



Sichtmauerwerk aus Beton (Normalbeton)

Zement-Merkblatt
Hochbau

Bauberatung Zement

Einleitung

Sichtmauersteine aus Beton sind variabel in Form, Farbe, und Struktur und deshalb vielseitig einsetzbar. Ihre ästhetische Qualität, verbunden mit technischen Vorzügen, erlauben dem Architekten eine außergewöhnliche Gestaltungsfreiheit bei Fassaden und Innenwänden.

Zur Umsetzung seiner Ideen und Visionen kann er Fassaden durch abwechselnd hoch und quer verlegte, unterschiedlich großen Steinen eine markante und rhythmische Gliederung geben oder unverwechselbare und dekorative Akzente durch (schräg) aus der Wand herausragende Steinreihen setzen. Diese Wirkungen können durch unterschiedlichste Farben und Oberflächenstrukturen der Steine sowie durch farbigen Fugenmörtel verstärkt werden. Besonders harmonische Wirkungen können sich aus dem Zusammenspiel von Sichtmauerwerk aus Betonsteinen und (eingefärbten) Betonfertigteilen für Stürze, Laibungen und Fensterbänke ergeben.

Für den Bauherrn sind neben der Ästhetik auch die wirtschaftlichen und technischen Vorteile überzeugend. Sichtmauersteine aus Beton sind preiswert. Sie sind maßhaltig, frostbeständig und wartungsfrei. Sie besitzen gute Schalldämmwerte und eine hohe Wärmespeicherkapazität.

Außenwände in zweischaliger Ausführung erreichen mit Sichtmauersteinen aus Beton in Verbindung mit

Dämmstoffen und Luftpolster Spitzenwerte der Bauphysik. Bei Innenwänden wird der Putz entbehrlich.

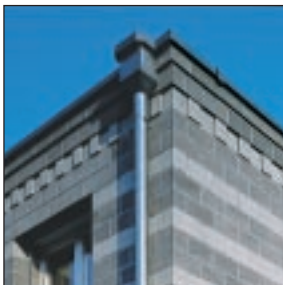
1 Steine

Die technischen, baustofflichen und geometrischen Anforderungen an Sichtmauersteine aus Normalbeton sind in der DIN 18 153 „Mauersteine aus Beton (Normalbeton)“ geregelt. Die Norm unterscheidet nach Vormauersteinen und Vormauerblöcken:

- Vormauersteine (Vm) sind Mauersteine ohne Kammern,
 - Vormauerblöcke (Vmb) sind Mauersteine mit Kammern.
- Vormauersteine und Vormauerblöcke werden sowohl nach der oktametrischen Maßordnung (DIN 4172) als auch der dezimetrischen (Modul-)Maßordnung (DIN 18 000) gefertigt.

Die in der DIN 18 153 vorgegebenen Abmessungen (Tafel 1) sind Vorzugsmaße, d.h. davon abweichende Zwischenmaße sind zulässig. Als zulässige Maßabweichungen erlaubt die Norm bei glatter Sichtfläche bis zu ± 3 mm bzw. ± 5 mm bei bruchrauh oder werksteinmäßig bearbeiteter Oberfläche an der tiefsten Stelle der Fläche. Diese großzügigen Spannen werden von modernen Steinfertigungsmaschinen deutlich unterschritten.

Die Steinrohlichten (kg/dm^3) reichen von den Rohdichteklassen 1,6 bis 2,4.



**Bild 1: Verwaltungsgebäude/
Bürogebäude/Wohnhaus
mit Sichtmauerwerkfassade**

Tafel 1: Vorzugsmaße für Vormauersteine (Vm) und Vormauerblöcke (Vmb) nach DIN 18 153

	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)
Vormauersteine (Vm)	190	90	52 ¹⁾
	240	100	71 ¹⁾
	490	115	95
		140	113
		190	115
			175
			238
Vormauerblöcke (Vmb)	190	90	175
	240	100	190
	290	115	238
	490	140	
		190	
		240	

