

A man with short brown hair, wearing a blue sweater over a white collared shirt, is looking towards the right with a slight smile. He is holding a white document. The background is a blurred office environment with a fireplace and some lights.

UNiKA[®]
KALKSANDSTEIN

Bautechnische Werte

Schall-, Wärme- und Brandschutz

Überblick

Die Broschüre soll Ihnen in kurz gefasster Form Antworten auf häufig gestellte Fragen zu den Bereichen Schallschutz, Wärmeschutz und Brandschutz geben. Die Komplexität dieser Planungsbereiche lässt eine ausführliche Behandlung der einzelnen Themen in dieser Form natürlich nicht zu. Ergänzend stellen wir Ihnen im Internet unter

www.unika-kalksandstein.de

weitere Fachinformationen und Planungshilfen zum kostenlosen Download zur Verfügung. Dort finden Sie auch fachkompetente Ansprechpartner in Ihrer Region. Diese stehen Ihnen zu allen fachlichen Fragen zum Mauerwerksbau gern zur Verfügung. Sprechen Sie uns an.

Die bautechnischen Tabellen wurden aus dem Buch „KALKSANDSTEIN - Planungshandbuch“ (7. Auflage, 2018-05), herausgegeben vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V., Hannover, übernommen.

Die Broschüre gibt den aktuellen technischen Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wieder. Die Erstellung erfolgte mit größtmöglicher Sorgfalt, eine Haftung aufgrund inhaltlicher und/oder technischer Fehler wird ausgeschlossen.

Herausgeber

UNIKA GmbH
Am Opel-Prüffeld 3
63110 Rodgau

www.unika-kalksandstein.de

Copyright UNIKA GmbH

Auflage 3.1 Stand Februar 2019



Inhalt

UNIKA Kalksandstein - Schallschutz	4
Bedeutung des Schallschutzes	4
Anforderungen an den Schallschutz	4
Der KS-Schallschutzrechner	5
Schalldämmung einschaliger Wände	6
Flankierende Bauteile	7
Schalldämmung zweischaliger Haustrennwände	8
UNIKA Kalksandstein - Wärmeschutz	10
Überblick	10
Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit	10
Der U-Wert	13
Die Energieeinsparverordnung EnEV	13
Das Referenzgebäude	14
Sommerlicher Wärmeschutz	14
Wärmebrücken	15
Luftdichtheit	15
Normen, Formelzeichen	16
UNIKA Kalksandstein - Brandschutz	18
Bedeutung des Brandschutzes	18
Brandschutztechnische Einteilung von Wänden	18
Gebäudeklassen	19
Feuerwiderstandsklassen und bauaufsichtliche Benennung	19
Baustoffklassen und bauaufsichtliche Benennung	20
Brandschutzkonstruktionen	21
Brandwände	23
Komplextrennwände	24
Wandanschlüsse	26

UNIKA Kalksandstein

Schallschutz

Bedeutung des Schallschutzes

In zunehmendem Maße ist der Schallschutz für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen von großer Bedeutung. Dies trifft besonders für den Wohnungsbau zu. Denn in seinen eigenen vier Wänden möchte jeder seine wohlverdiente Ruhe und Entspannung finden und sich nicht durch Lärm von außen oder aus dem eigenen Wohnbereich stören lassen. Lärm macht krank. Das haben wissenschaftliche Studien belegt.

Massive Wände aus UNIKA Kalksandstein bieten besten Schallschutz mit geringen Wanddicken und sorgen für ruhiges Wohnen.

Anforderungen an den Schallschutz

In DIN 4109:2018 werden Anforderungen an den Schallschutz im Hochbau gestellt. Dies sind jedoch lediglich Mindestanforderungen. Die Erwartungen an den Schallschutz steigen und Diskussionen über den rechtlich geschuldeten Schallschutz führen häufig zu Verunsicherung. Neben der flächenbezogenen Masse und der Konstruktion des trennenden Bauteils haben auch Art und Ausführung der flankierenden Bauteile sowie die Stoßstellen und Raumgeometrien einen wesentlichen Einfluss auf die Schalldämmung. Diese Erkenntnisse zur Schallübertragung sind in die neue DIN 4109:2018 eingeflossen und müssen nun im Rahmen der bauakustischen Planung und der schalltechnischen Nachweise berücksichtigt werden.

Ein erhöhter Schallschutz ist grundsätzlich vertraglich zu vereinbaren, jedoch kann bereits mit der Ausführung üblicher Konstruktionen die Einhaltung höherer Anforderungen gegenüber DIN 4109:2018 geschuldet werden.

Bemessungswerte für den baulichen Schallschutz finden sich insbesondere in

- DIN 4109:2018: Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise
- Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989: Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich
- VDI-Richtlinie 4100:2007-08 Schallschutz von Wohnungen; Kriterien für die Planung und Beurteilung sowie VDI-Richtlinie 4100:2012-10 Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz
- VDI 2566:2011-04: Schallschutz bei Aufzugsanlagen
- Memorandum der DEGA BR 0101
- DEGA-Empfehlung 103: Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis

Zusammengefasste Empfehlungen:

- Die Mindestanforderungen nach DIN 4109:2018 reichen nicht in jedem Falle aus, durchschnittlich erreichte Schallschutzwerte im Wohnungsbau liegen häufig darüber.
- Erkennbare Qualitätsunterschiede gegenüber dem Mindestschallschutz nach DIN 4109:2018 liegen beim Luftschallschutz um mindestens 3 dB höher, beim Trittschallschutz um mindestens 7 dB niedriger.
- Die Beratungspflicht des Planers/Architekten ist ernst zu nehmen. Bauherrenwünsche sind zu erörtern.
- Erhöhter Schallschutz kommt insbesondere bei Eigentums- und Komfortwohnungen zum Tragen. Bei zweischaligen Reihenhaustrennwänden ist ein R'_w von 67 dB zu empfehlen. Dabei sind konstruktive Randbedingungen zu beachten.
- Eine mängelfreie Ausführung ist erforderlich. Das kann im Einzelfall, wenn das Bauteil mehr leistet als den vereinbarten Schallschutz, zu höheren Anforderungen führen.
- Der vorzusehende Schallschutz ist in eine widerspruchsfreie Vertragsgestaltung einzubinden.

Anforderungen und Empfehlungen zum baulichen Schallschutz [dB]												
		DIN	DIN	DIN	Empfehlung Kalksandstein- industrie ¹⁾	VDI 4100:2007			VDI 4100:2012			
		4109-1:2016	4109:1989	4109: 1989, Beiblatt 2		SSt I	SSt II	SSt III	SSt I	SSt II	SSt III	
Randbedin- gungen	Anwendungsgebiet	Mindestschallschutz Bauaufsichtlich relevante Anforderungen		Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz (Vorschläge für vertragliche Vereinbarungen)								
	Schutzbedürftige Räume	Aufenthaltsräume						Räume mit Grundflächen $\geq 8 \text{ m}^2$				
	Anforderungskenngrößen	$R'_w / L'_{n,w} / L_{AF,max,n}$						$D_{nT,w} / L'_{nT,w} / L_{AF,max,nT}$				
Anforderungen/Empfehlungen	Mehrfamilienhaus	Luftschallübertragung horizontal	53	53	55	56	53	56	59	56	59	64
		Luftschallübertragung vertikal	54	54	55	57	54	57	60	56	59	64
		Trittschallübertragung Decken	50	53	46	46	53	46	39	51	44	37
		Trittschallübertragung Treppen	53	58	46	46	58	53	46	51	44	37
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Flur	27 ²⁾	27 ²⁾	37 ²⁾	32 ²⁾	-	-	-	-	-	-
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Aufenthaltsraum	37 ²⁾	37 ²⁾	-	- ³⁾	-	-	-	-	-	-
		Gebäudetechnische Anlagen	30	30	-	27	30	30	25	30	27	24
		Luftschallübertragung horizontal im eigenen Wohn- bereich (Wände ohne Türen)	-	-	40/47	47	-	-	-	48 ⁵⁾	52 ⁵⁾	-
	Reihen-/Doppelhaus	Luftschallübertragung (unterstes Geschoss)	59	57	67	67	57	63	68	65	69	73
		Luftschallübertragung (alle anderen Geschosse)	62									
		Trittschallübertragung Decken	41	48	38	38	48	41	34	46	39	32
		Trittschallübertragung Bodenplatte	46									
		Trittschallübertragung Treppen	46	53	46	46 ⁴⁾	53	46	39	46	39	32
		Gebäudetechnische Anlagen	30	30	-	25	30	25	20	30	25	22
Luftschallübertragung horizontal im eigenen Wohn- bereich (Wände ohne Türen)		-	-	40/47	47	-	-	-	48 ⁵⁾	52 ⁵⁾	-	

¹⁾ Für den Schutz gegen Außenlärm werden die Anforderungen von DIN 4109 empfohlen. Für den erhöhten Schallschutz raumluftechnischer Anlagen wird für den Geräuscherzeuger $L_{A,eq,nT} \leq 22 \text{ dB}$ empfohlen.

²⁾ Schalldämm-Maß R_w

³⁾ Bei erhöhten Anforderungen an den Schallschutz wird diese Art der Grundrissgestaltung nicht empfohlen.

⁴⁾ Mit schalltechnisch entkoppelten Treppen sind deutlich geringere Werte möglich.

⁵⁾ SSt EB1 bzw. SSt EB2, die Empfehlungen in VDI 4100:2012 zum verbesserten Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs sind ggf. unabhängig von den weiteren Empfehlungen der Richtlinie separat zu vereinbaren.

Der KS-Schallschutzrechner

Mit Hilfe des KS-Schallschutzrechners können alle Einflussparameter für die Berechnung nach dem harmonisierten europäischen Verfahren nach DIN 4109-2:2018 berücksichtigt werden. Trotz der Vielzahl der zu berücksichtigenden Einflussgrößen ist die Handhabung einfach.

Die zusätzliche Berücksichtigung der Stoßstelleneigenschaften des Trennbauteils zu flankierenden Bauteilen und deren Auswirkungen auf das Direktschalldämm-Maß der Wand ermöglicht eine exaktere Prognose der bauakustischen Eigenschaften eines Gebäudes und liefert neue Ansätze für schalltechnische Optimierungen.

Der KS-Schallschutzrechner steht im Internet zum kostenlosen Download unter www.unika-kalksandstein.de bereit.

Mit dem KS-Schallschutzrechner können u.a. folgende Berechnungen erfolgen

- Schalldämmung R'_w einschaliger massiver Wände und Decken zwischen zwei Räumen,
- Schallschutz $D_{nT,w}$ zwischen zwei Räumen horizontal und vertikal,
- Bauteile auch mit Vorsatzschalen oder schwimmenden Estrichen und abgehängten Decken,
- frei wählbare Stoßstellenausbildungen bzw. Kopplungen zu Flankenbauteilen,
- Schalldämmung bzw. Schallschutz zweischaliger Haustrennwände,
- Trittschalldämmung $L'_{n,w}$ bzw. Trittschallschutz $L_{nT,w}$ für Decken,
- Schallschutz gegen Außenlärm
- Schallschutz bei Aufzugsanlagen

Direktschalldämm-Maße von Kalksandsteinwänden nach DIN 4109-2:2018					
Wanddicke [mm]	Putzdicke ¹⁾ [mm]	Direktschalldämm-Maß R_w [dB]			
		Steinrohdklasse (RDK)			
		1,4	1,8	2,0	2,2 ²⁾
115	–	45,0	48,6	50,1	51,4
	10	45,9	49,3	50,7	52,0
	20	46,7	49,9	51,3	52,5
175	–	50,6	54,2	55,7	57,1
	10	51,2	54,7	56,1	57,4
	20	51,8	55,1	56,5	57,8
240	–	54,9	58,5	60,0	61,3
	10	55,3	58,8	60,3	61,6
	20	55,7	59,1	60,5	61,8
300	–	57,9	61,5	63,0	64,3
	10	58,2	61,7	63,2	64,5
	20	58,5	62,0	63,4	64,7

¹⁾ Für den Putz wurde eine Rohdichte von 1.000 kg/m³ angesetzt.
²⁾ Auf Anfrage

Mit R_w und R'_w wird eine eindeutige Trennung zwischen Bauteil- und Gebäudeeigenschaften vorgenommen.

R_w (Direktschalldämm-Maß) berücksichtigt nur die direkte Übertragung über ein trennendes Bauteil und ist somit ein Maß für dessen schalltechnische Leistungsfähigkeit.

R'_w (bewertetes Bauschalldämm-Maß) berücksichtigt alle in Frage kommenden Übertragungswege zwischen zwei Räumen und beschreibt somit die resultierende Schalldämmung als Gebäudeeigenschaft. Es ist die maßgebende Kenngröße für die schalltechnische Auslegung des Baukörpers.

