



**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.

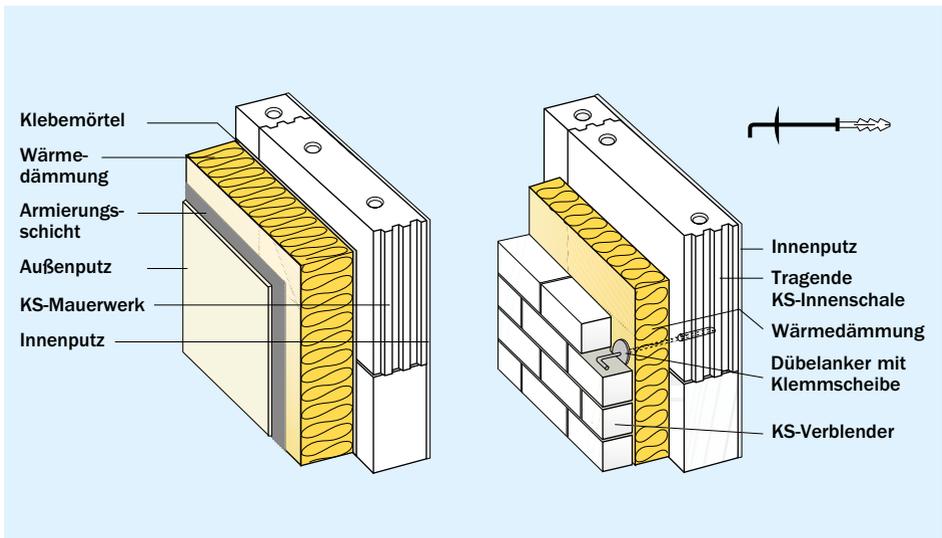


Bild 1 KS-Funktionswände bieten höchste Leistungsfähigkeit

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.

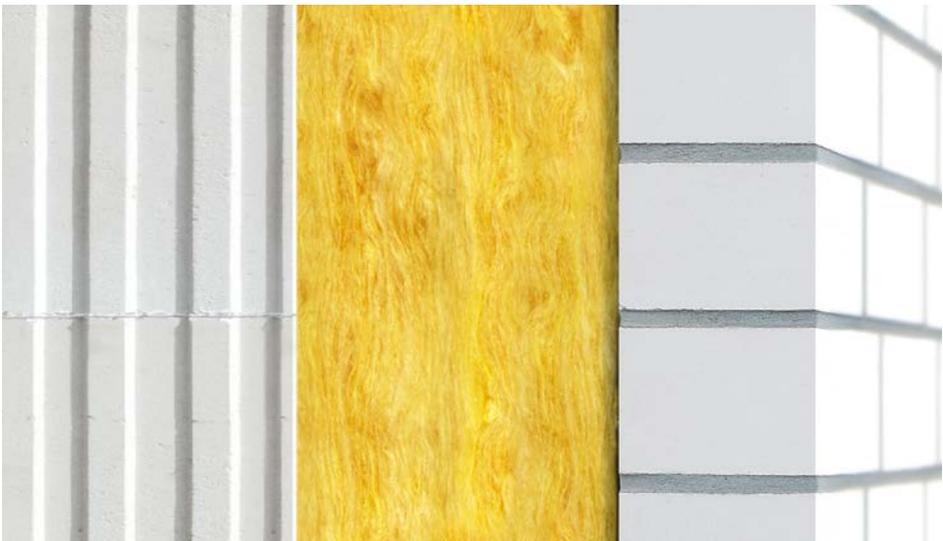


Bild 2 Zweischaliger Wandaufbau mit Hintermauerung, Dämmung und Verblendung

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 mehrgeschosige 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

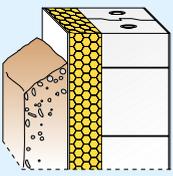
DIN 18533-3 haben in der Regel einen ausreichenden Reibungsbeiwert zur Aufnahme der Querkraft.

- 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	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]			Wandaufbau	
		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
		14	-	-	-	0,26	
		16	-	-	-	0,24	
		20	-	-	-	0,20	
		24	-	-	-	0,18	
		10	-	-	-	0,32	
		14	-	-	-	0,25	
		16	-	-	-	0,23	
		20	-	-	-	0,20	
		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.

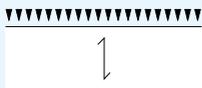
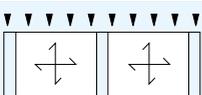
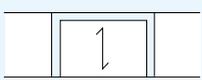
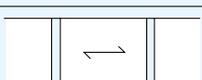
²⁾ Der Zuschlag $\Delta U = 0,04$ W/(m·K) nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ist bereits berücksichtigt.

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 Lastabtrag 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 $l_{O1} \geq 0,4 \cdot h_u$ eingehalten wird. Für diesen Fall ist ein gesonderter Nachweis erforderlich.

Die Auflast je lfd m am Wandkopf $n_{Ed,min,Kopf}$ muss bei einachsiger Lastabtrag 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-

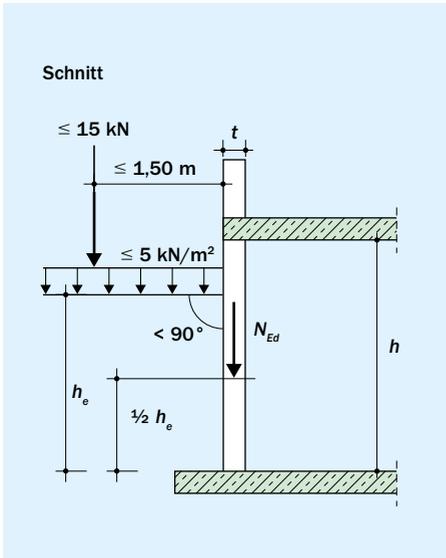


Bild 4 Nachweis von Kellerwänden nach DIN EN 1996-3/NA

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		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).

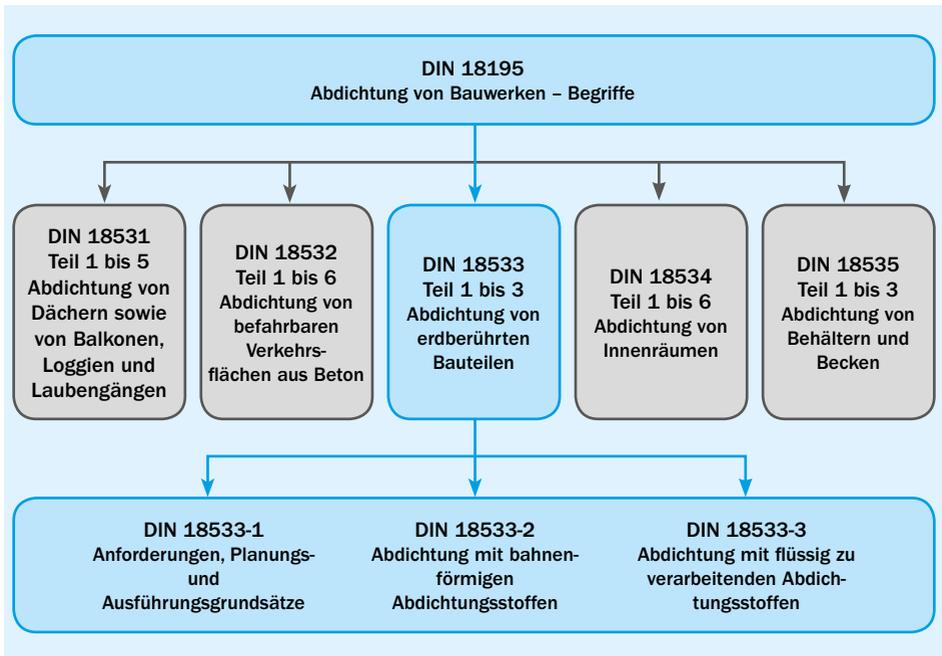


Bild 6 Struktur der neuen Normen zur Abdichtung

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.

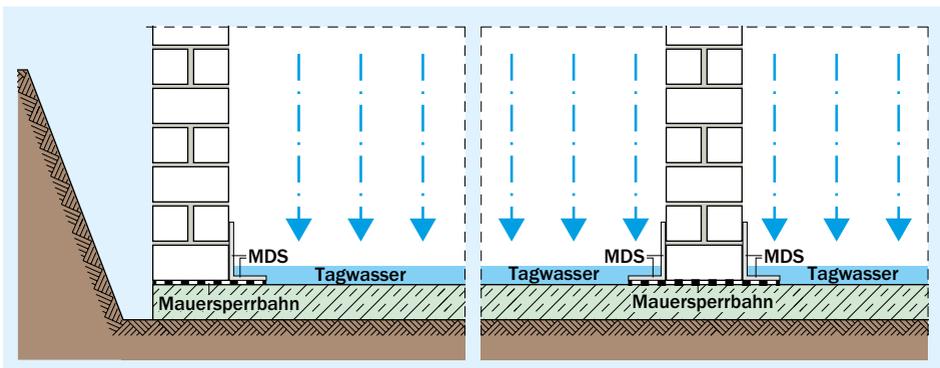


Bild 7 Schutz des Kellermauerwerks vor kapillar aufsteigender Feuchte im Bauzustand