¹⁾ zulässige Maßabweichung ± 2 mm

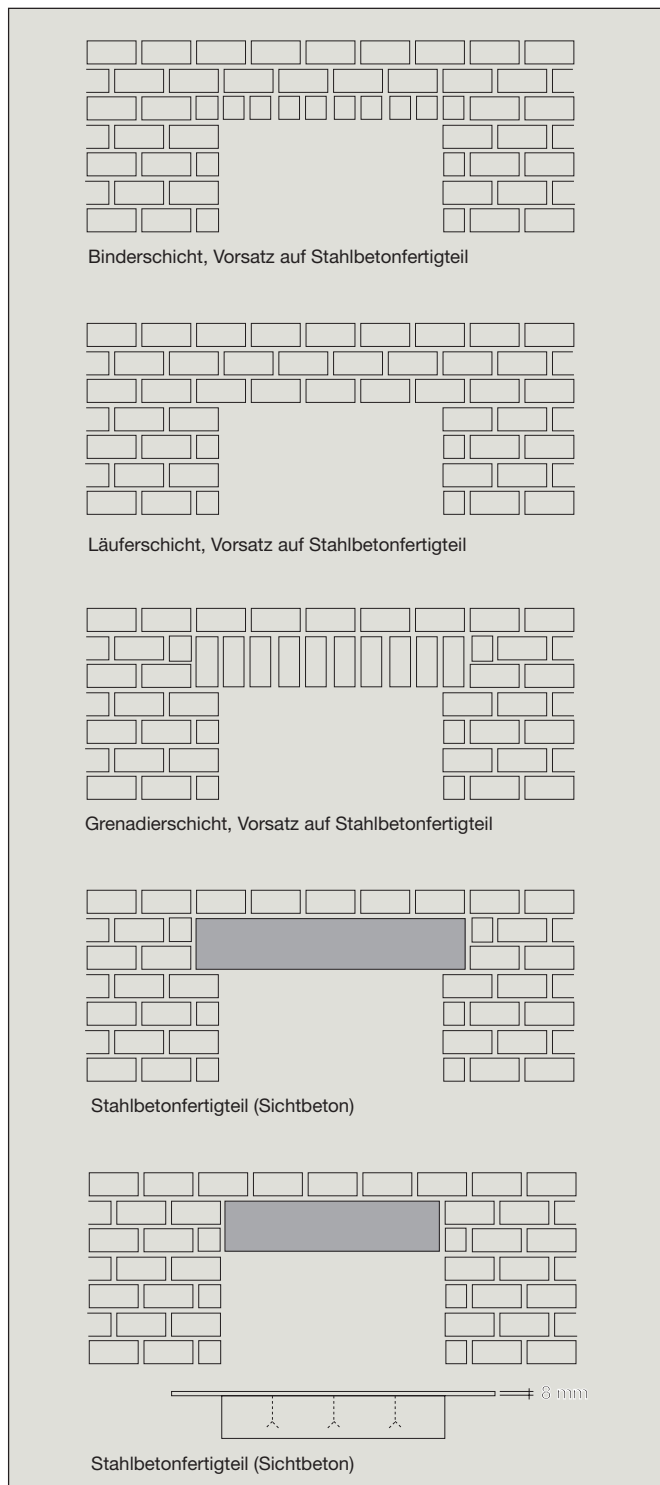


Bild 2: Sturzausbildungen mit Stahlbetonfertigteilen

Für die Steindruckfestigkeit gelten die Steifestigkeitsklassen von 6 bis 48, das entspricht Mittelwerten der Druckfestigkeit von 7,5 bis 60 N/mm².

Für die genaue Bezeichnung der Sichtmauersteine aus Beton sind Steinart, DIN-Nummer, Steifestigkeitsklasse, Rohdichteklasse und die Abmessungen (in der Regel als Format-Kurzzeichen: DF „Dünformat“ oder NF „Normalformat“) anzugeben. Bei Vormauerblöcken sind zusätzlich Angaben zur Form (ebenförmig oder mit Aussparungen an den Stirnseiten) notwendig.

Bezeichnungsbeispiele:

Vormauerstein DIN 18 153 - Vm 28 - 2,2 - 2 DF

Vormauerblock DIN 18 153 - Vmb C 12 - 1,6 - 8 DF

Sichtmauersteine aus Beton müssen frostwiderstandsfähig sein und dürfen entsprechend DIN 18 153 auch nach wiederholten Frost-Tausalz-Wechseln keine wesentlichen Abwitterungen zeigen. Zur Prüfung und Beurteilung des Frostwiderstandes ist DIN 52 252 Teil 1 sinngemäß anzuwenden.

Sichtmauersteine aus Beton werden mit offenerporiger oder geschlossener Oberfläche hergestellt. Die Steine bestehen aus mineralischen Zuschlägen und hydraulischen Bindemitteln. Als Bindemittel dürfen nur Zement nach DIN 1164 Teil 1 oder andere hydraulische Bindemittel, deren Brauchbarkeit durch eine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist, verwendet werden.

In der Wahl der Zuschläge sind die Hersteller an die DIN 4226 gebunden. Trotzdem bleibt ihnen genügend Spielraum, insbesondere bei Einsatz von anorganischen Farbstoffen (DIN V 53 237) fast alle Wünsche bei der farbigen Gestaltung von Sichtmauersteinen zu verwirklichen. Natursteinkörnungen aus Quarz, Quarzit, Diabas, Granit, Porphyr und Basalt sowie zum Teil auch Kalkstein und Marmor sind aufgrund ihrer Druckfestigkeit, Witterungs- und Farbbeständigkeit besonders beliebt.

Zusätzliche Effekte in Farbwirkung und Struktur werden durch Feinwaschen oder Sandstrahlen der Oberfläche erzielt.

Zur einheitlichen und harmonischen Gestaltung des Sichtmauerwerkes werden ergänzend Fertigteile aus Beton angeboten. Dazu gehören Fertigteilstürze, Fensterlaibungen und -bänke oder Attikaelemente und Stützen. Diese Betonfertigteile sind entweder durch Vorsatzbeton im Stein- und Fugenbild des Mauerwerkes gestaltet oder sie setzen bewußt durch eine mit dem Sichtmauerstein kontrastierende Oberfläche gestalterische Akzente.

Zementgebundene Hüttensteine nach DIN 398 sind den Mauersteinen aus Normalbeton verwandt und werden ebenfalls als Sichtmauersteine eingesetzt.

2 Mörtel

In Anlehnung an den Begriff „Vormauerstein“ bezeichnen viele Mörtelhersteller ihren Mauermörtel für Sichtmauerwerk als „Vormauermörtel“. Dies ist jedoch kein genormter Begriff.

Für der Witterung ausgesetzte Sichtmauersteine sind entsprechend DIN 1053 die in Tafel 2 genannten Mörtelgruppen zu verwenden.

Normalmörtel der Mörtelgruppe I sowie Leichtmörtel (LM) sind für das Vermauern von Außenschalen bzw. für der Witterung ausgesetztes Sichtmauerwerk nicht zugelassen.

Zuschläge und Bindemittel des Mörtels dürfen keine Bestandteile enthalten, die zu Ausblühungen (Baukalk!) neigen. Für eine einheitliche Farbwirkung der Mörtelfuge kann es vorteilhaft sein, Werk-Trockenmörtel zu verwenden.

Die Konsistenz des Mörtels soll für Sichtmauerwerk möglichst steif sein, damit die Steine aufgrund ihres hohen Eigengewichtes nicht zu stark in den Lagerfugenmörtel einsinken. Außerdem beugt ein „trockener Mörtel“ im Gegensatz zu einem „schmierenden Mörtel“ am ehesten Verschmutzungen vor. Mörtelreste auf Sichtmauersteinen werden erst nach dem Durchhärten des Mörtels, z.B. mit einer harten (Nylon)Bürste, entfernt.

Tafel 2: Mörtel für der Witterung ausgesetztes Sichtmauerwerk

Verwendungszweck	Mörtelgruppe nach DIN 1053 Teil 1 Normalmörtel (NM)
Mauermörtel, Außenschale bei zweischaligem Mauerwerk	II oder II a
Mauermörtel, Einschaliges Sichtmauerwerk	II, II a, III, III a
Fugenmörtel für nachträgliches Verfugen	II, II a, III, III a

Tafel 3: Grundwerte der zulässigen Druckspannungen für Mauerwerk mit Normalmörtel nach DIN 1053 Teil 1

Steinfestigkeitsklasse	Zulässige Druckspannungen s_0 (MN/m ²) für Mauerwerk mit Normalmörtel				
	Mörtelgruppe				
	I	II	II a	III	III a
6	0,5	0,9	1,0	1,2	-
8	0,6	1,0	1,2	1,4	-
12	0,8	1,2	1,6	1,8	1,9
20	1,0	1,6	1,9	2,4	3,0
28	-	1,8	2,3	3,0	3,5
36	-	-	-	3,5	4,0
48	-	-	-	4,0	4,5

3 Sichtmauerwerk

3.1 Bemessung

Der Nachweis der Standsicherheit eines Mauerwerkes kann entsprechend DIN 1053 nach einem

- „Vereinfachten Berechnungsverfahren“ oder einem
- „Genaueren Berechnungsverfahren“ erbracht werden.

