

Bauphysikalische Eigenschaften

Schallschutz

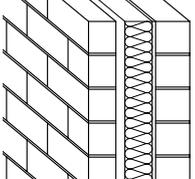
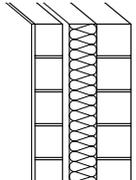
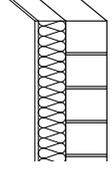
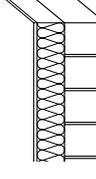
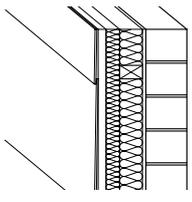
Brandschutz

Schallabsorption

Wärmeschutz



Bauphysikalische Eigenschaften

Konstruktion	Wandaufbau			Wärmedämmung		
	von aussen nach innen	Wandkon- struktion	Dicke [ohne Verputz]	Dämmstärke	U-Wert Wärmedurch- gangskoeffizient	Oberflächen- temperatur innen ⁵⁾
			mm	mm	W/m ² K	°C
Sichtmauerwerk zweischalig mit Mineral- wolle Kerndämmung		1				
	KS-Sichtmauerw. 120 mm	1.1	420	140	0,23	19,0
	Luftschicht 40 mm ³⁾	1.2	440	160	0,20	19,1
	Wärmedämmung 0.035W/mK	1.3	460	180	0,18	19,2
	KS-Mauerwerk 120 mm	1.4	480	200	0,16	19,3
	Innenputz	1.5	500	220	0,15	19,3
Zweischalenmauerwerk verputzt mit Mineralwolle Kerndämmung		2				
	Aussenputz	2.1	415	140	0,22	19,0
	KS-Sichtmauerw.120 mm	2.2	435	160	0,20	19,1
	Toleranzraum 10 mm ³⁾	2.3	455	180	0,18	19,2
	Wärmedämmung 0.034W/mK	2.4	475	200	0,16	19,3
	KS-Mauerwerk 145 mm	2.5	495	220	0,15	19,3
	Innenputz					
Mauerwerk mit Aussen- wärmedämmung EPS 0.038 W/mK		3				
	Aussenputz	3.1	340	160	0,22	19,0
	Wärmedämmung 0.038W/mK	3.2	360	180	0,20	19,1
	KS-Mauerwerk 180 mm	3.3	380	200	0,18	19,2
	Innenputz	3.4	400	220	0,16	19,3
		3.5	420	240	0,15	19,3
Mauerwerk mit Aussen- wärmedämmung Mineralfaser 0.034 W/mK		4				
	Aussenputz	4.1	340	160	0,20	19,1
	Wärmedämmung 0.034W/mK	4.2	360	180	0,18	19,2
	KS-Mauerwerk 180 mm	4.3	380	200	0,16	19,3
	Innenputz	4.4	400	220	0,15	19,3
Hinterlüftete Vorhang- fassade mit Kreuzrost^{1) 2)}		5				
	Fassadenbekleidung 20 mm	5.1	400	160	0,21	19,2
	Hinterlüftung 40 mm	5.2	420	180	0,20	19,2
	Wärmedämmung 0.032W/mK	5.3	440	200	0,18	19,3
	KS-Mauerwerk 180 mm	5.4	460	220	0,17	19,4
	Innenputz	5.5	480	240	0,15	19,4

Annahme Kalksandstein; Dichte = 1800 kg/m³, λ = 1.0 W/mK
Berechnungen gem. SIA 180 Ausgabe 2014

¹⁾ Wärmebrückenzuschlag Kreuzlattung = 0.03W/m²K

²⁾ Hinterlüftung [Wandkonstruktion Nr.6] Rsi = Rse = 0.13 m²K/W

³⁾ Luftschicht [Wandkonstruktion Nr.1+2] μ = 1.0

⁴⁾ Klimastation Zürich SMA, Raumluftfeuchte unkontrolliert

⁵⁾ Oberflächentemperatur; ti = 20 °C; te = -15.9 °C; Rse = 0.13 m²K/W

⁶⁾ Wärmespeichervermögen; gem. SIA 180 werden max. 10cm
Wandstärke für eine Periodendauer von 24h betrachtet