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

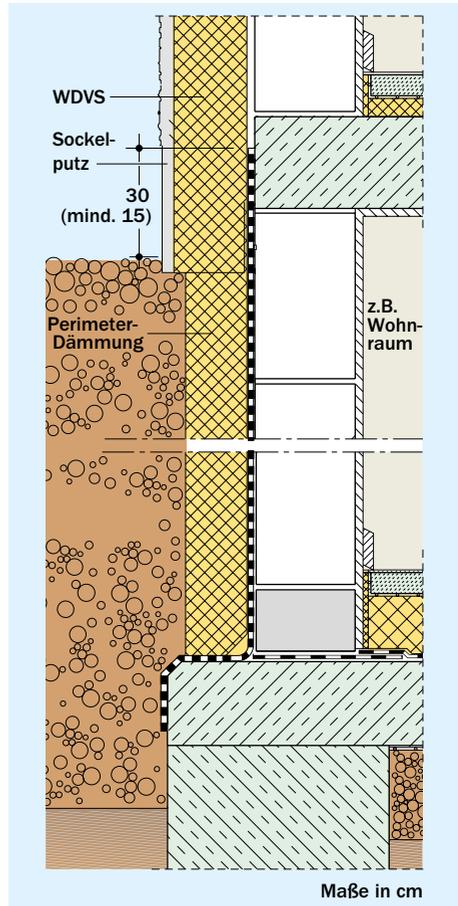


Bild 8 Beispiel für Fußpunktausbildung bei KS-Mauerwerk mit WDVS

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-

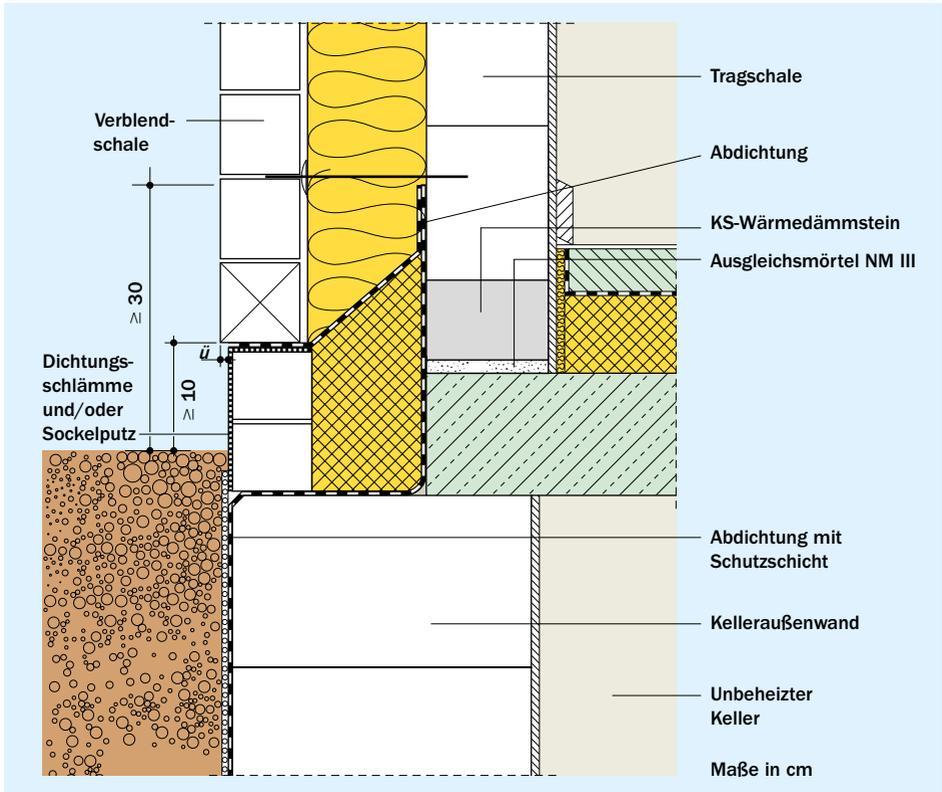


Bild 9 Beispiel für Fußpunktausbildung bei zweischaligem Mauerwerk

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.

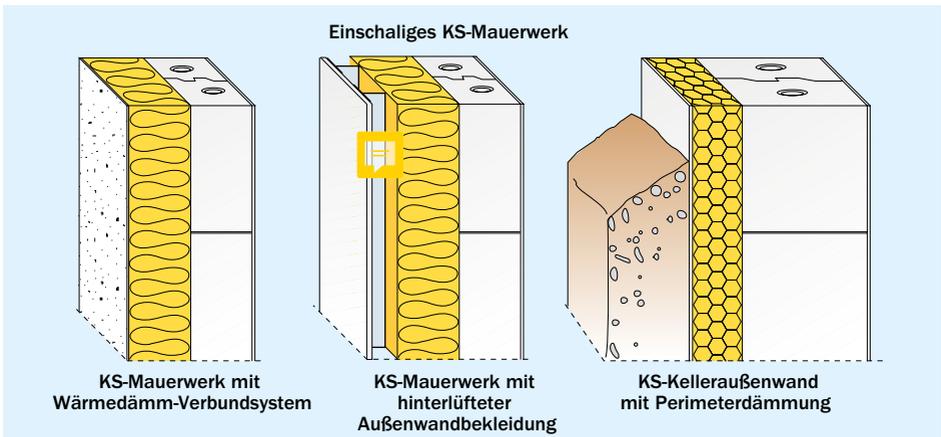


Bild 11 Einschalige KS-Außenwandkonstruktionen für beheizte Gebäude

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

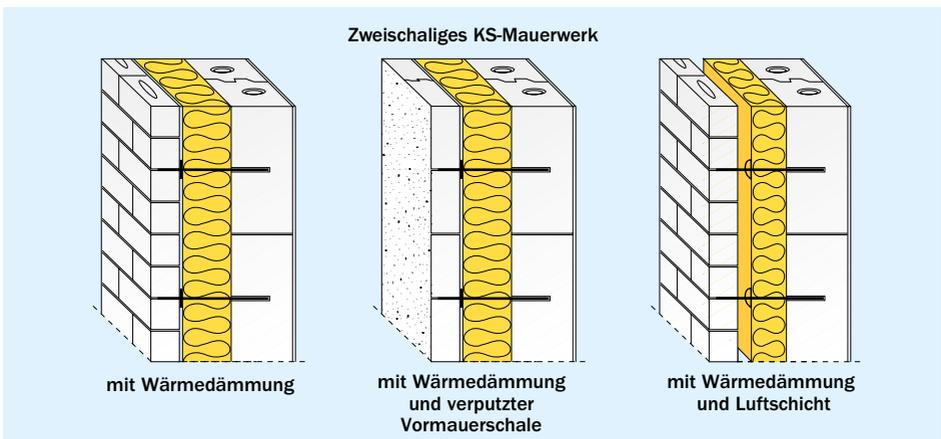


Bild 12 Zweischalige KS-Außenwandkonstruktionen für beheizte Gebäude

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 halbsteineriger 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.

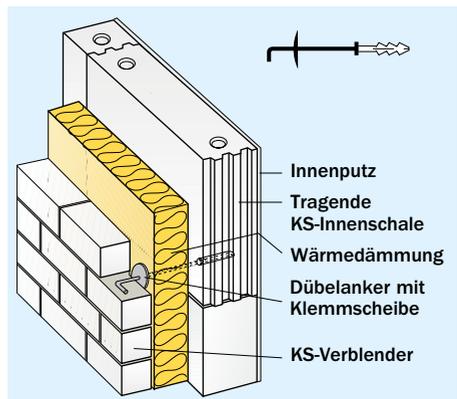


Bild 13 Systemaufbau zweischaliges Mauerwerk mit Wärmedämmung

Wärmeschutz

Der Wärmeschutz von KS-Außenwänden wird bestimmt durch

- Dämmstoffdicke und
- Dämmstoffqualität.

Tafel 7 U-Werte von zweischaligen KS-Außenwänden

	Dicke des Systems	Dicke der Dämmschicht	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]			Wandaufbau
			U	λ ₁	λ ₂	
		12				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 $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
		14				
		16				
		18				
		20				
		24				
		12	0,18	0,24	0,26	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)
		14	0,16	0,21	0,22	
		16	0,14	0,18	0,20	
		18	0,13	0,16	0,18	
		20	0,10	0,11		

Zur Berechnung der U-Werte sind ausschließlich Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B anzusetzen.

¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohrichtklassen 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.

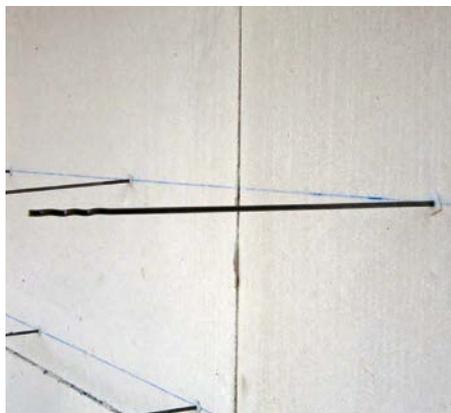


Bild 14 In die Tragschale eingedübelte Luftschantanker

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.

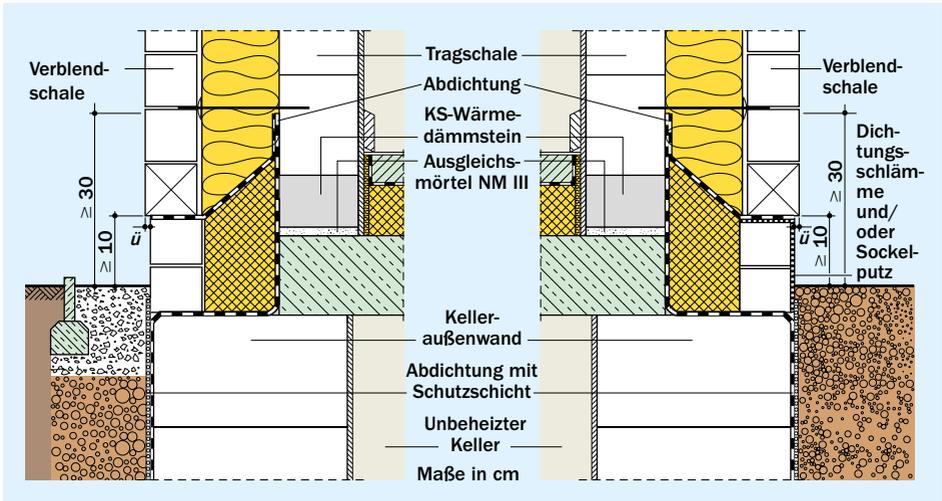


Bild 15 Beispiel für Fußpunktausbildung mit einem Sockel aus Verblendern und Kiesrandstreifen sowie einem verputzten Sockel ohne Kiesrandstreifen

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.