Bei beiden Verfahren kann für den Spannungsnachweis auf die Grundwerte der zulässigen Druckspannungen für Mauerwerk zurückgegriffen werden. Diese sind in der DIN 1053 in Abhängigkeit von der Steinfestigkeitsklasse, der Mörtelart und der Mörtelgruppe festgelegt und in Tafel 3 (für Mauerwerk mit Normalmörtel) wiedergegeben.

Beim vereinfachten Berechnungsverfahren kann auf den Nachweis einiger Beanspruchungen verzichtet werden. Allerdings darf dann die Gebäudehöhe als Mittel der First- und Traufhöhe nicht mehr als 20 m über Gelände betragen und die Stützweite der aufgelagerten Decke 6,0 m nicht überschreiten, es sei denn, die Biegemomente aus dem Deckendrehwinkel werden durch konstruktive Maßnahmen begrenzt.

Soll „Mauerwerk nach Eignungsprüfung“ (EM) zur Anwendung kommen, müssen die Grundwerte der zulässigen Druckspannungen gesondert ermittelt werden. Es erlaubt ein- und zweischalige Wandkonstruktionen in besonders wirtschaftlicher Ausführung. Die zusätzlichen Prüf- und Überwachungskosten tragen sich jedoch nur in besonderen Fällen und bei größeren Bauvorhaben.

3.2 Einschalige Wände aus Sichtmauerwerk

Einschaliges Sichtmauerwerk kommt im wesentlichen bei tragenden oder nichttragenden Innenwänden, aber auch bei Außenwänden oder freistehenden Mauern, zum Zuge. Die Minstdicke tragender Wände beträgt 11,5 cm.

Einschalige Außenwände, die nicht verputzt werden (einschaliges Verblendmauerwerk), müssen mindestens 31 cm dick sein und aus wenigstens zwei Steinreihen gleicher Höhe bestehen. Da das Mauerwerk einschaliger Außenwände neben den statischen auch alle bauphysikalischen Aufgaben übernehmen

muß, eignen sich für diese Anwendung bei Beachtung des Schlagregens und Frostwiderstandes eigentlich nur (die in diesem Merkblatt nicht behandelten) Sichtmauersteine aus Leichtbeton.

Innenwände sind der Witterung nicht ausgesetzt und können damit ohne Putz oder Verkleidung beidseitig sichtbar bleiben. Dies spart Kosten und ermöglicht weite Gestaltungsspielräume. Die Abmessungen nichttragender Innenwände bestimmen sich im wesentlichen nach ihrer Halterung, Auflast, Steindicke und dem verwendeten Mörtel. Bei Ausfachungswänden von Fachwerk-, Skelett- und Schottensystemen darf unter bestimmten Voraussetzungen auf einen statischen Nachweis verzichtet werden.

Zulässige Wandhöhen für *freistehende Wände* aus Sichtmauerwerk sind in Abhängigkeit von der Wanddicke Tafel 4 zu entnehmen.

Als Aussteifungen freistehender Wände aus Sichtmauerwerk sind z.B. Stahlprofile oder Stahlbetonpfeiler geeignet. In Tafel 5 sind Empfehlungen für Abstände und Abmessungen von Aussteifungspfйлern zusammengestellt. Die Abstände können durch Anordnung eines oberen Querriegels aus Beton erweitert werden.

3.3 Zweischalige Wände aus Sichtmauerwerk

Zweischalige Außenwände mit Sichtmauerwerk bestehen aus einer nichttragenden Außenschale (Verblendschale) in Sichtmauerwerk und aus einer tragenden Innenschale (Hinterschale), z.B. in Mauerwerk oder Beton. Die Außenschale ist in erster Linie für den optischen Gesamteindruck und den Witterungsschutz verantwortlich. Die weiteren bauphysikalischen Anforderungen an die Wand, wie z.B. Wärmeschutz, Brandschutz, Schallschutz, werden im Zusammenwirken von Außen- und Innenschale, evtl. mit einer zusätzlichen Wärmedämmung zwischen den Schalen, sichergestellt.

Abmessungen: Die Minstdicke der Außenschale beträgt 9 cm. Außenschalen < 11,5 cm dürfen nicht höher als 20 m über Gelände geführt werden. Der lichte Abstand zwischen den

Tafel 4: Zulässige Höhen freistehender Wände ohne Auflast mit Sichtmauersteinen aus Beton (Steinrohddichte 2,0 kg/dm³)

Wanddicke (cm)	Zulässige Wandhöhe	
	Wandfuß	
	auf OK Gelände ¹⁾ (m)	über Gelände ²⁾ (m)
17,5	1,37	0,63
24,0	1,88	1,18
30,0	2,40	1,85
36,5	3,16	2,73

¹⁾ Zulässige Wandhöhe mit reduzierter Windlast ermittelt – Windlast bis zu 2 m Höhe dreiecksförmig, Windlast am Fußpunkt mit 0 angenommen

²⁾ Wandkrone bis 8 m über Gelände

Tafel 5: Aussteifung freistehender Wände ohne Auflast mit Sichtmauersteinen aus Beton (Steinrohddichte 2,0 kg/dm³)

Wanddicke (cm)	Wandhöhe (m)	Aussteifungspfeiler		
		empfohlener Abstand (m)	Stahlprofil	Stahlbetonpfosten ¹⁾ b/d (cm/cm)
11,5	1,00	4,00	I 120	20/12
	1,50	3,00		30/12
	2,00	2,00		40/12
17,5	1,50	3,50	I 180	20/18
	2,00	2,50		30/18
	2,50	2,00		40/18
24,0	2,00	5,00	I 240	20/24
	2,50	4,00		25/24
	3,00	3,00		30/24