⁷⁾ Amplitudendämpfung/Phasenverschiebung; Berechnung nach
Heindl Fall II

Bauphysikalische Eigenschaften

Dynamisch thermische Daten			Dampfdiffusion ⁴⁾		Schalldämmung		
Temperatur- amplituden- dämpfung ⁷⁾	Phasen- verschiebung ⁷⁾	Flächenbezogene Wärmekapazität ⁶⁾	Maximum Kernkondensat	Rest- kondensat [inkl. Verputz]	Flächen- masse	Schalldämm- wert R' ^w ⁸⁾	C _{tr}
-	H	kJ/m ² K	g/m ²	g/m ²	kg/m ²	dB	dB
73	10,4	76,4	265	0	450	ca.62	-6
84	10,6	76,4	265	0	450	ca.62	-6
94	10,8	76,3	265	0	450	ca.62	-6
105	11,0	76,3	265	0	450	ca.62	-6
135	11,7	76,3	265	0	450	ca.62	-6
103	11,6	72,5	212	0	520	ca.67	-8
118	11,8	72,4	212	0	520	ca.67	-8
133	12,0	72,4	213	0	520	ca.67	-8
148	12,2	72,4	213	0	520	ca.67	-8
164	12,4	72,3	213	0	520	ca.67	-8
85	8,5	72,2	0	0	360	ca.51	-5
95	8,7	72,2	0	0	360	ca.51	-5
106	8,9	72,2	0	0	360	ca.51	-5
118	9,1	72,2	0	0	360	ca.51	-5
130	9,4	72,2	0	0	360	ca.51	-5
106	10,6	72,2	53	0	360	ca.55	-6
126	11,3	72,1	55	0	360	ca.55	-6
150	12,0	72	56	0	360	ca.55	-6
179	12,7	71,9	56	0	360	ca.55	-6
99	9,2	72,4	56	0	380	ca.57	-4
113	9,5	72,3	57	0	380	ca.57	-4
129	10	72,2	57	0	380	ca.57	-4
145,7	10,4	72,2	57	0	380	ca.57	-4
164,8	10,9	72,1	57	0	380	ca.57	-4

⁸⁾ Schalldämmung

Je nach Befestigung der beiden Wandschalen so wie Verklebung und Verdübelung der Kompaktfassade können die Schalldämmwerte stark variieren. Objektspezifische Abklärungen sind bei hohen Aussenlärmsituationen erforderlich.

Bauphysikalische Eigenschaften

Schallschutzanforderungen

Mindestanforderungen

Die Mindestanforderungen gewährleisten einen Schallschutz, der lediglich erhebliche Störungen zu verhindern vermag.

Erhöhte Anforderungen

Die erhöhten Anforderungen bieten einen Schallschutz, bei dem sich ein Grossteil der Menschen im Gebäude behaglich fühlt. Bei Doppel- und Reiheneinfamilienhäusern sowie bei neu gebautem Stockwerkeigentum gelten die erhöhten Anforderungen.

Der zwischen zwei Nutzungseinheiten (Räume oder zusammenhängende Raumgruppen, welche in Bezug auf die Nutzung eine selbständige Einheit bilden) vorhandene Schallschutz ist von folgenden Grössen abhängig:

- Luftschalldämmung R'_{w} [dB] des Trennbauteils
- Grösse S [m²] der gemeinsamen Trennfläche
- Volumen V [m³] des Empfangsraumes

Werden nur Anforderungen an das Schalldämmmass des Trennbauteils gestellt, kann dies je nach Situation zu einem unterschiedlichen Ergebnis führen.



Es ist offensichtlich, dass, wenn für beide Situationen die gleiche Wandkonstruktion verwendet wird, im **Fall 2** aufgrund der kleineren Trennfläche ein deutlich besserer Schallschutz erzielt wird als im **Fall 1**.