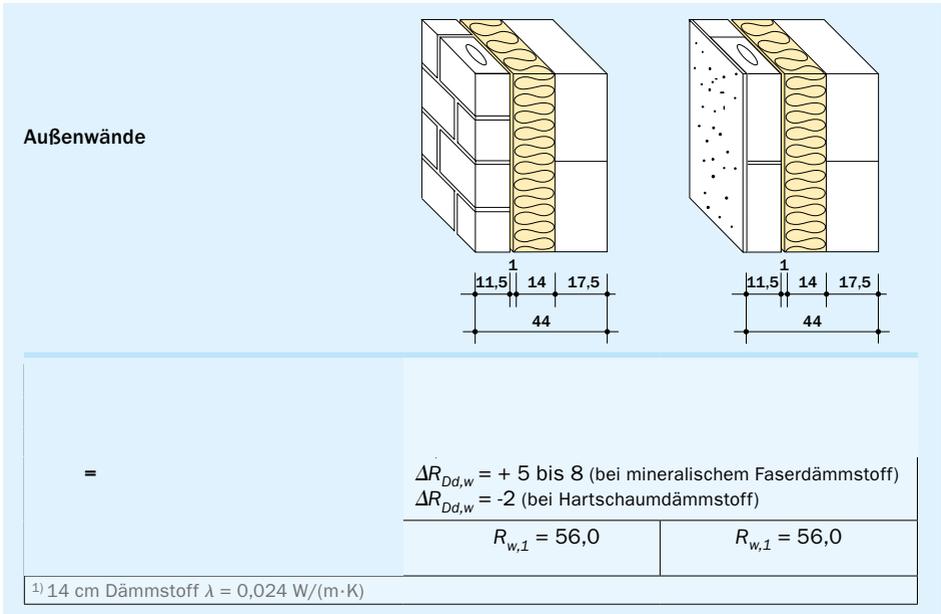


Bild 16 Schallschutz zweischaliger KS-Außenwände

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).

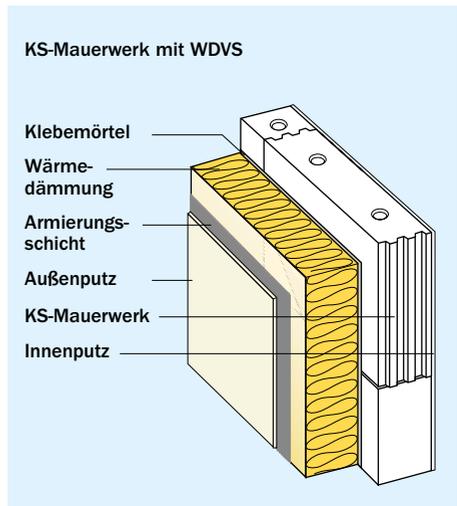


Bild 17 KS-Mauerwerk ist ein idealer Untergrund für jedes Wärmedämm-Verbundsystem.

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

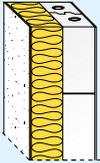
Mit schlanken, funktionsgetrennten KS-Wandkonstruktionen lassen sich je nach Wahl des Dämmstoffes alle energetischen Anforderungen erfüllen.

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	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]			Wandaufbau
			U	λ	λ	
	10		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 $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
	14		0,16	0,21	0,23	
	16		0,14	0,19	0,20	
	20		0,11	0,15	0,16	
	24		0,10	0,13	0,14	
	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.

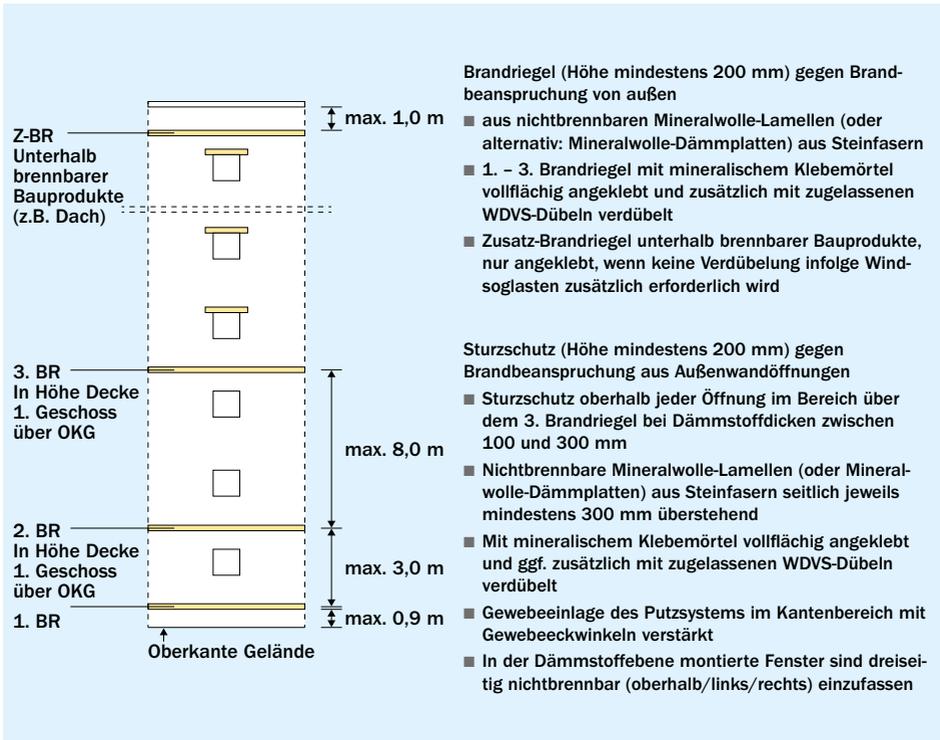


Bild 18 Schwerentflammbare WDVS mit EPS ($d \leq 300$ mm) – Ausbildung mit umlaufenden Brandriegeln sowie Schutz der Fensteröffnungen

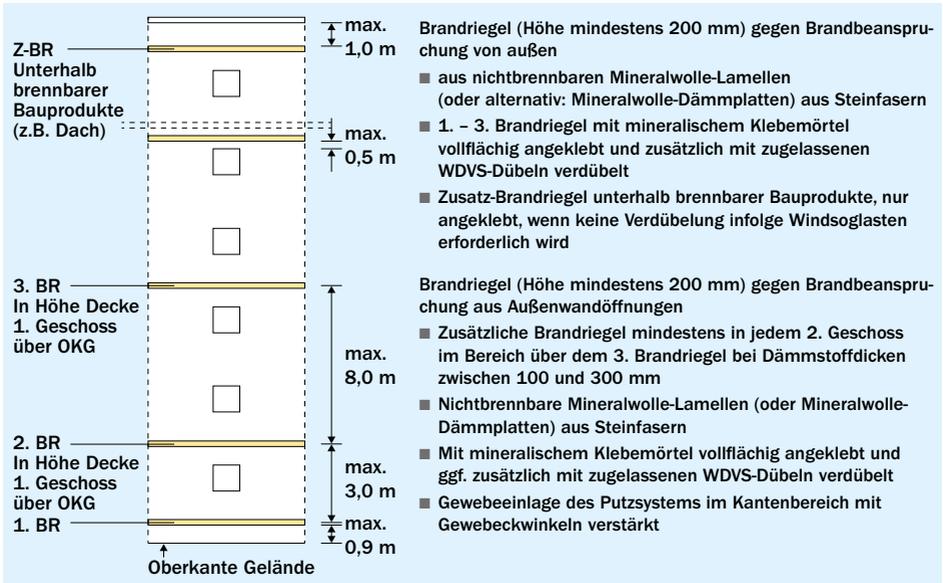


Bild 19 Schwerentflammbare WDVS mit EPS ($d \leq 300$ mm) – Ausbildung alternativ nur mit umlaufenden Brandriegeln

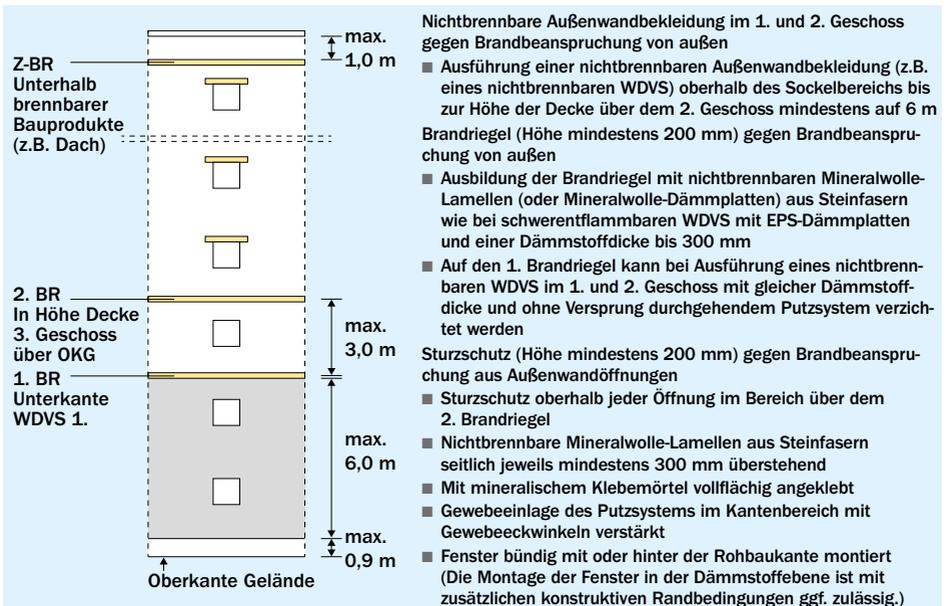


Bild 20 Schwerentflammbare WDVS mit EPS ($d > 300$ mm) – Ausbildung mit nichtbrennbarer Außenwandbekleidung unten und umlaufenden Brandriegeln sowie Schutz der Fensteröffnungen

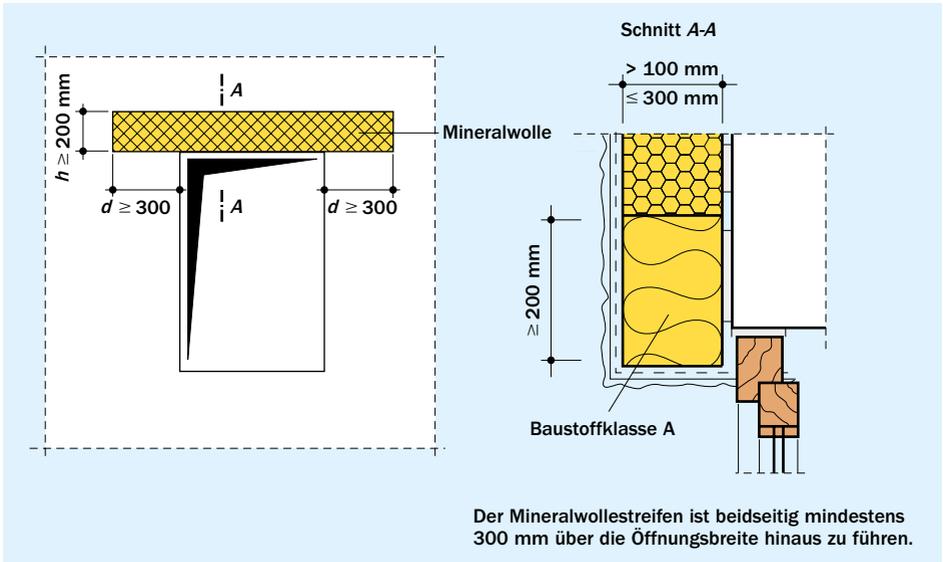


Bild 21 Beispiel einer brandtechnischen Zusatzmaßnahme im Sturzbereich von Wandöffnungen bei EPS-WDVS mit Dämmstoffdicken über 100 mm



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.

