notstützen gesetzt werden.

Planung

Die Planung erfolgt nach dem Fachbuch „KALKSANDSTEIN. Planungshandbuch. Planung, Konstruktion, Ausführung.“ [12]. Bei Wandlängen $> 5,00$ m können z.B. gleitende Anschlüsse am Wandkopf und eine Trennwand, z. B. R 500, am Wandfuß geplant

werden. Bei Wandlängen > 6,00 m muss die Rissesicherheit abgeschätzt werden. Die maximale Wandlänge sollte 12 m nicht überschreiten.

Bauablauf

Die Trennwände sind möglichst spät (nach Erstellung des Rohbaus) zu mauern. Erst nach Errichtung aller Wände sollte – möglichst spät – die Fuge zwischen Wand und Decke geschlossen werden (falls nicht andere Anschlussarten vorgesehen sind). Der Putz ist möglichst spät aufzubringen.

Putze

Der Putz dient in der Regel als Untergrund für zusätzliche Wandbeläge (z.B. Vliese, Gewebetapeten). Soll die Wandfläche nur angestrichen werden, so sind zur Sicherstellung der optischen Beschaffenheit (Rissfreiheit) besondere Maßnahmen vorzusehen. Besondere Maßnahmen sind z.B. Vorspachteln der Stoß- und Lagerfugen, Verwendung elastisch eingestellter Putzsysteme, Erhöhung der Putzdicke, Einlegen von Putzbewehrungen etc. Die Angaben der Putzhersteller sind zu beachten.

Nicht tragende Innenwände werden unterschieden in:

- vierseitig gehaltene Wände mit oder ohne Auflast
- dreiseitig gehaltene Wände, ein vertikaler Rand frei, mit oder ohne Auflast
- dreiseitig gehaltene Wand, oberer Rand frei

Bei dreiseitig gehaltenen Wänden mit und ohne Auflast und einem freien vertikalen Rand sind reduzierte Wandlängen anzunehmen.



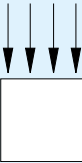

Bild 31 Nicht tragende Innenwand aus Kalksandstein-Bauplatten mit oberer Halterung

Nicht tragende Wände mit Auflast sind Wände, die an der Deckenunterkante voll vermörtelt sind (Mörtel geringer Festigkeit) und auf denen die darüber liegenden Decken sich zum Teil absetzen können. Ganz allgemein gilt, dass das Verfugen zwischen dem oberen Wandende und der Decke im Allgemeinen eher zu empfehlen ist als das Dazwischenlegen von stark nachgiebigem Material. Dies gilt insbesondere dann, wenn davon ausgegangen werden kann, dass nach dem Verfugen in die Trennwände keine Lasten mehr aus Verformung infolge Eigengewichts der darüber liegenden Bauteile eingetragen werden. Das Vermörteln der Anschlussfuge zwischen nicht tragender Wand und Stahlbetondecken soll daher möglichst spät erfolgen.

INFO

Bei nicht tragenden KS-Innenwänden mit oberer Halterung, siehe Tafeln 16 und 17, kann unter Verwendung von Dünnbettmörtel auf die Stoßfugenvermörtelung verzichtet werden.

Tafel 16 Zulässige Wandlängen [m] nicht tragender innerer Trennwände mit Auflast bei vierseitiger Halterung bzw. dreiseitiger Halterung, vertikaler Rand frei

	Einbaubereich	Wandhöhe [m]	Wanddicke [mm]					
			50	70	100	115/150	175/200	240
			Zulässige Wandlänge [m]					
Vierseitige Halterung 	1	2,5	5,5	8	12	12	12	12
		3	6	8,5				
		3,5	6,5	9				
		4	–	9,5				
		4,5	–	–				
	> 4,5 – 6	–	–	–	–	12	12	
	2	2,5	2,5	5,5	8	12	12	12
		3	3	6	8,5			
		3,5	3,5	6,5	9			
		4	–	7	9,5			
4,5		–	7,5	10				
> 4,5 – 6	–	–	–	–	12	12		
Dreiseitige Halterung 	1	2,5	2,75	4	6	8	10	12
		3	3	4,25				
		3,5	3,25	4,5				
		4	–	4,75				
		4,5	–	–				
	> 4,5 – 6	–	–	–	–	10	12	
	2	2,5	1,25	2,75	4	6	8	12
		3	1,5	3	4,25			
		3,5	1,75	3,25	4,5			
		4	–	3,5	4,75			
4,5		–	3,75	5				
> 4,5 – 6	–	–	–	–	8	12		



¹⁾ Unter Auflast wird hierbei verstanden, dass die Wände an der Deckenunterkante voll vermörtelt sind und die darüber liegenden Decken infolge Kriechens und Schwindens sich auf die nicht tragenden Wände zum Teil absetzen können. Ganz allgemein gilt, dass das Verfugen zwischen dem oberen Wandende und der Decke mit Mörtel geringer Festigkeit eher zu empfehlen ist als das Dazwischenlegen von stark nachgiebigem Material. Dies gilt insbesondere dann, wenn davon ausgegangen werden kann, dass nach dem Verfugen in die Trennwände keine Lasten mehr aus Verformung infolge Eigengewichts der darüber liegenden Bauteile eingetragen werden. Das Vermörteln der Anschlussfuge zwischen nicht tragender Wand und Stahlbetondecken soll daher möglichst spät erfolgen.

Bei KS-Mauerwerk mit Dünnbettmörtel darf generell auf eine Stoßfugenmörtelung verzichtet werden.

Dies gilt auch bei Verwendung von Normalmauermörtel mit statisch zulässigen Wandlängen ≥ 12 m oder bei Wänden mit Wandlängen größer als die doppelte Wandhöhe. Für Wanddicken von 50 und 70 mm sowie 100 mm unter Auflast im Einbaubereich 2 gelten die angegebenen Grenzmaße bei Verwendung von Normalmauermörtel der NM III (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel.

Bei Wanddicken ≥ 115 mm ist Normalmauermörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel zu verwenden.

Tafel 17 Zulässige Wandlängen [m] nicht tragender innerer Trennwände ohne Auflast bei vierseitiger Halterung bzw. dreiseitiger Halterung, vertikaler Rand frei

	Einbaubereich	Wandhöhe [m]	Wanddicke [mm]					
			50	70	100	115/150	175/200	240
			Zulässige Wandlänge [m]					
Vierseitige Halterung 	1	2,5	3	5	7			
		3	3,5	5,5	7,5			
		3,5	4	6	8	10	12	12
		4	–	6,5	8,5			
		4,5	–	7	9			
	> 4,5 – 6	–	–	–	–	12	12	
	2	2,5	1,5	3	5	6		
		3	2	3,5	5,5	6,5		
		3,5	2,5	4	6	7	12	12
		4	–	4,5	6,5	7,5		
4,5		–	5	7	8			
> 4,5 – 6	–	–	–	–	12	12		
ohne Auflast								
Dreiseitige Halterung 	1	2,5	1,5	5	3,5			
		3	1,75	2,75	3,75			
		3,5	2	3	4	5	8	12
		4	–	3,25	4,25			
		4,5	–	3,5	4,5			
	> 4,5 – 6	–	–	–	–	8	12	
	2	2,5	0,75	1,5	2,5	3		
		3	1	1,75	2,75	3,25		
		3,5	1,25	2	3	3,5	6	12
		4	–	2,25	3,25	3,75		
4,5		–	2,5	3,5	4			
> 4,5 – 6	–	–	–	–	6	12		
ohne Auflast								

Bei KS-Mauerwerk mit Dünnbettmörtel darf generell auf eine Stoßfugenmörtelung verzichtet werden.

Dies gilt auch bei Verwendung von Normalmauermörtel mit statisch zulässigen Wandlängen ≥ 12 m oder bei Wänden mit Wandlängen größer als die doppelte Wandhöhe. Für Wanddicken von 50 und 70 mm sowie 100 mm unter Auflast im Einbaubereich 2 gelten die angegebenen Grenzmaße bei Verwendung von Normalmauermörtel der NM III (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel.

Bei Wanddicken ≥ 115 mm ist Normalmauermörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel zu verwenden.


INFO

Bei oberem freien Rand sind die Stoßfugen zu vermörteln (Tafel 18).

Grenzmaße bei Verwendung von Normalmörtel der NM III (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel. Bei Wanddicken $\geq 11,5$ cm ist Normalmauermörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel zu verwenden.

Für Wanddicken ≤ 10 cm unter Auflast im Einbaubereich 2 gelten die angegebenen

Tafel 18 Zulässige Wandlängen [m] nicht tragender innerer Trennwände ohne Auflast bei dreiseitiger Halterung, oberer Rand frei, Stoßfugen vermörtelt

Dreiseitige Halterung ¹⁾	Einbaubereich	Wandhöhe [m]	Wanddicke [mm]						
			50	70	100	115/150	175/200	240	
			Zulässige Wandlänge [m]						
	1	2	3	7	8	8			
		2,25	3,5	7,5	9	9			
		2,5	4	8	10	10			
		3	5	9	10	10	12	12	
		3,5	6	10	12	12			
		4	–	10	12	12			
		4,5	–	10	12	12			
	> 4,5 – 6	–	–	–	–	12	12		
	ohne Auflast	2	2	1,5	3,5	5	6	8	8
			2,25	2	3,5	5	6	9	9
			2,5	2,5	4	6	7	10	10
			3	–	4,5	7	8	12	12
			3,5	–	5	8	9	12	12
			4	–	6	9	10	12	12
4,5			–	7	10	10	12	12	
> 4,5 – 6	–	–	–	–	12	12			

Die Stoßfugen sind generell zu vermörteln.

Für Wanddicken ≤ 100 mm ist Normalmauermörtel der NM III (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel zu verwenden. Bei Wanddicken ≥ 115 mm ist Normalmauermörtel mindestens der NM IIa (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) oder Dünnbettmörtel zu verwenden.

¹⁾ Die obere Halterung kann durch einen Ringbalken hergestellt werden. In diesem Fall gelten die Werte der Tafeln 16 und 17.

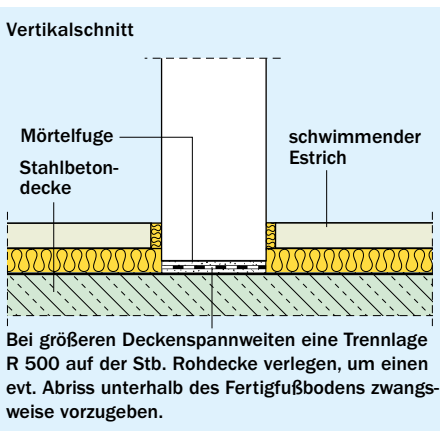


Bild 32 Starrer Anschluss im Fußpunkt

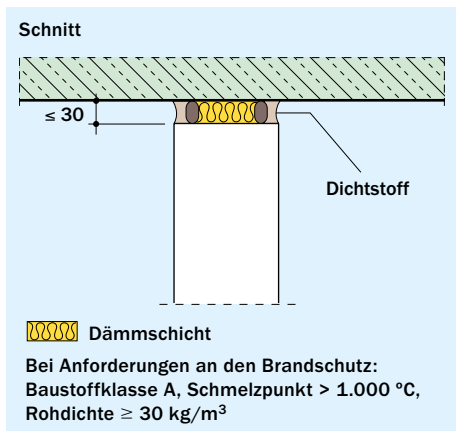


Bild 33 Gleitender Deckenanschluss bei dreiseitig gehaltenen Wänden, oberer Rand frei

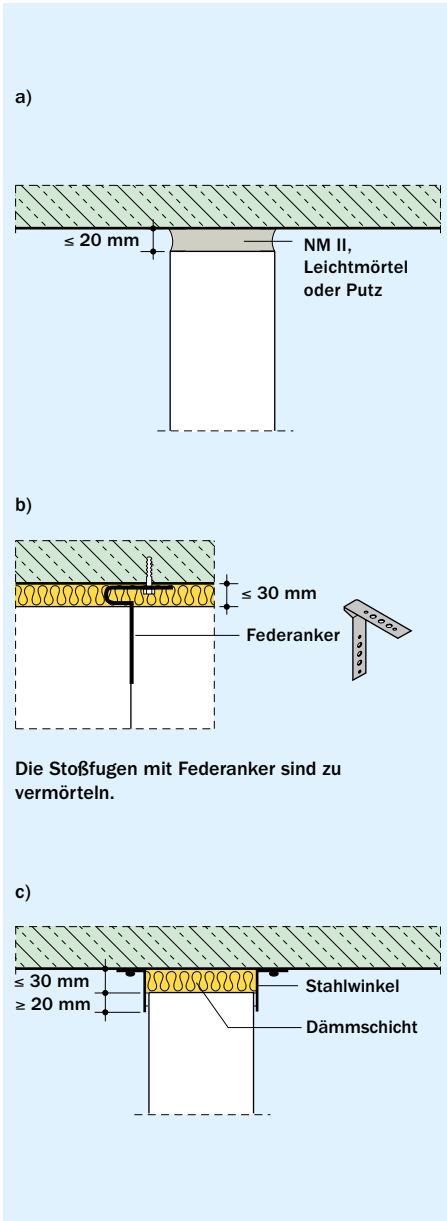


Bild 34 Deckenanschlüsse, oberer Rand gehalten

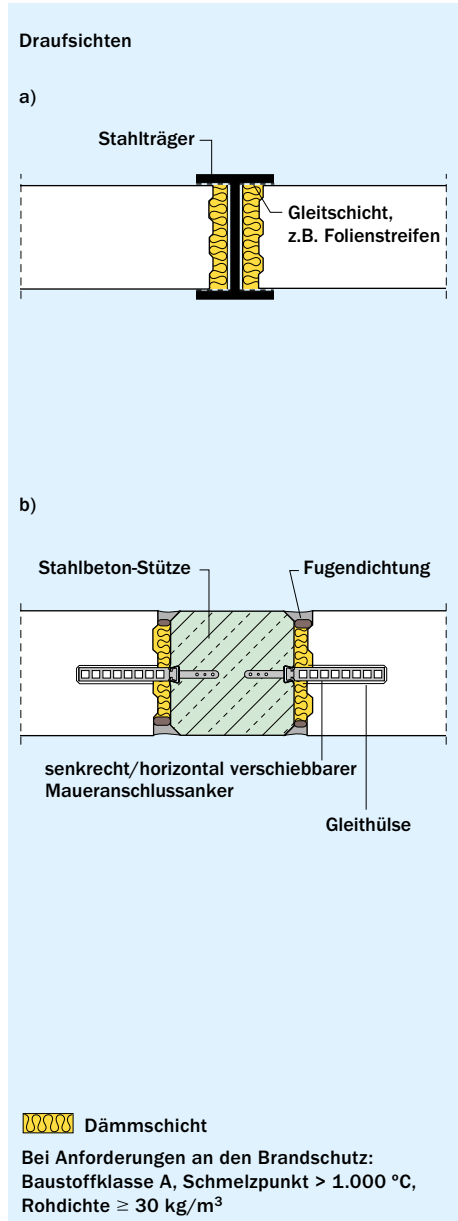


Bild 35 Anschluss an Zwischenstütze (Aussteifungsstütze)

5.3 Nicht tragende leichte Trennwände

Nicht tragende leichte Innenwände sind durch eine Linienlast nach DIN EN 1991-1-1/NA < 5 kN/m definiert.

Daraus ergeben sich in Abhängigkeit der gewählten Steinformate (Rohdichte und Wanddicke) maximal zulässige Wandhöhen.

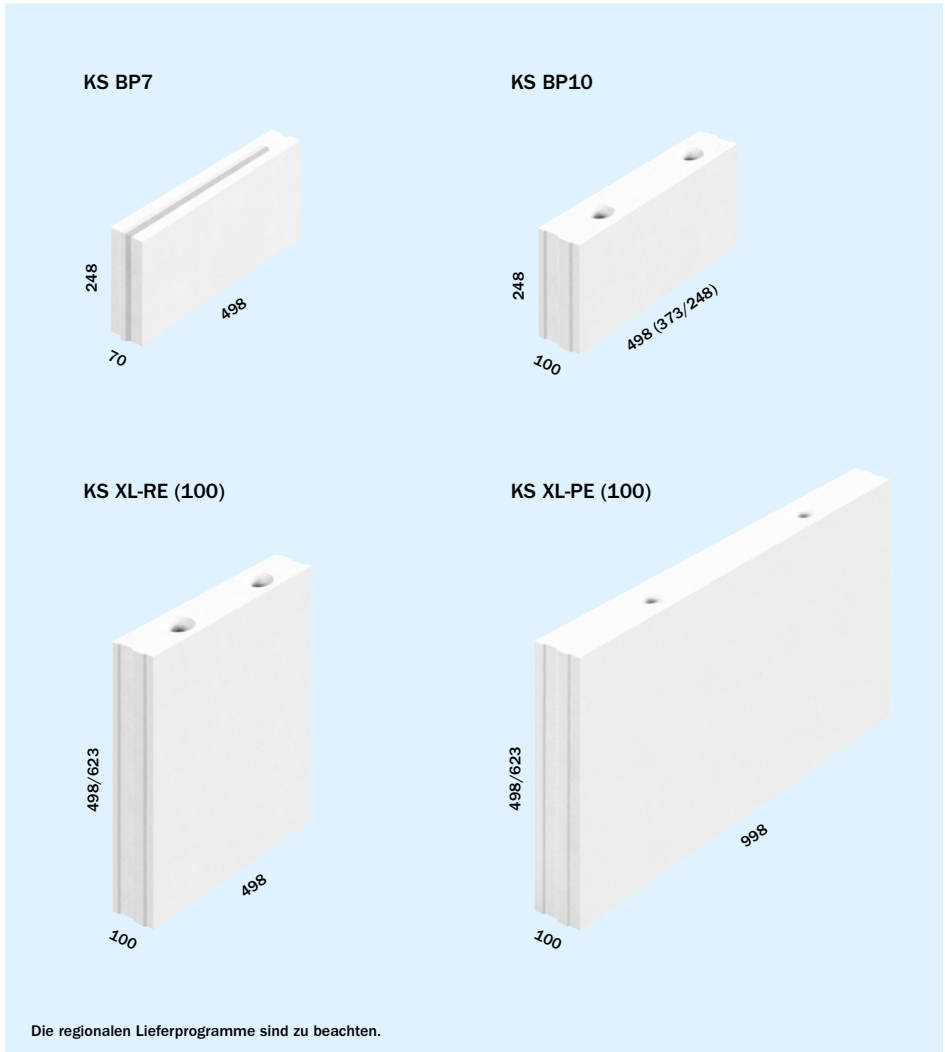


Bild 36 KS-Produkte für nicht tragende Wände nach DIN 4103

Tafel 19 Technische Daten für nicht tragende KS-Wände mit Linienlasten $\leq 5 \text{ kN/m}$

	Eigenschaft	Einheit	Produkte			
		Wanddicke	[mm]	70	100	100
	Steinbezeichnung	-	KS BP7	KS BP10	KS BP10	KS L
	Steinrohdichteklasse	-	2,0	1,2	1,4	1,4
Statik ¹⁾	Maximale Wandhöhe bei Linienlast nach DIN EN 1991-1-1/NA ($\leq 5 \text{ kN/m}$)	[m]				
	mit Dünnlagenputz ($d = 2 \cdot \text{ca. } 5 \text{ mm}$)		3,45	3,70	3,25	2,85
	mit beidseitigem Putz ($d = 2 \cdot 10 \text{ mm}$)		3,10	3,30	2,95	2,65
	Zuschlag zur Verkehrslast der Decke nach DIN EN 1991-1-1/NA	[kN/m ²]	1,2	1,2	1,2	1,2
Schall- schutz ¹⁾	Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w nach DIN 4109-2:2016-07	[dB]				
	mit Dünnlagenputz ($d = 2 \cdot \text{ca. } 5 \text{ mm}$)		44	42	44	46
	mit beidseitigem Putz ($d = 2 \cdot 10 \text{ mm}$)		45	43	45	47
Brand- schutz	Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 1996-1-2/NA					
	mit Dünnlagenputz ($d = 2 \cdot \text{ca. } 5 \text{ mm}$)	-	EI 60	EI 90	EI 90	EI 120
	mit beidseitigem Putz ($d = 2 \cdot 10 \text{ mm}$)		EI 90	EI 90	EI 90	EI 120

¹⁾ Die Ermittlung der Wandflächengewichte bzw. flächenbezogenen Masse der Wände ist in DIN EN 1991-1-1/NA und DIN 4109 unterschiedlich geregelt.

Anmerkung: Wenn die maximalen Wandhöhen überschritten werden, ist ein Nachweis durch Ansatz einer Linienlast auf der Decke möglich. Wände mit höherem Wandeigengewicht (z.B. 115 mm dicke Wände der RDK 2,0) können alternativ zum Ansatz als Linienlast auch durch erhöhte Deckenzuschläge nach [13] berücksichtigt werden.

5.4 Sichtflächen

KS-Innenwände können als hochwertiges Innensichtmauerwerk, als sichtbar belastetes Mauerwerk oder mit Putz ausgeführt werden.