Anforderungen Aussenlärm

Die Schallschutzanforderungen an die Gebäudehülle sind zum einen vom Grad der Störung durch Aussenlärm (Lärmbelastungen durch Strasse, Eisenbahn, Flugverkehr usw.) und zum anderen von der Art und Weise der Raumnutzung und der damit verbundenen Lärmempfindlichkeit des Nutzers abhängig (Büro, Schlafzimmer, Werkstatt usw.).

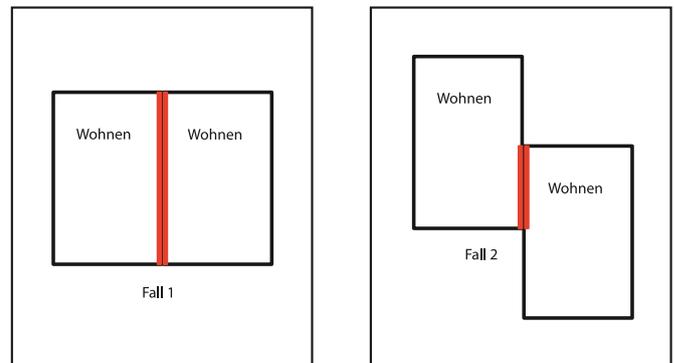


Tabelle 1 Einstufungen der Lärmempfindlichkeit nach der immissionsseitigen Raumart und Nutzung

Lärmempfindlichkeit	Beschreibung der immissionsseitigen Raumart und Raumnutzung [Empfangsraum]
gering	Räume für vorwiegend manuelle Tätigkeit; Räume, welche von vielen Personen oder nur kurzzeitig benützt werden. Beispiele: Werkstatt, Handarbeits-, Empfangs- und Warteraum, Grossraumbüro (bei Ausschluss späterer Unterteilung in mehrere Nutzungseinheiten oder Einzelbüros), Kantine, Restaurant, Küche ohne planmässige Wohnnutzung, Bad, WC, Verkaufsraum, Labor, Korridor.
mittel	Räume für Wohnen, Schlafen und für geistige Arbeiten. Beispiele: Wohn-, Schlafzimmer, Studio, Schulzimmer, Musikübungsraum, Wohnküche, Büroraum, Hotelzimmer, Spitalzimmer ohne spezielle Ruheraumfunktion.
hoch	Räume für Benützer mit besonders hohem Ruhebedürfnis. Beispiele: spezielle Ruheräume in Spitälern und Sanatorien, spezielle Therapieräume mit hohem Ruhebedarf, Lese-, Studierzimmer.

Bauphysikalische Eigenschaften

Mindestanforderungen an den Schutz gegen Aussenlärm

[Luftschall: $D_{e,tot}$ in dB]. Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Tabelle 1. Der Grad der Störung durch Aussenlärm kann gemessen, mit anerkannten Methoden berechnet oder mit Hilfe der Tabelle 2 eingestuft werden.

Tabelle 2 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen

Lärmbelastung	Grad der Störung durch Aussenlärm			
	Klein		mässig bis sehr stark	
Lage des Empfangsortes	abseits von Verkehrsträgern, keine störenden Betriebe		im Nahbereich von Verkehrsträgern oder störenden Betrieben	
Beurteilungsperiode	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Beurteilungspegel dB [A]	$L_r < 64$	$L_r < 56$	$L_r > 64$	$L_r > 56$
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_e			
gering	26 dB	26 dB	$L_r - 38$ dB	$L_r - 30$ dB
mittel	31 dB	31 dB	$L_r - 33$ dB	$L_r - 25$ dB
hoch	36 dB	36 dB	$L_r - 28$ dB	$L_r - 20$ dB

Für erhöhte Anforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 2.