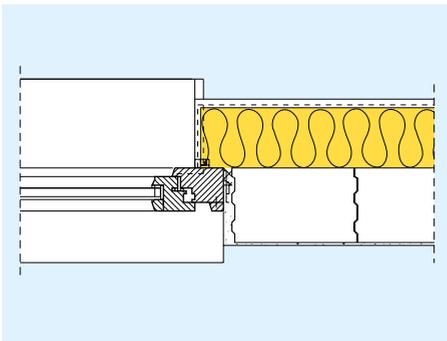


Bild 22 Seitlicher Fensteranschluss (Laibung)

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.

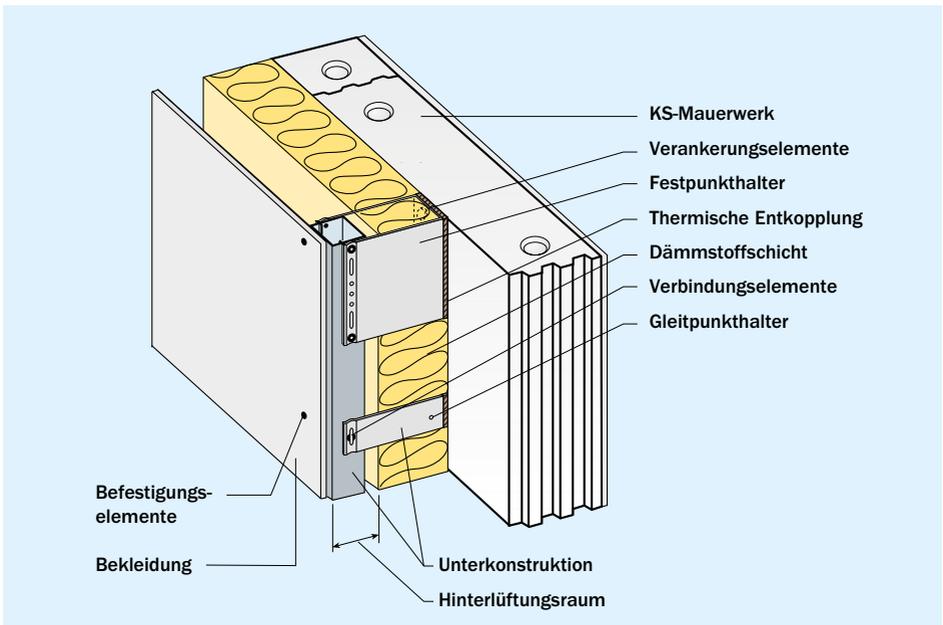


Bild 23 Konstruktionselemente von vorgehängten hinterlüfteten Außenwandbekleidungen

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.

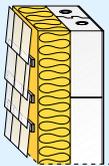
Nach DIN 18516-1 [5] ist eine Minstdicke des Belüftungsraums von 2 cm ausreichend, die örtlich auf 5 mm reduziert werden darf. Bei der Ausbildung von offenen Fugen zwischen den Bekleidungs-elementen sollte jedoch eine Minstdicke von 4 cm eingehalten werden.

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	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m ² ·K)] λ [W/(m·K)]		Wandaufbau	
			U	λ		
	10	–	–	0,28	0,30	Einschalige KS-Außenwand mit hinterlüfteter Außenwandbekleidung $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 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
	12	–	–	0,24	0,26	
	16	–	–	0,18	0,20	
	20	–	–	0,15	0,16	
	24	–	–	0,13	0,14	
	30	–	–	0,10	0,11	

Zur Berechnung der U-Werte sind ausschließlich Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B anzusetzen.

¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohrichteklassen 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⁾		
	$h/l = 1,0$	$h/l \geq 2,0$	$h/l \leq 0,5$	$h/l = 1,0$	$h/l \geq 2,0$
33	12/16 ⁴⁾	8/11 ⁴⁾	–	–	–
	12/16 ⁴⁾	8/11 ⁴⁾	5/7 ⁴⁾	8/11 ⁴⁾	5/7 ⁴⁾
			9	13	9
	36	25	16	23	16
	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.

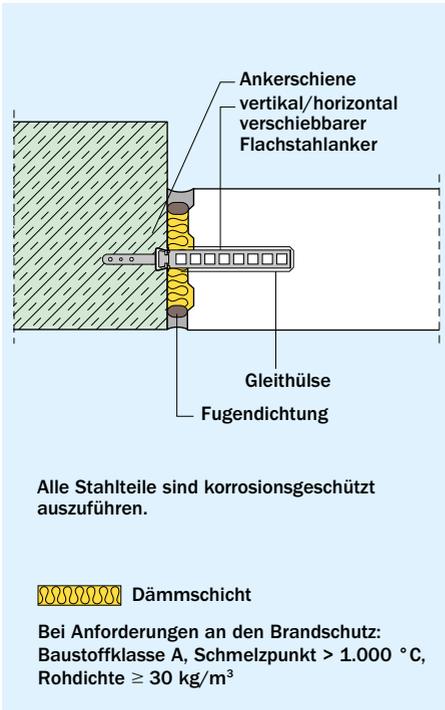


Bild 25 Beispiel für einen gelenkigen Wandanschluss an eine Stahlbetonstütze mit Ankerschienen bei Verwendung von Normalmauermörtel

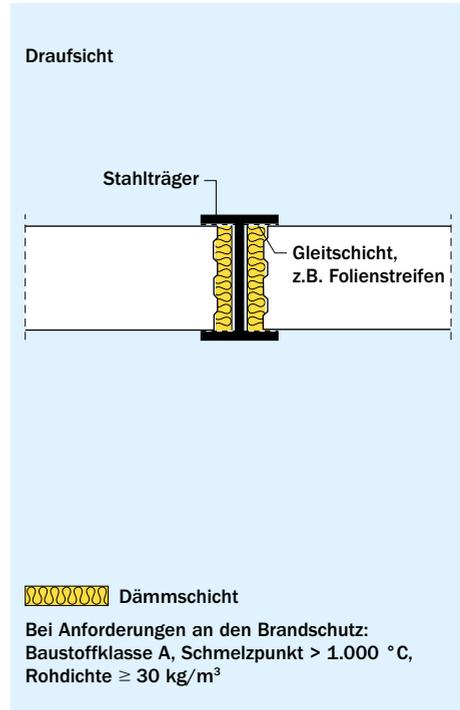


Bild 26 Gleitende Wandanschlüsse an Stahlträger

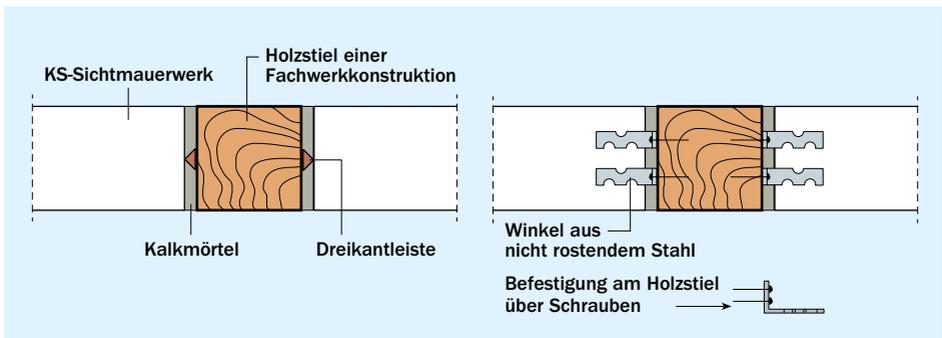


Bild 27 Wandanschluss von KS-Sichtmauerwerk an eine Holzfachwerkkonstruktion

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.

Standicherheit

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

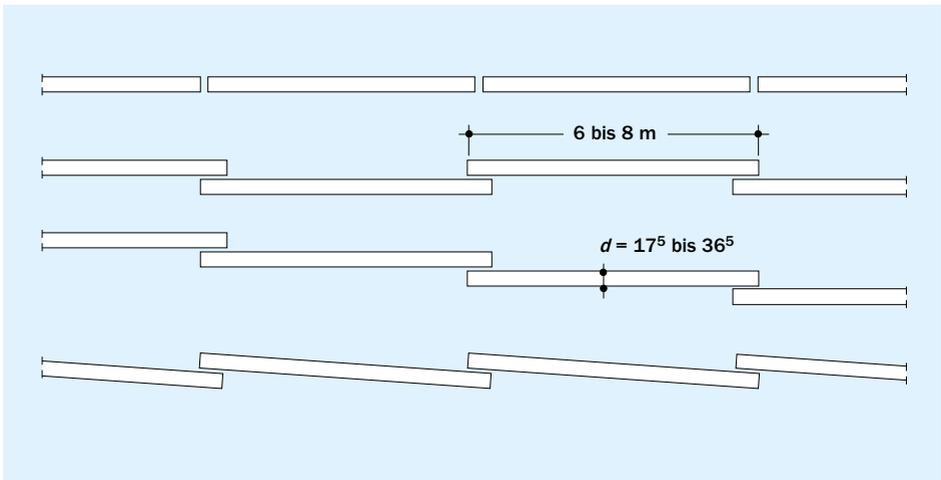


Bild 28 Gliederung frei stehender KS-Wände

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]	Stahlprofil (statisch erforderlich) ³⁾	Stahlbeton- querschnitt <i>b/d</i> ⁴⁾ [cm/cm]	
mit oberem Querriegel					
	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	
	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	
	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				
		1,00	3,50	I 120	20/12
		1,50	3,00	I 120	30/12
		2,00	2,00	I 120	40/12
1,50		3,50	I 180	20/18	
2,00		2,50	I 180	30/18	
2,50		2,00	I 180	40/18	
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.