¹⁾ Bewehrung gemäß statischem Nachweis

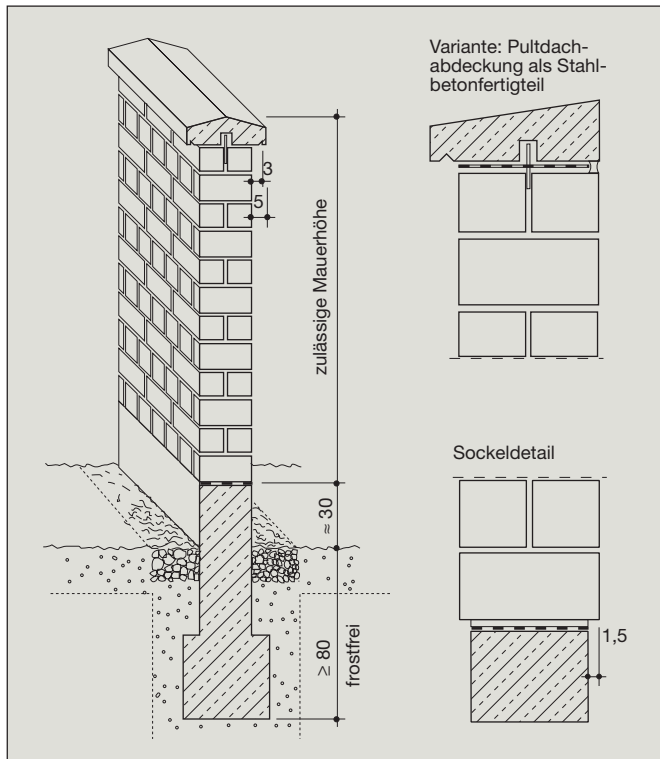


Bild 3: Freistehende Wand mit Sichtmauersteinen aus Beton

Schalen beträgt maximal 15 cm, da z. Zt. nur Anker bis zu diesem Maße eine Zulassung besitzen.

Verankerungen: Die Außenschale ist zur Aufnahme der Windkräfte und anderer Erschütterungen mit der Innenschale durch Drahtanker aus nichtrostendem Stahl nach DIN 17440 zu verbinden. Die Drahtanker sind nach DIN 1053 Teil 1 so auszuführen, daß eine Feuchtigkeitsleitung von der Außen- zur Innenschale unterbleibt. Andere Ankerformen (Dübelanker, Flachanker) müssen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzen. Anordnung und Anzahl der Anker richtet sich nach den Vorgaben der DIN 1053 Teil 1.

Auflagerung: Die Außenschale muß über die ganze Länge vollflächig aufgelagert sein. Ist die Außenschale nicht höher als 2 Geschosse oder wird sie alle 2 Geschosse abgefangen, darf eine 11,5 cm dicke Wand bis zu einem Drittel ihrer Dicke über ihr Auflager vorstehen, ansonsten 25 mm. Außenschalen mit Wanddicken < 11,5 cm dürfen nur 1,5 cm überstehen.

Abfangungen: Abfangungen der Außenschale, z.B. auf höhenverstellbaren Edelstahlkonsolen, sind in Abhängigkeit von der Wanddicke und Auflagerbreite in bestimmten Abständen vorzusehen. Die maximalen Höhenabstände betragen nach DIN 1053 z.B.

- ❑ 6,0 m, bei Giebeldreiecken von Gebäuden mit zwei Vollgeschossen 4,0 m (Steindicke < 11,5 cm, mit bis zu 1,5 cm Überstand über dem Auflager) oder
- ❑ 12,0 m (Steindicke 11,5 cm, mit bis zu 2,5 cm Überstand über dem Auflager) oder
- ❑ 2 Geschosse (Steindicke 11,5 cm, mit einem Überstand von bis zu 1/3 der Steindicke).

Fugenabstände: Zur spannungsfreien Aufnahme von klimatischen Beanspruchungen (Temperatur, Feuchte) sowie der unterschiedlichen Verformung zwischen Außen- und Innenschale müssen in der Außenschale Dehnfugen angeordnet werden.

Für die Wahl der Abstände der Dehnfugen und deren Anordnung sind die Art der Baustoffe (Materialeigenschaften), die Farbe der äußeren Wandfläche, Himmelsrichtung sowie die Öffnungen in der Fassade zu berücksichtigen.

Eine Abschätzung der Längenänderung durch Temperatureinfluß kann bei Betonsteinen mit folgendem Rechenansatz erfolgen:

$$\Delta L_t = \Delta t \cdot \alpha_t \cdot L$$

α_t = Wärmedehnzahl ¹⁾

ΔL_t = Längenänderung der Verblendschale [mm]

Δt = Temperaturdifferenz in Kelvin

L = Länge oder Höhe der Verblendschale [m]

¹⁾ für Normalbeton: 0,01 mm/mk

Rißfreie Wände können bei Fugenabständen zwischen 6 und 10 m erwartet werden. Vertikale Dehnfugen sind in der Regel auch an Gebäudeecken vorzusehen. Die Westseite sollte nach beiden Seiten frei beweglich sein. Bei mehrgeschossigen Gebäuden ist unter der Abfangkonsole eine horizontale Bewegungsfuge vorzusehen.

Die Abstände der Dehnfugen können vergrößert werden, wenn die Zugspannung im Mauerwerk von einer Bewehrung aufgenommen wird.

Fugenausführung: Die Dehnfugen sollen, sofern sie mit Fugendichtstoff ausgefüllt werden, mindestens 15 mm breit sein. Sie sind so auszuführen, daß die Hintermauerung und evtl. Dämmschichten gegen Feuchtigkeitseintritte dauerhaft geschützt sind.

Horizontale Dehnfugen in Verblendschalen müssen durch die starke Regenwasserbelastung immer geschlossen werden. Geeignete Fugenverschlußmaterialien sind Klemmprofile, komprimierte Schwellbänder oder Fugendichtstoffe mit einer Hinterfüllung durch ein geschlossenzelliges Schaumstoffprofil.