Beispiel: Wohnhaus an Hauptstrasse. Anforderungen:

a) Strassenseite Tag

Grad der Störung: stark, Lärmempfindlichkeit: mittel

Anforderung $D_e = 33$ dB

b) Hofseite Tag

Grad der Störung: klein, Lärmempfindlichkeit: mittel

Anforderung $D_e = 31$ dB

c) Stirnseite Tag

Grad der Störung: mässig, Lärmempfindlichkeit: mittel

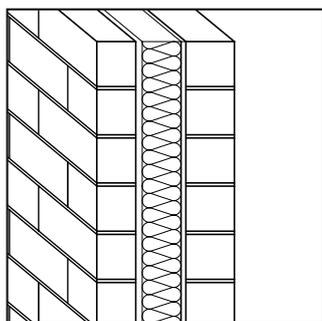
Anforderung $D_e = 33$ dB



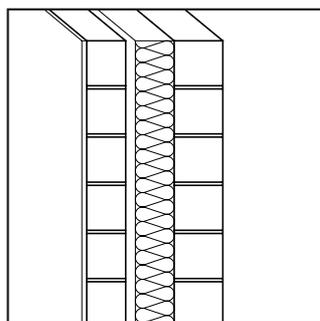
Luftschalldämmwerte von Kalksandstein-Aussenwänden

Bei den Aussenwänden, ausgeführt in Kalksandstein, ist man in der komfortablen Lage, dass diese infolge der meist noch 10 bis 16 cm dicken Wärmedämmschichten immer eine höhere Luft-

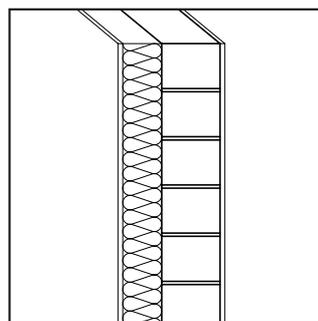
schalldämmung aufweisen, als nach SIA 181 gefordert wird. Einzig bei Wänden mit aussenliegender Wärmedämmung auf der Basis von Kunststoffschäumen ist bei sehr hohen Anforderungen Vorsicht geboten.



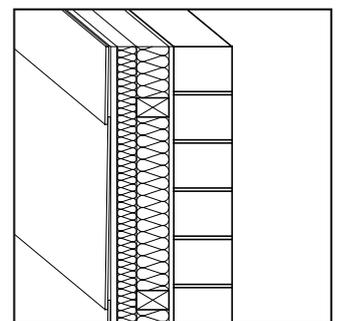
Zweischalen-Sichtmauerwerk
 $R'_w = 62 - 65$ dB



Zweischalenmauerwerk mit Aussenputz
 $R'_w = 63 - 69$ dB



Mauerwerk mit Aussenwärmedämmung
 $R'_w = 50 - 55$ dB



Mauerwerk mit hinterlüfteter Vorhangfassade
 $R'_w = 55 - 58$ dB

Bauphysikalische Eigenschaften

Schutz gegen Innenlärm

Bei der Festlegung der Anforderungen für den Schutz gegen Innenlärm wurde berücksichtigt, dass Räume lärmintensiv genutzt werden können. Mindestanforderungen an den Schutz gegen Innenlärm [Luftschall] zwischen benachbarten Nutzungseinheiten (D_i in dB): Tabelle 3.

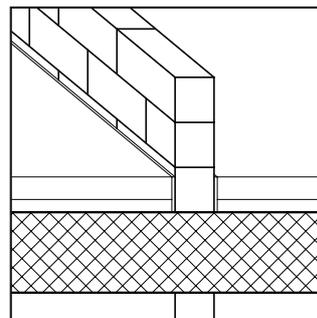
Zu beachten ist, dass sich je nach Übertragungsrichtung zwischen zwei Nutzungseinheiten unterschiedliche Anforderungen ergeben können. Der Schallschutz ist so auszulegen, dass die höheren Anforderungen erfüllt werden.