Für Innensichtmauerwerk spielt die Frostwiderstandsfähigkeit der Steine im Allgemeinen keine Rolle. Spezielle Verblendsteine für Innensichtmauerwerk gibt es nicht, so dass hier im Einzelfall zu entscheiden ist, ob KS-Verblender oder KS-Hintermauer-

steine – letztere bei geringeren optischen Anforderungen – zur Anwendung kommen, siehe Tafel 20.

Sichtmauerwerk unterliegt rohstoffbedingt gewissen farblichen Schwankungen. Handwerksgerecht erstelltes Sichtmauerwerk lebt von diesen kleinen Unregelmäßigkeiten und sollte z.B. nicht mit einer Fliesenbekleidung verglichen werden. Die konstruktive Ausführung von Mauerwerk ist in Normen, Richtlinien und Merkblättern eindeutig beschrieben. Für die gestalterische

Erscheinungsform von Mauerwerks-Sichtflächen gibt es jedoch keine verbindlichen Regeln. Die Anforderungen, die an das Erscheinungsbild des Sichtmauerwerks gestellt werden, sind vom Planer so eindeutig zu beschreiben, dass die ausgeschriebene Leistung sicher kalkuliert, ausgeführt und abgenommen werden kann.

Bei der Beurteilung von Sichtmauerwerk spielt ein angemessener, gebrauchstüblicher Betrachtungsabstand eine Rolle, weiterhin die Größe und die gestalterische Gesamtwirkung der Sichtmauerwerksfläche.

INFO

Zu empfehlen ist, dass in der Leistungsbeschreibung neben Mustersteinen auch eine Musterfläche vereinbart wird. Mit Hilfe einer solchen Musterfläche können Steine, Mauerverband und Verfugung festgelegt und abgestimmt werden.

Der Innenputz soll dem Mauerwerk eine ebene und abriebfeste Oberfläche geben. Er soll mit dem flächendeckenden und nahtlosen Auftrag die für den Wärme- und Schallschutz wichtige Luftdichtigkeit

der Wand sicherstellen. Im Innenbereich von Bauwerken können grundsätzlich alle Putze nach DIN 18550 verwendet werden. Die Norm unterscheidet die Putze (mittlere Dicke 10 bis 15 mm) nach den Bindemitteln Kalk, Zement, Gips bzw. Anhydrit und Kunstharz.

Mit modernem KS-Plansteinmauerwerk können heute bei fachgerechter Verarbeitung planebene Putzgründe hergestellt werden. Damit ist auch der Einsatz Kosten sparender Dünnlagenputze (mittlere Putzdicke 5 mm) möglich.

INFO

Der Dünnlagenputz dient in der Regel als Untergrund für zusätzliche Wandbeläge (z.B. Vliese, Gewebetapeten). Soll die Wandfläche nur angestrichen werden, so sind zur Sicherstellung der optischen Beschaffenheit (Rissfreiheit) besondere Maßnahmen vorzusehen. Besondere Maßnahmen sind z.B. Vorspachteln der Stoß- und Lagerfugen, Verwendung elastisch eingestellter Putzsysteme, Erhöhung der Putzdicke, Einlegen von Putzbewehrungen etc. Die Angaben der Putzhersteller sind zu beachten.

Tafel 20 Übersicht über verschiedene Anwendungsbereiche und die entsprechenden Steinarten

Anforderungen an die Steine	Steinart	Anwendungsbereich, Beispiele
Hohe optische Anforderungen, Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); mit oder ohne Anstrich oder Imprägnierung	Verblendmauerwerk von ein- und zweischaligen Außenwänden
Normale optische Anforderungen, Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); KS-Vormauersteine (KS Vm)	Außensichtmauerwerk für Industriebauten und Bauten in der Landwirtschaft
Hohe optische Anforderungen, jedoch keine Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit	KS-Verblender (KS Vb); mit oder ohne Anstrich	Innensichtmauerwerk in Wohnbereichen und repräsentativen Gebäuden
Geringe optische Anforderungen, keine Anforderungen an die Frostwiderstandsfähigkeit	Kalksandsteine (auch nicht frostwiderstandsfähige), vorzugsweise mit Anstrich oder Schlämme	Sichtbar belassenes Innenmauerwerk in untergeordneten Räumen, Kellermauerwerk, Industriebauten und Bauten in der Landwirtschaft

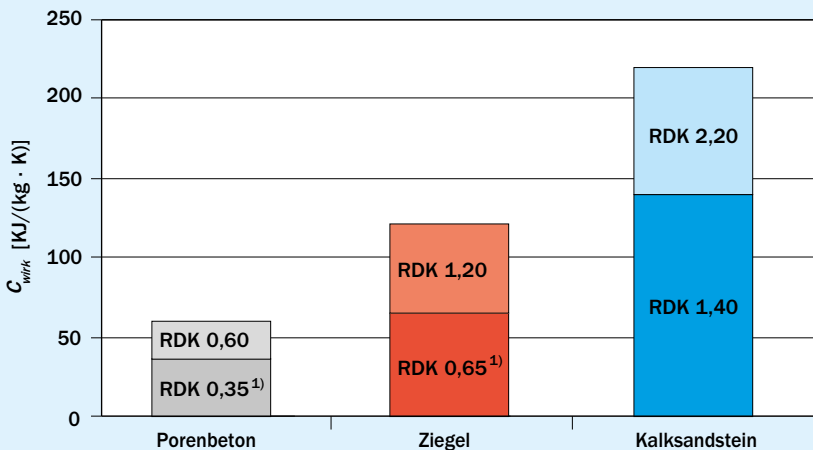
Eine weitere Möglichkeit der Gestaltung sind geschlammte Oberflächen. Diese lassen sich kostengünstig mit geringem Material und Arbeitseinsatz herstellen. Der Auftrag erfolgt in der Regel mit einer Glättkelle oder einem Quast. Diese Ausführung der Oberfläche findet üblicherweise nur in untergeordneten Räumen Anwendung, wie z.B. Lager- und Abstellräumen, an die keine bzw. nur geringe Anforderungen hinsichtlich der optischen Beschaffenheit der Oberfläche gestellt werden.

5.5 Wärmeschutz/Wärmespeicherung

Wirksamer Hitzeschutz ist wichtig, damit auch während sommerlicher Hitzeperioden sichergestellt ist, dass in Gebäuden behagliche Raumtemperaturen herrschen. Neben vorhandenen Sonnenschutzeinrichtungen wird das sommerliche Temperaturverhalten

eines Gebäudes wesentlich von seiner Bauart beeinflusst, wobei sich schwere, Wärmespeichernde Bauteile wie KS-Wände positiv auswirken. Die moderne Architektur mit großen Glasanteilen in der Fassade führt im Sommer bei fehlenden schweren Innenbauteilen oft zu unerträglich hohen Raumtemperaturen. Dieses als „Barackenklima“ bezeichnete Phänomen ist z.B. bei Dachgeschossen bekannt, die häufig ausschließlich mit Leichtbaukonstruktionen ausgebaut werden. Bei modernen Bürogebäuden mit hohen internen Wärmeabgaben z.B. durch EDV, Büroelektronik kann aufgrund fehlender schwerer Wärme speichernder Innenbauteile häufig auf kosten- und energieintensive Klimaanlage für Gebäudekühlung nicht verzichtet werden.

DIN 4108-2 stellt ein vereinfachtes Nachweisverfahren zum sommerlichen Wärmeschutz zur Verfügung. Es soll sicherstellen,



1) Bei Werten der Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R < 0,10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ darf die wirksame Wärmespeicherfähigkeit wärmedämmender Baustoffe nicht berücksichtigt werden.

Für die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} dürfen maximal 10 cm dicke Bauteilschichten (von innen gesehen) angesetzt werden.

Bild 37 Schwere Innen- und Außenwände aus Kalksandstein wirken temperatenausgleichend.

dass auch ohne Kühlmaßnahmen in Aufenthaltsräumen keine unzumutbar hohen Raumtemperaturen auftreten. Der Nachweis ist praktisch für alle Aufenthaltsräume (auch Bürogebäude) durchzuführen.

Gebäude mit schweren KS-Wänden zeichnen sich durch besonders hohes Wärmespeichervermögen (Wärmespeicherung) aus. Der natürliche Wärmespeicher Kalksandstein sorgt auch während sommerlicher Hitzeperioden für angenehm niedrige Raumtemperaturen. Besonders gut lässt sich dieser Effekt nutzen, wenn durch Lüftung während der kühleren Nachtstunden der Wärmespeicher Kalksandstein „entladen“ wird. Tagsüber kann die KS-Wand der Raumluft dann wieder große Wärmemengen entziehen. Die maximale Raumtemperatur kann gegenüber Leichtbaukonstruktionen um mehr als fünf Grad verringert werden und liegt bei reinen KS-Konstruktionen auch niedriger als bei monolithischen Außenwänden [13].

Diese Vorteile werden auch in der Normung berücksichtigt. Beim erforderlichen Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 können reine KS-Konstruktionen in die höchste Bauteilklasse eingeordnet werden und erhalten somit einen deutlichen Bonus im Rechenverfahren.

INFO

Gebäude aus Kalksandstein-Vollsteinen mit Stahlbetondecken sind generell als schwere Bauart einzustufen.

5.6 Schallschutz

Guter Schallschutz ist bei schweren, massiven Wänden gegeben. Wegen der hohen Rohdichten der Kalksandsteine sind diese bestens für guten Schallschutz geeignet. Für Wände mit Schallschutzanforderungen werden üblicherweise KS-Vollsteine in erforderlicher Rohdichteklasse verwendet. Auch die Vorschläge und Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz sind mit Kalksandsteinwänden wirtschaftlich zu erfüllen.

Anforderungen an den Schallschutz

Der Schallschutz in Gebäuden hat eine große Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen. DIN 4109-1:2018-01 beschreibt die Mindestanforderung an den baulichen Schallschutz.

Schallschutz nach DIN 4109-1:2018-01

In DIN 4109 werden Anforderungen an den Schallschutz zwischen fremden Wohnräumen gestellt. Diese Mindestanforderungen sind auch ohne weitere Vereinbarungen baurechtlich immer geschuldet (Bild 38, Zahlenwert im Kreis oben). Gegenseitige Rücksichtnahme der Bewohner durch Vermeidung unnötigen Lärms wird dabei vorausgesetzt.

Erhöhter Schallschutz

In Beiblatt 2 zur DIN 4109:1989-11 sowie in weiteren Regelwerken (z.B. VDI 4100) werden Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz genannt. Die Kalksandsteinindustrie empfiehlt für den erhöhten Schallschutz höhere Werte als in Beiblatt 2 angegeben werden, siehe Bild 38 (untere Werte im Kreis).

Schallschutz: Mindestanforderungen nach DIN 4109:2018-01 und Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie

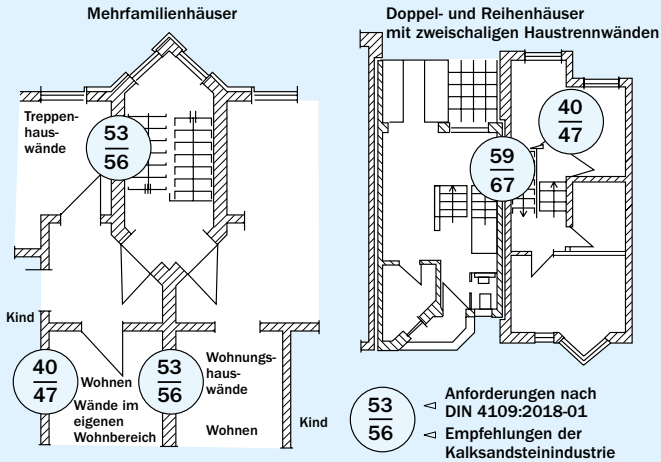


Bild 38 Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 und Empfehlungen für erhöhten Schallschutz der Kalksandsteinindustrie

Schallschutznachweise nach Normenreihe DIN 4109:2018

Die komplexen Zusammenhänge bei Schallübertragungen haben dazu geführt, dass Schalldämm-Maße R'_w nicht mehr nur aus Tabellen abgelesen werden können, sondern berechnet werden müssen. Für die Nachweisführung zwischen zwei Räumen geht hierzu die Raumgeometrie, das Trennbauteil, die Flankenbauteile sowie zusätzlich die Art und Ausbildung der Stoßstellen ein.

Mit dem KS-Schallschutzrechner lässt sich der Schallschutznachweis schnell und leicht führen. Download kostenlos unter www.kalksandstein.de.

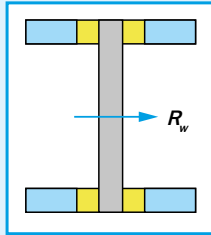
Für eine sichere Nachweisführung, sowie auch besonders für die Schallschutzplanung, ist dieses Verfahren anzuwenden. Es stellt den Stand der Technik dar.

Für die einzeln eingegebenen Bauteile ermittelt der KS-Schallschutzrechner jeweils die zugehörige, schalltechnische Leistungsfähigkeit, die als Direktschalldämm-Maß R_w bezeichnet wird. Einflüsse von Flankenbauteilen werden beim Direktschalldämm-Maß R_w nicht berücksichtigt, im Gegensatz zum Schalldämm-Maß R'_w (Bild 39).

Die Berechnung für eine konkrete Situation zwischen zwei Räumen (horizontal oder vertikal) unter Berücksichtigung der Geo-

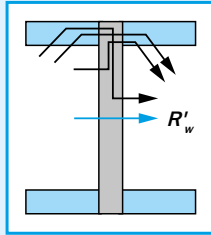
DIN 4109-2:
Direktschalldämm-
Maß R_w

R_w (ohne Apostroph)
beschreibt die Leistungs-
fähigkeit eines Bauteils
ohne Flankeneinflüsse.



DIN 4109-2:
Bauschalldämm-
Maß R'_w

mit Flankeneinflüssen.
Das sind die Flanken-
Eigenschaften, die Flan-
ken-Übertragung und
die Einwirkungen der
Stoßstellen.



metrie, des Trennbauteils (R_w), der Flanken (R_w) sowie der Stoßstellen, ergibt dann das zugehörige Bauschalldämm-Maß R'_w (Bild der 40, 41).

Für eine Auswahl von Mauerwerk aus KS-Plansteinen mit Dünnbettmörtel sind zur Information die Direktschalldämm-Maße R_w tabellarisch aufgelistet (Tafel 21).

Die mit dem KS-Schallschutzrechner ermittelten Schalldämm-Maße R'_w bilden die erreichbare Schalldämmung für die gewählten Bauteile und der vorliegenden Raumgeometrie sehr realitätsnah ab. So ergeben sich schon in der Planungsphase klare Hinweise für die Bauausführung, besonders bei der eventuell geplanten Wahl von leichten, flankierenden Bauteilen.

Bild 39 Direktschalldämm-Maß R_w und bewertetes Bauschalldämm-Maß R'_w

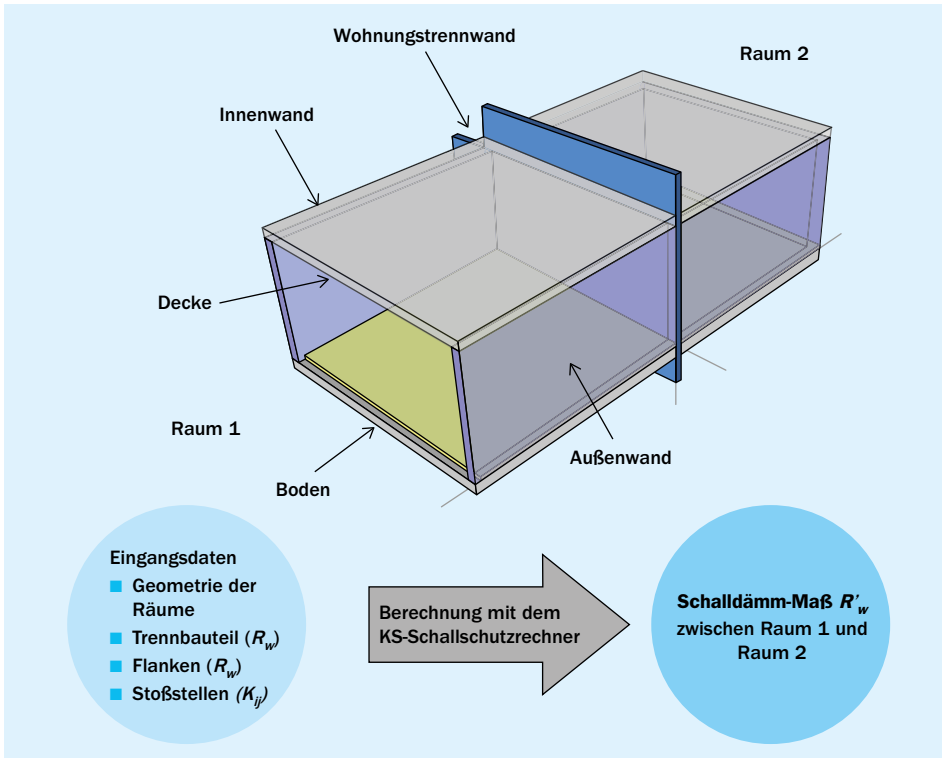
Der Schallschutz hat sich zu einer Planungsaufgabe entwickelt. Die detaillierten

Tafel 21 Direktschalldämm-Maße von Kalksandsteinwänden nach DIN 4109-2

		Direktschalldämm-Maß R_w [dB]			
Wanddicke [mm]	Putzdicke ¹⁾ [mm]	Steinrohdichteklasse (RDK)			
		1,4	1,8	2,0	2,2 ²⁾
115	-	45,0	48,6	50,1	51,4
	10	45,9	49,3	50,7	52,0
	20	46,7	49,9	51,3	52,5
175	-	50,6	54,2	55,7	57,1
	10	51,2	54,7	56,1	57,4
	20	51,8	55,1	56,5	57,8
240	-	54,9	58,5	60,0	61,3
	10	55,3	58,8	60,3	61,6
	20	55,7	59,1	60,5	61,8
300	-	57,9	61,5	63,0	64,3
	10	58,2	61,7	63,2	64,5
	20	58,5	62,0	63,4	64,7

¹⁾ Für den Putz wurde eine Rohdichte von 1.000 kg/m³ angesetzt (Putzdicke 20 mm = beidseitig 10 mm). Weitere Verbesserungen sind durch Putze mit einer Rohdichte von 1.600 kg/m³ möglich.

²⁾ Auf Anfrage regional lieferbar

Bild 40 Von der Bauteileigenschaft R_w zur Gebäudeeigenschaft R'_w **Beispiel für eine horizontale Schallübertragung:**

Eingangsdaten	Konstruktionsdaten	Direktschalldämm-Maße (mit Schallschutzrechner errechnet)
Geometrie:	Raum 1: 4,50 m · 4,50 m · 2,50 m Raum 2: 4,50 m · 4,50 m · 2,50 m	
Trennbauteil:		
Wohnungstrennwand	KS -R P, $d = 240$ mm, RDK 2,0, 2 x 10 mm Putz	$R_w = 60,5$ dB
Flanken:		
• Außenwand	K S -R P, $d = 175$ mm, RDK 2,0, 1 x 10 mm Putz	$R_w = 56,1$ dB
• Innenwand	KS -R P, $d = 115$ mm, RDK 2,0, 2 x 10 mm Putz	$R_w = 51,3$ dB
• Decke	Beton, $d = 200$ mm, ohne Putz	$R_w = 60,7$ dB
• Boden	Beton, $d = 200$ mm, mit schwimmendem Estrich optimiert (akustisch kraftschlüssig oder entkoppelt)	$R_w = 60,7$ dB
Stoßstellen:		

Berechnung mit dem KS-Schallschutzrechner

Ergebnis: Das Schalldämm-Maß zwischen den Räumen 1 und 2 beträgt: $R'_w = 56,5$ dB.
Ein Sicherheitsabschlag (Vorhaltemaß) von 2 dB ist berücksichtigt.

Bild 41 Berechnung für eine konkrete Raumsituation, durchgeführt mit dem KS-Schallschutzrechner

Erkenntnisse aus der Schallschutzplanung zeigen dem Planer frühzeitig auf, wo eventuell schalltechnische Schwachstellen vorhanden und zu korrigieren sind.

Die Wirkung von eventuell vorgesehenen, leichten Außenwänden, die Art und Ausführung der Stoßstellen sowie die Anschlüsse von nicht tragenden Innenwänden, können das Schalldämm-Maß R'_w erheblich beeinflussen. Deshalb sind vom Planer die Bauteile sorgfältig auszuwählen und eindeutige Angaben (Details) für die Ausführenden vorzugeben.

INFO

Der Schallschutz ist eine Planungsaufgabe. In den Planungsunterlagen sind vor allem die Rohdichteklassen sowie Wanddicken und -anschlüsse anzugeben.

Stoßstellen

Gemauerte Wände untereinander können angeschlossen werden:

- im Verband,
- durch Stumpfstoß,
- mit Durchführen.

Für die horizontale Schallübertragung ist besonders der Anschluss zwischen Außenwänden und Wohnungstrennwänden von entscheidender Bedeutung.

Das Durchführen der Wohnungstrennwand durch die Außenwand ist schalltechnisch erst ab einer Außenwandlänge $\geq 1,25$ m (bei geschosshohen Fenstern) wirksam. Eventuell vorhandene Brüstungen sind dementsprechend zu berücksichtigen.