Schalldämmung einschaliger Wände

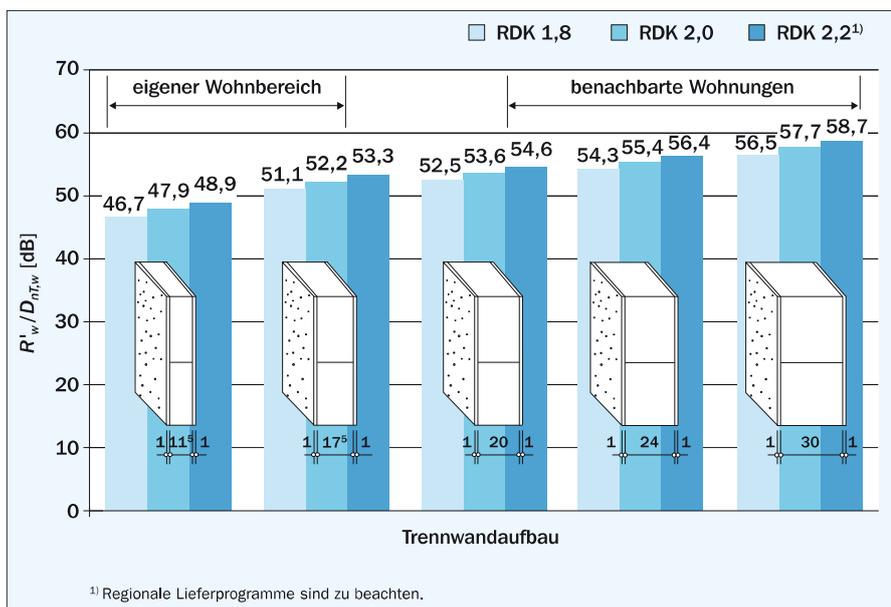
Die Luftschalldämmung einschaliger, biegesteifer Bauteile ist von ihrer flächenbezogenen Masse abhängig. Je schwerer die Wände sind, umso besser ist ihre Luftschalldämmung.

Die flächenbezogene Masse wird in Abhängigkeit der Wanddicke, der Rohdichteklasse sowie des verwendeten Mörtels ermittelt. Gegebenenfalls kommt die flächenbezogene Masse des Putzes hinzu.

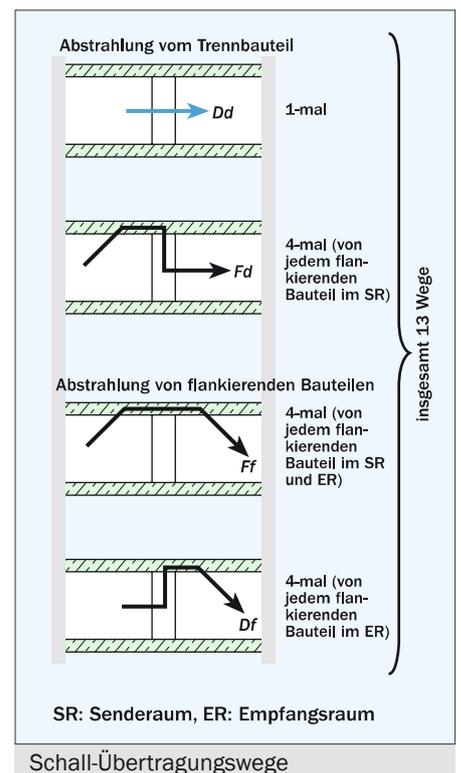
Im Bewusstsein der Anwender der DIN 4109:1989 spielt die Tabelle 1 aus Beiblatt 1 der alten DIN 4109:1989 eine zentrale Rolle. Mit Hilfe dieser Tabelle, die auch als „Massetabelle“ bekannt ist, konnte aus der flächenbezogenen Masse von einschaligen, biegesteifen Wänden und Decken das bewertete Schalldämm-Maß R'_w (unter Berücksichtigung einer mittleren flankierenden Übertragung) ermittelt werden.

Diese Kenngröße ist auf der Basis europäisch harmonisierter Normen aber nicht mehr zu empfehlen. Benötigt wurde also eine neue Massekurve auf der Basis von R_w -Werten (ohne Flankenwege gemessen!). Die R_w -Werte der neuen Massekurve können nicht mit den R'_w -Werten der bisherigen Massetabelle aus Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 verglichen werden, da es sich um zwei grundsätzlich unterschiedliche Größen handelt.

Die Direktdämmung einschaliger Bauteile spielt im Massivbau eine besondere Rolle, da sie nicht nur zur Beschreibung der direkten Schallübertragung über ein trennendes Bauteil, sondern auch zur Ermittlung der flankierenden Übertragung benötigt wird.



Beispiele für realisierbaren Schallschutz benachbarter nicht versetzter Räume (Innenwand KS 115-2.0 / Außenwand KS 175-2.0 / Boden u. Decke 24 cm Beton / Alle Anschlüsse starr)



Flankierende Bauteile

Die Anforderungen an die Schalldämmung der Flankenwege müssen umso höher sein, je höher das gewählte Schallschutzniveau ist. Die beste Direktdämmung einer Wohnungstrennwand nützt nichts, wenn die flankierenden Bauteile die Gesamtdämmung bestimmen.

Zwei Einflussgrößen müssen schalltechnisch berücksichtigt werden: die Direktdämmung der beteiligten Bauteile und die Stoßstellendämmung. Die grundsätzliche Forderung lässt sich aus den dargestellten Verhältnissen ableiten:

- Die flankierenden Bauteile sollen eine hohe Direktdämmung aufweisen. Im Massivbau wird eine hohe Direktdämmung durch eine große flächenbezogene Masse erreicht. Vorteilhaft sind dabei hohe Rohdichten, um die Wanddicken trotz großer flächenbezogener Massen so klein wie möglich zu halten. Diese Aussage gilt gleichermaßen für Innenwände wie für Außenwände.
- Das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} soll möglichst groß werden. Am Knotenpunkt mit einem Flankenbauteil kann das Stoßstellendämm-Maß auf dem Weg Ff erhöht werden, wenn das Flankenbauteil leichter wird. Gleichzeitig sinkt die Direktdämmung dieser Bauteile. Beide Effekte kompensieren sich jedoch nicht. Der Einfluss der Direktdämmung überwiegt.

Variante 1: Stumpfstoß, wenn Außenwandlänge $\leq 1,25$ m

Variante 1a: Stumpfstoß, akustisch kraftschlüssig

Akustische Trennung ist anzusetzen bei mangelhafter handwerklicher Ausführung und Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten.

Variante 1b: Stumpfstoß, akustisch entkoppelt

Diese Ausführung ist nicht zu empfehlen. Eine Verschlechterung der Schalldämmung ist möglich.

Bis zu einer Pfeilerlänge der Außenwand von $\leq 1,25$ m ist die auf den Nachbarraum übertragene Schallenergie bei nahezu raumhohen Fensteröffnungen gering. Daher können aus baupraktischen Gründen dort Stumpfstoße ausgeführt werden.

Variante 2: „Durchführen“, wenn Außenwandlänge $> 1,25$ m

Variante 2a: „Durchführen“, akustisch kraftschlüssig

Die bauübliche handwerkliche Ausführung neigt zu einem akustischen Abriss → Schalltechnische Verbesserung!

Variante 2b: „Durchführen“, akustisch entkoppelt

Die planmäßige schalltechnische Entkopplung ist bei hohen Anforderungen ($R_w > 57$ dB) zu empfehlen.

Ausführungsvarianten der Stoßstelle zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand

Stoßstelle	T-Stoß	Kreuzstoß (X-Stoß)	Winkelstoß	Hinweise
Beispiel	Trennwand an Außenwand	Innere Trennwand	Versetzte Grundrisse	
1. Schalltechnisch starrer Anschluss				Stumpfstoß ¹⁾ und verzahnter Stoß sind in der Berechnung akustisch gleichwertig.
2. Flankierendes Bauteil durchgehend, Trennbauteil einseitig abgekoppelt				Erhöhte Übertragung über das flankierende Bauteil und Trennbauteil
3. Trennbauteil durchgehend, flankierendes Bauteil einseitig abgekoppelt				Erheblich verringerte Übertragung über das flankierende Bauteil
4. Trennbauteil durchgehend, flankierendes Bauteil beidseitig abgekoppelt				Keine Übertragung über das flankierende Bauteil und erhöhte Übertragung über das Trennbauteil

¹⁾ Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten ist immer ein akustisch wirksamer Trennriss (= Entkopplung) entsprechend den Beispielen 2 bis 4 anzunehmen.

Stoßstellenarten und Auswirkungen auf die flankierende Übertragung

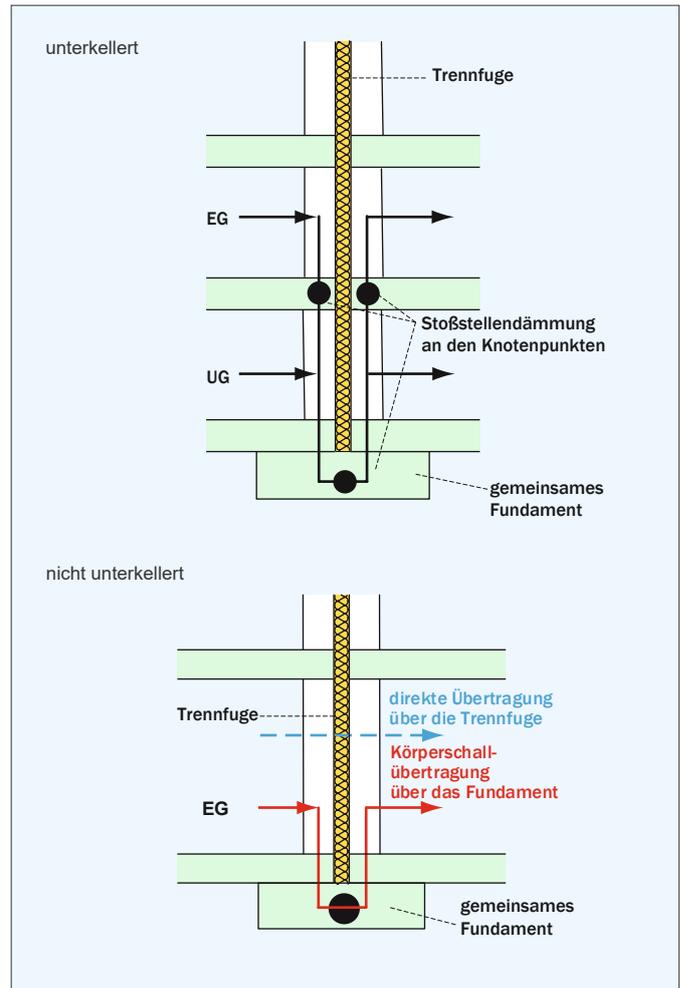
Schalldämmung zweischaliger Haustrennwände

Werden Haustrennwände zweischalig aus zwei schweren, biegesteifen Schalen mit einer vom Dach bis zum Fundament durchgehenden Trennfuge erstellt, wird die Übertragung des Schalls zwischen benachbarten Wohnungen – z. B. bei Reihenhäusern – erheblich verringert. Dazu müssen allerdings folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- Die flächenbezogene Masse der Einzelschale mit einem etwaigen Putz muss $\geq 150 \text{ kg/m}^2$ sein.
- Die Trennfuge muss mind. 30 mm, besser 40 mm dick sein.
- Randabschalungen für Stahlbetondecken verwenden; keine Rohrleitungen durch Haustrennwände führen.
- In den Fugenhohlraum sind dicht gestoßen und vollflächig verlegt mineralische Faserdämmplatten Typ WTH einzubringen.
- Im Dachbereich auf ausreichende (schalltechnische) Dichtheit achten.
- Die Trennwand muss mindestens 10 cm tief in die Dachkonstruktion einbinden.

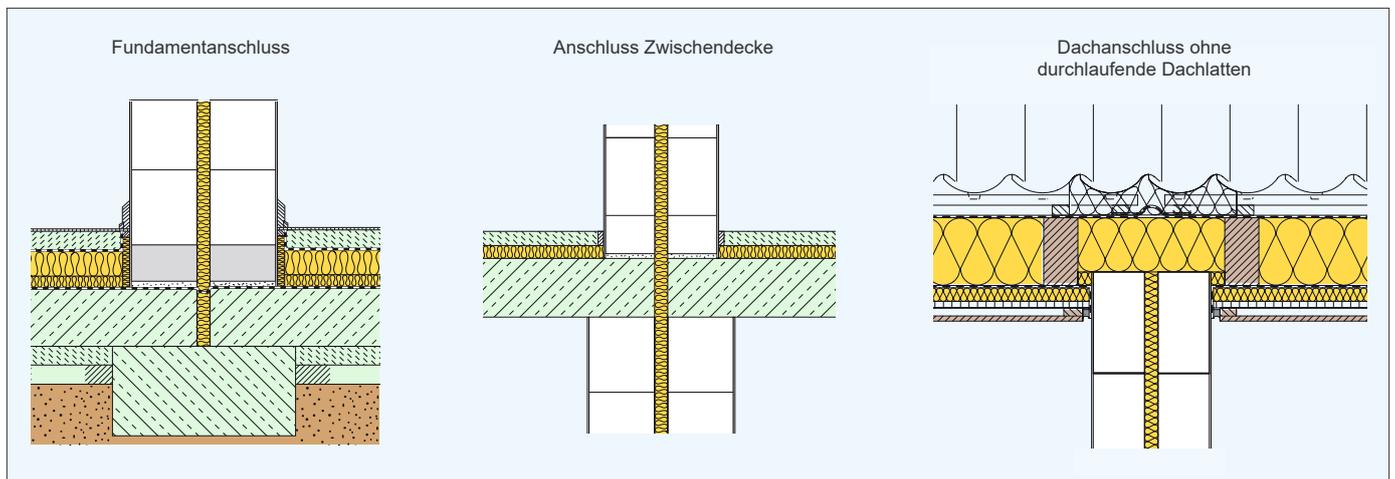
Das Verfahren für eine vereinfachte Prognose der bewerteten Schalldämm-Maße zweischaliger massiver Haustrennwände der bisherigen DIN 4109:1989: Beiblatt 1 wird in weiterentwickelter Form auch in der neuen DIN 4109-2:2018 verwendet. Statt eines pauschalen Zuschlages von 12 dB wird ein abgestufter Zuschlag (Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$) angesetzt. In 3-dB-Stufen werden so unterschiedliche Kopplungsbedingungen im Fundamentbereich bei unvollständiger Trennung sowie verschiedene Raumsituationen berücksichtigt (siehe Tabellen S. 9). Beträgt der Schalenabstand $\geq 50 \text{ mm}$ und ist mit Faserdämmplatten Typ WTH ausgefüllt, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ um 2 dB erhöht werden. Dies gilt nicht bei üblichen Schalenabständen im untersten Geschoss, wenn die Fußpunkte der Schalen (z. B. durch gemeinsame Bodenplatten und/oder Fundamente) gekoppelt sind. Hier wirkt sich die Erhöhung der flächenbezogenen Masse der Schalen deutlicher aus als eine Erhöhung des Schalenabstands.