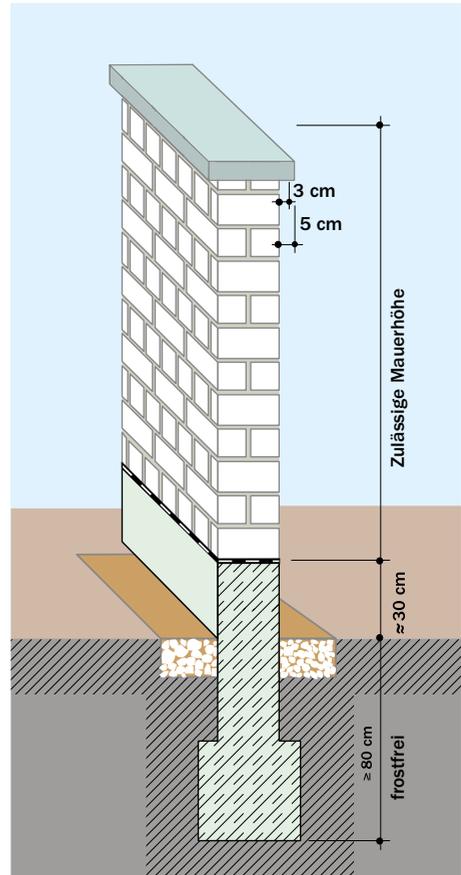


Bild 29 Frei stehende KS-Wand

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
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 15 Beispiele von Bemessungswerten des Tragwiderstands R_d von Wänden

		6	12	20	20
	DM	DM	DM	DM	DM
	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
	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.

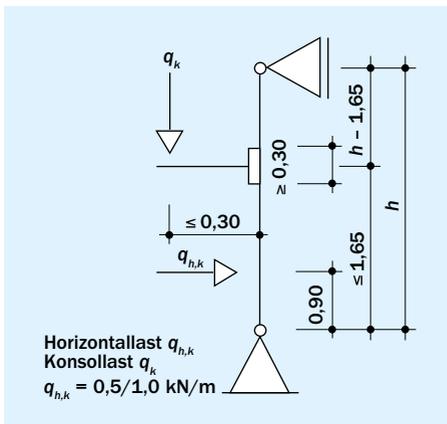


Bild 30 Statische Belastungen nach DIN 4103-1

- 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.



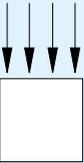
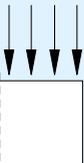
Bild 31 Nicht tragende Innenwand aus Kalksandstein-Bauplatten mit oberer Halterung

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]					
			Zulässige Wandlänge [m]					
Vierseitige Halterung 	1	-	-	-	12	12	12	12
					-	-	-	-
	2		-	-	10	12	12	12
			-	-	-	-	12	12
mit Auflast¹⁾								
Dreiseitige Halterung 	1	-	-	-	6	8	10	12
					-	-	-	-
	2		-	-	5	6	8	12
			-	-	-	-	8	12
mit Auflast¹⁾								

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]					
			Zulässige Wandlänge [m]					
Vierseitige Halterung 	1	-	-	-	-	10	12	12
						12	12	
	2	-	-	7	8	-	12	12
							12	12
ohne Auflast	-	-	-	-	-	12	12	
						12	12	
Dreiseitige Halterung 	1	-	-	4,5	-	8	12	
						8	12	
	2	-	-	3,5	4	-	6	12
							6	12
ohne Auflast	-	-	-	-	-	6	12	
						6	12	

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.

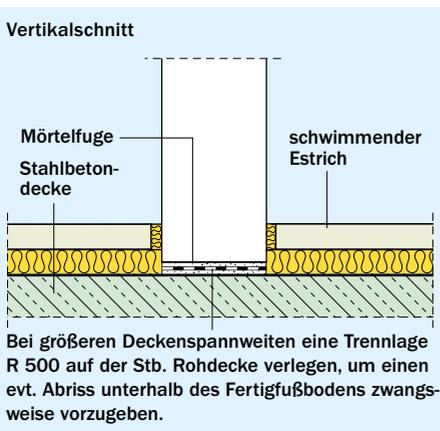


Bild 32 Starrer Anschluss im Fußpunkt

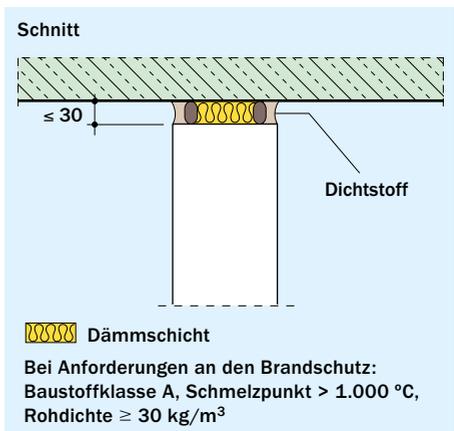


Bild 33 Gleitender Deckenanschluss bei dreiseitig gehaltenen Wänden, oberer Rand frei

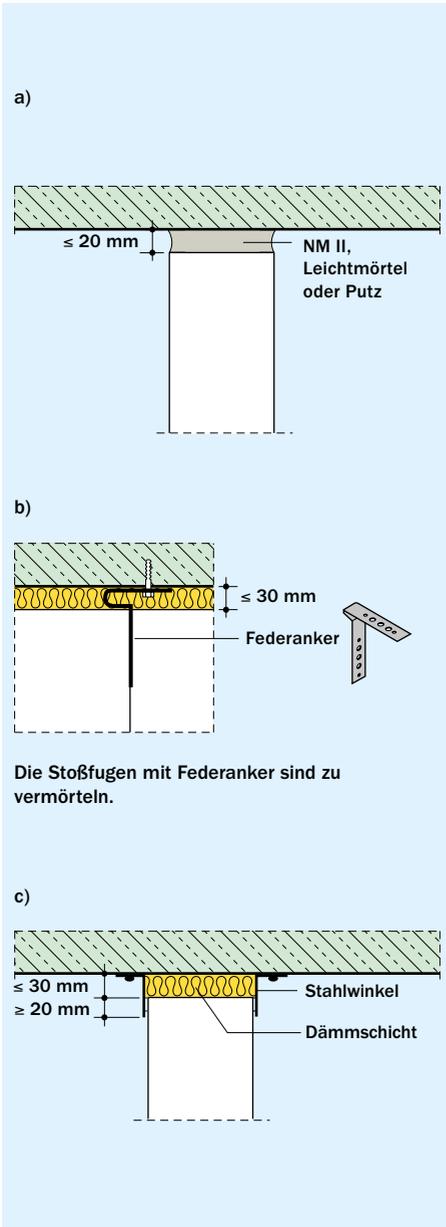


Bild 34 Deckenanschlüsse, oberer Rand gehalten

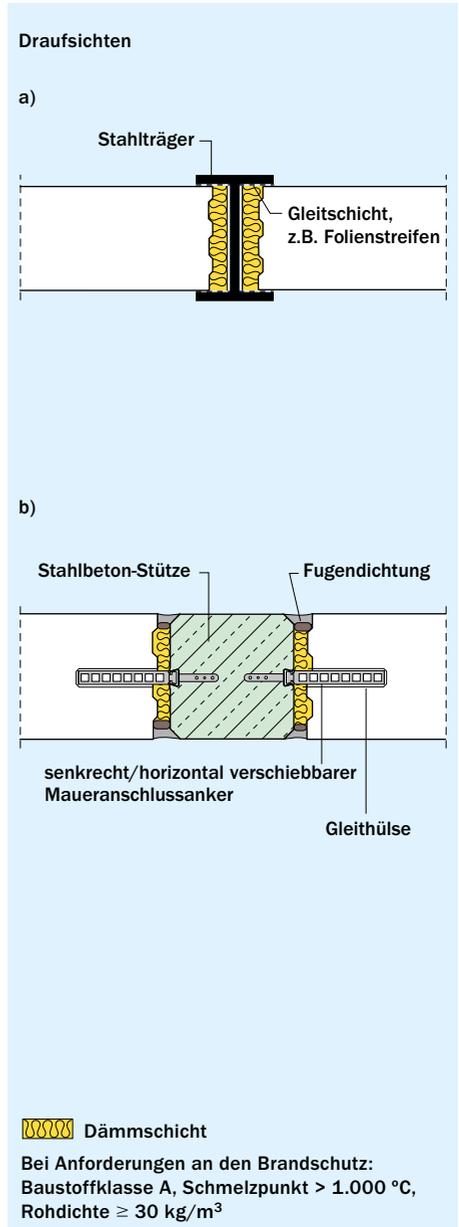


Bild 35 Anschluss an Zwischenstütze (Aussteifungsstütze)

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.

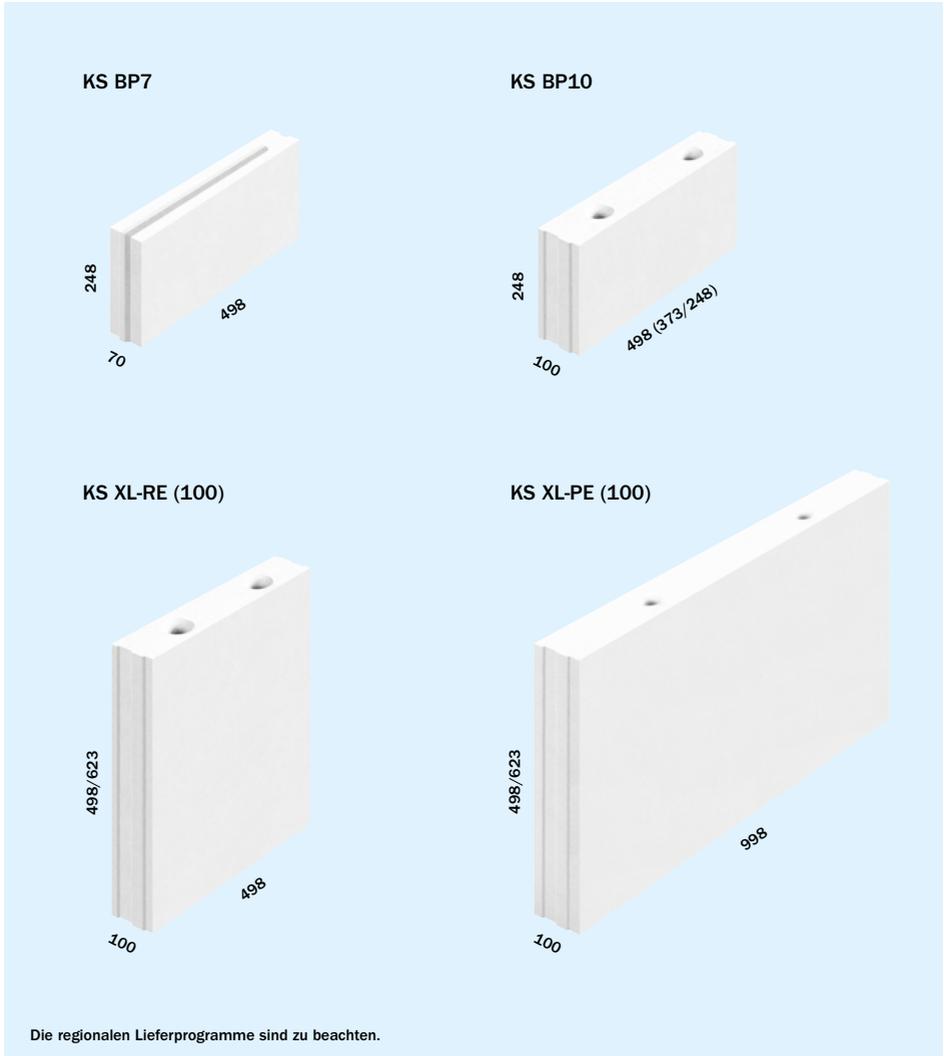


Bild 36 KS-Produkte für nicht tragende Wände nach DIN 4103

Tafel 19 Technische Daten für nicht tragende KS-Wände mit Linienlasten $\leq 5 \text{ kN/m}$