Tabelle 3 Mindestanforderungen an den Luftschall von innen

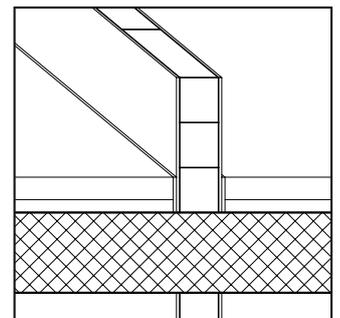
Lärmbelastung	klein	mässig	stark	sehr stark
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung [Senderraum]	Geräuscharme Nutzung: Lese-, Warteraum, Patienten-, Sanitätszimmer, Archiv	Nutzung normal: Wohn-, Schlafräum, Küche, Bad, WC, Korridor, Aufzugschacht, Treppenhaus, Büroraum, Konferenzraum, Labor, Verkaufsraum ohne Beschallung	Lärmige Nutzung: Hobbyraum, Versammlungsraum, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Heizung, Einstellgarage, Maschinenraum, Restaurant ohne Beschallung, Verkaufsraum mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume	Lärmintensive Nutzung: Gewerbebetrieb, Werkstatt, Musikübungsraum, Turnhalle, Restaurant mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_i			
gering	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
mittel	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
hoch	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

Für erhöhte Anforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 3.

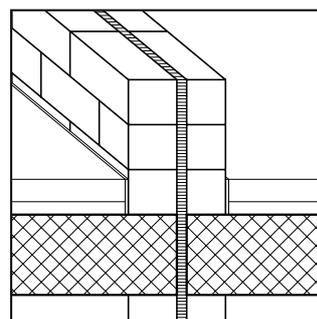
Luftschall – Dämmwerte von Kalksandstein-Innenwänden



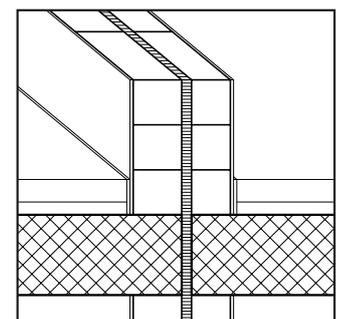
Sichtmauerwerk
Wanddicke 100–200 mm
Dämmwerte $R'w$ dB 46–52



Verputzte Wand
Wanddicke 130–230 mm
Dämmwerte $R'w$ dB 47–54



Sichtmauerwerk
Wanddicke 270–330 mm
Dämmwerte $R'w$ dB 58–60

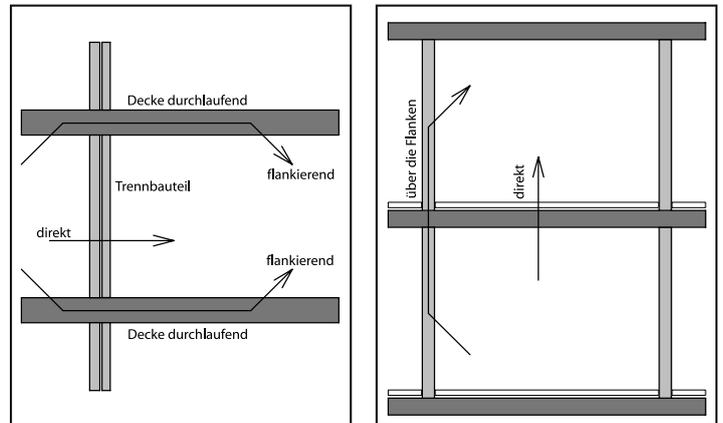


Verputzte Wand
Wanddicke 300–360 mm
Dämmwerte $R'w$ dB 60–63

Bauphysikalische Eigenschaften

Nebenwegübertragung über Flankenbauteile

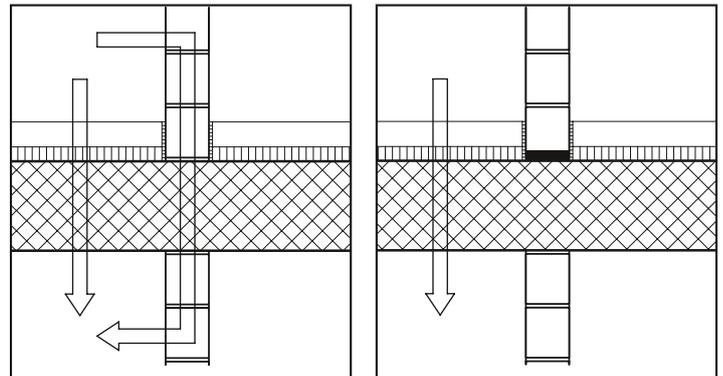
Nebenwegübertragungen über Flankenbauteile, wie im Bild schematisch dargestellt. Die Schallübertragung erfolgt von Raum zu Raum nicht nur über das Trennbauteil, sondern auch über die Flankenbauteile. Oft ist die Luftschallübertragung über die Flankenbauteile stärker als jene über das Trennbauteil selbst. Folglich müssen die Flankenbauteile ins Schallschutzkonzept einbezogen werden.