Bei nicht unterkellerten Doppel- und Reihenhäusern sind diese Zusammenhänge planerisch besonders zu beachten.



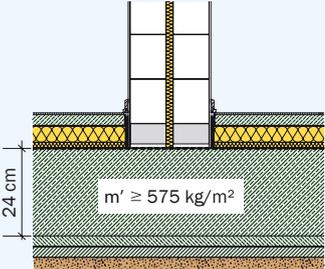
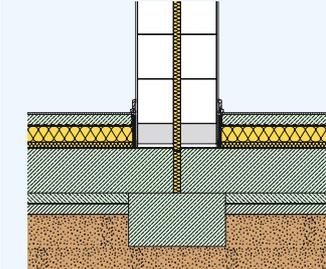
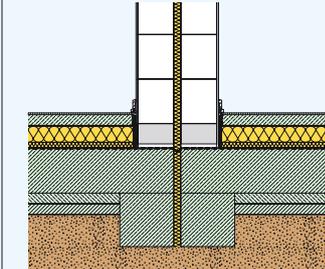
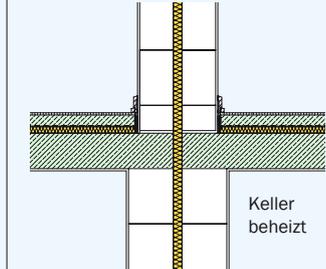
Flankierende Schallübertragung über Fundamentbereich

Grundsätzlich empfiehlt sich der Einsatz des KS-Schallschutzrechners. Durch Variantenvergleiche und die exakte Ermittlung der Flankendämmung kann ein schneller, sicherer Nachweis mit einer effektiven Schwachstellenanalyse vorgenommen werden.

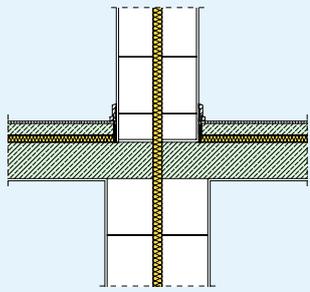
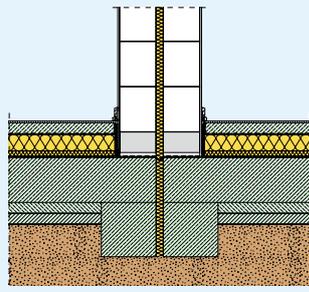
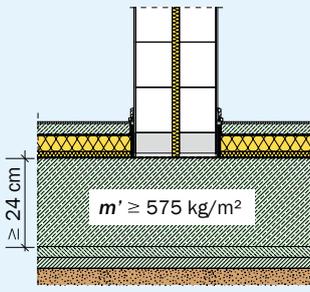


Anschlussdetails einer zweischaligen Haustrennwand

Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände in Abhängigkeit von der Fundamentausbildung und der Raumsituation (flankierende Bauteile mit mittlerer flächenbezogener Masse $m'_{t,m} = 300 \text{ kg/m}^2$)

Fall 1: gemeinsame Bodenplatte	Fall 2: getrennte Bodenplatten, gemeinsames Fundament	Fall 3: getrennte Bodenplatten, getrennte Fundamente	Fall 4: durchgehende Trennfuge bis zum Fundament
Räume direkt über der Bodenplatte	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume mindestens 1 Etage über dem Fundament
$\Delta R_{w,Tr} = + 6 \text{ dB}$ Bei durchgehenden Außenwänden ($m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$) im Keller: $\Delta R_{w,Tr} = + 3 \text{ dB}$	$\Delta R_{w,Tr} = + 6 \text{ dB}$ Es konnten deutlich höhere Werte gemessen werden [50], jedoch wurde wegen der noch geringen Datenmenge eine Erhöhung des Zuschlags um 3 dB noch nicht vorgenommen.	$\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}^{1)}$	$\Delta R_{w,Tr} = + 12 \text{ dB}^{1)}$ Bei durchgehenden Außenwänden ($m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$) im Keller: $\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}^{1)}$
			
¹⁾ Bei einem Schalenabstand von $\geq 50 \text{ mm}$ und Ausfüllung des Schalenzwischenraums mit Mineralwoll-dämmplatten (Typ WTH gemäß DIN 4108-10) darf der Zuschlagswert $\Delta R_{w,Tr}$ um 2 dB erhöht werden.			

Lösungen für bewertete Schalldämm-Maße R'_w zweischaliger Haustrennwände in Abhängigkeit vom Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$

Wandaufbau (Beispiele)	RDK	Flächen- bezogene Masse [kg/m ²]	R'_w [dB]		
			Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = + 12 \text{ dB}^{2)3)}$	Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}^{3)}$ z.B. Erdgeschoss mit getrennten Fundamenten	Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = + 6 \text{ dB}$ z.B. Erdgeschoss mit gemeinsamer Bodenplatte
Mauerwerk nach DIN EN 1996 mit Normal- oder Dünnbettmörtel, beidseitig verputzt (2 x 10 mm Putz \triangle je Seite 10 kg/m ²), Trennfuge $\geq 3 \text{ cm}$					
2 x 11,5 cm	1,8	≥ 410	65	62	59
2 x 11,5 cm	2,0	≥ 450	66	63	60
2 x 15 cm ¹⁾	1,8	≥ 490	67	64	61
2 x 15 cm ¹⁾	2,0	≥ 530	68	65	62
2 x 17,5 cm ¹⁾	1,8	≥ 580	69	66	63
2 x 17,5 cm ¹⁾	2,0	≥ 630	70	67	64
2 x 20 cm ¹⁾	1,8	≥ 680	71	68	65
2 x 20 cm ¹⁾	2,0	≥ 740	72	69	66
2 x 24 cm ¹⁾	1,8	≥ 810	73	70	67 ⁴⁾

Flankierende Bauteile mit $m'_{L,M} \sim 300 \text{ kg/m}^2$

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

¹⁾ Bereits mit beidseitig Dünnlagenputz (2 x 5 mm)

²⁾ Bei durchgehenden Keller-Außenwänden ($m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$) gilt: a) im Kellergeschoss: $\Delta R_{w,Tr} = + 3 \text{ dB}$ b) im Erdgeschoss: $\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}$ c) in den Obergeschossen: $\Delta R_{w,Tr} = + 12 \text{ dB}$

³⁾ Bei einem Schalenabstand $\geq 50 \text{ mm}$ und Ausfüllung des Schalenzwischenraums mit Mineralwoll-dämmplatten (Typ WTH gemäß 4108-10) darf der Zuschlagswert $R_{w,Tr}$ um 2 dB erhöht werden.

⁴⁾ Alternativ nach [63]: 2 x 20 cm mit RDK 2,0 und beidseitigem Dünnlagenputz (2 x 5 mm) sowie Trennfuge $\geq 4 \text{ cm}$, gefüllt mit Mineralfaserplatten, Typ WTH, Bodenplatte getrennt auf gemeinsamem Fundament. ([63] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zum zu erwartenden Schalldämm-Maß einer 2-schaligen Haustrennwand aus KS)

UNIKA Kalksandstein

Wärmeschutz

Überblick

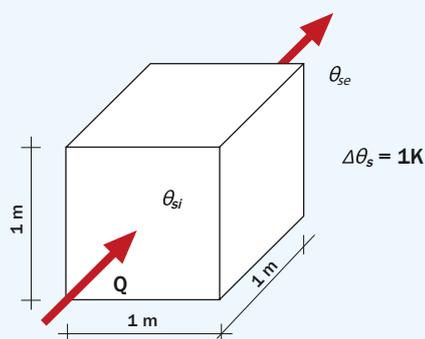
Eine Anzahl von DIN-Normen, die teilweise bauaufsichtlich eingeführt sind, sowie die Energieeinsparverordnung (EnEV) stellen ein einzuhaltendes Mindestniveau des baulichen Wärmeschutzes und der Energieeinsparung in Gebäuden sicher. Empfehlenswert ist es aber, deutlich über diese Mindestanforderungen hinauszugehen, um „zukunftstaugliche“ Gebäude auf hohem Effizienzniveau zu realisieren.

Die energiesparrechtlichen Mindestanforderungen an den Wärmeschutz und die Energieeinsparung in Gebäuden, die in der Energieeinsparverordnung verankert sind, beziehen sich auf das Gebäude als Ganzes (Gebäudehülle + Anlagentechnik). Nur bei der Sanierung einzelner Bauteile werden noch bauteilbezogene Anforderungen gestellt. Im Gegensatz zum Gesamtkonzept der EnEV bezieht sich der bauliche Wärmeschutz auf einzelne Bauteile (Wände, Decken, Fenster, Boden, Dach etc.) und ist in erster Linie hygienisch begründet. Hier geht es um die Vermeidung von Tauwasser und Schimmelpilzwachstum im Gebäudeinneren.

Die wichtigsten deutschen Normenreihen zum baulichen Wärme- und Feuchteschutz und zur Energieeinsparung in Gebäuden sind die Normenreihen DIN 4108 - Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden und DIN V 18599 - Energetische Bewertung von Gebäuden.

Wärmeschutz ist nicht nur im Winter von Bedeutung, sondern auch zunehmend im Sommer. Hier liegen klare Vorteile der Kalksandstein-Funktionswand mit außen liegender Wärmedämmung. Die hohe Rohdichte bedingt nennenswerte Speichermassen im Gebäude, die sich günstig auf die sommerliche thermische Behaglichkeit auswirken. Aufgrund der viel größeren Speichermasse kommt es in Gebäuden in Massivbauweise in signifikant geringerem Umfang oder gar nicht zu unangenehmen Überhitzungserscheinungen im Sommer als in Leichtbauten. Hier helfen auch die Innenwände aus Kalksandsteinen, die mit ihrer großen Speichermasse Temperaturspitzen abpuffern.

Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit



mit
 $\theta_{si} = \vartheta_{si}$: Temperatur der wärmeren Oberfläche
 $\theta_{se} = \vartheta_{se}$: Temperatur der kälteren Oberfläche
 $\Delta\theta_s = \Delta\vartheta_s$: Temperaturdifferenz zwischen den beiden Oberflächen
 Q: Wärmestrom

Die Wärmeleitfähigkeit λ eines Stoffs gibt an, wie viel Wärme pro Zeiteinheit durch 1 m^2 einer 1 m dicken Schicht des Stoffs strömt, wenn der Temperaturunterschied zwischen den Oberflächentemperaturen zu beiden Seiten 1 K beträgt. Sie ist abhängig von Temperatur, Dichte, Feuchte und Struktur des untersuchten Stoffs. Die Temperaturabhängigkeit wird im Bauwesen üblicherweise vernachlässigt und die Wärmeleitfähigkeit für definierte Bedingungen als Stoffkonstante angegeben. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, umso besser dämmt das Material.