Vertikale Dehnfugen in Verblendschalen können auch ohne Fugenverschluß ausgebildet werden, wenn durch eine Luftschicht oder Abdeckfolien die Hintermauerung/Dämmschicht vor Nässe bewahrt wird. Voraussetzung ist eine ausreichende Schalendicke (≥ 9 cm) und eine geringe Fugenbreite (≤ 15 mm).

Feuchteschutz: Zum Schutz vor Durchfeuchtung der Wandkonstruktion muß Wasser am Eindringen in den Raum zwischen den Schalen gehindert werden. Ist trotz aller Vorsicht Feuchtigkeit eingedrungen, so ist diese wirkungsvoll abzuleiten und abzutrocknen.

Bei der Planung ist deswegen insbesondere zu beachten:

- ❑ An den Berührungsflächen zweischaligen Mauerwerkes (Öffnungen, Durchbrüche) sind die Schalen durch eine Sperrschicht zu trennen.
- ❑ Wasser, das sich auf anderen flächigen Bauteilen sammelt, darf nicht über angrenzendes Mauerwerk ablaufen.
- ❑ Die Mauerkrone soll luftdurchlässig abgedeckt werden.
- ❑ Außenschalen zweischaliger Wände mit Luftschicht müssen am oberen Abschluß und unten unmittelbar über der Feuchtigkeitssperre Lüftungsschlitze (offene Stoßfugen) entsprechender Größe nach DIN 1053, Abschnitt 8.4.3.2 erhalten.
- ❑ Der Fußpunkt bei zweischaligen Wänden muß so ausgebildet sein, daß etwa eingedrungenes Wasser durch die unteren Lüftungsschlitze abfließen kann.

Schlagregensicheres Sichtmauerwerk kann nur dann erwartet werden, wenn Lager- und Stoßfugen vollständig mit Mörtel ausgefüllt sind.

Ein zweischaliger Wandaufbau für Außenwände mit Sichtmauersteinen aus Beton wird üblicherweise ausgeführt

- ❑ mit Luftschicht und Wärmedämmung oder
- ❑ mit Kerndämmung ohne Hinterlüftung.

Zweischalige Außenwände mit Luftschicht (und Wärmedämmung) (Bilder 4 und 5):

Nach DIN 1053 soll die Luftschicht zwischen den beiden Schalen mindestens 6 cm breit sein. Ist gewährleistet, daß keine Mörtelbrücken entstehen (z.B. Innenwand aus Beton, Glatzstrich des Mörtels bei Innenmauerwerk) genügen 4 cm. Der lichte Abstand der Mauerwerksschalen darf 15 cm nicht überschreiten. Bei Berücksichtigung dieser Mindest- und Höchstmaße bleiben für die maximale Dicke des Wärmedämmmaterials nur 11 cm.

Zweischalige Außenwände mit Kerndämmung (Bild 6):

Offene Stoßfugen sind in der Regel nur am Sockel vorzusehen (Öffnungsgröße 5 000 mm² je 20 m² Bruttowandfläche). Auch

hier darf der Abstand zwischen beiden Wandschalen höchstens 15 cm betragen. Da der gesamte Hohlraum mit Wärmedämmmaterial ausgefüllt werden kann, können 15 cm Wärmedämmung eingebaut werden.

Bei einer Kerndämmung muß der Wärmedämmstoff dauerhaft wasserabweisend sein und nach dem derzeitigen Stand der Normung noch einen Brauchbarkeitsnachweis in Form einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung haben.

3.4 Ausführung von Sichtmauerwerk

Für eine überzeugende ästhetische Wirkung und Entfaltung des Sichtmauerwerks aus Betonsteinen ist eine Detailplanung im Rastermaß des Mauerwerks unverzichtbar. Mindestens ebenso wichtig ist aber auch eine gewissenhafte und fachlich einwandfreie Ausführung des Mauerwerkes auf der Baustelle. Das Aufmauern einer Musterwand (2 bis 3 m²) vor dem eigentlichen Arbeitsbeginn kann helfen, handwerkliche Mängel zu vermeiden oder auch das Gestaltungsergebnis zu optimieren.

Bei der Herstellung von Sichtmauerwerk gelten die DIN 1053, die VOB sowie ergänzende Verordnungen und Zulassungen.

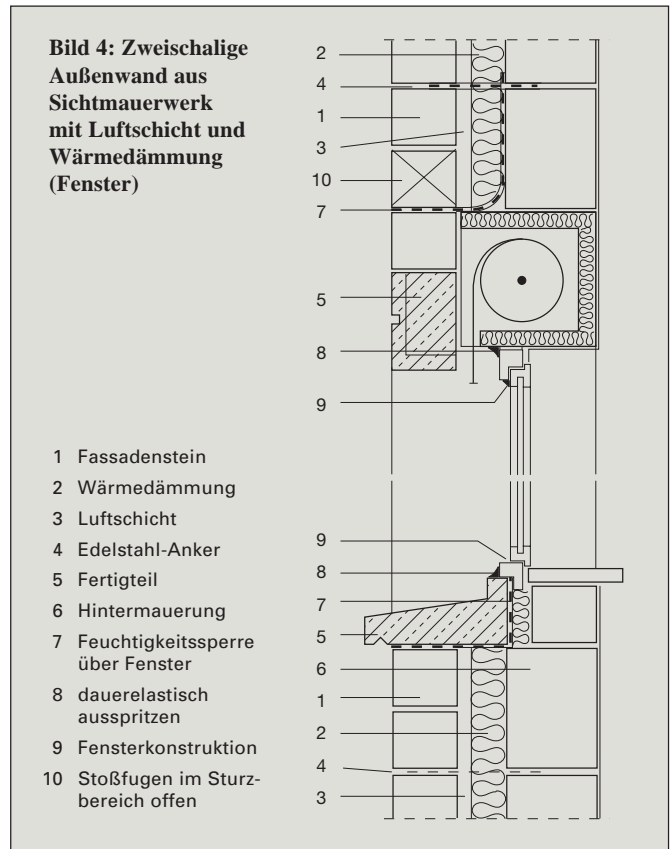
Transport und Lagerung der Sichtmauersteine müssen so erfolgen, daß die Steine vor Beschädigungen geschützt sind und sie sich nicht gegeneinander reiben.

Das Teilen oder Schneiden der Steine ist nur mit exakt arbeitendem Gerät auszuführen.

Das Verfugen der Sichtmauersteine kann in einem Arbeitsgang während der Maurerarbeiten oder nachträglich erfolgen.