Für die Tragwerksplanung kann es von Vorteil sein, wenn die Außenwände zwischen Fenstern (Abstand vor Wohnungstrennwänden $< 1,25$ m) ohne Unterbrechung erstellt werden.

Bei der schalltechnischen Planung und Ausführung sind folgende Punkte besonders zu beachten:

- Wände mit Schallschutzanforderungen benötigen wegen der Schalldichtheit vom Rohboden bis zur Rohdecke aufgetragene Putze (einseitig 10 mm oder beidseitig je 5 mm dick).
- Bei sichtbar belassenem Mauerwerk müssen die Stoßfugen sorgfältig vermörtelt sein, auch bei Steinen mit Nut- und Feder-Ausbildung.
- Stoßfugen mit Breiten > 5 mm müssen beim Mauern beidseitig an der Wandoberfläche mit Mörtel verschlossen werden.
- Eine Schallschutzplanung führt u.a. zu konkreten Angaben für die Art und Ausbildung der Stoßstellen.
- Korrekte Stumpfstoßanschlüsse mit Mauerankern sind vollflächig zu vermörteln, mit Dünnbettmörtel 1 bis 3 mm bzw. Normalmauermörtel bis ca. 2 cm dick.
- Bei nicht fachgerechter Ausführung kann der Stumpfstoß akustisch abreißen, was eine Reduzierung des Schallschutzes bewirkt (Tafel 22, Stumpfstoß B).
- Das Durchführen der Wohnungstrennwand durch die Außenwand ist schalltechnisch die beste und sicherste Ausführungsvariante (Verbesserung, Bilder 42 und 46).

Tafel 22 Schalltechnische Bewertung von Wandanschlüssen zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand in Kombination mit Fugenvarianten

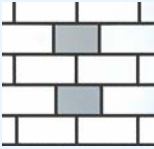
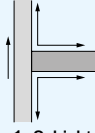
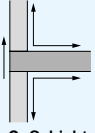

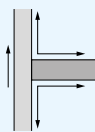
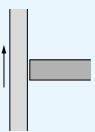

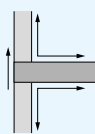
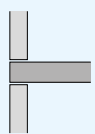
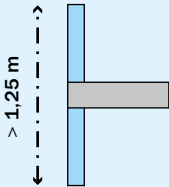
Wandanschluss zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand	Fugenvarianten mit Übertragungswegen		Akustische Wirkung
	A	B	
Verband 	 <p>1. Schicht</p>	 <p>2. Schicht</p>	A + B: Gut , da kraftschlüssig, biegesteif verbunden Vorteilhaft und sicher, besonders bei annähernd gleichschweren Wänden
Stumpfstoß 			A: Gut , da kraftschlüssig, biegesteif verbunden B: Riskant , da bei nicht vollflächiger Vermörtelung, Mörtelschwinden und bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten ggf. eine erhebliche Verschlechterung (Entkopplung) eintritt
Durchgeführt 			A: Gut , da kraftschlüssig, biegesteif verbunden B: Sehr gut , da die Entkopplung, ggf. schon durch Mörtelschwinden, eine deutliche Verbesserung bewirkt



Bild 42 Durch die Außenwand durchgeführte Wohnungstrennwand

„Durchführen“,
wenn Außenwandlänge > 1,25 m

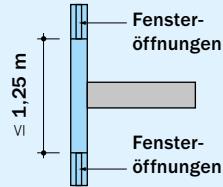
akustisch kraftschlüssig



Die bauübliche handwerkliche Ausführung neigt zu einem akustischen Abriss
→ Schalltechnische Verbesserung!

Stumpfstoß,
wenn Außenwandlänge ≤ 1,25 m

akustisch kraftschlüssig



Akustische Trennung ist anzusetzen bei mangelhafter handwerklicher Ausführung und Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten.

Bis zu einer Pfeilerlänge der Außenwand von ≤ 1,25 m ist die auf den Nachbarraum übertragene Schallenergie bei nahezu raumhohen Fensteröffnungen gering. Daher können aus baupraktischen Gründen dort Stumpfstoße ausgeführt werden.

Bild 43 Ausführungsvarianten der Stoßstelle zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand

Zweischalige Haustrennwände

Zweischalige Haustrennwände mit getrennten Geschossdecken ergeben deutlich bessere Schalldämmwerte gegenüber einschaligen Konstruktionen.

Das Schalldämm-Maß R'_w wird aus der Summe der flächenbezogenen Massen bei-

der Einzelwände ermittelt. Wegen der Zweischaligkeit dürfen auf diesen Wert 12 dB (für ein Erdgeschoss bei vorhandener Unterkellerung) hinzu gezählt werden.

Für Räume ohne Unterkellerung bzw. Räume im Untergeschoss wirkt sich der Einfluss der flankierenden Schallübertragung

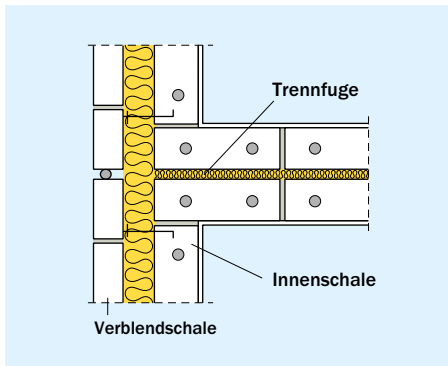


Bild 44 Bis zur Außenhaut durchlaufende Trennfuge

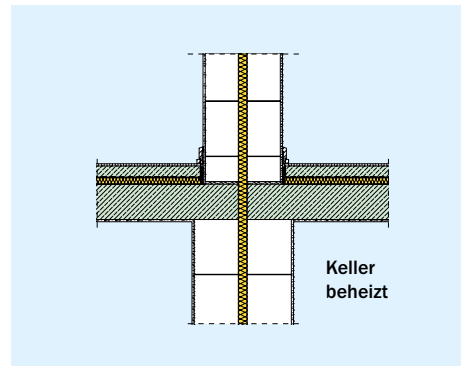


Bild 45 Zwischendeckenanschluss einer zweischaligen Haustrennwand

von durchgehenden Bodenplatten bzw. Fundamenten, erheblich aus. Statt eines Zuschlags von 12 dB sind abhängig von der Ausführung in der Regel nur 9 dB bzw. 6 dB anzusetzen. Siehe Bild 46.

Bei der schalltechnischen Planung und Ausführung von zweischaligen Haustrennwänden sind folgende Punkte besonders zu beachten:

- Die Trennfuge muss vom Fundament bis zum Dach durchlaufen, ohne Körperschallbrücken (Mörtelreste, Bauschutt).
- Die Trennfuge ist mindestens 30 mm dick auszuführen; besser 40 mm, ausgefüllt mit Mineralfaserplatten Typ WTH nach DIN 4108-10 (keine Hartschaumplatten) (Bild 44).
- Die flächenbezogene Masse der Einzelschalen soll (inklusive Putz) mindestens 150 kg/m² betragen.
- Auf dichte Anschlüsse im Dachbereich ist zu achten; keine durchlaufenden Bauteile von Haus zu Haus wie z.B. Dachlaten o.Ä.
- Im untersten Geschoss sind ggf. dickere, schwerere KS-Wände anzuordnen.
- Die Haustrennwände sind auch bei WDVS durch die Außenwand nach außen zu führen.
- Auch Gebäudetrennfugen sind konsequent bis zur Außenfläche der Außenwände zu führen.

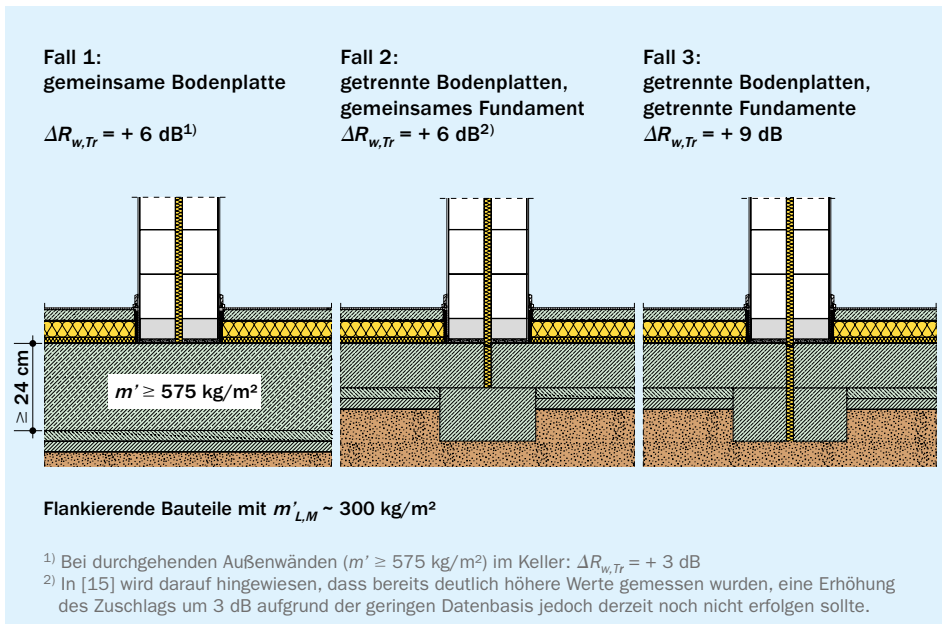


Bild 46 Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände in Abhängigkeit von der Fundamentausbildung bei hochwertig genutztem unterstem Geschoss



Bild 47 Dicht gestoßene Mineralfaserplatten Typ WTH vermeiden Schallbrücken.

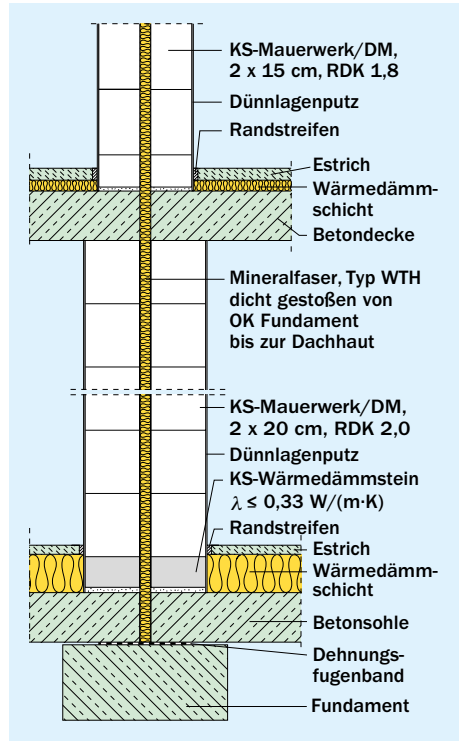


Bild 48 Beispiel nach [16] für ein nicht unterkellertes Gebäude mit getrennter Bodenplatte und Schallschutzanforderungen 67 dB auch im untersten Geschoss

5.7 Brandschutz

KS-Mauerwerk hat im Brandfall eine hohe Feuerwiderstandsfähigkeit. Zahlreiche Brandprüfungen und Brandfälle aus der Praxis bestätigen dies sehr eindrucksvoll.

INFO

Kalksandstein ist nicht brennbar.

In KS-Wänden stellt sich beim Austrocknen, abhängig von den klimatischen Bedingungen, ein relativ geringer Restfeuchtegehalt ein. Im Brandfall wird bei Kalksandstein das freie und das gebundene Kristallwasser abgebaut, bevor die Baustoffstrukturen angegriffen werden. Im Temperaturbereich zwischen 300 °C bis 500 °C ergibt sich im Brandfall sogar eine Zunahme der Festigkeit. Ein wesentlicher Eingriff in die KS-Struktur erfolgt im Laufe eines Brandes erst bei Temperaturen ab ca. 600 °C.

Es gelten Bauordnung, Verwaltungsvorschriften, Sonderverordnungen, Richtlinien und Normen, die alle Anteil an den Brandschutzforderungen haben. Die bauaufsichtlichen Brandschutzvorschriften nennen Begriffe wie feuerhemmend, feuerbeständig und in seltenen Fällen hochfeuerbeständig. Die bauaufsichtlichen Vorschriften unterscheiden weiter, ob Bauteile teilweise oder ganz aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen müssen.

Durch die europäische Harmonisierung in Verbindung mit der Bauproduktenverordnung wurden die Landesbauordnungen angepasst. Die Verwendbarkeitsnachweise für Bauprodukte wurden neu definiert und zwar muss

- für genormte Bauprodukte der Nachweis nach DIN EN 1996-1-2 geführt werden oder
- für ein Bauprodukt entweder ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP) oder
- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder
- eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) vorgelegt werden.

INFO

Der Brandschutz von Kalksandsteinwänden ist normativ geregelt.

KS-Wände sind in DIN EN 1996-1-2 [17] und in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) geregelt. Die möglichen Ausführungen nach DIN EN 1996-1-2, z.B. Dünnbettmörtel, ohne Stoßfugenvermörtelung, Verwendung von höheren Steifigkeiten

und größeren zulässigen Spannungen, wurden für KS-Konstruktionen auch in brandschutztechnischer Hinsicht nachgewiesen. Weitere Nachweise erfolgten durch abZ und gutachtliche Stellungnahmen.

Im Sinne des Baurechts und auch nach Eurocode 6 werden die in einem Bauwerk vorhandenen Wände brandschutztechnisch in verschiedene Arten eingeteilt. Neben der Unterscheidung in tragend und nicht tragend erfolgt die Trennung in raumabschließend und nicht raumabschließend:

- Nicht tragende Wände sind in brandschutztechnischer Hinsicht grundsätzlich raumabschließend.
- Tragende, raumabschließende Wände müssen im Brandfall die Tragfähigkeit gewährleisten und außerdem die Brandübertragung von einem Raum zum anderen verhindern, z.B. Treppenraumwände, Wohnungstrennwände, Wände zu Rettungswegen. Sie werden im Brandfall nur einseitig vom Brand beansprucht.
- Tragende, nicht raumabschließende Wände müssen im Brandfall ausschließlich die Tragfähigkeit gewährleisten, z.B. tragende Innenwände innerhalb eines Brandabschnittes (einer Wohnung), Außenwandscheiben mit einer Breite < 1,0 m oder Mauerwerkspfeiler. Sie werden im Brandfall zwei-, drei- oder vierseitig vom Brand beansprucht.
- Stürze über Wandöffnungen sind für eine dreiseitige Brandbeanspruchung zu bemessen.
- Brandwände und Komplextrennwände sind Bauteile, an die erhöhte Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes gestellt werden.

Einbauten, Schlitzte, Steckdosen

Der Restquerschnitt einer Wand muss auch im Bereich von Schlitzten die geforderte Mindestwanddicke für eine bestimmte Feuerwiderstandsklasse besitzen oder es sind Sondermaßnahmen durchzuführen. Beispielsweise ist es ausreichend, wenn einzelne Kabel in Schlitzten verlegt und überputzt werden oder wenn die Schlitzte mit entsprechenden, nicht brennbaren Brandschutzplatten ausreichender Dicke verschlossen werden. Auch Schaltkästen können mit Brandschutzplatten, z.B. Kalzium-Silikat- oder Gipskarton-Feuerschutz- bzw. Gipsfaser-Platten etc., verschlossen werden. Für diesen Bereich gibt es bereits zahlreiche Brandschutznachweise für so genannte „Revisionsöffnungen“ oder für Schaltschränke.

Steckdosen, Schaltdosen, Verteilerdosen dürfen in der Regel bei raumabschließenden Wänden nicht unmittelbar gegen-

über liegend eingebaut werden. Bei Wänden aus Mauerwerk mit einer Gesamtdicke ≥ 140 mm gilt diese Einschränkung unabhängig von der Wanddicke nicht. In 100 mm oder 115 mm dicken KS-Wänden dürfen nur einseitig Steckdosen eingebaut werden. Beim Bohren muss jedoch sichergestellt werden, dass das Loch nur auf Dosentiefe und nicht durch die gesamte Wanddicke gebohrt wird und abschließend die Dosen eingeputzt werden.

Beim Einbau von Elektrodosen in 115 mm dicke KS-E-Steine ist sicherzustellen, dass die Dosen mit einem Gipsbatzen eingesetzt werden. Sonst ist der Restquerschnitt aufgrund der vorhandenen Lochreihe mit nur 35 mm zu gering. Bei Dosenreihen kann es aber bei tragenden Wänden allein schon hinsichtlich der Standsicherheit Probleme geben, so dass hier im Einzelfall entschieden werden muss, ob mehrere Dosen neben- oder untereinander möglich sind, vgl.

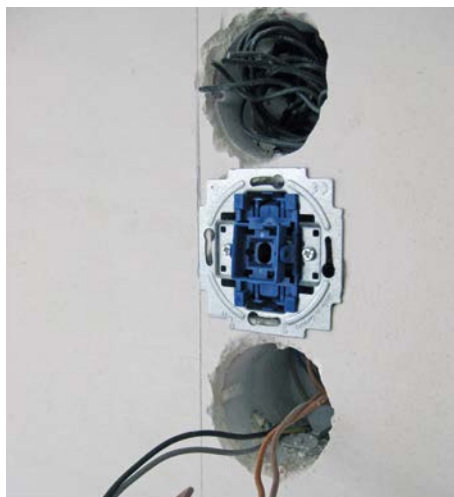


Bild 49 Die Leitungsführung kann innerhalb der Wand erfolgen. Voraussetzung: Steine mit durchgehenden Installationskanälen

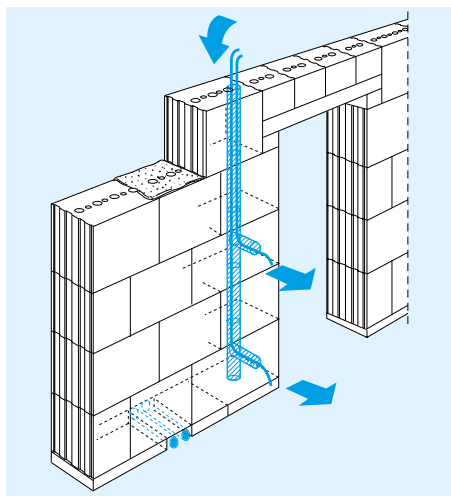


Bild 50 In die vertikal durchgehenden Installationskanäle können von oben die Leerrohre für die Elektroinstallation gezogen werden.

DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle NA.19. Die Restwanddicke muss mindestens 60 mm betragen. Anderenfalls sind nur Aufputzdos- en erlaubt. Diese Einschränkung ist insbe- sondere bei Ausfachungs- und Schachtwän- den zu beachten, da hier häufig schlankere Wände zur Ausführung kommen.

Brandschutz mit KS-Wandkonstruktionen

Die Brandschutztafeln enthalten Angaben für die Feuerwiderstandsdauer von 90 Mi- nuten; die Feuerwiderstandsklassen von 60 und 30 Minuten sind ebenso erfüllt. Die An- gaben in den Tafeln 24, 25 und 26 mit Be- zug auf den Eurocode 6 unter Ansatz des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ entsprechen den früheren Regelungen mit der bekannten Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse F 90 (im Eurocode jetzt R bzw. REI). Altern- ativ anwendbar sind die Angaben zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6 ohne Berechn- ung des Ausnutzungsfaktors. Die Angaben zu Brandwänden REI-M 90 in Tafel 27 sind mit den früheren Regeln zur Einstufung von Brandwänden inhaltlich gleich. Gleiches gilt für nicht tragende Wände nach Tafel 23.

Die Tafeln gelten für Wände aus Kalksand- stein-Mauerwerk nach DIN EN 1996-1-2/

NA mit Kalksandsteinen nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402. Für ver- putzte Wandflächen ist ein geeigneter Putz, beidseitig, je 10 mm dick, z.B. Gipsputzmör- tel nach EN 13279-1 oder Leichtputze LW oder T nach EN 998-1 aufzutragen. Die An- gaben für KS-Fasensteine beziehen sich auf die Aufstandsbreite (Wanddicke abzüg- lich Fase).