Wärmeleitfähigkeit

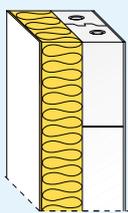
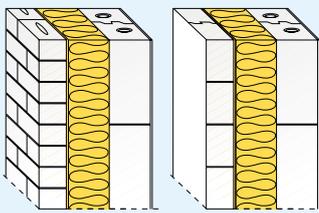
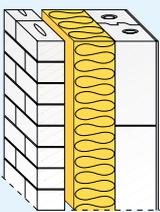
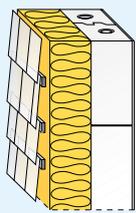
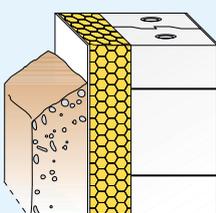
Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit und Richtwerte der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl von ausgewählten Stoffen aus DIN 4108-4 und DIN EN ISO 10456					
Stoff	Rohdichte ¹⁾ ρ	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ		Richtwert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ²⁾ μ	
	[kg/m ³]	[W/(m·K)]		[-]	
1. Kalksandstein-Mauerwerk und Kalksandstein-Produkte					
1.1. Mauerwerk aus Kalksandsteinen und Mauerwerk aus Kalksandsteinen nach EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402	1.200	0,56		5/10	
	1.400	0,70			
	1.600	0,79		15/25	
	1.800	0,99			
	2.000	1,1			
	2.200	1,3			
	2.400	1,6			
2.600	1,8				
1.2 Wärmetechnisch optimierte Kalksandsteine (KS-Wärmedämmsteine) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	1.000	0,27		5/10	
	1.200	0,33			
2. Putze, Mörtel und Estriche aus DIN 4108-4 und Beton aus DIN EN ISO 10456					
2.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1.800	1,0		15/35	
2.2 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1.400	0,70		10	
2.3 Leichtputz	≤ 700	0,25		15/20	
	≤ 1.000	0,38			
	≤ 1.300	0,56			
2.4 Gipsputz ohne Zuschlag	1.200	0,51		10	
2.5 Normalmauermörtel NM	1.800	1,2		15/35	
2.6 Leichtmauermörtel nach DIN EN 1996-1-1, DIN EN 1996-2	≤ 700	0,21		15/35	
	≤ 1.000	0,36			
2.7 Dünnbettmörtel DM	1.600	1,0		15/35	
2.8 Zementestrich	2.000	1,4		15/35	
2.9 Anhydritestrich	2.100	1,2		15/35	
2.10 Stahlbeton	Bewehrungsgrad 1 %	2.300	2,3		80/130
	Bewehrungsgrad 2 %	2.400	2,5		80/130
3. Sonstige Stoffe					
3.1 Trockene, ruhende Luft	1,23	0,025		1	
3.2 Bauglas (Natrorglas einschließlich Floatglas)	2.500	1,0		dampfdicht	
3.3 Aluminium und Aluminiumlegierungen	2.800	160		≥ 50 µm dampfdicht	
3.4 Stahl	7.800	50		≥ 50 µm dampfdicht	
3.5 Edelstahl	7.900	17		≥ 50 µm dampfdicht	
3.6 Konstruktionsholz	500	0,13		20/50	
	700	0,18		50/200	
3.7 OSB Platten	650	0,13		30/50	
3.8 Spanplatten	600	0,14		15/50	
4. Wärmedämmstoffe nach DIN 4108-4					
	Typischer Rohdichtebereich ³⁾ ρ	Typische Wärmeleitfähigkeit ³⁾		Richtwert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ²⁾ μ	
	[kg/m ³]	Nennwert λ_D [W/(m·K)]	Bemessungswert λ_B [W/(m·K)]		
4.1 Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162	20 – 200	0,031 – 0,034	0,032 – 0,035	1	
4.2 Expandiertes Polystyrol (EPS) n. DIN EN 13163	15 – 30	0,031 – 0,034	0,032 – 0,035	20/100	
4.3 Extrudiertes Polystyrol (XPS) nach DIN EN 13164	20 – 45	0,034 – 0,039	0,035 – 0,040	80/250	
4.4 Polyurethan-Hartschaum (PUR) nach DIN EN 13165 ³⁾	30 – 100	0,021 – 0,029	0,022 – 0,030	40/200	
4.5 Phenolharz-Hartschaum (PF) nach DIN EN 13166	40	0,021 – 0,023	0,022 – 0,024	10/60	
4.6 Schaumglas (CG) nach DIN EN 13167	90 – 220	0,047 – 0,053	0,048 – 0,055	dampfdicht	
4.7 Holzwolle-Leichtbauplatten (WW) nach DIN EN 13168	350 – 600	0,060 – 0,10	0,063 – 0,105	2/5	
4.8 Bläherlit (EPB) nach DIN EN 13169	90 – 490	0,045 – 0,070	0,046 – 0,072	5	
4.9 Expandierter Kork (ICB) nach DIN EN 13170	10 – 220	0,040 – 0,055	0,049 – 0,068	5/10	
4.10 Holzfaserdämmstoff (WF) nach DIN EN 13171	30 – 230	0,037 – 0,043	0,039 – 0,045	5	

¹⁾ Die bei den Steinen genannten Rohdichten sind die oberen Grenzwerte aus den Produktnormen.

²⁾ Beim Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes ist jeweils der für die Baukonstruktion ungünstigere Wert einzusetzen. Anwendung der μ -Werte und Berechnungsverfahren siehe DIN 4108-3.

³⁾ Werte marktüblicher Produkte [5]

U-Werte von UNIKA Außenwänden

	Dicke des Systems [cm]	Dicke der Dämmschicht [cm]	U [W/(m²K)] λ [W/(m·K)]				Wandaufbau
			0,022	0,024	0,032	0,035	
	29,5	10	0,20	0,22	0,29	0,31	Einschalige KS-Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem $R_{s,i} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ 0,01 m Innenputz 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m·K)}$ Wärmedämmstoff Typ WAP 0,01 m Außenputz $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ $R_{s,e} = 0,04 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
	33,5	14	0,15	0,16	0,21	0,23	
	35,5	16	0,13	0,14	0,19	0,20	
	39,5	20	0,11	0,11	0,15	0,16	
	43,5	24	0,09	0,10	0,13	0,14	
	49,5	30	0,07	0,08	0,10	0,11	
	41,0	10	0,19	0,21	0,27	0,29	Zweischalige KS-Außenwand mit Wärmedämmung $R_{s,i} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ 0,01 m Innenputz 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m·K)}$ Wärmedämmstoff Typ WZ 0,01 m Fingerspalt 0,115 m ²⁾ KS-Verblendschale (KS Vb RDK 2,0) ¹⁾ oder verputzte KS-Vormauerschale $R = 0,15 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ $\lambda = 1,1 \text{ W/(m·K)}$ $R_{s,e} = 0,04 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
	43,0	12	0,16	0,18	0,23	0,25	
	45,0	14	0,14	0,16	0,20	0,22	
	47,0	16	0,13	0,14	0,18	0,19	
	49,0	18	0,11	0,12	0,16	0,17	
	51,0	20	0,10	0,11	0,15	0,16	
	44,0	10	0,20	0,22	0,28	0,30	Zweischalige KS-Außenwand mit Wärmedämmung und Luftschicht $R_{s,i} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ 0,01 m Innenputz 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m·K)}$ Wärmedämmstoff Typ WZ $R_{s,e} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ ≥ 0,04 m Luftschicht 0,115 m ²⁾ KS-Verblendschale (KS Vb RDK 2,0)
	46,0	12	0,17	0,18	0,24	0,26	
	48,0	14	0,15	0,16	0,21	0,22	
	50,0	16	0,13	0,14	0,18	0,20	
	52,0	18	0,12	0,13	0,16	0,18	
	54,0	20	0,10	0,11	0,15	0,16	
	31,5	10	-	-	0,28	0,30	Einschalige KS-Außenwand mit hinterlüfteter Außenwandbekleidung $R_{s,i} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ 0,01 m Innenputz 0,175 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m·K)}$ Nichtbrennbarer Wärmedämmstoff WAB $R_{s,e} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ 0,02 m Hinterlüftung 0,01 m Fassadenbekleidung
	33,5	12	-	-	0,24	0,26	
	37,5	16	-	-	0,18	0,20	
	41,5	20	-	-	0,15	0,16	
	45,5	24	-	-	0,13	0,14	
	51,5	30	-	-	0,10	0,11	
	47,5	10	-	-	-	0,34	Einschaliges KS-Kellermauerwerk mit außen liegender Wärmedämmung (Perimeterdämmung) $R_{s,i} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ 0,01 m Innenputz 0,365 m Kalksandstein (RDK 1,8) ¹⁾ $\lambda = 0,99 \text{ W/(m·K)}$ Perimeterdämmung ³⁾ Typ PW $R_{s,e} = 0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
	51,5	14	-	-	-	0,26	
	53,5	16	-	-	-	0,24	
	57,5	20	-	-	-	0,20	
	61,5	24	-	-	-	0,18	
	47,5	10	-	-	-	0,32	Einschaliges KS-Kellermauerwerk mit außen liegender Wärmedämmung (Perimeterdämmung) $R_{s,i} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ 0,01 m Innenputz 0,365 m Kalksandstein (RDK 1,4) ¹⁾ $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$ Perimeterdämmung ³⁾ Typ PW $R_{s,e} = 0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
	51,5	14	-	-	-	0,25	
	53,5	16	-	-	-	0,23	
	57,5	20	-	-	-	0,20	
	61,5	24	-	-	-	0,17	

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

¹⁾ Bei anderen Dicken oder Steinrohdklassen ergeben sich nur geringfügig andere U-Werte.

²⁾ 9 cm möglich, nach DIN EN 1996-2/NA

³⁾ Der Zuschlag $\Delta U = 0,04 \text{ W/(m·K)}$ nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ist bereits berücksichtigt.

Der U-Wert

Der U-Wert gibt an, wie groß der Wärmedurchgang in Watt pro Quadratmeter des Bauteils ist, wenn sich die Lufttemperaturen zu beiden Seiten um 1 Kelvin (entspricht 1°Celsius) unterscheiden. Je kleiner der U-Wert ist, umso besser ist die Dämmwirkung des Bauteils.

Der U-Wert wird berechnet, indem die Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen Schichten (jeweils Dicke geteilt durch die Wärmeleitfähigkeit) ermittelt und aufsummiert werden. Zur Summe addiert man die Wärmeübergangswiderstände auf beiden Seiten des Bauteils (Wärmestromrichtung!) und nimmt vom Ergebnis den Kehrwert.

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{si}} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Als Endergebnis ist der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) auf zwei wertanzeigende Stellen zu runden; meistens entspricht das zwei Nachkommastellen (0,23 W/(m²·K)). Dies entspricht auch der Genauigkeit der Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit. Zwischenergebnisse, mit denen weitergerechnet wird, etwa für die Berechnung eines ψ -Werts, können mit drei wertanzeigenden Stellen weiterverwendet werden (0,230 W/(m²·K) bzw. 0,231 W/(m²·K)).

Die Energieeinsparverordnung EnEV

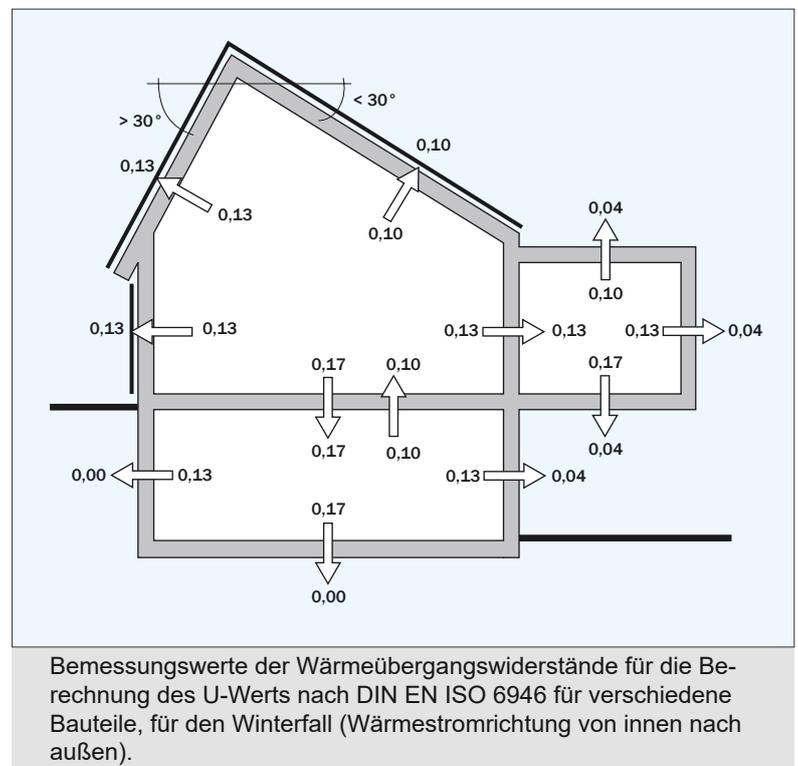
Mit der Energieeinsparverordnung 2014 wird das Anforderungsmodell der EnEV 2009 fortgeschrieben. Die Vorgabe einer Referenzbautechnik in Verbindung mit einer Referenzanlagentechnik führt zu einem Referenzgebäude, aus dem der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf eines Gebäudes resultiert. Seit dem 1. Januar 2016 ist dieser Anforderungswert aus dem Referenzgebäude um 25 % abzusenken.

Zusätzlich zu den Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf Q_p wird der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T begrenzt. Seit dem 1. Januar 2016 resultiert der Maximalwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts aus der baulichen Qualität des Referenzgebäudes.

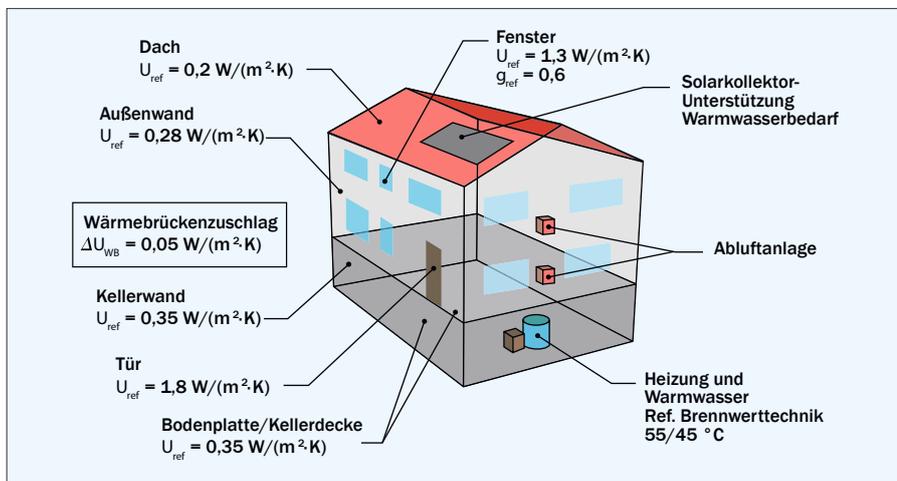
Ausführliche Informationen zur EnEV sind in der Broschüre „EnEV 2016“ enthalten.