Für die *nachträgliche Verfugung* sind alle Fugen mindestens 15 mm tief „flankensauber“ auszukratzen. Je nach Feuchtegehalt ist das Mauerwerk anzunässen. Der möglichst maschinell gemischte, schwach plastische und verdichtungsfähige Fugenmörtel (i.a. MG II oder II a) ist in zwei Arbeitsgängen in die Fugen einzudrücken und gut zu verdichten. (Zuerst Stoßfuge, dann Lagerfuge; danach erst Lagerfuge und dann Stoßfuge)

Die Verfugung soll bündig, höchstens 1 bis 2 mm hinter der Oberfläche der Sichtmauersteine abschließen. Die frische Verfugung ist vor frühzeitigem Austrocknen zu schützen. Eine Nachbehandlung des Mörtels ist insbesondere bei ungünstiger Witterung (Wind, Wärme) als auch bei langsam erhärtenden Mörteln (Traß) erforderlich.



Das *Verfugen in einem Arbeitsgang* während des Mauerns bietet den Vorteil einer in ihrer ganzen Tiefe homogen aufgebauten, gut verdichteten Fuge: Die Fugen sind „aus einem Guß“. Lager- und Stoßfugen sind vollflächig auszufüllen, Fehlstellen sind sofort nachzubessern. Aus den Fugen quellender Mörtel ist beim Vermauern zunächst abzustreichen. Erst nach dem Ansteifen des Mörtels sind die Fugen unter gleichzeitigem Andrücken mit einem Schlauchstück, Holzspan o.ä. glattzustreichen. Ein Glattstrich bei unterschiedlichem Grad der Ansteifung des Mörtels kann zu Helligkeitsunterschieden des Mörtels führen.

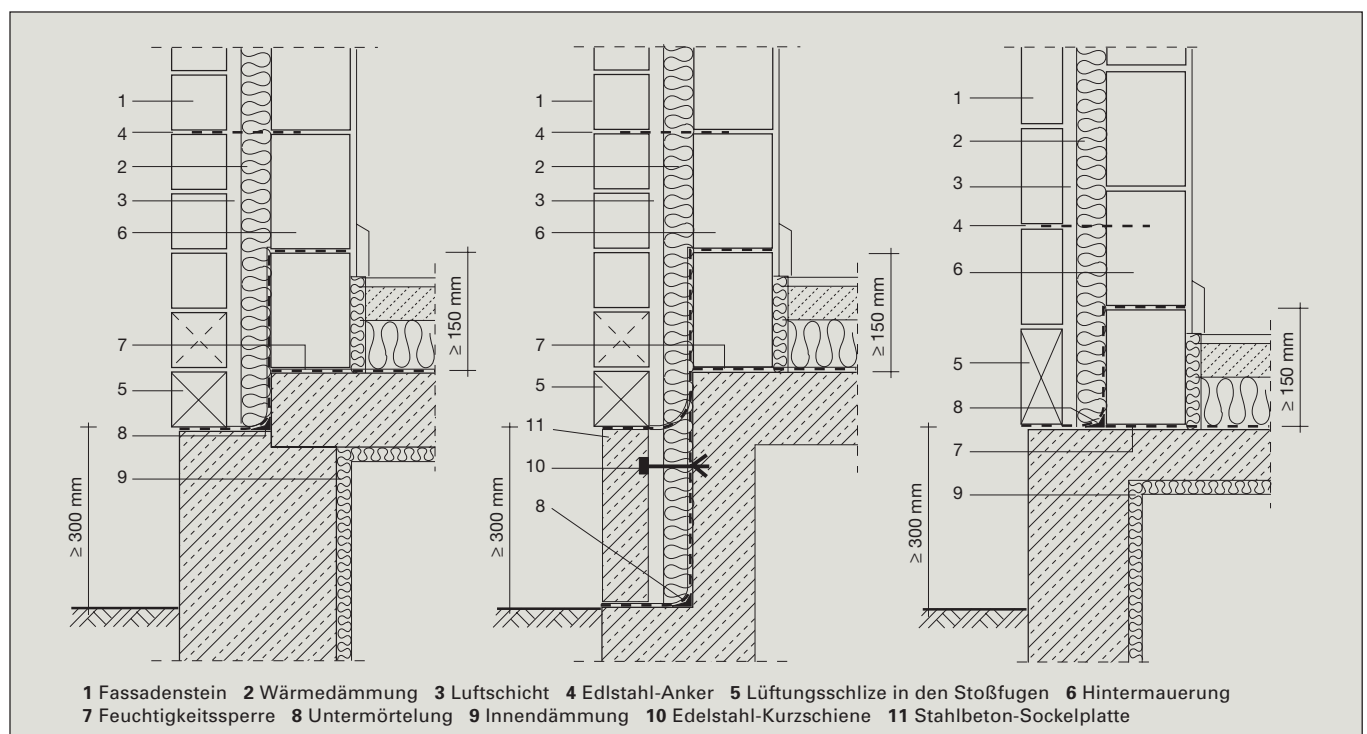


Bild 5: Zweischalige Außenwand aus Sichtmauerwerk mit Luftschicht und Wärmedämmung (Fußpunktausbildungen)