		Produkte			
		KS BP7	KS BP10	KS BP10	
Statik ¹⁾	Maximale Wandhöhe bei Linienlast nach DIN EN 1991-1-1/NA ($\leq 5 \text{ kN/m}$) mit Dünnlagenputz ($d = 2 \cdot \text{ca. } 5 \text{ mm}$) mit beidseitigem Putz ($d = 2 \cdot 10 \text{ mm}$)	-	-	-	-
	[kN/m ²]	3,30	2,95	2,65	
Schall- schutz ¹⁾	Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w nach DIN 4109-2:2016-07 mit Dünnlagenputz ($d = 2 \cdot \text{ca. } 5 \text{ mm}$) mit beidseitigem Putz ($d = 2 \cdot 10 \text{ mm}$)				
		43	45	47	
Brand- schutz	Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 1996-1-2/NA mit Dünnlagenputz ($d = 2 \cdot \text{ca. } 5 \text{ mm}$) 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, gebrauchsbüchlicher 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

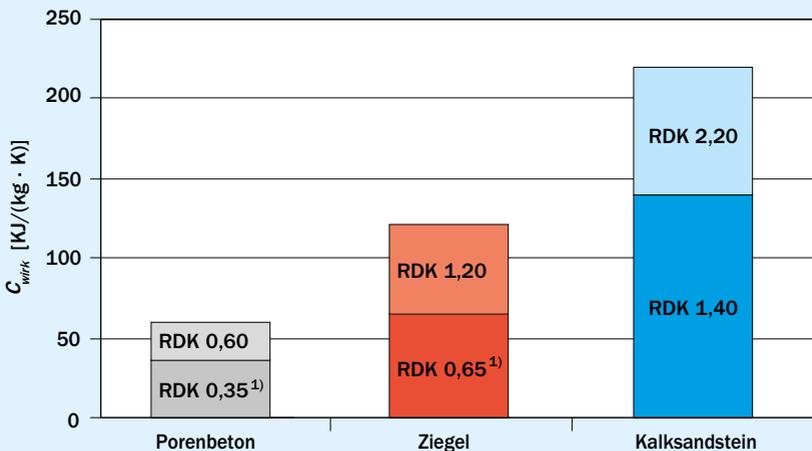
Eine weitere Möglichkeit der Gestaltung sind geschlammte Oberflächen. Diese lassen sich kostengünstig mit geringem Material und Arbeitseinsatz herstellen. Der Auftrag erfolgt in der Regel mit einer Glättkelle oder einem Quast. Diese Ausführung der Oberfläche findet üblicherweise nur in untergeordneten 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 Innenteilen 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 Innenteile 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

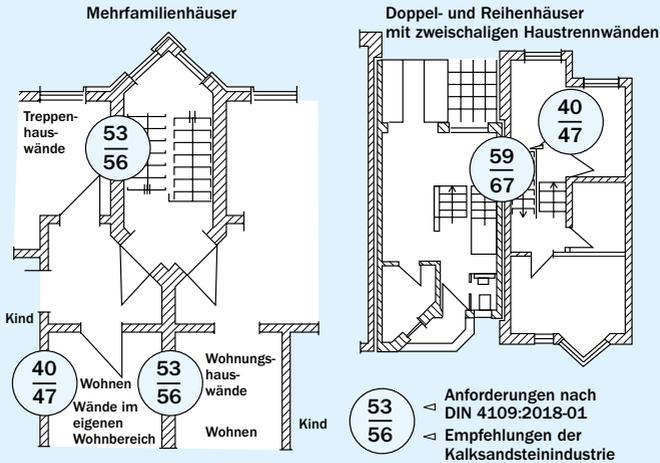


Bild 38 Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 und Empfehlungen für erhöhten Schallschutz der Kalksandsteinindustrie

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.

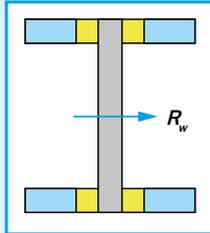
Für eine sichere Nachweisführung, sowie auch besonders für die Schallschutzplanung, ist dieses Verfahren anzuwenden. Es stellt den Stand der Technik dar.

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-

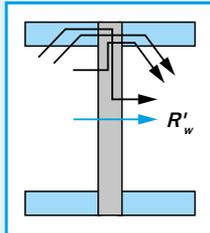
DIN 4109-2:
Direktschalldämm-
Maß R_w

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

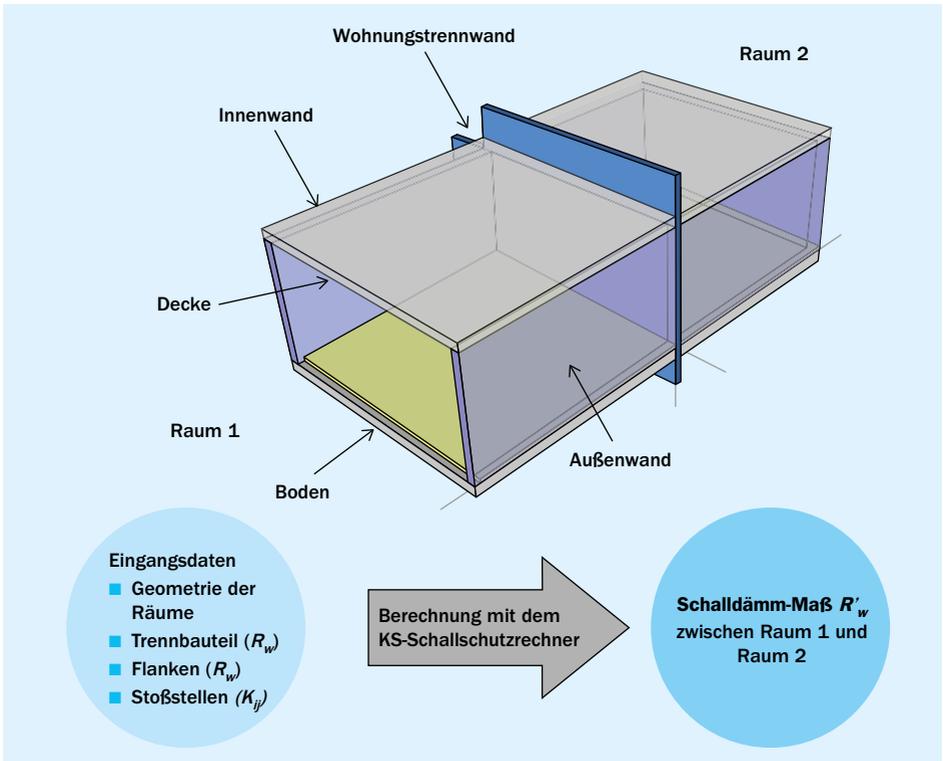
Der Schallschutz hat sich zu einer Planungsaufgabe entwickelt. Die detaillierten

Tafel 21 Direktschalldämm-Maße von Kalksandsteinwänden nach DIN 4109-2

		Direktschalldämm-Maß R_w [dB]		
Wanddicke [mm]	Putzdicke ¹⁾ [mm]	Steinrohdichteklasse (RDK)		
		2,2 ²⁾		
115	-	51,4		
	-	51,4		
175	-	51,4		
	-	51,4		
240	-	58,5	56,5	57,8
		58,8	60,0	61,3
		59,1	60,3	61,6
		59,1	60,5	61,8
300	-	61,5	63,0	64,3
		61,7	63,2	64,5
		61,7	63,2	64,5
		58,5	62,0	63,4

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

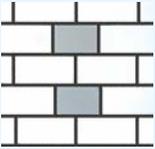
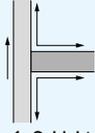
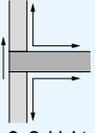
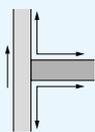
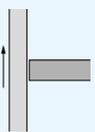
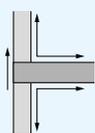
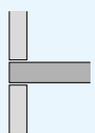
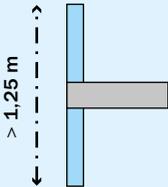
Wandanschluss zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand	Fugenvarianten mit Übertragungswegen		Akustische Wirkung
	A	B	
Verband 	 <p>1. Schicht</p>	 <p>2. Schicht</p>	A + B: Gut , da kraftschlüssig, biegesteif verbunden Vorteilhaft und sicher, besonders bei annähernd gleichschweren Wänden
Stumpfstoß 			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

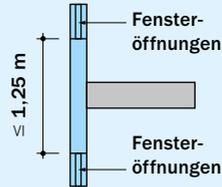
akustisch kraftschlüssig



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

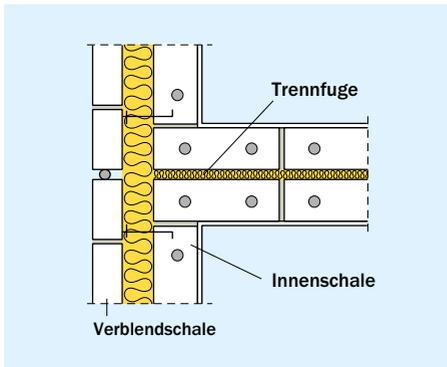


Bild 44 Bis zur Außenhaut durchlaufende Trennfuge

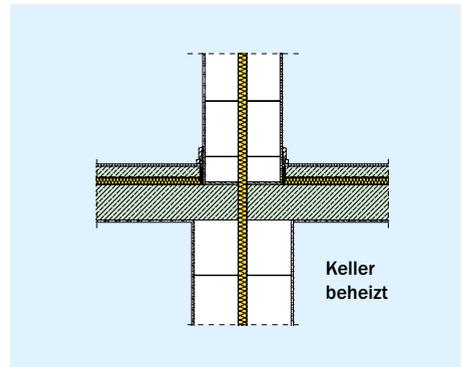


Bild 45 Zwischendeckenanschluss einer zweischaligen Haustrennwand

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. dicke, 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.