INFO

Bezeichnungen der neuen Klassen (F → REI)

R	Tragfähigkeit (Résistance)
E	Raumabschluss (Étanchéité)
I	Wärmedämmung im Brandfall (Isolation)
M	Stoßbeanspruchung (Mechanical Impact)
R	Tragende Wand, nicht raumabschließend
REI	Tragende Wand, raumabschließend
REI-M	Tragende Brandwand
RE	Nicht tragende Außenwand
REI	Nicht tragende Innenwand
REI-M	Nicht tragende Brandwand

Tafel 23 Nichttragende, raumabschließende Wände, die die Anforderung EI 90 ohne Stoßfugen- vermörtelung erfüllen

Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
mit Putz	ohne Putz		
115	115	Alle Kalksandsteine	NM / DM
100	100	Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS Fasensteine (abzüglich Fase)	DM
70	100	Bauplatten: KS BP	DM

Tafel 24 Tragende, raumabschließende Wände, die die Anforderung REI 90 ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen

Bemessung/Nachweis (maximale Ausnutzung)	Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
	mit Putz	ohne Putz		
Mit Berechnung des Ausnutzungsfaktors bis $\alpha_{6,fi} \leq 0,7$	115	115	Alle Kalksandsteine	NM/DM
Ohne gesonderte Berechnung bis zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6	115	150	Alle Vollsteine bei flächig aufgelagerter Massivdecke (Auflager- tiefe = Wanddicke) Plansteine: KS -R P Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS-Fasensteine (abzüglich Fase)	NM/DM

Tafel 25 Tragende, nichtraumabschließende einschalige Wände, Länge $L \geq 1,0$ m, die die Anforderung R 90 ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen

Bemessung / Nachweis (maximale Ausnutzung)	Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
	mit Putz	ohne Putz		
Mit Berechnung des Ausnutzungsfaktors bis $\alpha_{6,fi} \leq 0,7$	115	140	Alle Kalksandsteine	NM
	115	115	Plansteine: KS -R P, KS L-R P Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS-Fasensteine (abzüglich Fase)	DM
Ohne gesonderte Berechnung bis zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6	200	200	Plansteine: KS -R P, KS L-R P Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS-Fasensteine (abzüglich Fase)	DM

Tafel 26 Tragende, nichttraumabschließende Pfeiler und einschalige Wände, Länge $L < 1,0$ m, die die Anforderung R 90 ohne vermörtelte Stoßfugen erfüllen

Bemessung/Nachweis (maximale Ausnutzung)	Wand- dicke [mm]	Mindestpfeilerlänge L [mm] mit beidseitigem Putz bzw. ohne Putz	Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
Mit Berechnung des Ausnutzungsfaktors bis $\alpha_{G,fi} \leq 0,7$	115	730 mm mit beidseitigem Putz	Alle Kalksandsteine	NM/DM
	150	300 mm ohne Putz		
	175	300 mm ohne Putz		
	175	240 mm Normalmauermörtel Schlankheit $h_{er}/t_{er} \leq 10$ ohne Putz		
	175	240 mm Dünnbettmörtel Schlankheit $h_{er}/t_{er} \leq 15$ ohne Putz		
	240	240 mm ohne Putz		
Ohne gesonderte Berechnung bis zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6	175	879 mm mit beidseitigem Putz	Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E	DM
	240	615 mm mit beidseitigem Putz		

Tafel 27 Tragende und nicht tragende, raumabschließende Brandwände, welche die Anforderung REI-M 90 und EI-M ohne vermörtelte Stoßfugen erfüllen, sowie Komplextrennwände

Mindestwanddicke		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
einschalig	zweischalig		
Brandwände			
240 mm	2 x 175 mm	Alle Kalksandsteine (Rohdichteklasse $\geq 1,4$)	NM/DM
175 mm	2 x 150 mm	Plansteine (Rohdichteklasse $\geq 1,8$): KS -R P	DM
175 mm ¹⁾	2 x 150 mm ¹⁾	Planelemente (Rohdichteklasse $\geq 1,8$): KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E	DM
Komplextrennwände			
365 mm	2 x 240 mm	Alle Kalksandsteine	NM
240 mm	–	Plansteine und Planelemente (Rohdichteklasse $> 1,6$)	DM

¹⁾ Mit aufliegender Geschossdecke (mindestens REI 90) als konstruktive obere Halterung

6. Konstruktive Details

6.1 Deckenaufleger

Wiederkehrende Verformungen von Stahlbetondecken durch unterschiedliche Temperaturen (Sommer/Winter), das einmalige Schwinden im Zuge der Austrocknung sowie Verdrehungen im Bereich von Endauflagern bei großen Deckenspannweiten führen zu Spannungen in der Konstruktion.

Diese Spannungen sind bei der Planung und Ausführung ausreichend zu berücksichtigen, da es sonst zu Rissen kommen kann.

Genauere Betrachtungen sind besonders für Dachdecken anzustellen, da das Eigengewicht der Decke im Auflagerbereich nur eine minimale Auflast einbringt. Die mög-

lichen Deckenverformungen (Temperatur, Schwinden, Verdrehungen) sind abhängig von den eventuell vorhandenen Festpunkten, wie z.B. betonierte Aufzugsschächte, betonierte Treppenhäuser und/oder betonierte Wandscheiben.

Die auf Mauerwerk aufliegenden Dachdecken werden sich zu den Festpunkten hin (beim Schwinden und/oder Abkühlen) bzw. bei Erwärmungen auch davon weg bewegen.

Die zu erwartenden Größenordnungen können mit den Schwind- und Temperaturkennwerten (für Mauerwerk Tabelle NA.13 DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05) ermittelt werden.

Tafel 28 Schwindverformungen durch Kalksandsteine und Stahlbeton für reale Gebäudelängen

Schwinddehnung	Kennwerte für Schwinden ε_f	Gebäudelängen L		
		$L = 10 \text{ m}$	$L = 20 \text{ m}$	$L = 50 \text{ m}$
Kalksandstein	-0,2/-0,1 mm/m	-2,0/-1,0 mm	-4,0/-2,0 mm	-10,0/-5,0 mm
Stahlbeton w/z-Wert	Je höher der Bewehrungsgehalt, desto geringer das Schwindmaß			
0,3	≈ -0,25 mm/m	-2,5 mm	-5,0 mm	-12,5 mm
0,5	≈ -0,50 mm/m	-5,0 mm	-10,0 mm	-25,0 mm
0,7	≈ -0,90 mm/m	-9,0 mm	-18,0 mm	-45,0 mm

Einzelne Verformungen (Längenänderungen) können sich auch überlagern.

Tafel 29 Temperaturverformungen durch Kalksandsteine und Stahlbeton für reale Gebäudelängen

Temperaturdehnung $\Delta l_T = \alpha_T \cdot \Delta T \cdot l$	Kennwerte für Temperaturdehnung α_T (bei Temperaturunterschied von 20 K)	Gebäudelängen L		
		$L = 10 \text{ m}$	$L = 20 \text{ m}$	$L = 50 \text{ m}$
Kalksandstein	0,008 mm/m · K	±1,6 mm	±3,2 mm	±8,0 mm
Stahlbeton	0,010 mm/m · K	±2,0 mm	±4,0 mm	±10,0 mm

Einzelne Verformungen (Längenänderungen) können sich auch überlagern.

Untersuchungen und langjährige Erfahrungen haben ergeben, dass es in vielen Fällen in einem Schwindmaß von $-0,1 \text{ mm/m}$ zu rechnen ist. Risserzeugend wirken vor allem die Ausdehnungsdifferenzen der einzelnen Bauteile und nicht die absolute Verformung eines Einzelbauteils. Die Kombination von Kalksandsteinwänden und Betondecken ist eine seit Jahrzehnten bewährte Konstruktion, die in der Regel sehr geringe Verformungsdifferenzen aufweist.

Um die Auswirkungen von Verformungen der Dachdecken weiter zu reduzieren, können beim Betonieren bewusst Arbeitsfugen bzw. Schwindgassen angeordnet werden.

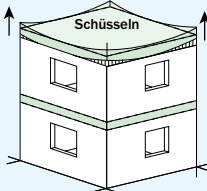
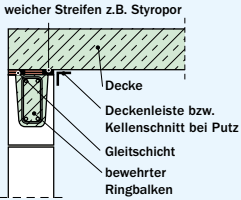
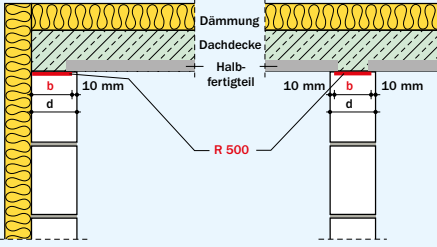
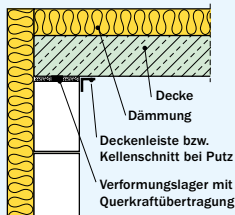
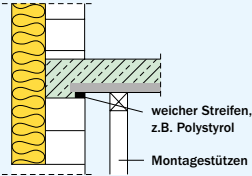
Planerisch ist es zudem im obersten Geschoss sinnvoll, einige Türöffnungen in langen Wänden, geschosshoch auszubilden (Bild 51).

Die Verformungen von Geschosdecken im Auflagerbereich sind wegen der Auflast der darüber angeordneten Geschosse in der Regel unproblematisch. Der Einbau von Zentrierungen kann, je nach Statischen Angaben, erforderlich sein. Empfehlungen für die Ausbildung des Anschlusses Wandkopf – Decke können der Tafel 30 entnommen werden.



Bild 51 Im obersten Geschoss ist zu empfehlen, sehr lange tragende Wände vereinzelt durch geschosshohe Türöffnungen zu unterbrechen. Dies gilt besonders unter der Dachdecke.

Tafel 30 Empfehlungen für Deckenaufleger

Deckenaufleger	Beschreibung	Maßnahme
Schüsseln 	Dachdecken können im Eckbereich schüsseln und die oberste Steinreihe mit anheben. Die Folge kann eventuell ein horizontaler Riss über Eck in der Lagerfuge unter der obersten Steinreihe sein.	Einbau von Trennschichten Verwendung einer besandeten Bitumendachbahn R 500 mit Rohfilzeinlage, Dicke = 3 mm, nach DIN EN 13969 in Verbindung mit DIN V 20000-202 Einbau über Eck, Länge ca. 1,50 m in beide Richtungen
Temperaturschwankungen 	Ungedämmte Dachdecken dehnen und verkürzen sich in Folge von Temperaturschwankungen. Gering belastetes Mauerwerk kann diese eingeleiteten Verformungen häufig nicht rissefrei aufnehmen.	Einbau von Gleitschichten bzw. Gleitlagern Einbau der Gleitschichten bzw. -lager zwischen Dachdecke und Wand Zur oberen Halterung der Wand sind bewehrte Ringbalken erforderlich.
Schwinden 	Die Austrocknung von bindemittelgebundenen Baustoffen (z.B. Beton, Mauerwerk) führt zu Schwindverkrümmungen.	Einbau von Trennschichten Verwendung einer besandeten Bitumendachbahn R 500 mit Rohfilzeinlage, Dicke = 3 mm, nach DIN EN 13969 in Verbindung mit DIN V 20000-202 Einbau wie folgt: Breite (b) kleiner als Wanddicke (d), und zwar bei – Außenwänden ca. 10 mm, – Innenwänden beidseitig je ca. 10 mm Die Anordnung eines Ringbalkens ist nicht erforderlich.
Schwinden und Zentrieren 	Schwindverformungen und zu große Deckendurchbiegungen können gleichzeitig auftreten. Durch diese Einwirkungen auf Außenwände sind Rissbildungen bzw. Kantenabplatzungen auf der Wandinnenseite möglich.	Einbau von Verformungslagern Verwendung von Verformungslagern mit Querkraftübertragung zur Zentrierung und gleichzeitiger Aufnahme von Längenverformungen (ca. ± 10 mm) (z.B. von Calenberg Ingenieure oder Speba) Ein Ringbalken auf dem Mauerwerk ist nicht erforderlich.
Konstruktives Zentrieren 	Größere Deckendurchbiegungen bzw. Auflagerverdrehungen führen zu Lastexzentrizitäten (Traglastminderungen). Bei Stützweiten > 6 m darf mit Zentrierung das vereinfachte Bemessungsverfahren nach DIN EN 1996-3/NA angewendet werden.	Einlage von weichen Streifen Verwendung von weichen Streifen z.B. aus Polystyrol oder Mineralwolle Einbau: Schalung bzw. Filigrandeckenplatten in der Höhe um die Dicke des Streifens (ca. 5 mm) durch Montagestützen anheben Zentrieren auch bei schlanken Decken ist zu empfehlen.

Zentrierungen sind immer am Wandkopf, nie am Wandfuß anzuordnen.

6.2 Ringanker/-balken

Ringanker sind überwiegend auf Zug und Ringbalken überwiegend auf Biegung beansprucht.

Ringanker nehmen innerhalb der Wandscheiben Zugkräfte auf und erhöhen damit die Stabilität der Wände und die des gesamten Gebäudes. Im Regelfall werden sie bei Massivdecken innerhalb der Decke angeordnet.

Ringbalken übernehmen ebenfalls die Aufgabe von Ringankern. Sie dienen aber vor allem der seitlichen Halterung von Wänden, die von der Decke durch Gleitfugen getrennt sind (z.B. Dachdecke).

Ringbalken können auch in nicht tragenden Innenwänden zur horizontalen Unterteilung eingesetzt werden. Durch den Ringbalken erhält das darunter liegende Feld eine obere Halterung und das darüber liegende Feld eine untere Halterung.

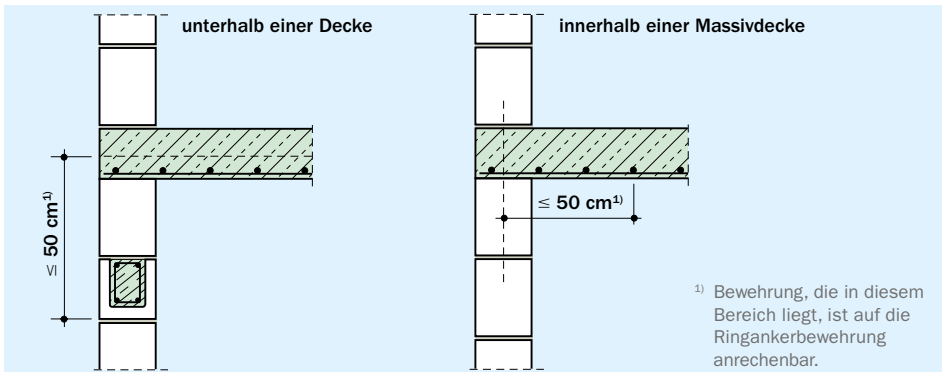


Bild 52 Ausbildung von Ringankern

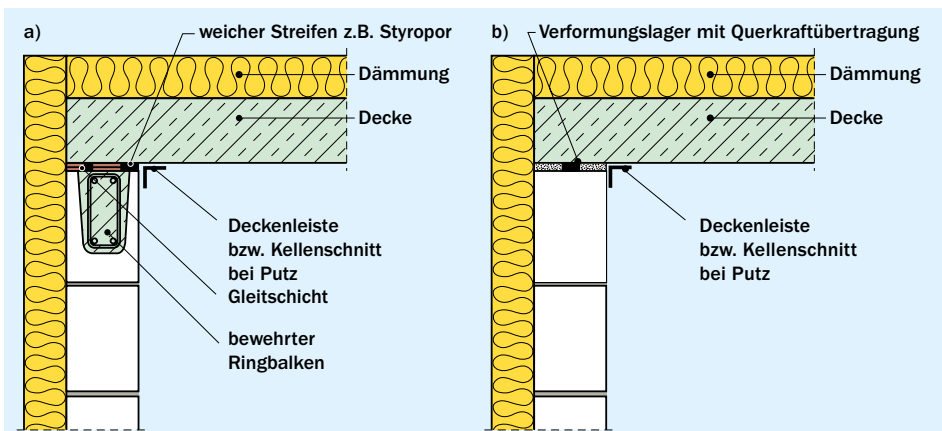
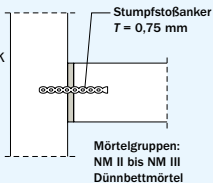
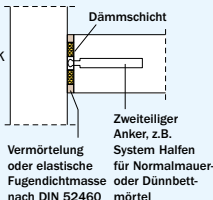
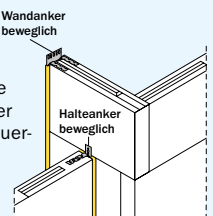


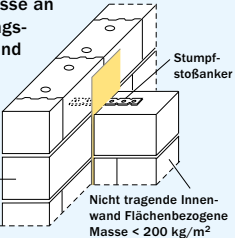


Bild 53 Konstruktive Maßnahmen zur Zentrierung der Deckenauflegerkraft am Beispiel der Außenwand unter einer Dachdecke a) Gleitlager mit eingelegtem Styropor-Randstreifen an der Wandinnenseite, b) Verformungslager mit Zentrierstreifen zwischen Wand und Decke

6.3 Wandanschlüsse

Tafel 31 Seitliche Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Stumpfstoßanker T = 0,75 mm</p> <p>Mörtelgruppen: NM II bis NM III Dünnbettmörtel</p>	Starr gehalten durch Maueranker und vollflächig satt vermörtelte Anschlussfuge mit NM oder DM	Schalltechnisch biegesteif und dicht Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten oder nicht vollflächiger Vermörtelung ist ggf. eine Entkopplung und Undichtigkeit anzunehmen.	Anschlussfuge voll vermörtelt mit NM oder DM EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Dämmschicht</p> <p>Zweiteiliger Anker, z.B. System Halten für Normalmauer- oder Dünnbettmörtel</p> <p>Vermörtelung oder elastische Fugendichtmasse nach DIN 52460</p>	Gelenkig gehalten durch in Ankerschiene eingelegte Maueranker	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m ³ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Bewegliche Maueranker für DM-Mauerwerk</p> <p>Wandanker beweglich</p> <p>Halteanker beweglich</p>	Gelenkig gehalten durch Wandanker  durch Halteanker 	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Halteankern und Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m ³ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse an Wohnungstrennwand  <p>Wohnungstrennwand</p> <p>Stumpfstoßanker</p> <p>Nicht tragende Innenwand flächenbezogene Masse < 200 kg/m²</p>	Gelenkig gehalten durch Mauerwerksanker und nachgiebiger Füllung mit Mineralfaserstreifen des Stumpfstoßanschlusses	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m ³ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60

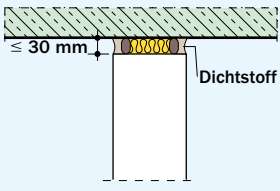
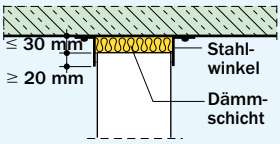
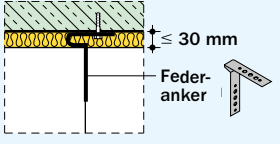
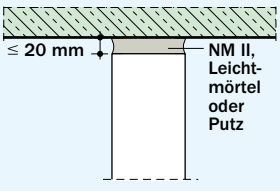
¹⁾ Die Klassifizierung des Wandanschlusses entspricht der Klassifizierung der Wand, wenn die angegebenen Bedingungen eingehalten werden. Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

²⁾ Der Putz ist bei entkoppelten Anschlüssen mit einem Kellenschnitt zu trennen und nachträglich z.B. mit Acryl zu schließen.

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. R 500) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände < 200 kg/m² beträgt
- Seitliche Anschlüsse untereinander vermörtelt, schalltechnisch biegesteif (kraftschlüssig) ausführen
- Bei kraftschlüssiger Ausführung der oberen Anschlussfuge ist Mörtel geringer Festigkeit (z.B. Leichtmörtel oder Putz) zu wählen.

Tafel 32 Obere Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
 <p>≤ 30 mm</p> <p>Dichtstoff</p>	<p>Oberer Rand nicht gehalten die Wand ist 3-seitig zu halten die Stoßfugen sind grundsätzlich zu vermörteln</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³ Lagesicherung durch Dichtstoff, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60 Die Fugen müssen dicht ausgestopft werden. Für EI 30 mind. 50 mm; für EI 60 mind. 60 mm und für EI 90 und „Brandwände“ mind. 100 mm Breite der jeweiligen Wanddicke.</p>
 <p>≤ 30 mm</p> <p>≥ 20 mm</p> <p>Stahlwinkel</p> <p>Dämmschicht</p>	<p>Oberer Rand gehalten die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und nicht dicht Als trennendes Bauteil nur geeignet mit zusätzlichem Fugendichtstoff in der Anschlussfuge</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³ Lagesicherung durch Stahlwinkel, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
 <p>≤ 30 mm</p> <p>Federanker</p>	<p>Oberer Rand gehalten die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
 <p>≤ 20 mm</p> <p>NM II, Leichtmörtel oder Putz</p>	<p>Oberer Rand gehalten mit Aufkast infolge Kriechen und Schwinden der Stahlbetondecke²⁾ die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand Anschlussfuge vollständig durch NM II, Leichtmörtel oder Putz ausgefüllt</p>	<p>Schalltechnisch biegesteif und dicht Bei Wänden mit Schallschutzanforderungen sollte diese Ausführungsvariante gewählt werden.</p>	<p>EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>

¹⁾ Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

²⁾ Bei Wandlängen > 5 m sollte dieser Anschluss mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden.

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. R 500) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände < 200 kg/m² beträgt
- Seitliche Anschlüsse untereinander vermörtelt, schalltechnisch biegesteif (kraftschlüssig) ausführen
- Bei kraftschlüssiger Ausführung der oberen Anschlussfuge ist Mörtel geringer Festigkeit (z.B. Leichtmörtel oder Putz) zu wählen.