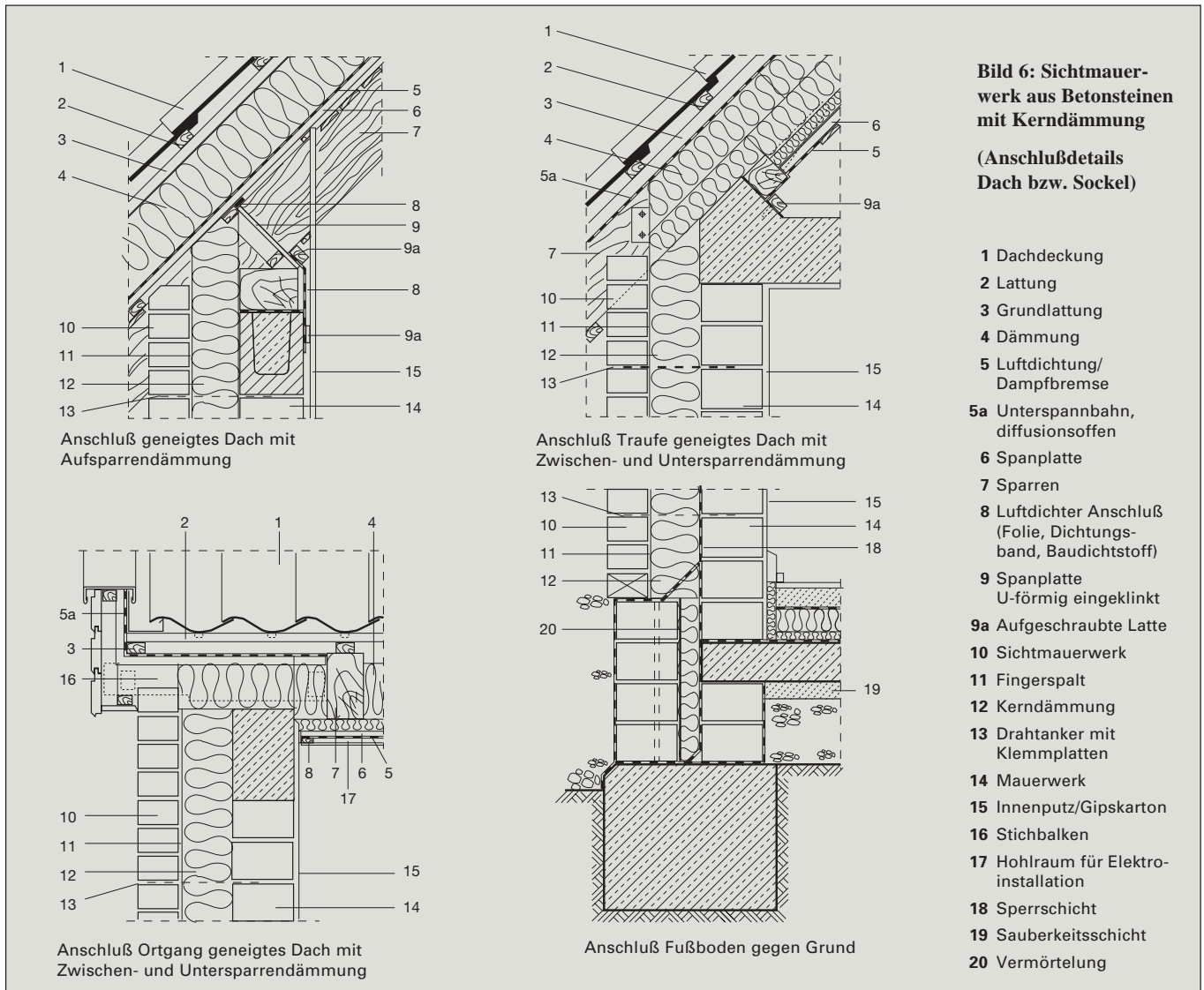


Bild 6: Sichtmauerwerk aus Betonsteinen mit Kerndämmung
(Anschlußdetails Dach bzw. Sockel)

- 1 Dachdeckung
- 2 Lattung
- 3 Grundlattung
- 4 Dämmung
- 5 Luftdichtung/ Dampfbremse
- 5a Unterspannbahn, diffusionsoffen
- 6 Spanplatte
- 7 Sparren
- 8 Luftdichter Anschluß (Folie, Dichtungsband, Baudichtstoff)
- 9 Spanplatte U-förmig eingeklinkt
- 9a Aufgeschraubte Latte
- 10 Sichtmauerwerk
- 11 Fingerspalt
- 12 Kerndämmung
- 13 Drahtanker mit Klemmplatten
- 14 Mauerwerk
- 15 Innenputz/Gipskarton
- 16 Stichbalken
- 17 Hohlraum für Elektroinstallation
- 18 Sperrschicht
- 19 Sauberkeitsschicht
- 20 Vermörtelung

3.5 Schutz von Sichtmauerwerk gegen Verschmutzungen und Durchfeuchtung

Die Gefahr der Verschmutzung von Sichtmauerwerk ist während der Bauphase sehr groß. Der Aufwand für den Schutz der Sichtmauerflächen und die gebotene Sorgfalt während des Bauens stehen jedoch in keinem Verhältnis zu den Reinigungskosten und dem damit verbundenen Ärger. Der beste Schutz ist also die Vorbeugung, d.h. Übersicht, Sorgfalt und Sauberkeit auf der Baustelle sowie verantwortungsbewußte und aufgeklärte Arbeiter und Monteure.

Wegen der Verschmutzungsgefahr sind für die Herstellung des Sichtmauerwerks freistehende Gerüste zu verwenden. Die Gerüstbohlen dürfen nicht zu dicht an der Sichtmauerfläche liegen.

Das Sichtmauerwerk kann als Schutz vor einer Dunkelfärbung durch Regenwasseraufnahme und vor späteren Verschmutzungen hydrophobiert, d.h. mit feuchtigkeitsabweisenden Mitteln auf Silikat- oder Fluorbasis behandelt werden. Diese Hydrophobierungen sind jedoch nur eine begrenzte Zeit wirksam.

Mauern, die der Witterung ausgesetzt sind, sind so abzudecken, daß Wasser nicht in das Mauerwerk eindringen kann.

3.6 Ausblühungen, Rostfahnen, Reinigung

Ausblühungen (helle, schleierartige Verfärbungen) können entstehen, wenn aus durchfeuchteten Steinen bzw. Mauermörtel kalkhydrathaltiges Wasser an der Steinoberfläche verdunstet. Beim Verdunsten des Wassers bleibt das Kalkhydrat an der Oberfläche zurück und verwandelt sich an der Luft zu wasserunlöslichem, milchigweißem Kalziumkarbonat.

Für das Entstehen der Ausblühungen vor der Auslieferung der Vormauersteine können der Wassergehalt des jungen Betons oder Fremdwasser (Nachbehandlungs- und Niederschlagswasser, Kondenswasser) verantwortlich sein. Günstige Bedingungen für das Entstehen von Ausblühungen sind immer dann gegeben, wenn die Trocknungszone nicht unterhalb, sondern auf der Betonoberfläche liegt.