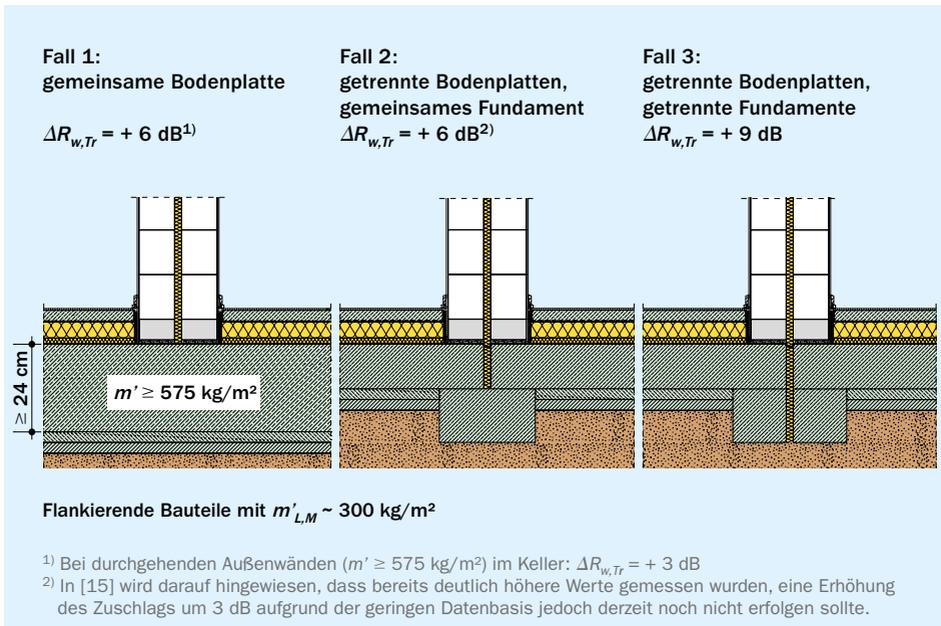


Bild 46 Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände in Abhängigkeit von der Fundamentausbildung bei hochwertig genutztem unterstem Geschoss



Bild 47 Dicht gestoßene Mineralfaserplatten Typ WTH vermeiden Schallbrücken.

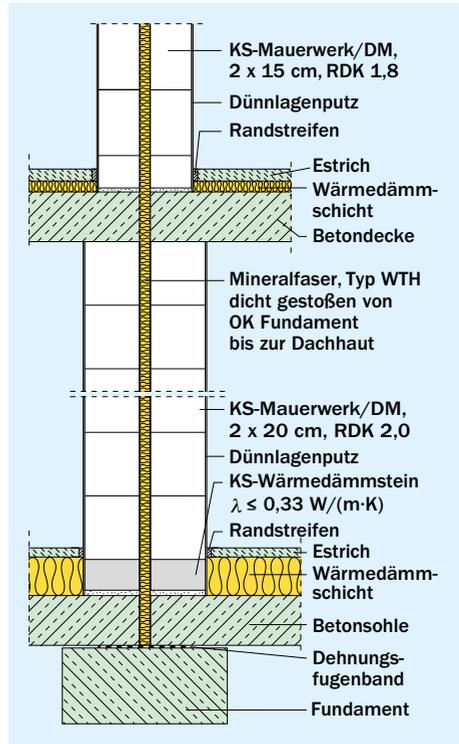


Bild 48 Beispiel nach [16] für ein nicht unterkellertes Gebäude mit getrennter Bodenplatte und Schallschutzanforderungen 67 dB auch im untersten Geschoss

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 Schalterkästen 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, Schalterdosen, 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.

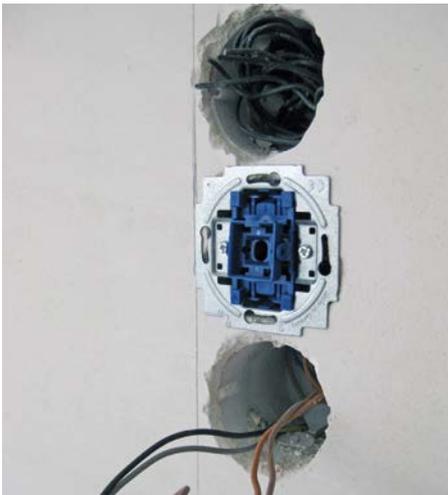


Bild 49 Die Leitungsführung kann innerhalb der Wand erfolgen. Voraussetzung: Steine mit durchgehenden Installationskanälen

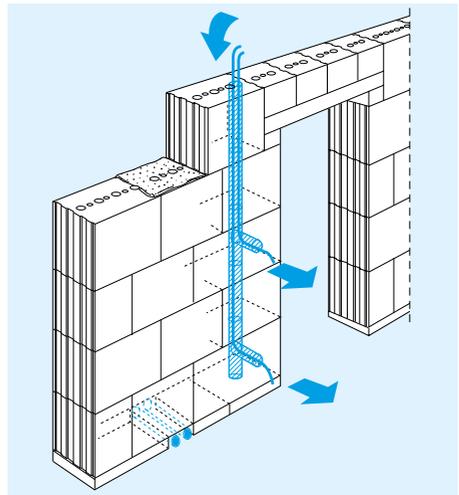


Bild 50 In die vertikal durchgehenden Installationskanäle können von oben die Leerrohre für die Elektroinstallation gezogen werden.

DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle NA.19. Die Restwanddicke muss mindestens 60 mm betragen. Anderenfalls sind nur Aufputzdosens erlaubt. Diese Einschränkung ist insbesondere bei Ausfachungs- und Schachtwänden zu beachten, da hier häufig schlankere Wände zur Ausführung kommen.

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 24, 25 und 26 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 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 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. Gipsputzmörtel 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 23 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 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)	Wanddicke [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.

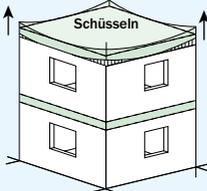
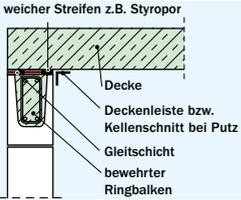
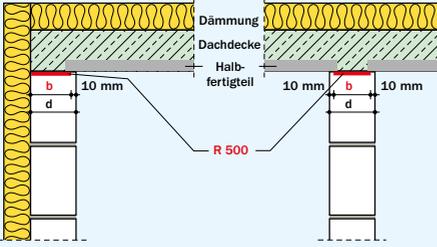
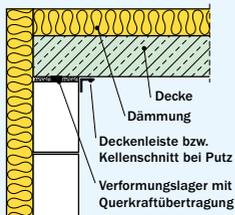
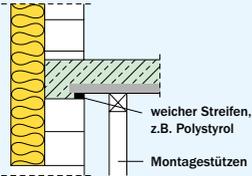
Planerisch ist es zudem im obersten Geschoss sinnvoll, einige Türöffnungen in langen Wänden, geschosshoch auszubilden (Bild 51).

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 Statistischen 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.

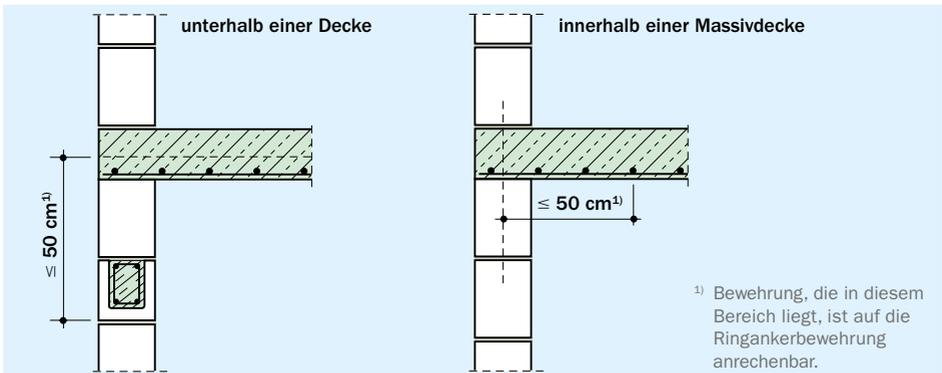


Bild 52 Ausbildung von Ringankern

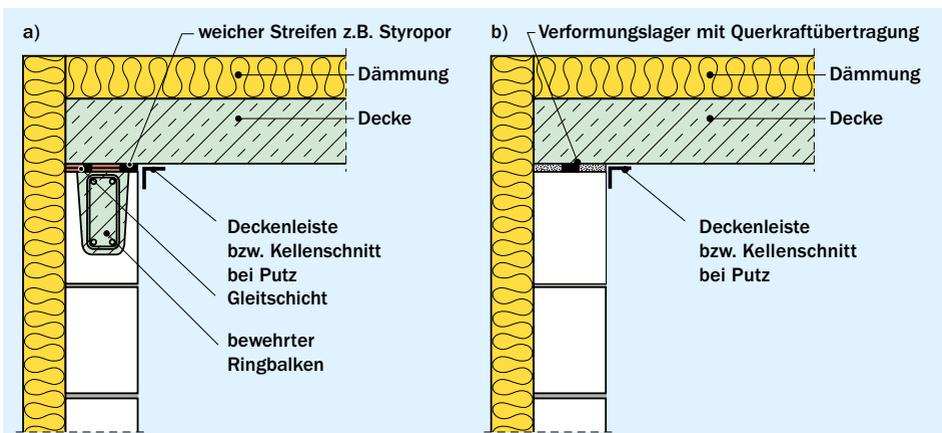
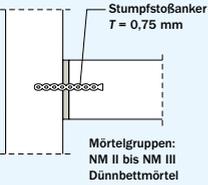
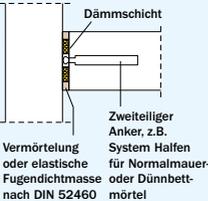
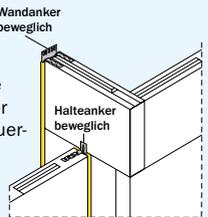
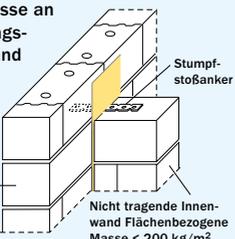


Bild 53 Konstruktive Maßnahmen zur Zentrierung der Deckenauflegerkraft am Beispiel der Außenwand unter einer Dachdecke a) Gleitlager mit eingelegetem Styropor-Randstreifen an der Wandinnenseite, b) Verformungslager mit Zentrierstreifen zwischen Wand und Decke

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

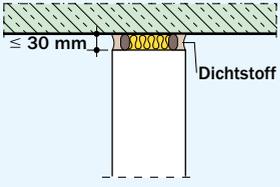
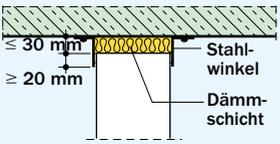
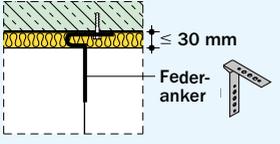
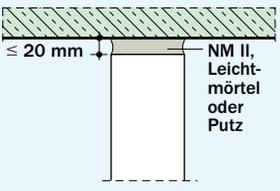
¹⁾ Die Klassifizierung des Wandanschlusses entspricht der Klassifizierung der Wand, wenn die angegebenen Bedingungen eingehalten werden. Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

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 Treppenhäuser- 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 $\geq 1.000\text{ °C}$ 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 Auflast 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.