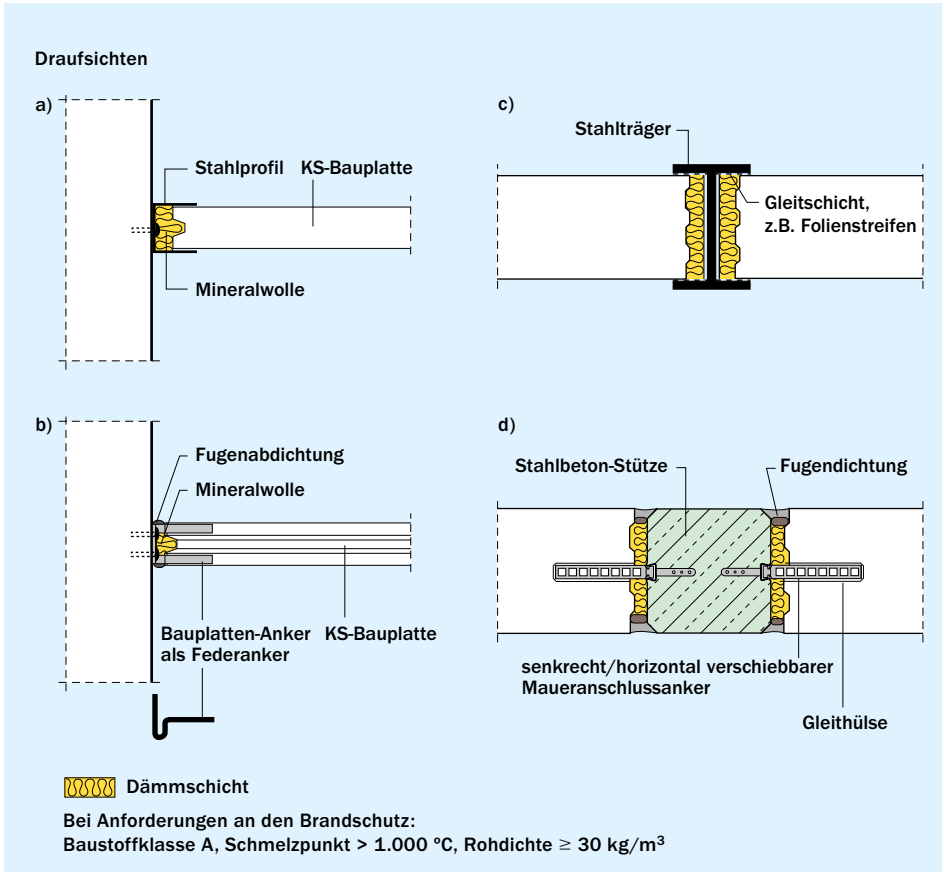
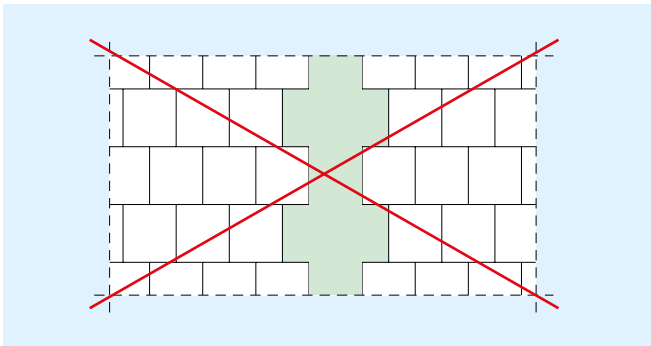


Bild 54 Seitliche Wandanschlüsse (gleitend)

Bild 55
Rissrisiko beim nachträglichen Betonieren von Stahlbetonstützen im Verband mit Mauerwerk

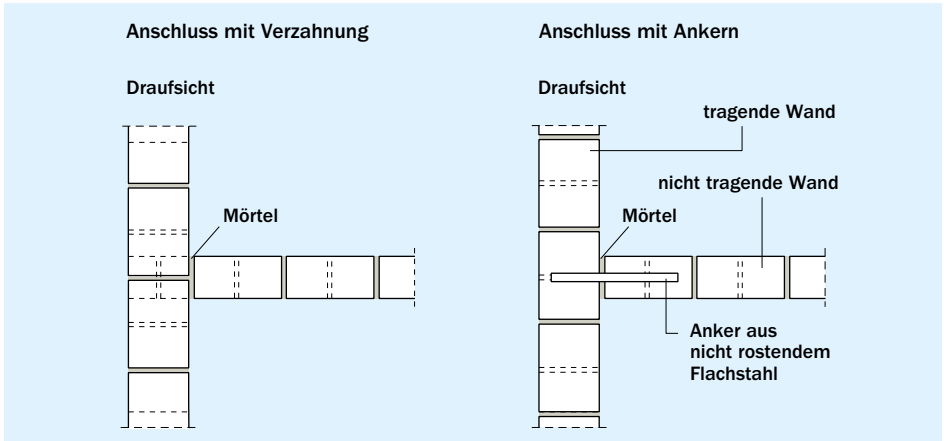


Bild 56 Wandanschlüsse seitlich (starr)

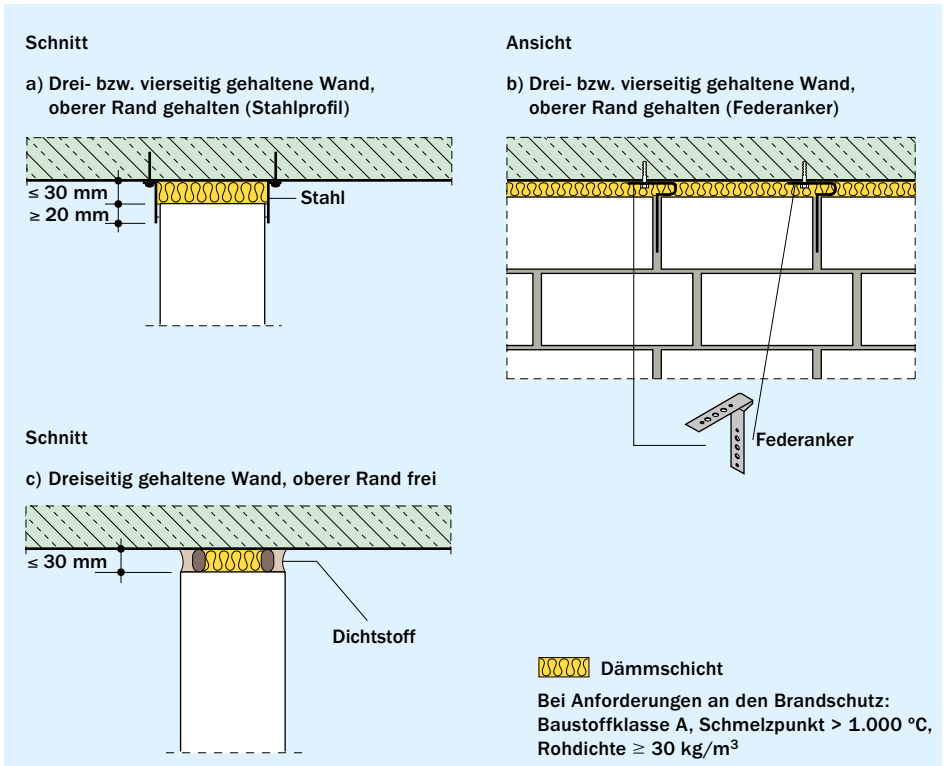


Bild 57 Deckenanschlüsse (gleitend)

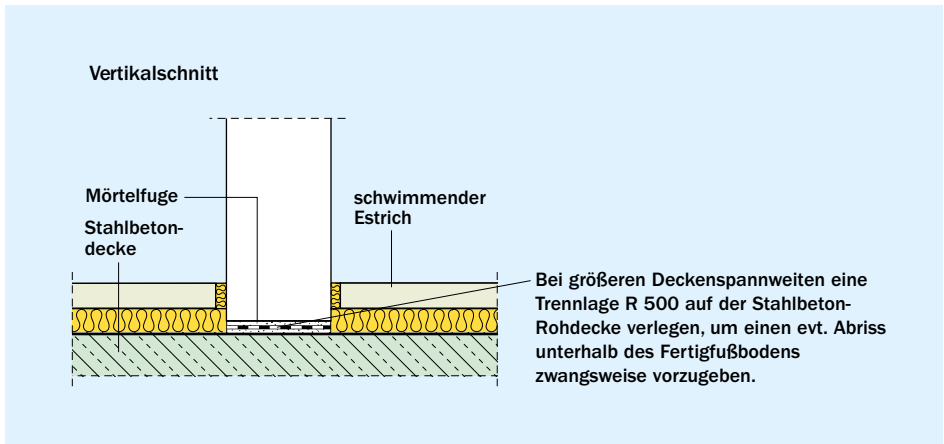


Bild 58 Wandanschluss im Fußpunkt (starr oder gleitend)

Literatur

- [1] DIN EN 1996-3/NA:2012-01 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten
- [2] Vassilev, T.; Jäger, W.: Nachweis von Kellerwänden nach DIN 1053-100. In: Mauerwerk, Heft 11, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2007
- [3] DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
- [4] DIN 18533-3:2017-07 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 3: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsmitteln
- [5] DIN 18516-1:2010-06 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
- [6] DIN EN 1996-3-2010-12 Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten; in Verbindung mit DIN EN 1996-3/NA:2012-01 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten
- [7] Richter, L.: Tragfähigkeit nichttragender Wände aus Mauerwerk, Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2009
- [8] Graubner, C.-A.; Richter, L.: Nichttragende Wände aus Mauerwerk, Forschungsbericht F01-06, Juni 2008
- [9] DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen

- kungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
- [10] Graubner, C.A.; Schmitt, M.: Tragverhalten freistehender windbeanspruchter Mauerwerkswände aus Kalksandstein nach DIN EN 1996/NA; Gutachten 1202243 von 06/2013
- [11] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [12] Kalksandstein. Planungshandbuch. Planung, Konstruktion, Ausführung. Hrsg. Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover, 7. Auflage 2018.
- [13] Röser, W.; Gusia, W.: Gutachten Deckenzuschläge für nicht tragende Wände aus Kalksandstein; Aachen 2005 + A1:2015-05
- [14] Fux, U.; Schäfers, M.; Pekrul, O.: Neufassung von DIN 4108 Teil 2 – Sommerlicher Wärmeschutz mit Konstruktionen aus Kalksandstein. – In: Mauerwerk 17, 2013, Heft 2, S. 77–87
- [15] Fischer, H.-M.; Scheck, J.; Schneider, M.: Vorläufiges Verfahren zur Schalldämm-Maß-Prognose von zweischaligen Haustrennwänden aus Kalksandstein unter Berücksichtigung einer unvollständigen Trennung, Bericht Nr. 132-012 02P, Hochschule für Technik Stuttgart 2007
- [16] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zum zu erwartenden Schalldämm-Maß einer zweischaligen Haustrennwand aus Kalksandstein, Stuttgart 2007
- [17] DIN EN 1996-1-2/NA: 2013-06 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall

Bildnachweise

Bild 49, 50:
KS-Quadro

Bild S. 179, S. 206;
Bild 2, 3, 5, 10, 14, 24, 31, 36, 42, 47, 51:
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

A modern interior space featuring a large glass wall on the left, a fireplace on the right, and a speaker system in the center. The room has a clean, minimalist aesthetic with light-colored walls and a polished floor. The text is overlaid on a semi-transparent white box.

**ALLES MIT KALKSANDSTEIN:
PERFEKTER SCHALLSCHUTZ,
SCHLANKE WÄNDE
UND BESTER
BRANDSCHUTZ**

1. Einleitung

Kalksandstein-Wandkonstruktionen lassen sich jedem Anforderungsniveau flexibel anpassen. Durch die Kombination verschiedener Baustoffe werden die jeweiligen „Spezialisten“ zu einer perfekten Einheit miteinander verbunden.

In den folgenden Abschnitten werden die bauphysikalischen Anforderungen und Leistungsmöglichkeiten der KS-Konstruktionen in aller Kürze abgebildet:

- Wanddicken (Anwendungsbereiche und Besonderheiten)

- Wandkonstruktionen (Schalldämm-Maße und Wärmedurchgangskoeffizienten)
- Statik
- Wärmeschutz
- Schallschutz
- Brandschutz
- Konstruktive Details

2. Wanddicken

Tafel 1 Anwendungsbereiche und Besonderheiten der einzelnen KS-Wanddicken

Mauerwerksdicke [cm]	Anwendungsbereich	Besonderheiten
7	Nicht tragende innere Trennwand nach DIN 4103-1	Wohnflächengewinn und Kostenersparnis Feuerwiderstandsklasse EI 60 (F 60-A)
10	Nicht tragende innere Trennwand nach DIN 4103-1	Feuerwiderstandsklasse EI 90 (F 90-A) (bei RDK $\geq 1,8$ unter Verwendung von Dünnbettmörtel oder RDK 1,2 mit 2 x 10 mm Putz), Wohnflächengewinn und Kostenersparnis
11,5	Tragende Innenwand nach DIN EN 1996/NA	Wohnflächengewinn und Kostenersparnis durch schlanke, tragende Innenwand Feuerwiderstandsklasse R 90 (F 90) (Wand beidseitig beflammt)
15	Tragende Innenschale einer zweischaligen Außenwand nach DIN EN 1996/NA	Wohnflächengewinn und Kostenersparnis durch schlanke, tragende Innenschale Die hohe Rohdichte wirkt sich günstig auf den vertikalen und horizontalen Schallschutz aus. Statischer Nachweis nach den vereinfachten Berechnungsmethoden nach DIN EN 1996-3/NA ist möglich.
	Außenwand mit WDVS	
	Zweischalige Haustrennwand (mit Unterkellerung)	2 x 15 cm und beidseitiger Dünnlagenputz bei RDK 1,8: $R'_{w,2} = 67$ dB (erhöhter Schallschutz nach Beibl. 2 DIN 4109), zweischalige Brandwand (REI-M 90) nach DIN 4102-4 bei RDK 2,0

Tafel 1 Fortsetzung

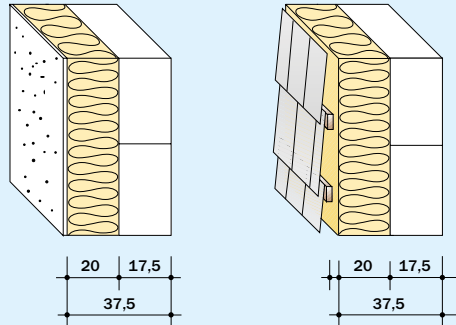
Mauerwerksdicke [cm]	Anwendungsbereich	Besonderheiten
17,5	Einschalige Brandwand	$RDK \geq 1,8$ und Verwendung von Dünnbettmörtel, bei KS XL zusätzlich mit aufliegender REI 90 (F 90)-Geschossdecke als konstruktive obere Halterung
	Außenwand mit WDVS	Standard-Außenwand bei mehrgeschossigen Gebäuden Statischer Nachweis nach den vereinfachten Berechnungsmethoden nach DIN EN 1996-3/NA ist möglich.
	Zweischalige Haustrennwand (mit Unterkellerung)	2 x 17,5 cm und beidseitiger Dünnlagenputz bei $RDK 1,8$: $R'_{w,2} \geq 67$ dB (erhöhter Schallschutz nach Beibl. 2 DIN 4109), zweischalige Brandwand (REI-M 90)
20	Wohnungstrennwand	Mit beidseitig 10 mm Putz bei $RDK 2,0$: Direktschalldämm-Maß $R_w = 58,2$ dB
	Einschalige Brandwand	Feuerwiderstandsklasse REI-M 90 $RDK 2,0$ und Verwendung von Dünnbettmörtel
	Zweischalige Haustrennwand (ohne Unterkellerung)	2 x 20 cm mit $RDK 2,0$ und mindestens 4 cm dicke Trennfuge mit Dämmschicht, Fundamentplatte getrennt auf gemeinsamen Fundament und beidseitigem Dünnlagenputz: $R'_{w,2} = 67$ dB
24	Wohnungstrennwand	Mit beidseitig 10 mm Putz bei $RDK 2,2$ hervorragender Schallschutz möglich: Direktschalldämm-Maß $R_w = 61,8$ dB
	Kelleraußenwand	Gut geeigneter Untergrund für das Aufbringen von Bitumen dickbeschichtung ohne zusätzliche Putzschicht und als sichtbar bleibendes Mauerwerk innen mit verschlammten Fugen
30/36,5	Kelleraußenwand	Gut geeigneter Untergrund für das Aufbringen von Bitumen dickbeschichtung ohne zusätzliche Putzschicht und als sichtbar bleibendes Mauerwerk innen mit verschlammten Fugen. 30 cm Wanddicke mit $RDK 2,0$ auch als Wohnungstrennwand bei hohen Schallschutzanforderungen; Direktschalldämm-Maß $R_w = 63,0$ dB

RDK = Steinrohdichteklasse

3. Wandkonstruktionen

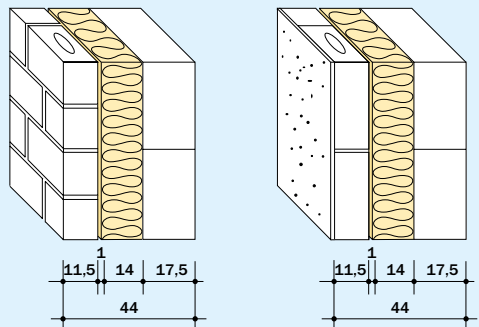
Tafel 2 Beispiele für KS-Wandkonstruktionen: Schalldämm-Maße R_w bzw. $R_{w,2}$ und Wärmedurchgangskoeffizienten U

Außenwände



U-Wert [W/(m ² ·K)]	0,15	0,15
Rohdichteklasse [-]	2,0	2,0
Direktschalldämm-Maß [dB]	$R_{s,w} = 56,0$	$R_{s,w} = 56,0$
$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w}$ [dB] gegen Außenlärm	$\Delta R_{Dd,w} = \pm 4$ je Art/Dicke v. Dämmstoff u. Putz	systemabhängig
Schalllängsleitung [dB] horizontal und vertikal (nur Hintermauerschale)	$R_{w,1} = 56,0$	$R_{w,1} = 56,0$

Außenwände

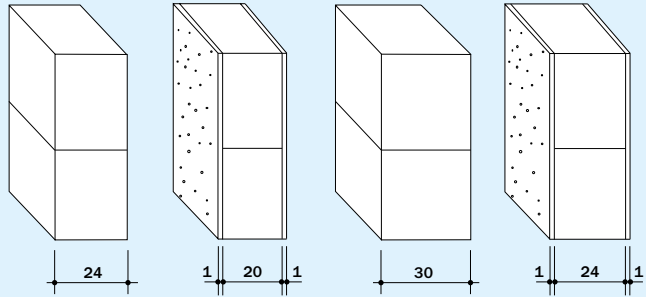


U-Wert [W/(m ² ·K)]	0,15 ¹⁾	0,15 ¹⁾
Rohdichteklasse [-]	2,0	2,0
Direktschalldämm-Maß [dB]	$R_{s,w} = 63,0$ (Summe aus Vor- und Hintermauerschale)	
$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w}$ [dB] gegen Außenlärm	$\Delta R_{Dd,w} = + 5$ bis 8 (bei mineralischem Faserdämmstoff) $\Delta R_{Dd,w} = -2$ (bei Hartschaumdämmstoff)	
Schalllängsleitung [dB] horizontal und vertikal (nur Hintermauerschale)	$R_{w,1} = 56,0$	$R_{w,1} = 56,0$

1) 14 cm Dämmstoff $\lambda = 0,024$ W/(m·K)

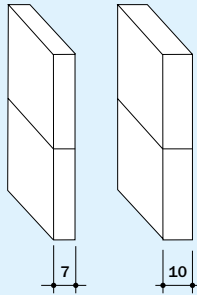
Tafel 2 Fortsetzung

Wohnungstrennwände



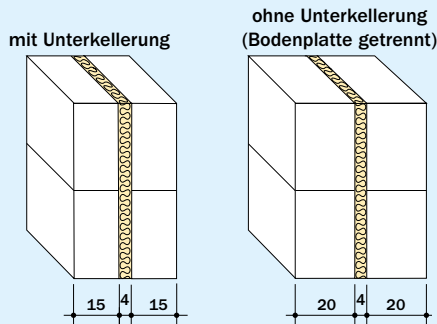
Rohdichteklasse [-]	1,8	2,0	2,0	2,2
Direktschalldämm-Maß ²⁾ [dB]	$R_w = 58,5$	$R_w = 58,2$	$R_w = 63,0$	$R_w = 61,8$

Nicht tragende Trennwände



Rohdichteklasse [-]	Direktschalldämm-Maß ²⁾ [dB]	Direktschalldämm-Maß ²⁾ [dB]
1,2	–	$R_w = 40,9$
1,4	–	$R_w = 43,1$
1,8	$R_w = 41,9$	$R_w = 46,7$
2,0	$R_w = 43,4$	$R_w = 48,2$

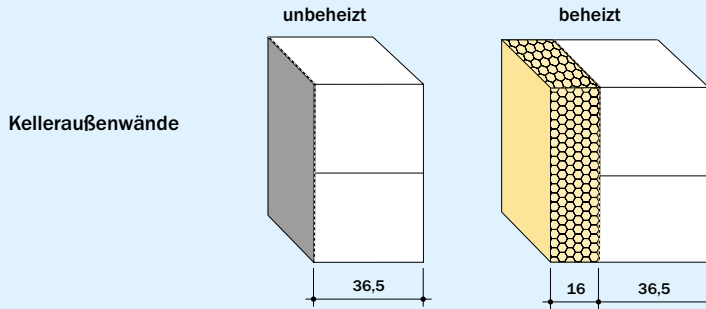
Zweischalige Haustrennwände



Rohdichteklasse [-]	1,8	2,0
Direktschalldämm-Maß [dB]	$R_{w,2} \geq 67$	$R_{w,2} \geq 67$
Schalllängsleitung [dB] horizontal und vertikal	$R_{w,1} = 52,4$	$R_{w,1} = 57,7$

2) Direktschalldämm-Maße gelten auch für die horizontale und vertikale Schalllängsleitung.