Zimmertrennwände

Flankierende Übertragungen von Zimmertrennwänden in horizontaler und vertikaler Richtung.

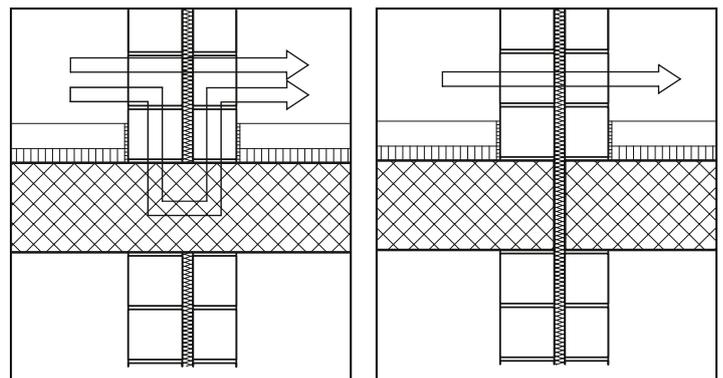
Verbesserung durch elastische Wandlager.



Wohnungstrennwände

Durchlaufende Decken begrenzen die Schalldämmung von zweischaligen Wänden.

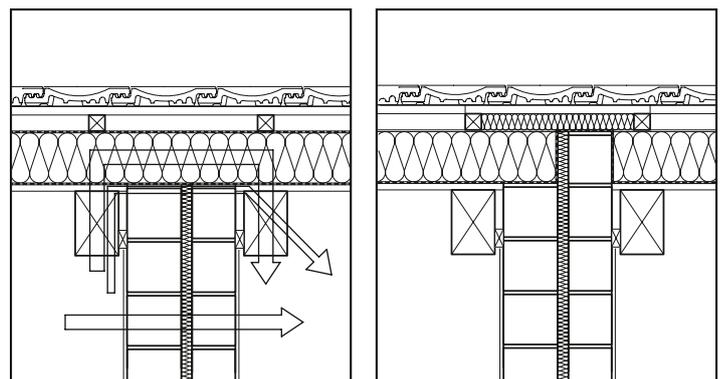
Verbesserung durch Trennung der Decke.



Dachkonstruktionen

Durchgehende Dachkonstruktionen reduzieren die Schalldämmung erheblich.

Verbesserung durch Abstufung des Mauerwerks.



Bauphysikalische Eigenschaften

Brandschutz

Die Notwendigkeit einer guten Planung zeigt sich beim Brandschutz besonders deutlich. Der Brandschutz dient der Sicherheit genauso wie der Standfestigkeit eines Gebäudes. Brandschutz ist deshalb gleichrangig mit der Betrachtung der Statik. Einsparungen dürfen nie mit einem Verlust an Sicherheit erkaufte werden. Ungünstiges Verhalten von Baustoffen und Bauteilen kann im Brandfall verheerende Folgen haben. Bauwerke sind bereits im Projektierungsstadium derart zu konzipieren, dass sie im Rahmen wirksamer und wirtschaftlich tragbarer Brandschutz-

konzepte Personen und Sachwerten im Brandfall optimale Sicherheit gewährleisten. Kalksandstein-Mauerwerk hat eine sehr hohe Brandwiderstandsdauer. Umfangreiche Untersuchungen haben die Erfahrungen aus der Praxis bestätigt, dass massive Kalksandsteinbauten Bränden mit erheblicher Intensität widerstehen.

Die feuerpolizeilichen Vorschriften von Bund und Kantonen enthalten Angaben über die einzusetzenden Baustoffe und Gebäudekonstruktionen.