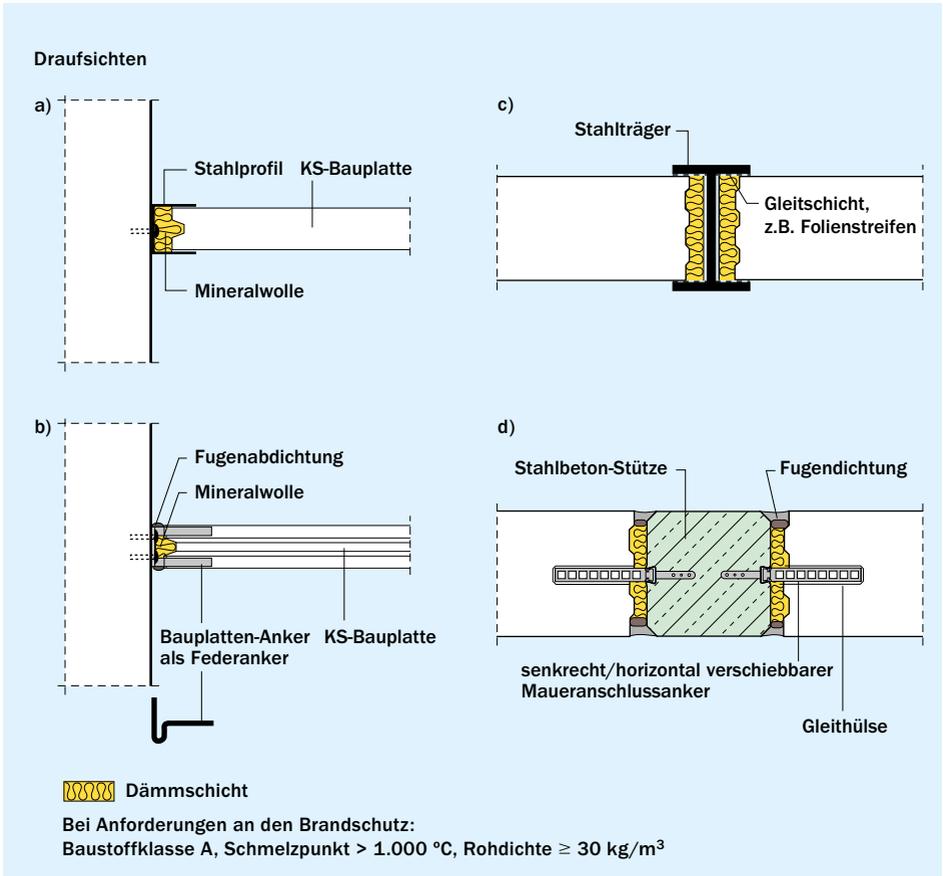
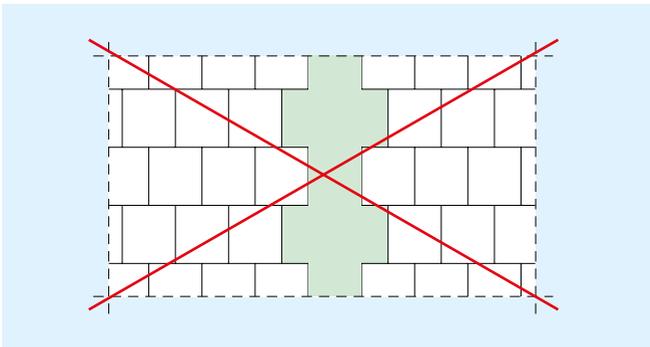


Bild 54 Seitliche Wandanschlüsse (gleitend)

Bild 55
Rissrisiko beim nachträglichen Betonieren von Stahlbetonstützen im Verband mit Mauerwerk

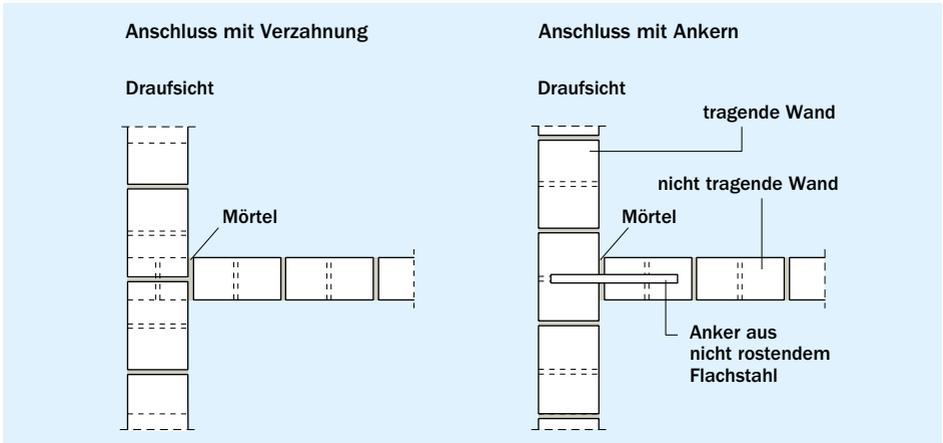


Bild 56 Wandanschlüsse seitlich (starr)

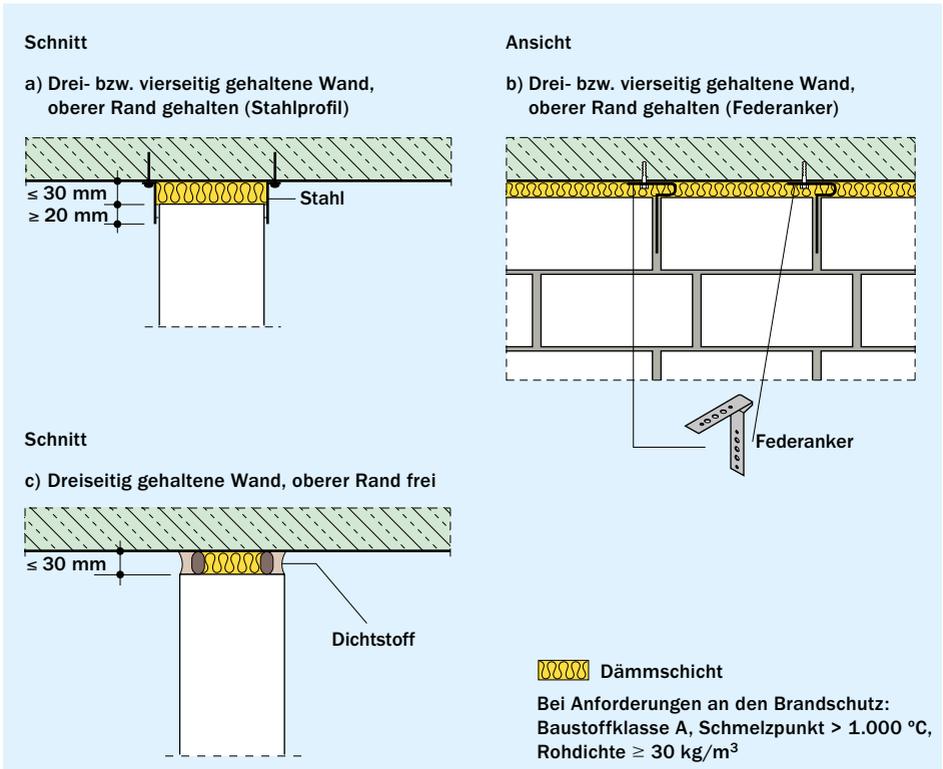


Bild 57 Deckenanschlüsse (gleitend)

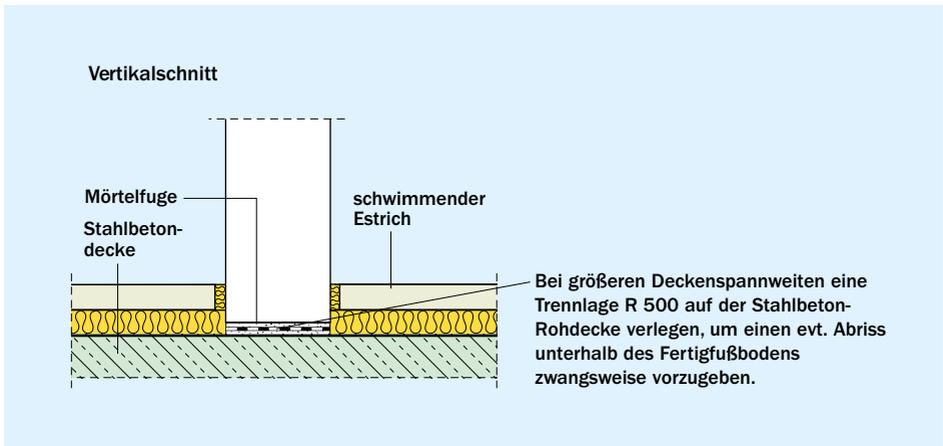


Bild 58 Wandanschluss im Fußpunkt (starr oder gleitend)

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.