Tafel 2 Fortsetzung



U-Wert [W/(m ² ·K)]	2,04	0,19 ³⁾
Rohdichteklasse [-]	1,8	1,4
Direktschalldämm-Maß ²⁾ [dB]	$R_w = 64,1$	$R_w = 60,5$

²⁾ Direktschalldämm-Maße gelten auch für die horizontale und vertikale Schalllängsleitung.

³⁾ Perimeterdämmung $\lambda = 0,036$ [W/(m²·K)] mit Zuschlag ΔU nach abZ von 0,04 [W/(m²·K)]

- Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.
- Sofern nicht anders angegeben, wurden bei den Wandkonstruktionen Wärmedämmstoffe mit $\lambda = 0,032$ W/(m·K) verwendet.
- Aus Gründen der Winddichtigkeit ist auf der Innenseite der Außenwände ein Putz aufzubringen.
- Sofern die Erhöhung des Wandflächengewichts durch beidseitigen Putz (2×10 mm ~ 20 kg/m²) erforderlich ist, ist dies in den Zeichnungen angegeben.
- Die Direktschalldämm-Maße R_w nach DIN 4109-2:2016-07 gelten nur in Verbindung mit beidseitigem Dünnlagenputz ($d = \sim 5$ mm) oder einseitigem Putz ($d = \sim 10$ mm) oder mit Stoßfugenvermörtelung.
- Die Direktschalldämm-Maße R_w beschreiben die Leistungsfähigkeit eines Bauteils ohne Berücksichtigung der Flankenübertragung. Für die vertikale und horizontale Schalllängsleitung im Inneren des Gebäudes ist mit $R_{w,1}$ zu rechnen.

4. Statik

Tafel 3 Charakteristische Druckfestigkeit f_k [N/mm²] von Einsteinmauerwerk aus Kalksand-Lochsteinen mit Normalmauermörtel

KS L Steindruckfestigkeitsklasse	Mörtelgruppe			
	NM II	NM IIa	NM III	NM IIIa
10 ¹⁾	3,5	4,5	5,0	5,6
12	3,9	5,0	5,6	6,3
16 ¹⁾	4,6	5,9	6,6	7,4

¹⁾Auf Anfrage regional lieferbar

Tafel 4 Charakteristische Druckfestigkeit f_k [N/mm²] von Einsteinmauerwerk aus Kalksand-Vollsteinen mit Normalmauermörtel

KS Steindruckfestigkeitsklasse	Mörtelgruppe			
	NM II	NM IIa	NM III	NM IIIa
12	5,4	6,0	6,7	7,5
16 ¹⁾	6,4	7,1	8,0	8,9
20	7,2	8,1	9,1	10,1
28 ¹⁾	8,8	9,9	11,0	12,4

¹⁾Auf Anfrage regional lieferbar

Tafel 5 Charakteristische Druckfestigkeit f_k [N/mm²] von Einsteinmauerwerk aus Kalksand-Plansteinen und Kalksand-Planelementen mit Dünnbettmörtel

Dünnbettmörtel DM Steindruckfestigkeitsklasse	Planelemente		Plansteine	
	KS XL	KS XL-E	KS P KS -R P	KS L-P KS L-R P
10 ¹⁾	–	–	–	5,0
12	9,4	7,0	7,0	5,6
16 ¹⁾	11,2	8,8	8,8	6,6
20	12,9	10,5	10,5	–
28 ¹⁾	16,0	–	13,8	–

KS XL: KS-Planelement ohne Längsnut, ohne Lochung
 KS XL-E: KS-Planelement ohne Längsnut, mit Lochung
 KS P: KS-Planstein mit einem Lochanteil ≤ 15 %
 KS L-P: KS-Planstein mit einem Lochanteil > 15 %

¹⁾Auf Anfrage regional lieferbar

Tafel 6 Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe

Überbindemaß l_{oi} in Abhängigkeit von der Steinhöhe		
Steinhöhe h_u [cm]	Regelfall $l_{oi} = 0,4 \cdot$ Steinhöhe [cm]	Mindestüberbindemaß l_{oi} [cm]
< 11,3	5	$\geq 4,5$
11,3/12,3	5	$\geq 0,4 \cdot$ Steinhöhe $\triangleq 5$
24,8	10	$\geq 0,4 \cdot$ Steinhöhe $\triangleq 10$
49,8	20	$\geq 0,25 \cdot$ Steinhöhe $\triangleq 12,5$
62,3	25	$\geq 0,2 \cdot$ Steinhöhe $\triangleq 12,5$

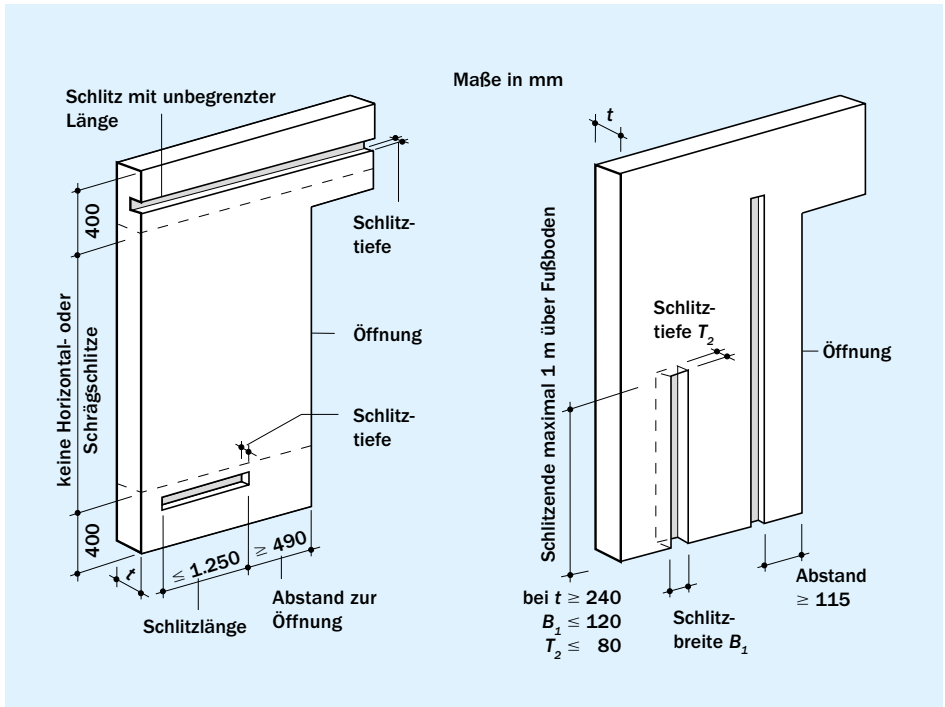


Bild 1 Nachträglich hergestellte horizontale und schräge Schlitz (links); nachträglich hergestellte vertikale Schlitz und Aussparungen (rechts)

Tafel 7 Zulässige Größe $t_{ch,h}$ horizontaler und schräger Schlitzte ohne rechnerischen Nachweis nach DIN EN 1996-1-1/NA

Wanddicke [mm]	Maximale Schlitztiefe $t_{ch,h}^{1)}$ [mm]	
	Unbeschränkte Länge ²⁾	Länge $\leq 1.250 \text{ mm}^{3)}$
115–149	–	–
150–174	–	0 ²⁾
175–239	0 ²⁾	25
240–299	15 ²⁾	25
300–364	20 ²⁾	30
≥ 365	20 ²⁾	30

¹⁾ Horizontale und schräge Schlitzte sind nur zulässig in einem Bereich $\leq 0,4 \text{ m}$ ober- oder unterhalb der Rohdecke sowie jeweils an einer Wandseite. Sie sind nicht zulässig bei Langlochziegeln.
²⁾ 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 $\geq 240 \text{ mm}$ gegenüberliegende Schlitzte mit jeweils 10 mm Tiefe ausgeführt werden.
³⁾ Mindestabstand in Längsrichtung von Öffnungen $\geq 490 \text{ mm}$, vom nächsten Horizontalschlitz zweifache Schlitzlänge

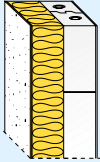
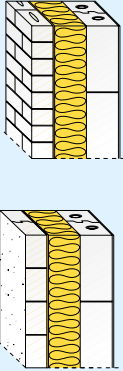
Tafel 8 Zulässige Größe $t_{ch,v}$ vertikaler Schlitzte und Aussparungen ohne rechnerischen Nachweis nach DIN EN 1996-1-1/NA

1	2	3
Wanddicke [mm]	Nachträglich hergestellte Schlitzte und Aussparungen ¹⁾	
	Maximale Tiefe ²⁾ $t_{ch,v}$ [mm]	Maximale Breite (Einzelschlitz) [mm]
115–149	10	100
150–174	20	100
175–199	30	100
200–239	30	125
240–299	30	150
300–364	30	200
≥ 365	30	200

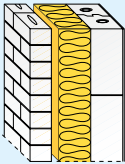
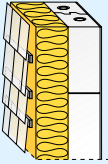
¹⁾ Abstand der Schlitzte und Aussparungen von Öffnungen
²⁾ Schlitzte, die bis maximal 1 m über den Fußboden reichen, dürfen bei Wanddicken $\geq 240 \text{ mm}$ bis 80 mm Tiefe und 120 mm Breite ausgeführt werden.

5. Wärmeschutz

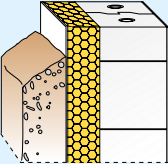
Tafel 9 U-Werte von KS-Außenwänden (Beispiele)

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau
			0,022	0,024	0,032	0,035	
	29,5	10	0,20	0,22	0,29	0,31	Einschalige KS-Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Wärmedämmstoff Typ WAP 0,01 m Außenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
	33,5	14	0,15	0,16	0,21	0,23	
	35,5	16	0,13	0,14	0,19	0,20	
	39,5	20	0,11	0,11	0,15	0,16	
	43,5	24	0,09	0,10	0,13	0,14	
	49,5	30	0,07	0,08	0,10	0,11	
	41,0	10	0,19	0,21	0,27	0,29	Zweischalige KS-Außenwand mit Wärmedämmung $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Wärmedämmstoff Typ WZ 0,01 m Fingerspalt $R = 0,15 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,115 m ²⁾ KS-Verblendschale (KS Vb RDK 2,0) ¹⁾ $\lambda = 1,1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ oder verputzte KS-Vormauerschale $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
	43,0	12	0,16	0,18	0,23	0,25	
	45,0	14	0,14	0,16	0,20	0,22	
	47,0	16	0,13	0,14	0,18	0,19	
	49,0	18	0,11	0,12	0,16	0,17	
	51,0	20	0,10	0,11	0,15	0,16	
	55,0	24	0,09	0,09	0,12	0,13	

Tafel 9 Fortsetzung

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau
			0,022	0,024	0,032	0,035	
	44,0	10	0,20	0,22	0,28	0,30	Zweischalige KS-Außenwand mit Wärmedämmung und Luftschicht $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ Wärmedämmstoff Typ WZ $R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ ≥ 0,04 m Luftschicht 0,115 m ²⁾ KS-Verblendschale (KS Vb RDK 2,0)
	46,0	12	0,17	0,18	0,24	0,26	
	48,0	14	0,15	0,16	0,21	0,22	
	50,0	16	0,13	0,14	0,18	0,20	
	52,0	18	0,12	0,13	0,16	0,18	
	54,0	20	0,10	0,11	0,15	0,16	
	31,5	10	-	-	0,28	0,30	Einschalige KS-Außenwand mit hinterlüfteter Außenwandbekleidung $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ Nichtbrennbarer Wärmedämmstoff WAB $R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ 0,02 m Hinterlüftung 0,01 m Fassadenbekleidung
	33,5	12	-	-	0,24	0,26	
	37,5	16	-	-	0,18	0,20	
	41,5	20	-	-	0,15	0,16	
	45,5	24	-	-	0,13	0,14	
	51,5	30	-	-	0,10	0,11	

Tafel 9 Fortsetzung

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau
			0,022	0,024	0,032	0,035	
	47,5	10	–	–	–	0,34	Einschaliges KS-Kellermauerwerk mit außen liegender Wärmedämmung (Perimeterdämmung) $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ 0,01 m Innenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 0,365 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Perimeterdämmung ³⁾ Typ PW $R_{se} = 0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
	51,5	14	–	–	–	0,26	
	53,5	16	–	–	–	0,24	
	57,5	20	–	–	–	0,20	
	61,5	24	–	–	–	0,18	
	47,5	10	–	–	–	0,32	
	51,5	14	–	–	–	0,25	
	53,5	16	–	–	–	0,23	
	57,5	20	–	–	–	0,20	
	61,5	24	–	–	–	0,17	

Zur Berechnung der U-Werte sind ausschließlich Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B anzusetzen.

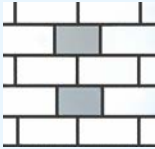
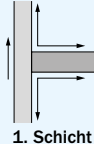
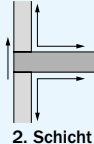

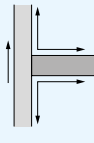
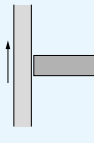

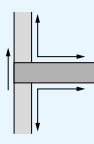
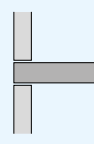
¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohdichteklassen ergeben sich nur geringfügig andere U-Werte.

²⁾ 9 cm möglich, nach DIN EN 1996-2/NA

³⁾ Der Zuschlag $\Delta U = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ist bereits berücksichtigt.

6. Schallschutz

Tafel 10 Schalltechnische Bewertung von Wandanschlüssen zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand in Kombination mit Fugenvarianten

Wandanschluss zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand	Fugenvarianten mit Übertragungswegen		Akustische Wirkung
	A	B	
Verband 	 <p>1. Schicht</p>	 <p>2. Schicht</p>	A + B: Gut , da kraftschlüssig, biegesteif verbunden Vorteilhaft und sicher, besonders bei annähernd gleichschweren Wänden
Stumpfstoß 			A: Gut , da kraftschlüssig, biegesteif verbunden B: Riskant , da bei nicht vollflächiger Vermörtelung, Mörtelschwinden und bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten ggf. eine erhebliche Verschlechterung (Entkopplung) eintritt
Durchgeführt 			A: Gut , da kraftschlüssig, biegesteif verbunden B: Sehr gut , da die Entkopplung, ggf. schon durch Mörtelschwinden, eine deutliche Verbesserung bewirkt

Tafel 11 Direktschalldämm-Maße von Kalksandsteinwänden nach DIN 4109-2

Direktschalldämm-Maß R_w [dB]					
Wanddicke [mm]	Putzdicke ¹⁾ [mm]	Steinrohrichteklasse (RDK)			
		1,4	1,8	2,0	2,2 ²⁾
115	–	45,0	48,6	50,1	51,4
	10	45,9	49,3	50,7	52,0
	20	46,7	49,9	51,3	52,5
175	–	50,6	54,2	55,7	57,1
	10	51,2	54,7	56,1	57,4
	20	51,8	55,1	56,5	57,8
240	–	54,9	58,5	60,0	61,3
	10	55,3	58,8	60,3	61,6
	20	55,7	59,1	60,5	61,8
300	–	57,9	61,5	63,0	64,3
	10	58,2	61,7	63,2	64,5
	20	58,5	62,0	63,4	64,7

¹⁾ Für den Putz wurde eine Rohdichte von 1.000 kg/m³ angesetzt (Putzdicke 20 mm = beidseitig 10 mm).
Weitere Verbesserungen sind durch Putze mit einer Rohdichte von 1.600 kg/m³ möglich.

²⁾ Auf Anfrage regional lieferbar

7. Brandschutz

Brandschutz mit KS-Wandkonstruktionen

Die Brandschutztafeln enthalten Angaben für die Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten; die Feuerwiderstandsklassen von 60 und 30 Minuten sind ebenso erfüllt. Die Angaben in den Tafeln 13, 14 und 15 mit Bezug auf den Eurocode 6 unter Ansatz des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ entsprechen den früheren Regelungen mit der bekannten Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse F 90 (im Eurocode jetzt R bzw. REI). Alternativ anwendbar sind die Angaben zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6 ohne Berechnung des Ausnutzungsfaktors. Die Angaben zu Brandwänden REI-M 90 in Tafel 16 sind mit den früheren Regeln zur Einstufung von Brandwänden inhaltlich gleich. Gleiches gilt für nicht tragende Wände nach Tafel 12.

Die Tafeln gelten für Wände aus Kalksandstein-Mauerwerk nach DIN EN 1996-1-2/NA mit Kalksandsteinen nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402. Für verputzte Wandflächen ist ein geeigneter Putz, beidseitig, je 10 mm dick, z.B. Gipsputz-

mörtel nach EN 13279-1 oder Leichtputze LW oder T nach EN 998-1 aufzutragen. Die Angaben für KS-Fasensteine beziehen sich auf die Aufstandsbreite (Wanddicke abzüglich Fase).

INFO

Bezeichnungen der neuen Klassen (F → REI)

R	Tragfähigkeit (Résistance)
E	Raumabschluss (Étanchéité)
I	Wärmedämmung im Brandfall (Isolation)
M	Stoßbeanspruchung (Mechanical Impact)
R	Tragende Wand, nicht raumabschließend
REI	Tragende Wand, raumabschließend
REI-M	Tragende Brandwand
RE	Nicht tragende Außenwand
REI	Nicht tragende Innenwand
REI-M	Nicht tragende Brandwand

Tafel 12 Nichttragende, raumabschließende Wände, die die Anforderung EI 90 ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen

Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
mit Putz	ohne Putz		
115	115	Alle Kalksandsteine	NM / DM
100	100	Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS Fasensteine (abzüglich Fase)	DM
70	100	Bauplatten: KS BP	DM

Tafel 13 Tragende, raumabschließende Wände, die die Anforderung REI 90 ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen

Bemessung/Nachweis (maximale Ausnutzung)	Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
	mit Putz	ohne Putz		
Mit Berechnung des Ausnutzungsfaktors bis $\alpha_{6,fi} \leq 0,7$	115	115	Alle Kalksandsteine	NM/DM
Ohne gesonderte Berechnung bis zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6	115	150	Alle Vollsteine bei flächig aufgelagerter Massivdecke (Auflager- tiefe = Wanddicke) Plansteine: KS -R P Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS-Fasensteine (abzüglich Fase)	NM/DM

Tafel 14 Tragende, nichtraumabschließende einschalige Wände, Länge $L \geq 1,0$ m, die die Anforderung R 90 ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen

Bemessung / Nachweis (maximale Ausnutzung)	Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
	mit Putz	ohne Putz		
Mit Berechnung des Ausnutzungsfaktors bis $\alpha_{6,fi} \leq 0,7$	115	140	Alle Kalksandsteine	NM
	115	115	Plansteine: KS -R P, KS L-R P Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS-Fasensteine (abzüglich Fase)	DM
Ohne gesonderte Berechnung bis zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6	200	200	Plansteine: KS -R P, KS L-R P Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS-Fasensteine (abzüglich Fase)	DM

Tafel 15 Tragende, nichttraumabschließende Pfeiler und einschalige Wände, Länge $L < 1,0$ m, die die Anforderung R 90 ohne vermörtelte Stoßfugen erfüllen

Bemessung/Nachweis (maximale Ausnutzung)	Wand- dicke [mm]	Mindestpfeilerlänge L [mm] mit beidseitigem Putz bzw. ohne Putz	Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
Mit Berechnung des Ausnutzungsfaktors bis $\alpha_{G,fi} \leq 0,7$	115	730 mm mit beidseitigem Putz	Alle Kalksandsteine	NM/DM
	150	300 mm ohne Putz		
	175	300 mm ohne Putz		
	175	240 mm Normalmauermörtel Schlankheit $h_{er}/t_{er} \leq 10$ ohne Putz		
	175	240 mm Dünnbettmörtel Schlankheit $h_{er}/t_{er} \leq 15$ ohne Putz		
	240	240 mm ohne Putz		
Ohne gesonderte Berechnung bis zur vollen Ausnutzung nach Eurocode 6	175	879 mm mit beidseitigem Putz	Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E	DM
	240	615 mm mit beidseitigem Putz		

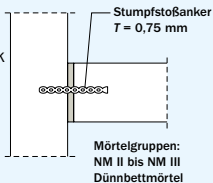
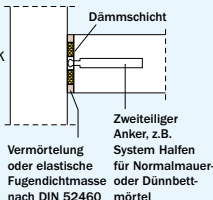
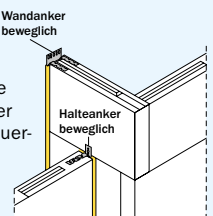


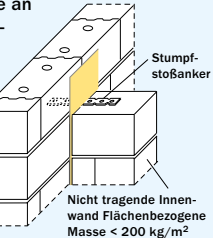
Tafel 16 Tragende und nicht tragende, raumabschließende Brandwände, welche die Anforderung REI-M 90 und EI-M ohne vermörtelte Stoßfugen erfüllen, sowie Komplextrennwände

Mindestwanddicke		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
einschalig	zweischalig		
Brandwände			
240 mm	2 x 175 mm	Alle Kalksandsteine (Rohdichteklasse $\geq 1,4$)	NM/DM
175 mm	2 x 150 mm	Plansteine (Rohdichteklasse $\geq 1,8$): KS -R P	DM
175 mm ¹⁾	2 x 150 mm ¹⁾	Planelemente (Rohdichteklasse $\geq 1,8$): KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E	DM
Komplextrennwände			
365 mm	2 x 240 mm	Alle Kalksandsteine	NM
240 mm	–	Plansteine und Planelemente (Rohdichteklasse $> 1,6$)	DM

¹⁾ Mit aufliegender Geschossdecke (mindestens REI 90) als konstruktive obere Halterung

8. Konstruktive Details

Tafel 17 Seitliche Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Stumpfstoßanker T = 0,75 mm</p> <p>Mörtelgruppen: NM II bis NM III Dünnbettmörtel</p>	Starr gehalten durch Maueranker und vollflächig satt vermörtelte Anschlussfuge mit NM oder DM	Schalltechnisch biegesteif und dicht Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten oder nicht vollflächiger Vermörtelung ist ggf. eine Entkopplung und Undichtigkeit anzunehmen.	Anschlussfuge voll vermörtelt mit NM oder DM EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Dämmschicht</p> <p>Zweiteiliger Anker, z.B. System Halten für Normalmauer- oder Dünnbettmörtel</p> <p>Vermörtelung oder elastische Fugendichtmasse nach DIN 52460</p>	Gelenkig gehalten durch in Ankerschiene eingelegte Maueranker	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m ³ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Bewegliche Maueranker für DM-Mauerwerk</p> <p>Wandanker beweglich</p> <p>Halteanker beweglich</p>	Gelenkig gehalten durch Wandanker  durch Halteanker 	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Halteankern und Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m ³ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse an Wohnungstrennwand  <p>Wohnungstrennwand</p> <p>Stumpfstoßanker</p> <p>Nicht tragende Innenwand flächenbezogene Masse < 200 kg/m²</p>	Gelenkig gehalten durch Mauerwerksanker und nachgiebiger Füllung mit Mineralfaserstreifen des Stumpfstoßanschlusses	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m ³ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60

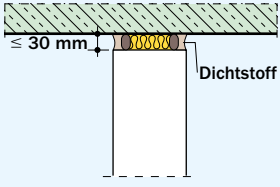
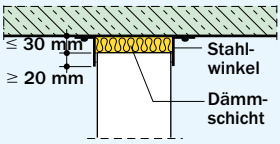
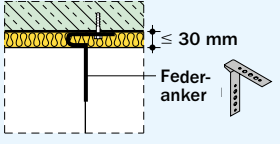
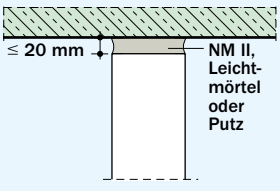
¹⁾ Die Klassifizierung des Wandanschlusses entspricht der Klassifizierung der Wand, wenn die angegebenen Bedingungen eingehalten werden. Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

²⁾ Der Putz ist bei entkoppelten Anschlüssen mit einem Kellenschnitt zu trennen und nachträglich z.B. mit Acryl zu schließen.