Thermisch wirksame Schichten und Wärmeübergangswiderstände verschiedener Außenwandkonstruktionen

Bauteil	Systemskizze	Thermisch wirksame Schichten	Wärmeübergangswiderstand		Luftschicht
			außen R_{se}	innen R_{si}	
KS-Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem			0,04	0,13	-
Zweischalige KS-Außenwand mit Fingerspalt oder stehender Luftschicht			0,04	0,13	ruhend
Hinterlüftete KS-Außenwand nach DIN 18516-1			0,13	0,13	stark belüftet
Zweischalige KS-Außenwand mit Hinterlüftung nach den Regeln der alten DIN 1053-1			0,13	0,13	stark belüftet



Bauliche Ausführung des Referenzgebäudes „Wohngebäude“ gemäß EnEV 2014		
Zeile	Bauteil/System	Referenzausführung bzw. Wert (Maßeinheit)
1.1	Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer solche nach Zeile 1.1)	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1.4	Fenster, Fenstertüren	$U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}); g = 0,60$
1.5	Dachflächenfenster	$U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}); g = 0,60$
1.6	Lichtkuppeln	$U = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}); g = 0,64$
1.7	Außentüren	$U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2	Wärmebrückenanschlag (Bauteile nach 1.1 bis 1.7)	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
3	Luftdichtheit der Gebäudehülle	Bei Berechnung nach ● DIN V 4108-6:2003-06: mit Dichtheitsprüfung ● DIN V 18599-2:2018-09 nach Kategorie I



Referenzausführung für Wohngebäude (schematische Darstellung der wesentlichen Komponenten)

Höchstwerte des spezifischen, auf die Wärme übertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts gemäß EnEV 2014

Zeile	Gebäudetyp	Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts	
1	Freistehendes Wohngebäude	mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
		mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2	Einseitig angebautes Wohngebäude (z. B. Reihenhendhaus)	$H'_T = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
3	Alle anderen Wohngebäude (z. B. Reihemittelhaus)	$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
4	Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß § 9 Abs. 5	$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	

Zulässige Werte des grundflächenbezogenen Fensterflächenanteils, unterhalb dessen auf einen sommerlichen Wärmeschutznachweis verzichtet werden kann

Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen	Orientierung der Fenster ¹⁾	Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil, f_{wg} [%]
über 60° bis 90°	Nord-West- über Süd- bis Nord-Ost	10
	alle anderen Nordorientierungen	15
von 0° bis 60°	alle Orientierungen	7

¹⁾ Sind beim betrachteten Raum mehrere Orientierungen mit Fenstern vorhanden, ist der kleinere Grenzwert für f_{wg} bestimmend.

²⁾ Der Fensterflächenanteil f_{wg} ergibt sich aus dem Verhältnis der Fensterfläche zu der Grundfläche des betrachteten Raumes oder der Raumgruppe. Sind beim betrachteten Raum bzw. der Raumgruppe mehrere Fassaden oder z. B. Erker vorhanden, ist f_{wg} aus der Summe aller Fensterflächen zur Grundfläche zu berechnen.

Das Referenzgebäude

Die Formulierung der Anforderungen über das Referenzgebäudeverfahren geschieht wie folgt: Unter Zugrundelegung der geplanten Gebäudegeometrie (Gebäudevolumen und Hüllfläche), der geplanten Gebäudeausrichtung und der Fenstergrößen wird die Gebäudehülle mit einer bestimmten Ausführung des baulichen Wärmeschutzes und mit einer bestimmten vorgegebenen Anlagentechnik ausgestattet. Berechnet man den Jahres-Primärenergiebedarf dieses Referenzgebäudes, so resultiert ein spezifischer Anforderungswert – der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf. Dieser zulässige Jahres-Primärenergiebedarf ist von dem tatsächlich zu errichtenden Gebäude mit der tatsächlich geplanten baulichen Ausführung und der tatsächlich geplanten Anlagentechnik einzuhalten bzw. zu unterschreiten.

Sommerlicher Wärmeschutz

Das sommerliche Temperaturverhalten eines nicht klimatisierten Aufenthaltsraums wird maßgeblich bestimmt von:

- Außenklima
- Sonneneinstrahlung
- Fensterfläche, -orientierung und -neigung
- Gesamtenergiedurchlassgrad der Fenster inklusive deren Sonnenschutz
- Lüftungs- und Wohnverhalten der Nutzer: Um das Raumklima behaglich kühl zu halten, müssen die Wärmezufuhr von außen (Nutzung der Verschattungseinrichtungen bei Sonnenschein) und der Wärmegewinn in den Räumen (Abwärme von Geräten, Belegungsdichte) möglichst gering und die Wärmeabfuhr nach außen (über erhöhte Nachtlüftung) möglichst groß gehalten werden.
- Wärmespeicherverhalten des betrachteten Raumes: Es sollten Speichermassen (mit direktem Kontakt zur Raumluft) zur Verfügung stehen, um tagsüber den Anstieg der Raumtemperatur wirksam zu begrenzen.
- Wärmeschutz der Außenbauteile

Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Stellen in der Umhüllung eines Gebäudes, an denen es zu einem örtlich erhöhten Wärmedurchgang durch die Konstruktion kommt.

Der bekannte Zusammenhang, dass bei verbessertem Wärmeschutzniveau der anteilige Wärmeverlust über Wärmebrücken zunimmt, wird im Nachweisverfahren der EnEV berücksichtigt. Bei der Berechnung der Transmissionswärmeverluste werden die Wärmebrückeneffekte über Wärmebrückenkorrekturwerte ΔU_{WB} erfasst. Im Referenzgebäude ist $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ als Standardwert vorgegeben. Auch im auszuführenden Gebäude (Ist-Gebäude) sollten die Empfehlungen nach DIN 4108, Beiblatt 2 als Mindeststandard eingehalten werden.

Liegen für die im Rahmen des Nachweises verwendeten Baukonstruktionen Lösungen für Wärmebrückendetails vor, so kann eine Optimierung über die detaillierte Ermittlung von ΔU_{WB} erfolgen. Mit der detaillierten Planung lassen sich erhebliche Verbesserungen erreichen. Als Planungshilfsmittel können hierbei Wärmebrückenkataloge herangezogen werden, in denen die Empfehlungen gemäß DIN 4108, Beiblatt 2 und weitere Details aufgenommen sind.

Alternativ kann ein pauschaler Zuschlag, der einer generellen Erhöhung der U -Werte aller Hüllflächenbauteile um $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ entspricht, angewendet werden. Der Wärmebrückeneinfluss wird damit jedoch stark überbewertet.

Luftdichtheit

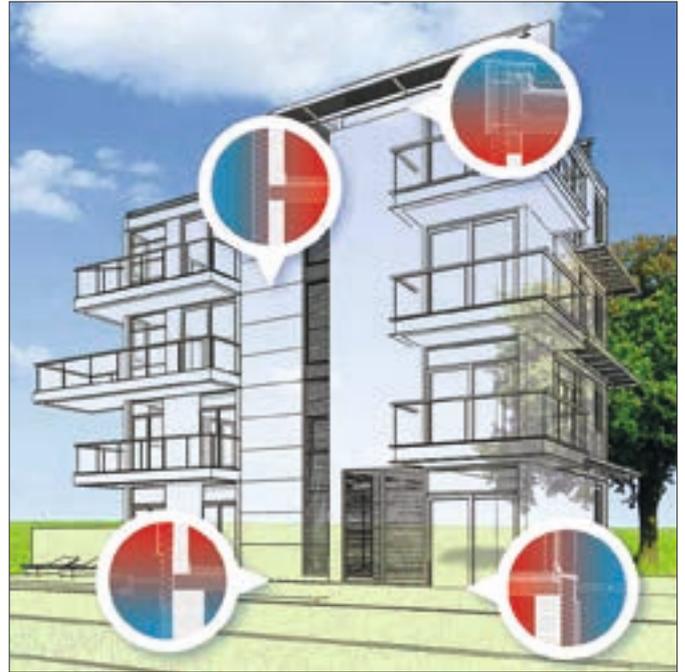
Die Anforderungswerte an die Luftdichtheit der Gebäudehülle sind in DIN 4108-7 genannt:

- Gebäude mit natürlicher Lüftung: $n_{50} < 3,0 \text{ h}^{-1}$
- Gebäude mit mechanischer Lüftung: $n_{50} < 1,5 \text{ h}^{-1}$

Die EnEV schreibt vor, dass bei Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage eine Dichtheitsprüfung durchgeführt werden muss. Wird bei natürlich belüfteten Gebäuden – diese Form der Lüftung wird in nächster Zukunft noch die am häufigsten anzutreffende sein – eine Dichtheitsprüfung durchgeführt und der genannte Anforderungswert eingehalten, darf im Nachweisverfahren ein Bonus in Ansatz gebracht werden.

Hierbei ist zu beachten, dass Planung und Ausführung sorgfältig vorzunehmen sind, da Nachbesserungen bei der Luftdichtheit oftmals mit erheblichem Aufwand verbunden sind.

Bei Mauerwerk wird eine dauerhafte Luftdichtheit durch den Innenputz hergestellt.



Mit dem KS Online-Wärmebrückenkatalog bietet die Kalksandsteinindustrie ein einfaches Hilfsmittel zur detaillierten Ermittlung und Bewertung von Wärmebrücken an. Er kann kostenlos unter : www.ks-waermebruecken.de genutzt werden.

Die wichtigsten Normen rund um den baulichen Wärme- und Feuchteschutz		
Nummer der Norm	Titel	Inhalt und Hinweise
Grundlagennormen		
DIN 4108-2	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz	Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von flächigen Bauteilen und von Wärmebrücken (bauaufsichtlich eingeführt), Nachweisverfahren für den sommerlichen Wärmeschutz (durch die EnEV in Bezug genommen)
DIN 4108-3	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung	Wasserdampfdiffusion, Glaserverfahren, Tauwasserberechnung, Ausnahmeregelungen (bauaufsichtlich eingeführt)
DIN 4108-4	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte	Zu verwendende Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit (für europäisch nicht-harmonisierte Dämmstoffe) bzw. Umrechnung vom Nennwert zum Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit (für europäisch harmonisierte Dämmstoffe) sowie Richtwerte der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen von Bau- und Dämmstoffen (weitere Werte siehe DIN EN ISO 10456). Alternativ dürfen Bemessungswerte aus allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den EnEV-Nachweis verwendet werden.
DIN EN ISO 10456	Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchteigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte	Internationale „Schwester“-Norm zu DIN V 4108-4; enthält u.a. die λ -Werte für Beton, Holz, Holzprodukte
DIN V 4108-10	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Anwendungsbezogene Anforderungen an Dämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe	Anwendungstypen von genormten Dämmstoffen und dafür erforderliche Mindesteigenschaften. Alternative Festlegungen werden in produkt- oder bauartspezifischen Technischen Bestimmungen getroffen.
Ausführungsnormen		
DIN 4108-7	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele	Anforderungen und Prinzipskizzen zur luftdichten Ausführung der Gebäudehülle
DIN 4108 Beiblatt 2	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele	Prinzipskizzen für den bildlichen Nachweis sowie λ -Referenzwerte für den rechnerischen Nachweis der Gleichwertigkeit von linienförmigen Wärmebrücken, nur bei Verwendung eines reduzierten pauschalen Wärmebrückenzuschlags
DIN-Fachbericht 4108-8	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelpilzwachstum in Wohngebäuden	Planungs- und Nutzungshinweise zur Vermeidung von Schimmelpilzwachstum (Neubau, Bestand) für wohnungsübliche bzw. wohnungsähnliche Nutzung; Hinweise für die Planung und Nutzung von Heizungs- und Lüftungssystemen; Vermeidung von Schimmel unter ganzheitlicher Beachtung der Zusammenhänge (Bauphysik, Baukonstruktionen, Heizung, Lüftung, Nutzung).
Berechnungsnormen für Bauteile		
DIN EN ISO 6946	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren	Standardwerte für R_{si} und R_{se} , Formeln für R und U , Behandlung von Luftschichten, Berücksichtigung niedrigemittierender Oberflächen bei Luftschichten, Korrekturwerte für den U-Wert
DIN EN ISO 10211	Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen	Vorgehensweise bei numerischen Berechnungen von zwei- und dreidimensionalen Wärmebrücken, Randbedingungen
DIN EN ISO 13370	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren	Detaillierte Berücksichtigung des Wärmetransports über das Erdreich (im Gegensatz zur vereinfachten Berücksichtigung über F_x -Werte, die aber nur für den Heizfall verwendet werden dürfen)
DIN EN ISO 13789	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient – Berechnungsverfahren	Wärmetransferkoeffizienten, detaillierte Berücksichtigung einiger Wärmetransportpfade
DIN EN ISO 10077-1	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Vereinfachtes Verfahren	Rechnerische Bestimmung des U-Werts von Fenstern

Fortsetzung: Die wichtigsten Normen rund um den baulichen Wärme- und Feuchteschutz

Nummer der Norm	Titel	Inhalt und Hinweise
Berechnungsnormen für Gebäude		
DIN EN ISO 10077-2	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Numerisches Verfahren für Rahmen	Rechnerische Bestimmung des U-Werts von Fensterrahmen; enthält u.a. auch Gleichungen für den Wärmedurchlasswiderstand von schmalen Luftspalten
DIN V 4108-6	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs	Enthält u.a. das Monatsbilanzverfahren für die EnEV-Bilanzierung von Wohngebäuden sowie in Anhang D die dafür zu verwendenden Randbedingungen
DIN V 4701-10	Energetische Bewertung heiz- und raumluft-technischer Anlagen – Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung	Berechnung der Anlagenaufwandszahl für Heizung, Lüftung und Warmwasser für Wohngebäude im EnEV-Nachweis, primärenergetische Bewertung
DIN 4701-10 Beiblatt 1	Energetische Bewertung heiz- und raumluft-technischer Anlagen – Diagramme und Planungshilfen für ausgewählte Anlagensysteme mit Standardkomponenten	Diagramme für 71 Anlagenkombinationen zur Bestimmung der Anlagenaufwandszahl für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung für Wohngebäude im EnEV-Nachweis
DIN EN 13790	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs	Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung, Nachfolger der zurückgezogenen DIN EN 832
DIN V 18599-1 bis 11	Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teile 1 bis 11	Berechnung des Energiebedarfs von Wohn- und Nichtwohngebäuden für die energetische Bewertung im Rahmen der EnEV
Messnormen für Gebäude		
DIN EN ISO 9972	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren	Messverfahren für die Luftdichtheit der Gebäudehülle („Blower-Door“-Messung); Nachfolgenorm für DIN EN 13829