Die SIA-Norm 266: 2003 bildet die Grundlage

Zu unterscheiden sind:

Tragende, nicht raumabschliessende Wände und Pfeiler (nbb) [mindestens Wanddicke in mm]

		R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
MK	ohne Verputz	115	125	150	175	225	275
MK	mit Verputz	115	115	125	150	200	250

Tragende, raumabschliessende Wände (nbb) [mindestens Wanddicke in mm]

		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
MK	ohne Verputz	115	115	125	150	200	250
MK	mit Verputz	115	115	115	125	175	225

Nichttragende, raumabschliessende Wände (nbb) [mindestens Wanddicke in mm]

		EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240
MK	ohne Verputz	75	100	125	150	175	200
MK	mit Verputz	50	75	100	125	150	175

Der Verputz ist beidseitig mindestens 1 cm dick
[nbb] = nicht brennbar



Bauphysikalische Eigenschaften

Schallabsorption

In öffentlichen Gebäuden wie z. B. in Unterrichtsräumen oder Sporthallen ist ein Mindestmass an Sprachverständlichkeit bzw. Hörbarkeit anzustreben. Das heisst, zur raumakustischen Konditionierung müssen die Nachhallzeiten in diesen Räumen festgelegt werden.

In Anlehnung an DIN 18041 werden die Nachhallzeiten T_{soll} für Unterrichtsräume und Sporthallen [ohne Publikum, normale Nutzung durch eine Klasse oder Gruppe] festgelegt.

Sollwert der Nachhallzeit (Nachhallzeit T in Sekunden s)

Für Unterrichtsräume

Beispiele: 60 m³ $T_{soll} = 0,4$ s
500 m³ $T_{soll} = 0,7$ s

Für Sporthallen

Beispiele: 2000 m³ $T_{soll} = 1,7$ s
5000 m³ $T_{soll} = 2,2$ s

Schallabsorbierende Kalksandsteinwände

Eine Vorsatzschale aus Kalksandsteinen mit durchgehender Lochung erhöht die schallabsorbierende Wirkung wesentlich. Die Wirkung kann noch verstärkt werden, wenn hinter die Vorsatzschale eine Mineralfaserplatte angebracht wird. In Abhängigkeit des Wandaufbaus und der Bauteilfläche ist eine Verringerung der Nachhallzeit um 40 bis 50% möglich.



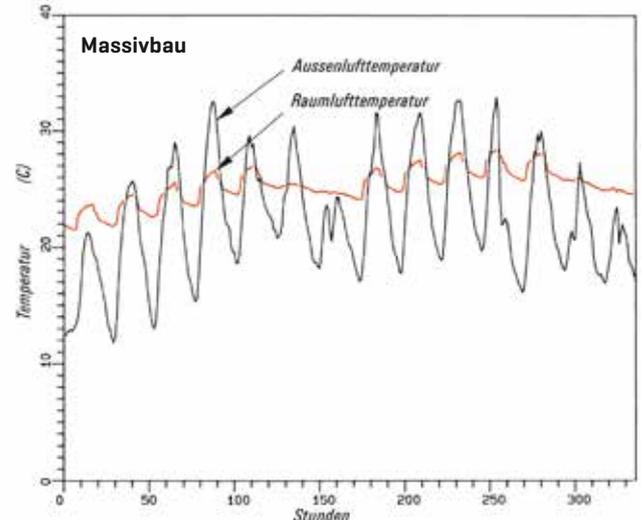
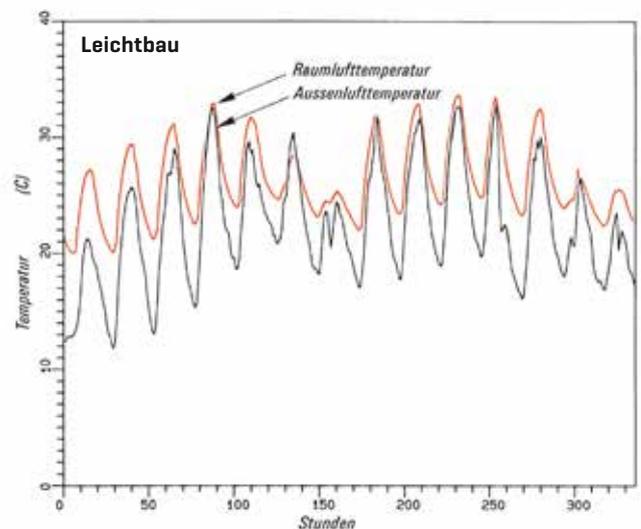
Wärmeschutz