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. R 500) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände < 200 kg/m² beträgt
- Seitliche Anschlüsse untereinander vermörtelt, schalltechnisch biegesteif (kraftschlüssig) ausführen
- Bei kraftschlüssiger Ausführung der oberen Anschlussfuge ist Mörtel geringer Festigkeit (z.B. Leichtmörtel oder Putz) zu wählen.

Tafel 18 Obere Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
 <p>≤ 30 mm</p> <p>Dichtstoff</p>	<p>Oberer Rand nicht gehalten die Wand ist 3-seitig zu halten die Stoßfugen sind grundsätzlich zu vermörteln</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$ Lagesicherung durch Dichtstoff, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60 Die Fugen müssen dicht ausgestopft werden. Für EI 30 mind. 50 mm; für EI 60 mind. 60 mm und für EI 90 und „Brandwände“ mind. 100 mm Breite der jeweiligen Wanddicke.</p>
 <p>≤ 30 mm</p> <p>≥ 20 mm</p> <p>Stahlwinkel</p> <p>Dämmschicht</p>	<p>Oberer Rand gehalten die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und nicht dicht Als trennendes Bauteil nur geeignet mit zusätzlichem Fugendichtstoff in der Anschlussfuge</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$ Lagesicherung durch Stahlwinkel, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
 <p>≤ 30 mm</p> <p>Federanker</p>	<p>Oberer Rand gehalten die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
 <p>≤ 20 mm</p> <p>NM II, Leichtmörtel oder Putz</p>	<p>Oberer Rand gehalten mit Aufkast infolge Kriechen und Schwinden der Stahlbetondecke²⁾ die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand Anschlussfuge vollständig durch NM II, Leichtmörtel oder Putz ausgefüllt</p>	<p>Schalltechnisch biegesteif und dicht Bei Wänden mit Schallschutzanforderungen sollte diese Ausführungsvariante gewählt werden.</p>	<p>EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>

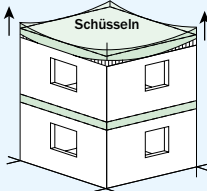
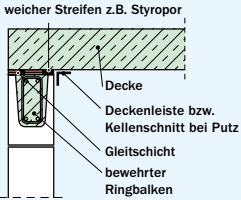
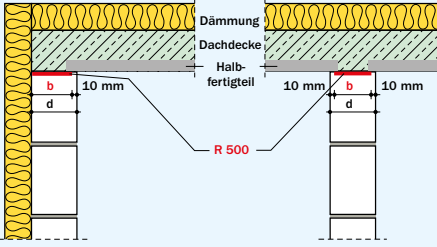
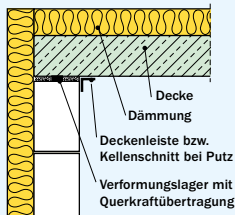
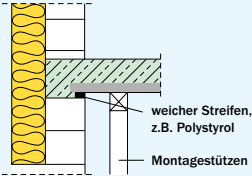
¹⁾ Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

²⁾ Bei Wandlängen > 5 m sollte dieser Anschluss mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden.

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. R 500) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände < 200 kg/m² beträgt
- Seitliche Anschlüsse untereinander vermörtelt, schalltechnisch biegesteif (kraftschlüssig) ausführen
- Bei kraftschlüssiger Ausführung der oberen Anschlussfuge ist Mörtel geringer Festigkeit (z.B. Leichtmörtel oder Putz) zu wählen.

Tafel 19 Empfehlungen für Deckenaufleger

Deckenaufleger	Beschreibung	Maßnahme
Schüsseln 	Dachdecken können im Eckbereich schüsseln und die oberste Steinreihe mit anheben. Die Folge kann eventuell ein horizontaler Riss über Eck in der Lagerfuge unter der obersten Steinreihe sein.	Einbau von Trennschichten Verwendung einer besandeten Bitumendachbahn R 500 mit Rohfilzeinlage, Dicke = 3 mm, nach DIN EN 13969 in Verbindung mit DIN V 20000-202 Einbau über Eck, Länge ca. 1,50 m in beide Richtungen
Temperaturschwankungen 	Ungedämmte Dachdecken dehnen und verkürzen sich in Folge von Temperaturschwankungen. Gering belastetes Mauerwerk kann diese eingeleiteten Verformungen häufig nicht rissefrei aufnehmen.	Einbau von Gleitschichten bzw. Gleitlagern Einbau der Gleitschichten bzw. -lager zwischen Dachdecke und Wand Zur oberen Halterung der Wand sind bewehrte Ringbalken erforderlich.
Schwinden 	Die Austrocknung von bindemittelgebundenen Baustoffen (z.B. Beton, Mauerwerk) führt zu Schwindverkrümmungen.	Einbau von Trennschichten Verwendung einer besandeten Bitumendachbahn R 500 mit Rohfilzeinlage, Dicke = 3 mm, nach DIN EN 13969 in Verbindung mit DIN V 20000-202 Einbau wie folgt: Breite (b) kleiner als Wanddicke (d), und zwar bei – Außenwänden ca. 10 mm, – Innenwänden beidseitig je ca. 10 mm Die Anordnung eines Ringbalkens ist nicht erforderlich.
Schwinden und Zentrieren 	Schwindverformungen und zu große Deckendurchbiegungen können gleichzeitig auftreten. Durch diese Einwirkungen auf Außenwände sind Rissbildungen bzw. Kantenabplatzungen auf der Wandinnenseite möglich.	Einbau von Verformungslagern Verwendung von Verformungslagern mit Querkraftübertragung zur Zentrierung und gleichzeitiger Aufnahme von Längenverformungen (ca. ± 10 mm) (z.B. von Calenberg Ingenieure oder Speba) Ein Ringbalken auf dem Mauerwerk ist nicht erforderlich.
Konstruktives Zentrieren 	Größere Deckendurchbiegungen bzw. Auflagerverdrehungen führen zu Lastexzentrizitäten (Traglastminderungen). Bei Stützweiten > 6 m darf mit Zentrierung das vereinfachte Bemessungsverfahren nach DIN EN 1996-3/NA angewendet werden.	Einlage von weichen Streifen Verwendung von weichen Streifen z.B. aus Polystyrol oder Mineralwolle Einbau: Schalung bzw. Filigrandeckenplatten in der Höhe um die Dicke des Streifens (ca. 5 mm) durch Montagestützen anheben Zentrieren auch bei schlanken Decken ist zu empfehlen.

Zentrierungen sind immer am Wandkopf, nie am Wandfuß anzuordnen.

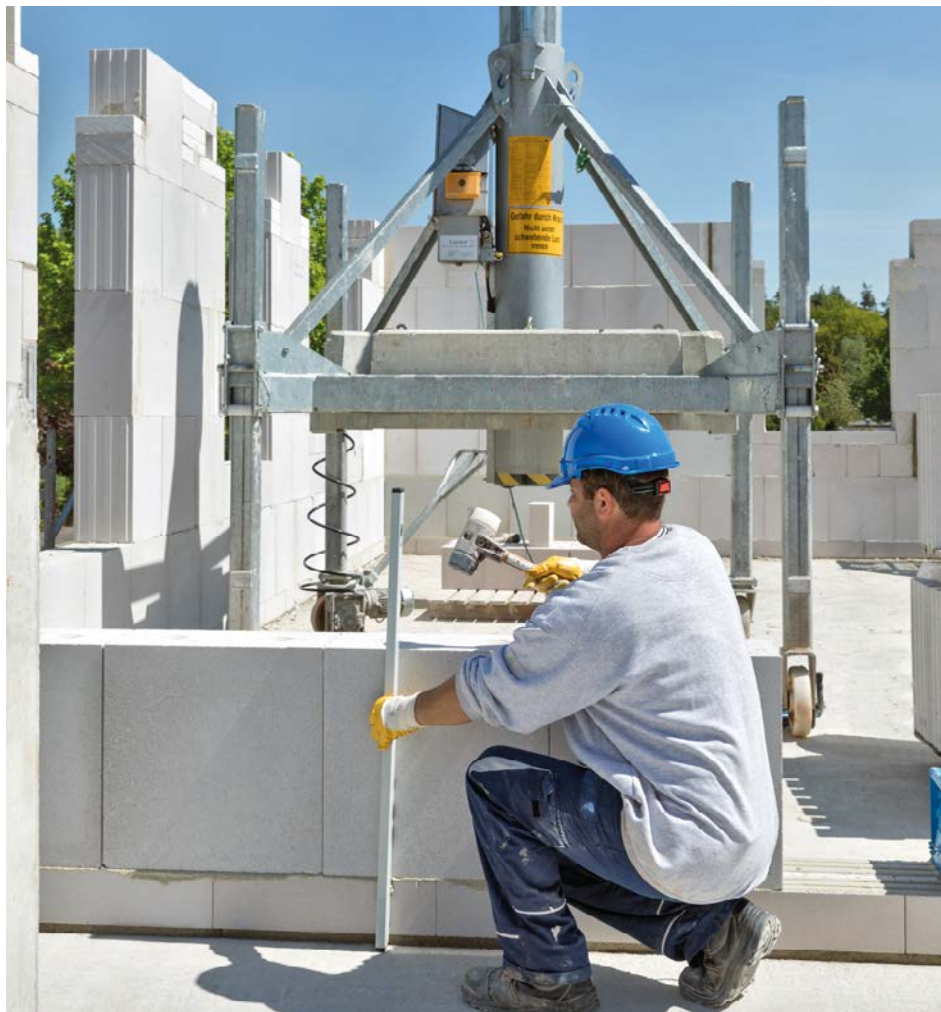


ANHANG

Merkblatt für das Aufmauern von Wandscheiben

Das Merkblatt für das Aufmauern von Wandscheiben wurde vom Fachausschuss „Bau“ bei der Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin, erarbeitet.

Das Merkblatt mit Stand Oktober 1985 bezieht sich auf die zurückgezogenen und inzwischen durch die Eurocodes ersetzten DIN-Normen. Die Hinweise können jedoch weiterhin analog auch für die Eurocodes angewendet werden.



Vorbemerkung

Für Berechnung und Ausführung von Mauerwerk gilt DIN 1053-1, die auch Mindestanforderungen für die Aussteifung festlegt, dies gilt für das fertige Bauwerk.

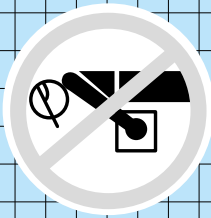
Während der Ausführung stehen jedoch aus arbeitstechnischen Gründen endgültige Aussteifungen (z.B. im Verband gemauerte aussteifende Wände, Deckenscheiben, Verankerungen) häufig nicht zur Verfügung. In diesem Falle werden nach den technischen Baubestimmungen zusätzliche Maßnahmen gegen Kippen erforderlich. In erster Linie ist dabei die Windlast nach DIN 1055-4 zu berücksichtigen. Die dort angegebenen Werte gelten für fertige Bauwerke und tragen extremen Witterungslagen Rechnung, wie sie während der Bauausführung nur gelegentlich auftreten.

Maßnahmen

Dieses Merkblatt (Ausgabe 10.1985) enthält Angaben, wann Maßnahmen zur Aussteifung erforderlich und unter welchen Voraussetzungen Abweichungen möglich sind.

1. Mauerwerk ist auch während seiner Ausführung nach DIN 1053-1 auszusteifen.
2. Solange die für das fertige Bauwerk vorgesehenen Aussteifungen noch nicht zur Verfügung stehen, können zusätzliche Absteifungen gegen Kippen unter Windlast erforderlich werden.
3. Abweichend von DIN 1055-4 darf für die Bemessung dieser zusätzlichen Absteifungen die Windlast mit einem Staudruck von $0,1 \text{ kN/m}^2$ angenommen werden. Voraussetzung ist dabei, dass die Witterungslage keine Windgeschwindigkeiten von mehr als 12 m/s^* für den Zeitraum zwischen Ausführung des Mauerwerks und Herstellung der endgültigen Aussteifungen erwarten lässt. Vor Schichtschluss müssen jedoch in jedem Falle die endgültigen Aussteifungen oder aber Hilfsaussteifungen für volle Windlast nach DIN 1055-4 eingebaut sein.
4. Wird von den Erleichterungen des Abschnittes 3 Gebrauch gemacht, ergeben sich für frei stehende Mauerwerkswände z.B. zulässige Höhen nach folgender Tabelle.
5. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen (z.B. Nässe, niedrige Temperaturen) ist nach DIN 1053-1 mindestens Mörtelgruppe II zu verwenden. Zusätzlich können Aussteifungen erforderlich sein, um den Einsturz des Mauerwerks während des Aufmauerns durch Aufschwimmen zu verhindern.
6. Frisches Mauerwerk ist vor Frost rechtzeitig zu schützen, z.B. durch Abdecken. Ist Mauerwerk durch Frost beschädigt, ist es vor dem Weiterbau abzutragen.
7. Schlankes Pfeilermauerwerk (weniger als 49 cm Breite, weniger als $36,5 \text{ cm}$ Dicke, mehr als 200 cm Höhe) ist gegen Kippen, z.B. aus unbeabsichtigtem Anstoßen mit Kranlasten, zu sichern.

*) Eine Windgeschwindigkeit von 12 m/s entspricht Windstärke 6 nach Beaufortskala, die wie folgt erläutert: Starke Äste in Bewegung, Pfeifen in elektrischen Freileitungen, Regenschirm schwierig zu benutzen.



Mauersteine, die nicht von Hand verarbeitet werden dürfen!

(PP)	499	175	249	21,744					1,09	1,00
(PB)	615	150	240	22,140					1,08	0,98
(PP)	624	150	249	23,306					1,02	0,93
(PP)	312	300	249	23,306					1,02	0,93
(PB)	615	175	240	25,380					0,92	0,84
15 DF	365	300	238	26,061					0,91	0,83
15 DF	370	300	238	26,418					0,90	0,82
(PP)	624	175	249	27,191					0,88	0,80
16 DF	490	240	238	27,989					0,85	0,78
16 DF	495	240	238	28,274					0,84	0,77
16 DF	245	490	238	28,572					0,83	0,76
18 DF	365	365	238	31,708					0,75	0,69
18 DF	370	365	238	32,142					0,74	0,68
20 DF	490	300	238	34,986					0,68	0,62
20 DF	495	300	238	35,343					0,67	0,62
(PB)	615	240	240	35,424					0,67	0,61
(PP)	499	300	249	37,275					0,64	0,58
(PP)	624	250	249	38,844					0,61	0,56
(PB)	490	365	240	42,924					0,55	0,51
24 DF	495	365	238	43,001					0,55	0,51
(PP)	499	365	249	45,352					0,52	0,48
(PB)	615	365	240	53,874					0,44	0,40
(PP)	624	375	249	58,266					0,41	0,37

Erläuterungen

Stein-Rohdichte ist die Masse des bei einer Temperatur von 105 °C bis zur Massenkonstanz getrockneten Mauersteins, bezogen auf dessen äußeres Steinvolumen. Dieses errechnet sich aus den äußeren Steinabmessungen Länge x Breite x Höhe. Es schließt vorhandene Lochkanäle, Grifflöcher, Mörteltaschen und dergl. ein.

Mz = Mauerziegel, Vollziegel u. Hochlochziegel nach DIN 105-1

Hlz = Mauerziegel, Leichtlochziegel nach DIN 105-2

KS = Kalksandsteine, Voll-, Loch-, Block-, Hohlblock- und Plansteine nach DIN 106

Hbl = Hohlblöcke aus Leichtbeton nach DIN 18151

V u. Vb = Vollsteine u. Vollblöcke aus Leichtbeton nach DIN 18152

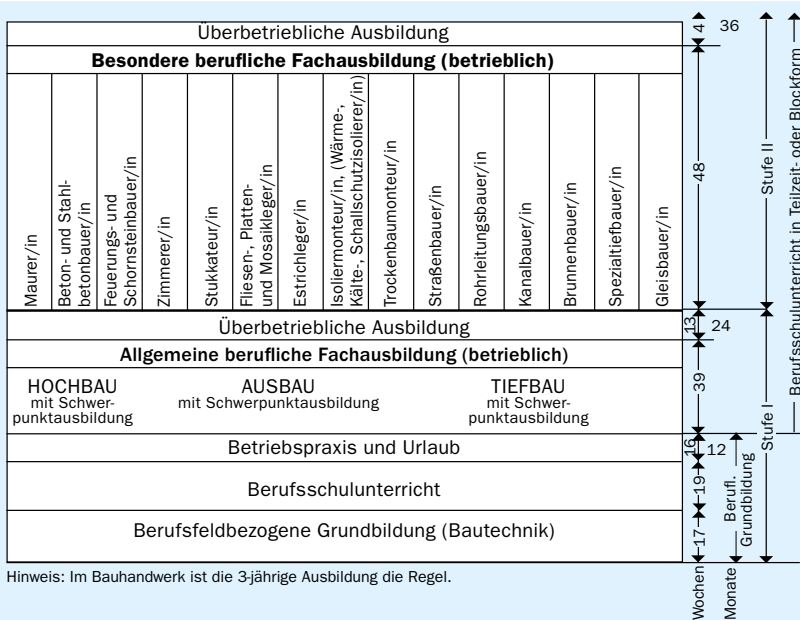
Hbn = Mauersteine aus Beton, (Normalbeton) nach DIN 18153 (Hohlblöcke)

PB u. PP = Porenbeton-Blocksteine (PB) und Porenbeton-Plansteine (PP) nach DIN 4165

(Porenbeton = früher „Gasbeton“)



Ihre Berufsgenossenschaft



Stufenausbildung in der Bauwirtschaft

Eingruppierung nach Angestelltentarif:

Polier

Eingruppierung in Lohngruppen nach Bundesrahmentarifvertrag:

- 6 Werkpolier / Baumaschinen-Fachmeister
- 5 Vorarbeiter / Baumaschinen-Vorarbeiter
- 4 Spezialfacharbeiter / Baumaschinenführer
- 3 Facharbeiter / Baugeräteführer / Berufskraftfahrer
- 2 Fachwerker / Maschinist / Kraftfahrer
- 1 Werker / Maschinenwerker

Aufstiegsschema für gewerbliche Arbeitnehmer und deren Eingruppierung in Berufsgruppen