Die wichtigsten physikalischen Größen, Symbole und Einheiten rund um bauliche Wärmedämmung und klimabedingten Feuchteschutz

Physikalische Größe	Symbol	Einheit	Physikalische Größe	Symbol	Einheit
Länge	l, ℓ	m	Wärmeübergangskoeffizient	h	W/(m ² ·K)
Breite	b	m	Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)	U	W/(m ² ·K)
Dicke	d	m	Längenbez. Wärmedurchg.-koeff. „Psi-Wert“	Ψ	W/(m·K)
Höhe	h	m	Punktbez. Wärmedurchg.-koeff. „Chi-Wert“	χ	W/K
Fläche	A	m ²	Temperaturfaktor an der Innenoberfläche	f_{Rsi}	–
Volumen	V	m ³	Hemisphärischer Emissionsgrad	ε	–
Masse	m	kg	Strahlungsaustauschgrad	E	–
Dichte	ρ	kg/m ³	Luftwechsel	n	h ⁻¹
Celsius-Temperatur	θ, ϑ	°C	Wasserdampfteildruck	p	Pa
Thermodynamische Temperatur	T	K	Wasserdampfsättigungsdruck	p_s	Pa
Wärmemenge	Q	J = Ws	Relative Luftfeuchte	φ	%
Spezifische Wärmekapazität	c	J/(kg·K)	Massebez./Volumenbez. Feuchtegehalt	u_m, u_v	M.-% / Vol.-%
Wirksame Wärmespeicherfähigkeit	C_{wirk}	Wh/K	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	μ	–
Wärmestrom	Φ, \dot{Q}	Ws/s = Wh/h = W	Wasserdampfdiff.-äquiv. Luftschichtdicke	s_d	m
Wärmestromdichte	q	W/m ²	Tauwasseremasse, flächenbezogen	m_c	kg/m ²
Wärmeleitfähigkeit	λ	W/(m·K)	Verdunstungsmasse, flächenbezogen	m_{ev}	kg/m ²
Thermischer Leitwert	L	W/(m·K)	Wasseraufnahmekoeffizient	w	kg/(m ² ·h _{0,5})
Wärmedurchlasswiderstand	R	m ² K/W	Wasserdampf-Diffusionskoeffizient	D	m ² /h
Wärmeübergangswiderstand innen/außen	R_{si}, R_{se}	m ² K/W	Wasserdampf-Diff.-durchlasswiderstand	Z	m ² ·h·Pa/kg
Wärmedurchgangswiderstand	R_T	m ² K/W	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte	g	kg/(m ² ·h)

UNIKA Kalksandstein

Brandschutz

Bedeutung des Brandschutzes

Der Brandschutz wird ausführlich in allen 16 Landesbauordnungen (LBO) geregelt. Die generelle Forderung der Musterbauordnung (MBO) lautet:

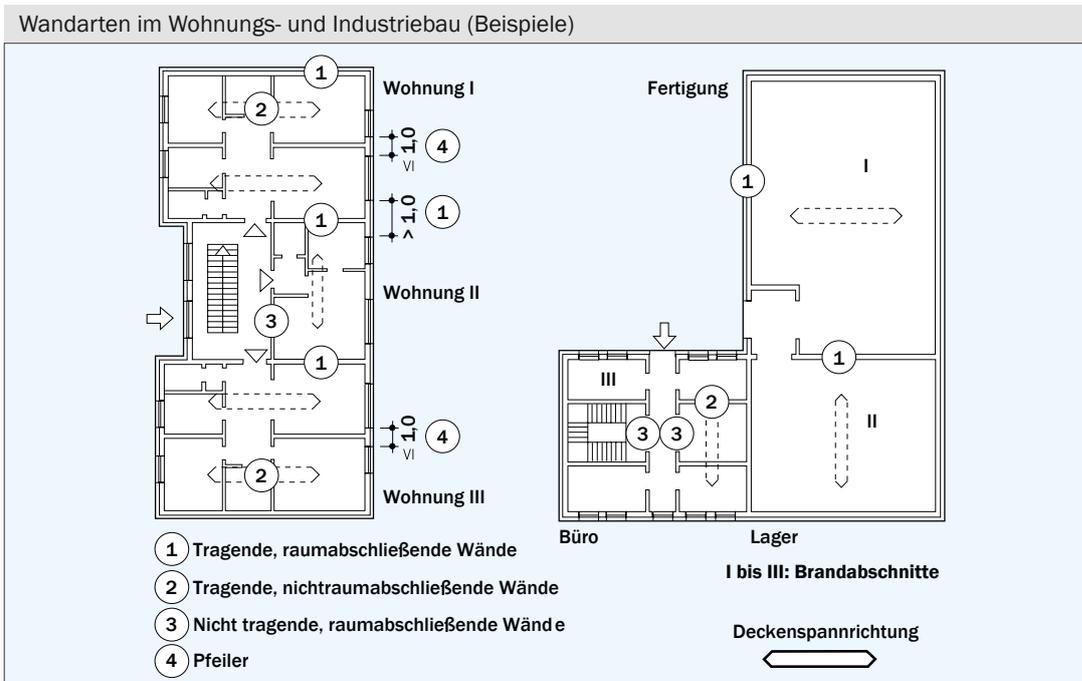
- „Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und
- bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie
- wirksame Löscharbeiten möglich sind.“

Die brandschutztechnischen Anforderungen an die Bauteile und Baustoffe – heute Bauprodukte – werden in den einzelnen Abschnitten der Landesbauordnungen geregelt.

Bei Verwendung von Kalksandstein-Mauerwerk ist der Brandschutz automatisch enthalten und damit sichergestellt. Kalksandstein-Mauerwerk ist aufgrund seiner Herstellung und Zusammensetzung nichtbrennbar und hat hinsichtlich der Tragfähigkeit – Standsicherheit im Brandfall – und des Raumabschlusses ein sehr günstiges Brandverhalten.

Brandschutztechnische Einteilung von Wänden

Im Sinne des Baurechts und auch nach DIN EN 1996-1-2, 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.



Gebäudeklassen nach Musterbauordnung				
Gebäudeklassen				
1 Gebäude, freistehend	2 Gebäude	3 Sonstige Gebäude	4 Gebäude	5 Sonstige Gebäude, einschließlich unterirdische Gebäude
OFF ¹⁾ ≤ 7 m	OFF ≤ 7 m	OFF ≤ 7 m	> 7 m OFF ≤ 13 m	OFF > 7 m ²⁾
2 NE ³⁾ Σ 400 m ²	2 NE ³⁾ Σ 400 m ²	–	je NE ³⁾ < 400 m ²	–
Feuerwehreinsatz mit Steckleitern Fensterbrüstung < 8 m			Feuerwehreinsatz mit Drehleiter alternativ: zweiter baulicher Rettungsweg	
	Hochhäuser ¹⁾ mind. 1 Aufenthaltsraum > 22 m über OFF			
¹⁾ Oberkante Fertigfußboden		²⁾ Sonderbauten	³⁾ Nutzungseinheit	

Gebäudeklassen

Alle Landesbauordnungen, die dazugehörigen Durchführungsverordnungen bzw. die Verwaltungsvorschriften, unterscheiden

- Gebäude normaler Art und Nutzung (z. B. Wohngebäude und Gebäude vergleichbarer Nutzung einschließlich einfache Büro- und Verwaltungsgebäude),
- Gebäude besonderer Art oder Nutzung – Sonderbauten (z. B. Versammlungsstätten, Verkaufsstätten, Hotels, Gaststätten, Schulen, Krankenhäuser, Hochhäuser oder Industriebauten usw.).

Gebäudeklassen nach Musterbauordnung (MBO)

Gebäudeklasse ¹⁾	Beschreibung
1	Freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m mit nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt ≤ 400 m ² Freistehende landwirtschaftlich genutzte Gebäude
2	Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m mit maximal zwei Nutzungseinheiten von insgesamt ≤ 400 m ²
3	Sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m
4	Gebäude mit einer Höhe > 7 m bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils ≤ 400 m ²
5 ¹⁾	Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude

¹⁾ In einigen Landesbauordnungen ist eine Höhenbegrenzung OFF < 22 m bzw. ≤ 22 m aufgenommen. Hochhäuser sind Sonderbauten.
Nach MBO ist mit „Höhe“ gemeint: das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel.
Nach MBO ist mit den Flächenangaben gemeint: Die Grundflächen der Nutzungseinheiten sind die Brutto-Grundflächen; bei der Berechnung der Brutto-Grundflächen bleiben Flächen in Kellergeschossen außer Betracht.

Feuerwiderstandsklassen und bauaufsichtliche Benennung

Erläuterungen der Klassifizierungskriterien und der zusätzlichen Angaben zur Klassifizierung des Feuerwiderstands nach DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501-4 (Auszug aus Tafel 10, KALKSANDSTEIN - Planungshandbuch 2018, S.309)

Herstellung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
R (Résistance)	Tragfähigkeit	Zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
E ((Etanchéité)	Raumabschluss	
I (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung) – Temperaturkriterium auf der feuerabgewandten Wandoberfläche	
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts	
M (Mechanical)	Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung)	
i → o i ← o i ↔ o (in – out)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Nicht tragende Außenwände, Installationsschächte/-kanäle, Lüftungsanlagen/-klappen

Bauaufsichtliche Benennung und Klassifizierung von Wänden nach DIN EN 13501-2					
Bauaufsichtliche Benennung	Tragende Wände		Nicht tragende Innenwände	Nicht tragende Außenwände	Wände mit Stoßbeanspruchung tragend/nicht tragend
	nichtraumabschließend	raumabschließend			
Feuerhemmend	R 30	REI 30	EI 30	E 30 (i → o) und E 30-ef (i ← o)	REI-M 30 ¹⁾ EI-M 30 ¹⁾
Hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	EI 60	E 60 (i → o) und E 60-ef (i ← o)	REI-M 60 ¹⁾ EI-M 60 ¹⁾
Feuerbeständig	R 90	REI 90	EI 90	E 90 (i → o) und E 90-ef (i ← o)	–
Brandwand	–	–	–	–	REI-M 90 EI-M 90
Feuerwiderstandsdauer 120 min.	R 120	REI 120	EI 120 ¹⁾	–	REI-M 120 ¹⁾ EI-M 120 ¹⁾

¹⁾ Nach Industriebaurichtlinie

Baustoffklassen und bauaufsichtliche Benennung

Bauaufsichtliche Benennung für Baustoffe nach DIN EN 13501-1 bzw. DIN 4102-1									
Bauaufsichtliche Anforderung		Nationale Klasse nach DIN 4102-1	Europäische Klasse nach DIN EN 13501 ¹⁾²⁾		Zusatzanforderungen				
			Bauprodukte, ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe	Lineare Rohrdämmstoffe	Kein Rauch	Kein brennendes Abfallen/Abtropfen			
Nichtbrennbare Baustoffe	Nichtbrennbar	A	A1	A _{1L}	X	X			
		A 1 A 2	A2 – s1,d0	A _{2L} – s1, d0	X	X			
Brennbare Baustoffe	Schwerentflammbar	B	B – s1,d0 C – s1,d0	B _L – s1,d0 C _L – s1,d0	X	X			
		B 1	A2 – s2,d0 A2 – s3,d0 B – s2,d0 B – s3,d0 C – s2,d0 C – s3,d0	A _{2L} – s2,d0 A _{2L} – s3,d0 B _L – s2,d0 B _L – s3,d0 C _L – s2,d0 C _L – s3,d0	–	X			
			B 1	A2 – s1,d1 A2 – s1,d2 B – s1,d1 B – s1,d2 C – s1,d1 C – s1,d2	A _{2L} – s1,d1 A _{2L} – s1,d2 B _L – s1,d1 B _L – s1,d2 C _L – s1,d1 C _L – s1,d2	X	–		
				B 1	A2 – s3,d2 B – s3,d2 C – s3,d2	A _{2L} – s3,d2 B _L – s3,d2 C _L – s3,d2	–	–	
					Normalentflammbar	B 2	D – s1,d0 D – s2,d0 D – s3,d0 E	D _L – s1,d0 D _L – s2,d0 D _L – s3,d0 E _L	–
	B 2	D – s1,d1 D – s2,d1 D – s3,d1 D – s1,d2 D – s2,d2 D – s3,d2	D _L – s1,d1 D _L – s2,d1 D _L – s3,d1 D _L – s1,d2 D _L – s2,d2 D _L – s3,d2	–		–			
		B 2	E – d2	E _L – d2		–	–		
			Leichtentflammbar	B 3		F	F _L	–	–

¹⁾ In den europäischen Prüf- und Klassifizierungsregeln ist das Glimmverhalten von Baustoffen nicht erfasst. Für Verwendungen, in denen das Glimmverhalten erforderlich ist, ist das Glimmverhalten nach nationalen Regeln nachzuweisen.