Bei Temperaturschwankungen infolge kühler Nächte und extremer Sonneneinstrahlung tagsüber hat die Speichermasse innenliegender Bauteile eine schwankungsausgleichende Wirkung.

Wichtig für ein gutes Raumklima ist eine möglichst konstante Temperatur der Raumluft, auch bei kurzzeitigen Schwankungen der Aussenlufttemperatur.

Mit einer massiven Kalksandsteinwand können die Raumlufttemperaturschwankungen wesentlich verringert werden.

In den nachfolgenden Diagrammen ist das Schwingungsverhalten eines Raumes über eine typische Sommerperiode von 14 Tagen je für einen Leichtbau und einen Massivbau dargestellt.



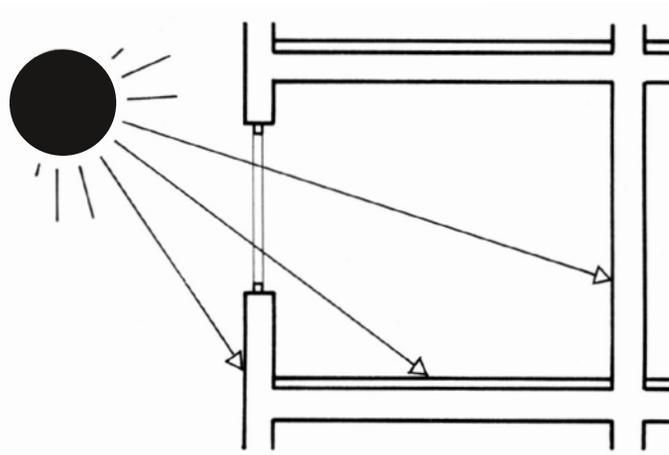
Bauphysikalische Eigenschaften

Energieeinsparung

Massive Bauarten erlauben bezüglich passiver Sonnenenergienutzung in Übergangszeiten und im Winter Energieeinsparungen.

Die in den Raum einfallende Sonnenstrahlung darf nicht zu einer unerwünschten Überwärmung des Raums führen, sondern soll abgespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt zur Deckung des Heizwärmebedarfs beigezogen werden.

Wärmespeicherverhalten infolge Sonnenbestrahlung



Als Wärmespeicher sind Bauteile mit hohen Rohdichten, zum Beispiel Betondecken und Kalksandsteinwände, zu verwenden.

Wärmespeicherverhalten von Baustoffen

Durch die Wahl der Steinrohddichten ist eine genaue Abstimmung der wirksamen Wärmespeichermassen möglich. Die Wärmespeicherfähigkeit ist abhängig von der Rohdichte und der Wanddicke.

Für Kalksandsteinwände ohne Verputz von einer Rohdichte von ca. 1800 kg/m³ ergeben sich folgende Speicherwerte:

Wanddicke (roh) cm	Wärmespeichervermögen Q kJ/m ² K
10	163
12	197
15	234
18	290

Das Tagesspeichervermögen für verschiedene Baustoffe ist in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Bauteil	Baustoff	Tagesspeichervermögen Q _s * kJ/m ² K
Innenwände		
Beton	Beton 15 cm	98
Backstein	B 15 cm	58
Gips	Gips 15 cm	45
Porenbeton	P 15 cm	31
Kalksandstein	K 12 cm	69
	K 15 cm	76
	K 18 cm	81
	K 20 cm	84

Tagesspeichervermögen von Innenbauteilen
(Richtwerte für einen sonnigen Tag)

* Speichervermögen pro K Raumlufttemperaturerhöhung