Normen

- DIN EN 771-2:2015-11: Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine
- DIN 20000-402:2017-01: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 402: Regeln für die Verwendung von Kalksandsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
- DIN EN 998-2 Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel
- DIN 1053-1 Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung
- DIN 4103-1 Nichttragende innere Trennwände; Anforderungen, Nachweise
- DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN 4108-3 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- DIN 4108 Beiblatt 2:2006-03 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- DIN 4109-1:2018-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
- DIN 4109 Beiblatt 2 Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich
- DIN 4109-2 Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
- DIN 4172 Maßordnung im Hochbau
- DIN 18195:2017-07: Abdichtung von Bauwerken – Begriffe
- DIN 18195 Beiblatt 2:2017-07: Abdichtung von Bauwerken – Beiblatt 2: Hinweise zur Kontrolle und Prüfung der Schichtdicken von flüssig verarbeiteten Abdichtungsstoffen
- DIN 18533-1:2017-07: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
- DIN 18533-2:2017-07: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 2: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen
- DIN 18533-3:2017-07: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 3: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen
- DIN 18201 Toleranzen im Bauwesen – Begriffe, Grundsätze, Anwendung, Prüfung
- DIN 18202 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
- DIN 18299 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Allgemeine Regeln für Bauarbeiten jeder Art

- DIN 18330 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Mauerarbeiten
- DIN 18515-1 Angemörtelte Fliesen oder Platten; Grundsätze für Planung und Ausführung
- DIN 18515-2 Außenwandbekleidungen; Anmauerung auf Aufstandsflächen; Grundsätze für Planung und Ausführung
- DIN 18516-1 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
- (Vornorm) DIN V 18580 Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften
- (Vornorm) DIN V 20000-412 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 412: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2

Wichtige Abkürzungen

abP	allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis	KS -R P	KS -R-Planstein
abZ	allgemeine bauaufsichtliche Zulassung	KS Vb	KS-Verblender
ATV	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen	KS Vm	KS-Vormauerstein
DF	Dünnformat	KS XL	Großformatige Kalksandsteine mit Schichthöhen ≥ 50 cm
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik	LBO	Landesbauordnung
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.	LM	Leichtmauermörtel
DIN V	Vornorm einer DIN	MG	Mörtelgruppe
DIN EN	von DIN übernommene Europäische Norm	MVV TB	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
DM	Dünnbettmörtel	NF	Normalformat
EnEV	Energieeinsparverordnung	NM	Normalmauermörtel
KS	Kalksandstein bzw. KS-Vollstein	PMBC/KMB	Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung
KS -E	Kalksandsteine mit integrierten Kanälen zur Führung von Elektroinstallationen	RDK	Rohdichteklasse
KS F	KS-Fasenstein	SFK	Steindruckfestigkeitsklasse
KS L	KS-Lochstein	VHF	Vorgehängte hinterlüftete Fassade
KS L P	KS L-Planstein	VOB-C	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)
KS -L-R P	KS -L-R-Planstein	WDVS	Wärmedämm-Verbundsystem
KS P	KS-Planstein	ZIE	Zustimmung im Einzelfall
KS -BP	KS-Bauplatte		

Stichwortverzeichnis

A		Außenwandbekleidung, hinterlüftete	208
Abdeckprofil	154	Außenschale, verputzte	195
Abdichtung	148, 190	Ausschreibung	15
Abdichtungsbahn	150, 182	Aussparung	72, 168, 179
Abfangkonstruktion	152, 153	Aussteifung	213
Abfangung	153	Aussteifungswand	78, 125
Abnahme von Sichtmauerwerk	156, 157	auszustEIFende Wand	125
Absäuern	22, 143		
Abstand der			
Mauerwerksschalen	145, 146, 196		
Abtreppe	70, 77	B	
allgemeine bauaufsichtliche		Bauart, schwere/mittlere/leichte	127
Zulassung (abZ)	13, 38	bauaufsichtliche Vorschriften	15
Anbaumaß	16, 17	Baufeuchte	209
Anfangsscherfestigkeit,		Baukosten	80
charakteristische	46	Bauplatte	37
Ankeilen	47	Bauproduktenverordnung	237
Anker	145, 146, 149	Baustellenmörtel	50, 52, 145
Anschlaglänge	78	Baustellenoptimierung	118
Anschluss, oberer/seitlicher/unterer	211, 212, 222	Baustellenorganisation	82
Anschlussfuge	57	Bauteile zur Systemergänzung	38
Anschütthöhe	183	Bauweise mit Fuge	16, 90
Anstrich	113	Bauweise ohne Fuge	16, 90
Anstrich, deckender	142	Bedenken	164
Arbeitsbühne	93	Befestigung	174
Arbeitshöhe	93	Behaglichkeit	182
Arbeitsorganisation	94	Beimauern	126
Arbeitsraum	84, 94	Lüftungsöffnung	150
Arbeitstechnik	117	Bemessung von Mauerwerk	20, 183
Arbeitsvorbereitung	79	berufsgenossenschaftliche	
Aufbrennsperre	166	Vorschriften	14
Aufputzinstallation	173	besondere Leistung	15, 19, 168
Aufstandsbreite	133	Bestellung	81
aufstauendes Sickerwasser	186, 187	Betrachtungsabstand	139
Ausfachung	210	Beurteilung von	
Ausgleichsschicht	50, 122	Sichtmauerwerk	139, 156
Auskratzen	139	Beurteilung	156
Außenmaß	16, 17	Bewegungsspielraum	84
Außenputz	196	Bezeichnungen	42
Außenwand	198, 199, 200, 203, 206	Binderverband	74, 136
Außenwand, einschalige	194, 206	Bitumenbahn	183, 190
Außenwand, zweischalige	148, 149, 195	Bitumendickbeschichtung	183, 190
		Blockverband	74, 136
		Bodenfeuchte	188

Bogen, gemauert	105	Entwässerung	750, 198
bossiert	29, 135	Erdanschüttung, zulässige	186
Brandschutz	172, 173, 180, 194, 199, 204, 236, 238, 239	Erddruck	183
bruchrau	29, 135	Ergänzungsstein	96
Brüstung	99, 155, 156		
		F	
		Fahrspur	95
		Farbunterschied	145, 161
		Fasenstein	31, 135, 136
		Fassade, vorgehängte hinterlüftete (VHF)	208
		Feuchtegehalt	92
		Feuchteschutz	198, 203, 209
		Feuerwiderstandsklasse	225, 240
		Flachbogen	106, 107, 109
		flächenfertig	18, 19, 163
		Flachstahlanker	77, 125, 232, 246
		Format	30, 42
		Formschluss Versetzzange	95
		frei stehende KS-Wände	213
		freier Rand	168
		Frost	21, 111, 245, 246
		Frostschutzmittel	21, 112
		Frost-Tau-Wechsel	35, 134
		Frostwiderstand	21, 35, 134
		Fugенbearbeitung	139
		Fugenbreite	123
		Fugendichtstoff	154, 199
		Fugendichtungsband	154, 207
		Fugendicke	56, 92, 120, 138
		Fugendruckfestigkeit	48
		Fugenglattstrich	141, 161
		Fugkelle	141
		Fundamentplatte, durchgehende	235
		Funktionswand	180
		Fußpunkt	199, 215, 222
		Fußpunktausbildung	150, 199
		G	
		geschlämmt	139, 163
		Gestaltungseinfluss	130
		gestrichen	161
		Gotischer Verband	75, 137
		Greifer (Versetzzange)	87

- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------------------|------------------|
| Grenzabmaß | 18, 35, 134 | Kimmschichtmörtel | 50, 122 |
| Griffhilfe | 94, 164 | Kimmstein (Höhenausgleichsstein) | 98 |
| großformatige Kalksandsteine (KS XL) | 21 | Korrigierbarkeitszeit | 46 |
| Größtkorn | 46 | Korrosion | 22 |
| | | Kreuzungen | 70 |
| | | Kreuzverband | 74, 136 |
| | | KS-Bauplatte | 28, 37 |
| H | | KS -E-Stein | 29, 41, 173, 237 |
| Haftscherfestigkeit | 46, 48 | KS-Fasenstein | 29, 31, 81, 135 |
| Halterung | 215, 219, 220, 245 | KS-Fertigteilsturz | 38, 39, 99, 101 |
| Handvermauerung | 91 | KS-Flachsturz | 38, 39, 99, 101 |
| Handwerksregel | 14 | KS-Funktionswand | 194 |
| Handwerkszeug | 87 | KS-Kimmstein | 38 |
| Härtewagen | 27 | KS-Lochstein | 29, 45 |
| Haustrennwand | 204 | KS-Planstein | 29 |
| Herstellung | 26 | KS-Plansteinmauerwerk | 19, 45 |
| hinterlüftet | 208 | KS -R-Blockstein | 29 |
| Hintermauerschale | 194 | KS -R-Hohlblockstein | 29 |
| Hitze, Mauern bei | 22, 111 | KS -R-Planstein | 29, 45, 46 |
| Hitzeschutz | 181, 227 | KS -R-Stein | 31 |
| Höhenausgleich | 38, 50, 98 | KS-Sichtmauersturz | 132 |
| Holländischer Verband | 75, 137 | KS-Sichtmauerwerk | 129, 156 |
| | | KS-Sturz | 38, 101 |
| | | KS -U-Schale | 40, 103, 132 |
| I | | KS-Verblender | 29, 30, 131, 134 |
| Imprägnierung | 113, 138 | KS-Verblendmauerwerk | 129 |
| Injektionsdübel | 175 | KS-Vollstein | 29 |
| Innenmaß | 17 | KS-Vormauerstein | 29, 30 |
| Innenschale, tragende | 196 | KS-Wärmedämmstein | 38, 98 |
| Innensichtmauerwerk | 161 | KS XL | 19, 62, 98 |
| Innenwand | 160, 162, 163, 164 | KS XL-Planelement | 29, 34 |
| Installationskanal | 41, 238 | KS XL-Rasterelement | 29, 33 |
| Installationsleitung | 41, 177 | Kunststoffdübel | 175 |
| | | kunststoffmodifizierte Bitumen- | |
| | | dickbeschichtung (KMB) | 182, 190 |
| K | | Kurbelbock | 93 |
| Kalk | 26 | Kurzbezeichnung | 81 |
| Kalksandstein | 25 | | |
| Kantenausbildung (Fase) | 28 | | |
| Kellenschnitt | 207, 244 | | |
| Keller | 182 | L | |
| Kelleraußenecke | 78 | Lagerfugenbewehrung | 155 |
| Kelleraußenwand | 182, 183 | Lagerfugendicke | 46 |
| Kellermauerwerk | 182, 184 | Lagerung | 81 |
| Kellerwand | 182 | Laibung | 105, 164 |
| Kerndämmung | 149 | Längenausgleich | 126 |
| Kimmschicht | 47, 50, 87, 122 | Längsfuge | 63 |

Lastabtragung	185	Mindestlänge des Pfeilers	76
Lastfall	188, 189	Mindestüberbindemaß	20, 96
Lastverteilung	97	Mindestverarbeitungszeit	46
Läuferverband	74, 136, 156	Mischungsverhältnis	52
Leerrohr	41, 238	Montagestütze	82, 95
Leichtmörtel	53	Mörtelart	46, 90, 119
Leistung, besondere	15, 19, 168	Mörtelauftrag	56, 120
Leistungsbeschreibung	19, 157	Mörtelbedarf	45
Leitungsführung	173	Mörtelbestandteile	44
Lichtmaß	16, 17	Mörtelfuge	49, 142, 145
Liefertermin	81	Mörtelgruppe	44, 216, 221
Lochanteil	28	Mörtelklasse	48
Lochstein	29	Mörtelschlitten	56, 120
Luftdichtheit	161, 163	Mörtelspritzer	143
Luftschicht	195	Mörtelverlust	56
Luftschichtanker	145	Mörtelzusammensetzung	44, 52
Lüftungsöffnung	150, 209	Musterfläche	157
		Mustersteine	157

M

Mangel, optischer	113
Märkischer Verband	75, 137
Maschinelles Versetzen	95
Maßhaltigkeit	134
Maßordnung	15
Maßtoleranz	35
Mauerabdeckung	215
Mauerende	68
Mauerlehre	118
Mauermörtel	43, 119
Mauern	89
Mauernutfräse	171
Mauerstein	28
Mauerwerk mit Stoßfugen- vermörtelung	16
Mauerwerk ohne Stoßfugen- vermörtelung	16
Mauerwerk, geschlämmtes	139
Mauerwerk, sichtbar belassenes	162
Mauerwerk, zweischalig	145
Mauerwerksschale, tragend	194
Mauerwerksverband	59
Mehrkammer-Silomörtel	54
Merkblätter, technische	14
Meterriss	119
Mindesthaftscherfestigkeit	46, 47, 48

N

Nassmörtel	53
Nassreinigung	143
Nebenleistung	15, 19, 156
Nennmaß	16, 17
nicht flächenfertig	18, 19
nicht raumabschließende Wand	237, 246
nicht stauendes Sickerwasser	188, 189
nicht tragende Wand	37, 245, 247
Niederschlagswasser	156
Nischen	72, 170
Niveau, planebenes	50, 98
Normalmauermörtel	48
Nut-Feder-System	16, 118, 123

O

Oberfläche	27, 29, 164
Oberflächenbehandlung	142
Öffnung	168, 172
Öffnungslehre	118
Öffnungsüberdeckung	99
Oktametermaß	15

<hr/>		Schalldämm-Maß	199, 229
P		Schallschutz	172, 173, 174, 228
Passstein	96	Schallschutz, erhöhter	228
Perimeterdämmung	182, 183, 192, 194, 203	scheitrechtler Bogen	101
Personaleinsatz	83	Schichthöhe	29
Pfeiler	63, 76, 213, 237	Schichtmaß	119
Planelement	29, 34	Schlämmanstriche	163
Planstein	29, 32	Schlämmputze	163
Planungsraster	15	Schlagregen	135, 196, 198, 203, 211
PMBC	182, 183, 190	Schließblech	56, 120
Presse	27	Schlitze	72, 168, 170, 238
Putz	164	Schlitztiefe	168, 170
Putzhaftung	165	Schlussstein	106
<hr/>		Schutzmaßnahme	21, 111
Q		Schweißbahn	191
Quergreifer	87	schwere Bauart	228
Querschnittsabdichtung	123, 150	Segmentbogen	105
Querschnittsschwächung	168, 171	sichtbar belassenes Mauerwerk	162
Querwand	78	Sichtmauerwerk	28, 74, 130, 156
<hr/>		Sickerwasser, aufstauendes	187
R		Skelettbauweise	194, 210
raumabschließende Wand	237, 246	Sockelabdichtung	192
Reifezeit	55, 121	Sollfugenbreite	16
Reinigung	113, 114, 142	Sparverblender	135
Restwanddicke	170	Spritzbewurf	165
Richtmaß	15, 16, 17	Spritzwasser	215
Richtwerte für den Mörtelbedarf	45	Stand der Technik	14, 180, 229
Riemchen	135	Statik	183, 225, 246, 247
Ringanker	245	Steckdose	238
Ringbalken	40, 245	Steinart	28, 42
Rissesicherheit	157, 218	Steinbedarf	45
Rohbau-Richtmaß	16	Steindruckfestigkeitsklasse	
Rohdichteklasse (RDK)	30, 42	(SFK)	28, 216
Rollschichten	215	Steinformat	30
Rundbogen	105, 110	Steingewicht	91
<hr/>		Steinkorb	86
S		Stein-Kurzbezeichnung	81
Salz	21, 112	Steinoberfläche	136
Salzlösung	22, 112	Steinrohndichteklasse (RDK)	30, 42
Sand	26	Steinrohling	27
Säure	22, 143	Steinsorte	17
Schalenabstand	146, 196, 198	Steinspaltgerät	69
		Steinzange	87
		Stichhöhe	107
		Stichmaß	18
		Stöße	70

Stoßfuge	57	Verarbeitungsart	90
Stoßfuge, unvermörtelte	19	Verarbeitungsgewicht	91
Stoßfugenausbildung	28, 90, 99	Verarbeitungsregeln	15
Stoßfugenbreite	16, 57, 97, 123	Verarbeitungszeit	46
Stoßfugenvermörtelung	90, 97, 123, 219	Verband	60, 74, 136
Stoßfugenvermörtelung, ohne	57, 123	Verbandregeln	60
Streu- und Spritzbereich	112	Verbandsmauerwerk	62
strukturiert	136	Verblender	81, 134
Stumpfstoß	232	Verblendmauerwerk	74, 145
Stumpfstoßanker	246	Verblendmauerwerk, einschaliges	63
Stumpfstoßtechnik	57, 70, 77, 118, 125	Verblendschale	49, 194, 196, 198
Sturzaufleger	99	Verbrauchswerte	45
Sturz	101	Verfugung im eigenen Saft	50, 139, 145
Sturz, gemauert	103	Verfugung, nachträgliche	50, 139, 161
Stütze	40	verputzte Vormauerschale	131, 150, 154
<hr/>		Verschmützung	142
T		Versetzerät	85, 87, 95
Tagwasser	191	Versetzreihenfolge	57
Tapete	160, 164, 219, 226	Verzahnung	125
Tausalz	21, 112, 215	Vollstein	28
Tauwasserschutz	182, 203, 209	vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF)	208
Teilsteine	138	Vorhangfassade	208
Temperaturverformungen	155	Vorlage	72
Toleranzausgleich	57	Vorlagerung, werkseitig	27
Toleranz	18, 35	Vorwandinstallation	173
Tragfähigkeit	180, 216, 217, 237	<hr/>	
Transportkette	86	W	
Trennfuge, durchgehend	235	waagerechte Abdichtung	150
Trennwand, durchlaufend	125	Wandanschluss	211, 233, 246, 247, 248
Trennwand, zweischalig	234	Wanddicke	28, 42, 239
Treppenhauswand	229	Wand, durchgeführt	233, 234
Trockenmörtel	53	Wanddecke	164
Türanschlag	78	Wandfläche, nass	164
<hr/>		Wandfuß	38
U		Wandhöhe	98
Überbindelänge	156	Wandkopf	38
Überbindemaß	20, 60, 68, 76, 96, 186	Wandlänge, zulässige	220, 221, 222
Übermauerung (Druckzone)	38, 102	Wandlängenausgleich	126
Überstand	154	Wandungsdicken der KS -U-Schalen	40, 133
<hr/>		Wärmebrücke	38, 181
V		Wärmedämmung	195, 196, 200, 203
Verankerung für Verblendmauerwerk	152		
Verarbeitungsanweisung	55		

Wärmedämmung und		Winddichtigkeit	97
Luftschicht	148, 195, 197	Winkeltoleranzen	18
Wärmedämm-Verbundsystem	200	Wirtschaftlichkeit	90, 180
Wärmeleitfähigkeit	38	Witterungsschutz	195, 198, 203, 209, 215
Wärmeschutz	180, 181, 183, 197, 198, 202, 208, 216, 227	Wohnungstrennwand	232, 233, 237
Wärmeschutz, sommerlicher	227	Wurzelbürste	114, 143
Wärmeschutz, winterlicher	180		
Wärmespeicherfähigkeit	227		
Wasser	26, 27	Z	
Wasser, drückendes	191	Zahnschiene	47, 56, 88, 120
Wasserdampflanzen	22, 112	Zentrierung	243, 244, 245
Wasserrückhaltevermögen	141, 144	Zierverband	74, 136
Werk-Frischmörtel	53, 54, 120	Zuggurt	99
Werkmörtel	53, 54, 141	Zuschlag	38, 52
Werk-Trockenmörtel	53, 54, 120	zweiachsig Lastabtragung	186
Werk-Vormörtel	53, 54	zweischalige Außenwände	150, 151, 197
wilder Verband	75, 137		

Bildnachweise**Bild S. 253:** Photographee.eu/Adobe Stock;**Bild S. 273:** Tierney/Adobe Stock**Bild S. 274:**

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

**Kalksandstein-Bauberatung
Bayern GmbH**

Rückersdorfer Straße 18
90552 Röthenbach a. d. Pegnitz
Telefon: 09 11/54 07-30
Telefax: 09 11/54 07-310
info@ks-bayern.de
www.ks-bayern.de

Kalksandsteinindustrie Nord e.V.

Lüneburger Schanze 35
21614 Buxtehude
Telefon: 0 41 61/74 33-60
Telefax: 0 41 61/74 33-66
info@ks-nord.de
www.ks-nord.de

Kalksandsteinindustrie Ost e.V.

Veltener Straße 12–13
16515 Oranienburg-Germendorf
Telefon: 030/25 79 69-30
Telefax: 030/25 79 69-32
info@ks-ost.de
www.ks-ost.de

**Verein Süddeutscher
Kalksandsteinwerke e.V.**

Malscher Straße 17
76448 Durmersheim
Telefon: 07 24 5/806-500
Telefax: 07 24 5/806-501
info@ks-sued.de
www.ks-sued.de

Kalksandsteinindustrie West e.V.

Barbarastraße 70
46282 Dorsten
Telefon: 0 23 62/95 45-0
Telefax: 0 23 62/95 45-25
info@ks-west.de
www.ks-west.de



HERAUSGEBER

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Entenfangweg 15
30419 Hannover
Telefon: 05 11/279 54-0
info@kalksandstein.de
www.kalksandstein.de
www.facebook.com/kalksandstein



*Kalksandstein -
Immer eine gute Wahl!*