²⁾ Mit Ausnahme der Klasse A1 (ohne Anwendung der Fußnote c zu Tabelle 1 der DIN EN 13501-1) und E kann das Brandverhalten von Oberflächen von Außenwänden und Außenwandbekleidungen (Bauarten) nach DIN EN 13501-1 nicht abschließend klassifiziert werden.

Die Verknüpfung der Brandschutzanforderungen der Bauordnungen mit den nationalen und europäischen Brandschutzklassifizierungen erfolgt in der Bauregelliste. Diese Klassifizierungen dürfen parallel verwendet werden. Sie sind aber nicht gleichwertig. Im Einzelfall ist daher bei Verwendung von europäischen Klassifizierungen zu prüfen, ob wirklich die Brandschutzanforderung gemäß deutschem Baurecht in allen Punkten erfüllt wird.

Da in Deutschland weiterhin neben der europäischen Klasse die nationale Klasse verwendet werden darf, werden zunehmend die bauaufsichtlichen Begriffe verwendet.

Brandschutzkonstruktionen

Im Folgenden sind die Brandschutznachweise nach DIN EN 1996-1-2/NA zusammengefasst. Die Tabellenwerte gelten für Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402. Bei Verwendung von KS-Fasensteinen gelten die Werte für die Aufstandsweite (Wanddicke abzüglich Fase).

Die DIN 4102-4:2016-05 enthält für Mauerwerk nur noch Ausführungsdetails, die weiterhin verwendet werden dürfen, und vorübergehend Nachweise für Mauertafeln.

Bei Ansatz einer verputzten Wandfläche – () -Werte in den Tabellen – ist ein geeigneter Putz mit einer Mindestdicke von 10 mm auf beiden Seiten einer einschaligen Wand bzw. auf der Außenseite einer zweischaligen Wand aufzutragen. Es können z.B. Gipsputzmörtel B 1 bis B 6 nach DIN EN 13279-1, Kalk- und Kalk-Zementputze aus Werk trockenmörtel nach DIN EN 998-1 oder Wärmedämmputzmörtel nach DIN EN 998-1 verwendet werden.

Tragende Wände ohne Nachweis des Ausnutzungsfaktors

In Deutschland ist nach DIN EN 1996-1-2/NA für die Tragwerksbemessung von Mauerwerk im Brandfall ausschließlich das bekannte und bewährte Tabellenverfahren anzuwenden. Hierbei muss für tragende Wände und Pfeiler im Allgemeinen zunächst ein Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,\bar{f}}$ ermittelt werden, der in Abhängigkeit von der

Bauaufsichtliche Benennung und Klassifizierung für Bauteile nach DIN 4102-2		
Bauaufsichtliche Benennung	Kurzbezeichnung	Benennung nach DIN 4102
Feuerhemmend	F 30-B	Feuerwiderstandsklasse F 30
Feuerhemmend und in den tragenden Teilen aus nicht-brennbaren Baustoffen	F 30-AB	Feuerwiderstandsklasse F 30 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen
Hochfeuerhemmend	F 60-BA ¹⁾	Feuerwiderstandsklasse F 60 und in den tragenden Teilen aus brennbaren Baustoffen mit brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung
Feuerbeständig	F 90-AB	Feuerwiderstandsklasse F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen
Feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90-A	Feuerwiderstandsklasse F 90 und aus nichtbrennbaren Baustoffen

¹⁾ Brandschutztechnisch wirksame Bekleidung bedeutet, nichtbrennbare Bekleidung K 60 nach DIN EN 13501-2. Am Holz dürfen nicht mehr als 300 °C auftreten, damit es nicht zu brennen anfängt.

Nichttragende, raumabschließende Wände (EI)					
Steine Mörtel	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
	EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180
KS-Lochsteine ¹⁾ KS-Hohlblocksteine ¹⁾ KS-Vollsteine ¹⁾ KS-Blocksteine ¹⁾ NM, DM		115 (115)		115 (115)	175 (140) ³⁾
KS-Fasensteine ²⁾ KS-Planelemente DM		100 (100)			175 (115)
KS-Bauplatten DM	70 (50)	70 (70)	100 (70)		

Die ()-Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Auch als Plansteine
²⁾ Abzüglich Fase
³⁾ Bei Planstein-Mauerwerk mit Putz beträgt die Mindestwanddicke 115 mm

Die für die jeweilige Feuerwiderstandsklasse erforderlichen Mindestwanddicken gelten gemäß DIN EN 1996-1-2/NA für Wandhöhen $h \leq 6$ m und Schlankheiten $l_c = h_{ef} / t \leq 40$.

Tragende, raumabschließende Wände (REI) ohne Nachweis des Ausnutzungsfaktors (Tafel 23)						
Steine Mörtel	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse					
	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
KS-Vollsteine ¹⁾ KS-Blocksteine ¹⁾ KS-Planelemente NM, DM	150 (115)		150 (150)	175 (150)	240 (175)	-
	Bei flächig aufgelagerten Massivdecken (Auflagertiefe = Wanddicke)					
	115 (115)		150 ²⁾ (115)	150 (115)	150 (115)	175 (150)

Die ()-Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Auch als Plan- und Fasensteine (abzüglich Fase)
²⁾ Bei $\alpha_{fi} \leq 0,6$ beträgt die Mindestwanddicke 115 mm

Tragende, raumabschließende Wände (REI) aus Kalksandstein-Mauerwerk mit Voll- oder Blocksteinen (auch als Plansteine) sowie Planelementen können nach DIN EN 1996-1-2/NA unter voller Ausnutzung der Tragfähigkeit nach Eurocode 6 mit einer Feuerwiderstandsdauer von ≥ 90 min. ohne weiteren Aufwand bemessen werden.

Schlankheit berechnet wird.

Nur für Kalksandstein-Mauerwerk aus Voll- und Blocksteinen (auch als Plansteine) sowie Planelementen darf auf die Ermittlung des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ verzichtet und die für die jeweilige Feuerwiderstandsklasse erforderliche Mindestwanddicke direkt aus den Tafeln 23 bis 25 abgelesen werden.

Tragende, nichtraumabschließende Wände $L \geq 1,0$ m (R) ohne Nachweis des Ausnutzungsfaktors (Tafel 24)					
Steine Mörtel	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
KS-Plansteine KS-Fasensteine ¹⁾ KS-Planelemente DM	150	175	200	240	300

¹⁾ Abzüglich Fase

Tragende, nichtraumabschließende Pfeiler und Wände $L < 1,0$ m (R) ohne Nachweis des Ausnutzungsfaktors (Tafel 25)						
Steine Mörtel	Wanddicke [mm]	Mindestwandlänge [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
		R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
KS-Planelemente DM	115	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	150	(897)	(897)	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	175	615	730	(897)	- ¹⁾	- ¹⁾
	240	365	490	(615)	(730)	(897)

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Mindestwandlänge > 1,0 m (Bemessung von Außenwänden als raumabschließende Wand nach Tafel 23, sonst als nichtraumabschließende Wand $L \geq 1,0$ m nach Tafel 24)

Tragende Wände mit Nachweis des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$

Kann die Mindestwanddicke ohne Nachweis nicht eingehalten werden oder ist die Ermittlung für die vorhandene Stein-Mörtel-Kombination mit den Tafeln 23 bis 25 nicht möglich, muss der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ ermittelt und die Mindestwanddicke mit den Tafeln 26 bis 28 bestimmt werden.

Der Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$ wird in Abhängigkeit von der Schlankheit mit nachfolgenden Gleichungen berechnet.

Für $10 \leq \frac{h_{ef}}{t} \leq 25$ gilt:

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

für $\frac{h_{ef}}{t} < 10$ gilt entsprechend:

$$\alpha_{6,fi} = \omega \cdot \frac{N_{Ed,fi}}{l \cdot t \cdot \frac{f_k}{k_0} \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{e_{mk,fi}}{t}\right)}$$

Dabei ist:

- $N_{Ed,fi}$ der Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft im Brandfall: $N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = 0,7 \cdot N_{Ed}$ mit $\eta_{fi} = 0,7$ (DIN EN 1996-1-2)
- N_{Ed} der Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft aus der Kaltbemessung
- h_{ef} die Knicklänge der Wand
- t die Wanddicke
- l die Wandlänge
- f_k die charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeit
- k_0 ein Faktor zur Berücksichtigung von Wandquerschnitten $< 0,1 \text{ m}^2$ mit $k_0 = 1,25$; sonst gilt $k_0 = 1,0$
- $e_{mk,fi}$ die planmäßige Ausmitte von $N_{Ed,fi}$ in halber Geschoss - höhe (inkl. Kriechen); bei voll aufliegender Decke und Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA gilt $e_{mk,fi} = 0$
- ω der Anpassungsfaktor

Anpassungsfaktor ω		
Steine	Mörtel	ω
KS-Lochsteine KS-Hohlblocksteine	NM	2,2
KS-Vollsteine KS-Blocksteine	NM II	3,3
	NM IIa	3,0
	NM III, IIIa	2,6
KS-Plansteine KS-Fasensteine KS-Planelemente	DM	2,2
KS-Plansteine (SFK ≥ 28) KS-Fasensteine (SFK ≥ 28) KS-Planelemente (SFK ≥ 28)	DM	2,6

Tragende, raumabschließende Wände (REI) mit Nachweis des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ (Tafel 26)						
Steine Mörtel	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180
KS-Lochsteine ¹⁾ KS-Hohlblocksteine ¹⁾ NM, DM	$\leq 0,15$				115 (115)	175 (140)
	$\leq 0,42$		115 (115)		140 (115)	200 (140)
	$\leq 0,70$				200 (140)	240 (175)
KS-Vollsteine ¹⁾ KS-Blocksteine ¹⁾ KS-Planelemente NM, DM	$\leq 0,15$				115 (115)	150 (140)
	$\leq 0,42$		115 (115)		140 (115)	175 (140)
	$\leq 0,70$				150 (140)	200 (175)

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Auch als Plan- und Fasensteine (abzüglich Fase)

Tragende, nichtraumabschließende Wände $L \geq 1,0$ m (R) mit Nachweis des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ (Tafel 27)						
Steine Mörtel	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fi}$	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
		R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
KS-Lochsteine KS-Hohlblocksteine KS-Vollsteine KS-Blocksteine NM	$\leq 0,15$			115 (115)	140 (115)	150 (140)
	$\leq 0,42$		115 (115)	140 (115)	150 (115)	150 (140)
	$\leq 0,70$				150 (150)	175 (150)
KS-Plansteine KS-Fasensteine ¹⁾ KS-Planelemente DM	$\leq 0,15$				140 (115)	150 (140)
	$\leq 0,42$		115 (115)		150 (115)	150 (140)
	$\leq 0,70$				150 (150)	175 (150)

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Abzüglich Fase

Tragende, nichtraumabschließende Pfeiler und Wände $L < 1,0$ m (R) mit Nachweis des Ausnutzungsfaktors $\alpha_{6,fi}$ (Tafel 28)							
Steine Mörtel	Ausnutzung $\alpha_{6,fi}$	Wanddicke [mm]	Mindestwandlänge [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
			R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
alle KS-Steine NM, DM	$\leq 0,42$	115	365	490	(615)	(990)	— ³⁾
		150		300		365	898
		175		240		240	365
		240		175		175	300
	$\leq 0,70$	115	(365)	(490)	(730)	— ³⁾	— ³⁾
		150		300		490	— ³⁾
		175	240		300 ^{1),2)}	300 ²⁾	490
		240	175		240	240	365

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Bei $h_{ef}/t_{ef} \leq 10$ beträgt die Mindestwandlänge 240 mm
²⁾ Bei $h_{ef}/t_{ef} \leq 15$ und DM beträgt die Mindestwandlänge 240 mm
³⁾ Mindestwandlänge $> 1,0$ m (Bemessung von Außenwänden als raumabschließende Wand nach Tafel 26, sonst als nichtraumabschließende Wand $L \geq 1,0$ m nach Tafel 27)

Brandwände

Die Mindestwanddicke von Brandwänden nach DIN EN 1996-1-2/NA kann für Kalksandstein-Mauerwerk in Abhängigkeit der Steinhöhe mit Tafel 29 ermittelt werden. Hierbei ist zwischen ein- und zweischaligen Brandwänden zu unterscheiden.

Anschlüsse von Brandwänden

Es ist gemäß DIN 4102-4:2016-05 ausreichend, wenn die Anschlussfugen vollfugig mit Mörtel oder Beton nach DIN EN 1992-1/NA verschlossen werden. Dies gilt auch für Mauerwerk nach DIN EN 1996-1-1/NA und nach DIN EN 1996-3/NA. In DIN EN 1996-1-2/NA sind zu Anschlussfugen keine Angaben enthalten.

Als Anschlüsse von Kalksandstein-Brandwänden an angrenzende Massivbauteile können auch die auf den Seiten 26 und 27 dargestellten Anschlüsse ausgeführt werden, weil Brandwände

aus Mauerwerk in der Brandprüfung grundsätzlich mit frei verformbaren Anschlüssen geprüft werden. In den gleichen Tafeln sind weitere mögliche Anschlüsse dargestellt, die aufgrund Praxis-Ausführungen entwickelt und in „HAHN Consult: Gutachtliche Stellungnahme Nr. 28092 zum Brandverhalten von Anschlüssen nichttragender Wände an Massivdecken (30.10.2008)“ beurteilt wurden.

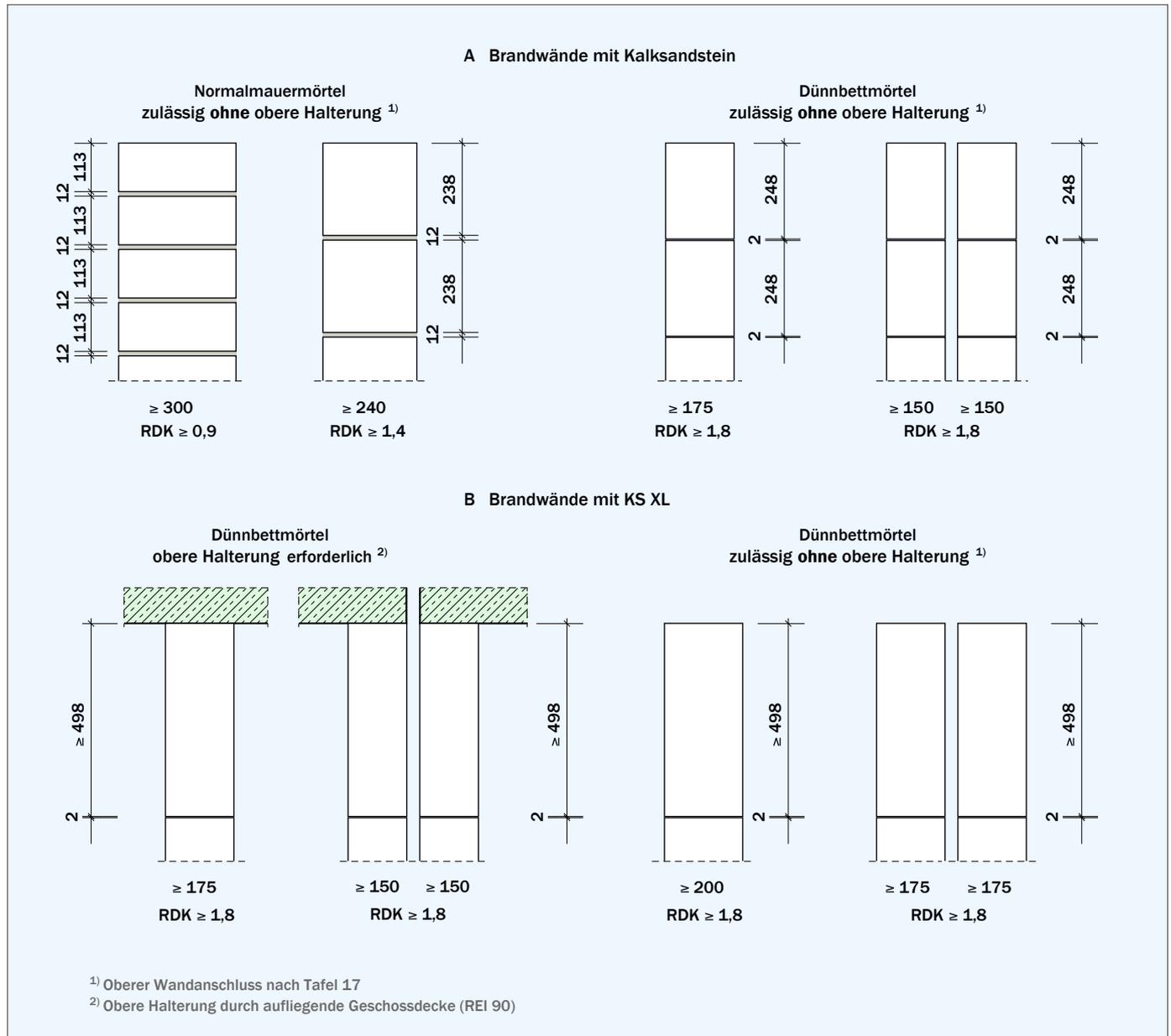
Komplextrennwände

Komplextrennwände sind nicht in DIN EN 1996-1-2 geregelt. Die Mindestwanddicken und weitere einzuhaltende Randbedingungen ergeben sich aus dem jeweils aktuellen Merkblatt der Sachversicherer. Ergänzend wurden für 240 mm dicke Komplextrennwände aus Kalksandstein-Mauerwerk weitergehende Untersuchungen durchgeführt und mit entsprechenden Gutachten hinterlegt.

Tragende und nicht tragende, raumabschließende Brandwände Kriterium <i>REI-M</i> und <i>EI-M</i> aus Kalksandstein-Mauerwerk nach DIN EN 1996-1-2/NA; Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402			
Steine Mörtel	Stein- rohrichteklasse	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklassen REI-M 30, REI-M 60, REI-M 90, EI-M 30, EI-M 60, EI-M 90	
		1-schalige Ausführung	2-schalige Ausführung
KS-Lochsteine ¹⁾ KS-Hohlblocksteine ¹⁾ KS-Vollsteine ¹⁾ KS-Blocksteine ¹⁾ NM, DM	≥ 0,9	300	2 x 200 (2 x 175)
	≥ 1,4	240	2 x 175
KS-Plansteine DM	≥ 1,8	175	2 x 150
KS-Planelemente DM	≥ 1,8	200	2 x 175
		mit aufliegender Geschossdecke (mindestens REI 90) als obere Halterung	2 x 150

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Auch als Plan- und Fasensteine (abzüglich Fase)/Planelemente

Komplextrennwände aus Kalksandstein-Mauerwerk F 180 + Stoßbelastung 4.000 Nm; Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN 20000-402			
Steine Mörtel	Weitere Anforderungen	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse F 180 + Stoßbelastung 4.000 Nm	
		1-schalige Ausführung	2-schalige Ausführung
alle KS-Steine ≥ NM II	keine	365	2 x 240
KS-Vollsteine KS-Blocksteine NM III	SFK ≥ 12 RDK ≥ 1,8	240	-
KS-Plansteine KS-Planelemente DM	SFK ≥ 12 RDK ≥ 1,6	240	-



Halterungen von Brandwänden aus Kalksandstein-Mauerwerk

Wandanschlüsse

Seitliche Wandanschlüsse für nichttragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz			
Anschlussdetail Fuge	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
<p>Anschlüsse im eigenen Wohnbereich</p> <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Stumpfstoßanker $T = 0,75 \text{ mm}$</p> <p>Mörtelgruppen: NM II bis NM III Dünnbettmörtel</p>	<p>Starr gehalten</p> <p>durch Maueranker und vollflächig satt vermörtelte Anschlussfuge mit NM oder DM</p>	<p>Schalltechnisch biegesteif und dicht</p> <p>Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten oder nicht vollflächiger Vermörtelung ist ggf. eine Entkopplung und Undichtigkeit anzunehmen.</p>	<p>Anschlussfuge voll vermörtelt mit NM oder DM</p> <p>EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
<p>Anschlüsse im eigenen Wohnbereich</p> <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Dämmschicht</p> <p>Zweiteiliger Anker, z.B. System Halben für Normalmauer- oder Dünnbettmörtel</p> <p>Vermörtelung oder elastische Fugendichtmasse nach DIN 52460</p>	<p>Gelenkig gehalten</p> <p>durch in Ankerschiene eingelegte Maueranker</p>	<p>Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt</p> <p>bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte²⁾</p> <p>Schalltechnisch dicht</p> <p>mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt $\geq 1.000 \text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$</p> <p>Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
<p>Anschlüsse im eigenen Wohnbereich</p> <p>Bewegliche Maueranker für DM-Mauerwerk</p> <p>Wandanker beweglich</p> <p>Halteanker beweglich</p>	<p>Gelenkig gehalten</p> <p>durch Wandanker</p> <p>durch Halteanker</p>	<p>Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt</p> <p>bei Halteankern und Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte²⁾</p> <p>Schalltechnisch dicht</p> <p>mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt $\geq 1.000 \text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$</p> <p>Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
<p>Anschlüsse an Wohnungstrennwand</p> <p>Wohnungstrennwand</p> <p>Stumpfstoßanker</p> <p>Nicht tragende Innenwand Flächenbezogene Masse $< 200 \text{ kg/m}^2$</p>	<p>Gelenkig gehalten</p> <p>durch Mauerwerksanker und nachgiebiger Füllung mit Mineralfaserstreifen des Stumpfstoßanschlusses</p>	<p>Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt</p> <p>bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte²⁾</p> <p>Schalltechnisch dicht</p> <p>mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt $\geq 1.000 \text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$</p> <p>Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>

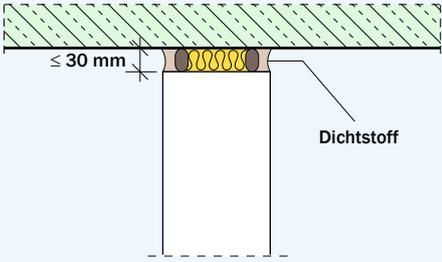
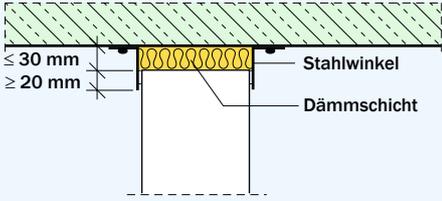
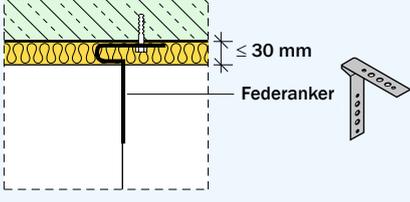
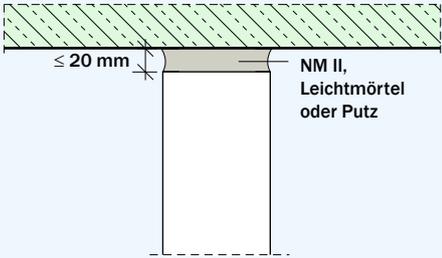
¹⁾ Die Klassifizierung des Wandanschlusses entspricht der Klassifizierung der Wand, wenn die angegebenen Bedingungen eingehalten werden.

Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

²⁾ Der Putz ist bei entkoppelten Anschlüssen mit einem Kellenschnitt zu trennen und nachträglich z.B. mit Acryl zu schließen.

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. R 500) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände $< 200 \text{ kg/m}^2$ 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.

Obere Wandanschlüsse für nichttragende 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</p> <p>die Wand ist 3-seitig zu halten</p> <p>die Stoßfugen sind grundsätzlich zu vermörteln</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht</p> <p>mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>Lagesicherung durch Dichtstoff, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p> <p>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</p> <p>die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und nicht dicht</p> <p>Als trennendes Bauteil nur geeignet mit zusätzlichem Fugendichtstoff in der Anschlussfuge</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>Lagesicherung durch Stahlwinkel, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
 <p>≤ 30 mm</p> <p>Federanker</p>	<p>Oberer Rand gehalten</p> <p>die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht</p> <p>mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
 <p>≤ 20 mm</p> <p>NM II, Leichtmörtel oder Putz</p>	<p>Oberer Rand gehalten</p> <p>mit Auflast infolge Kriechen und Schwinden der Stahlbetondecke²⁾</p> <p>die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p> <p>Anschlussfuge vollständig durch NM II, Leichtmörtel oder Putz ausgefüllt</p>	<p>Schalltechnisch biegesteif und dicht</p> <p>Bei Wänden mit Schallschutzanforderungen sollte diese Ausführungsvariante gewählt werden.</p>	<p>EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>

¹⁾ Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

²⁾ Bei Wandlängen > 5 m sollte dieser Anschluss mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden.

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. R 500) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände < 200 kg/m² beträgt
- Seitliche Anschlüsse untereinander vermörtelt, schalltechnisch biegesteif (kraftschlüssig) ausführen
- Bei kraftschlüssiger Ausführung der oberen Anschlussfuge ist Mörtel geringer Festigkeit (z.B. Leichtmörtel oder Putz) zu wählen.

Wir sind UNIKA. Bauen mit UNIKA bedeutet für Sie:

Wirtschaftliches Bauen mit Bausystemen von UNIKA.

Besten Schallschutz mit massiven Wänden aus Kalksandstein.

Energieeffiziente Gebäude und sommerlichen Wärmeschutz mit UNIKA Funktionswänden.

Sicheren Brandschutz und hohe Tragfähigkeit.

Gesundes und behagliches Raumklima mit den natürlichen Rohstoffen Kalk, Sand und Wasser.



**Rodgauer Baustoffwerke
GmbH & Co. KG**

Am Opel-Prüffeld 3
63110 Rodgau
Telefon (06106) 2809-0
Telefax (06106) 2809-40
kontakt@rodgauer-baustoffwerke.de

**Baustoffwerke Havelland
GmbH & Co. KG**

Veltener Straße 12-13
16515 Oranienburg-Germendorf
Telefon (03301) 5968-0
Telefax (03301) 5307-02
info@baustoffwerke-havelland.de

**UNIKA Kalksandsteinwerk
Wiesbaden GmbH & Co. KG**

Deponiestraße 11
65205 Wiesbaden
Telefon (0611) 96712-0
Telefax (0611) 96712-50
kontakt@unika-wiesbaden.de

**UNIKA Kalksandsteinwerke
Südbayern GmbH & Co. KG**

Forststraße 19-21
86316 Friedberg-Derching
Telefon (0821) 78078-0
Telefax (0821) 78078-50
kontakt@unika-suedbayern.de

**UNIKA Kalksandstein
Westfalen GmbH**

Zum Vogelsberg 12
45721 Haltern am See
Telefon (02364) 9632-0
Telefax (02364) 9632-35
info@unika-westfalen.de



UNIKA GmbH
Am Opel-Prüffeld 3
63110 Rodgau

www.unika-kalksandstein.de