Für die Lagerung und Verarbeitung von Sichtmauersteinen auf der Baustelle ist sorgfältig darauf zu achten, daß sie mit möglichst wenig Fremdwasser in Berührung kommen. Die Sichtmauersteine sind deswegen auf einer festen, ebenen und sauberen Unterlage zu lagern und vor Regen und Bodenfeuchte zu schützen. Eine geordnete Lagerung schützt zugleich vor Beschädigungen und Verschmutzungen.

Das Fernhalten von Wasser ist auch während des Mauerns geboten. Bei Unterbrechungen der Maurerarbeiten, z.B. infolge schlechten Wetters, ist zumindest die obere Mauerkante mit Folie o.ä. abzudecken. Insbesondere ist darauf zu achten, daß kein Regenwasser von halbfertigen Dächern oder sonstigen Überständen in das Mauerwerk laufen kann.

Großen Ärger kann Fremdwasser bereiten, das infolge Planungs- oder Ausführungsfehler in das Mauerwerk eindringen kann. Wird dem Wasser der Weg nicht rechtzeitig versperrt, so sind insbesondere im Fugenbereich auf Dauer so starke Ausblühungen zu erwarten, daß sogar mit krustigen Kalziumkarbonatbelägen (Aussinterungen) gerechnet werden muß.

Treten Ausblühungen am Sichtmauerwerk auf, so ist es in der Regel ratsam, zunächst nichts zu unternehmen, sondern das

Mauerwerk erst einmal richtig austrocknen zu lassen. Oft bekommt die Steinoberfläche nach einiger Zeit wieder ein gleichmäßiges Aussehen. Dies gilt natürlich nicht, wenn für die Ausblühungen ein Planungs- oder Ausführungsfehler verantwortlich ist und ständig Wasser zutreten kann.

Befriedigt das Aussehen der Mauerwerksoberfläche auch später nicht und führt ein Abbürsten mit einer harten (Nylon) Bürste nicht zum Ziel, so können die Steine mit verdünnter Essigsäure (Verhältnis 1: 5 bis 1:10, nicht zu empfehlen bei eingefärbten Steinen) oder geeigneten Mitteln der Baustoffindustrie, durch Dampfstrahlen oder leichtes Sandstrahlen entfernt oder gemildert werden. Es empfiehlt sich, das gewählte Reinigungsverfahren auf einer Musterfläche auszuprobieren.

Rost auf den Steinoberflächen stammt entweder von Stahlteilen außerhalb des Betons der Steine, durch rostende Eisenpartikel im Stein oder durch eisenhaltige Betonzuschläge. Rost kann, sofern er nicht von Eisenpartikeln im Stein stammt, mit 10 %iger Oxalsäure (giftig!) oder speziellen Rostentfernern beseitigt werden.

4 Bauphysik

Die bauphysikalischen Funktionen eines Gebäudes – Wärmeschutz, Schallschutz, Feuchteschutz, Brandschutz – sind einschließlich der Standsicherheit entscheidend für ein behagliches und ungestörtes Wohnen und Arbeiten. Sie sind jedoch immer im Zusammenwirken zu betrachten. Einzelne hervorgehobene Eigenschaften, wie z.B. eine sehr hohe Wärmedämmung, sind für ein „gesundes Wohnen“ oder die Wohnbehaglichkeit allein wenig aussagekräftig.

4.1 Wärmeschutz

Der Wärmeschutz im Hochbau ist in der DIN 4108 (Mindestwärmeschutz) sowie in der 2. Wärmeschutzverordnung von 1995 geregelt. Baustoffbezogene Kennwerte für die Berechnung der Wärmeleitfähigkeit sind der DIN 4108 Teil 4 oder den Bekanntmachungen des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau aufgrund bauaufsichtlicher Zulassungen zu entnehmen.

Sichtmauersteine aus Normalbeton nach DIN 18153 sind in der DIN 4108 (noch) nicht berücksichtigt, auch haben die wenigsten Firmen ihre Sichtmauersteine wärmeschutztechnisch begutachten lassen. Zur Abschätzung der Wärmeleitfähigkeit λ_r (W/mK) von Sichtmauersteinen ist im ungünstigsten Fall der Rechenwert für Normalbeton (Rohdichte 2,4 kg/dm³) mit $\lambda_r = 2,1$ (W/mK) anzunehmen.

Vormauersteine (Vm) mit Rohdichten < 2,4 haben in jedem Fall aber niedrigere Wärmeleitfähigkeiten. Als Anhalt können die in der DIN angegebenen Werte für „Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge mit nichtporigen Zuschlägen“ nach DIN 4226 Teil 2 dienen (siehe Tafel 6).

Vormauerblöcke (Vmb) sind durch die Hohlkammern wärmeschutztechnisch etwas anders zu beurteilen. Hier kann sich an die Werte für Hohlblöcke (Hbn) angelehnt werden. Die DIN 4108 Teil 4 gibt in Tabelle 1, Zeile 4.5.3.1 für diese Steine eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_r = 0,92$ (W/mK) an. (Steinroh-dichten $\leq 1,8$ kg/dm³ und Steinbreiten ≤ 240 mm)

In Tafel 7 ist der Wärmedurchlaßkoeffizient k [W/(m²·K)] von verschiedenen zweischaligen Wandkonstruktionen mit Kerndämmung aufgelistet. Die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung nach dem Bauteilverfahren $k \leq 0,5$ W/(m²·K) werden danach bei allen Beispielen erfüllt.

4.2 Schallschutz

Die Anforderungen an den Schallschutz von Mauerwerksbauteilen sind in der DIN 4109 geregelt.

Die (Luft)Schalldämmung eines Bauteiles oder einer Kon-

struktion wird durch das sogenannte „bewertete Schalldämm-Maß“ R'_w in dB gekennzeichnet. Dabei gilt der Grundsatz, je schwerer das trennende Bauteil, desto besser ist auch die Luftschalldämmung – vorausgesetzt, die Wand ist auch dicht. Sichtmauersteine aus Beton mit ihren hohen Rohdichten und damit hohem Flächengewicht bieten somit beste Voraussetzungen für guten Schallschutz.

Die Beschaffenheit der Steinoberfläche hat Einfluß auf die Schallabsorption (DIN EN 20354) einer Wandfläche, d.h. die Minderung der reflektierten Schallenergie um den Teil der Energie, der beim Eindringen in die Wand in Wärme umgewandelt wird. Insbesondere Sichtmauersteine aus Beton mit offener Oberfläche besitzen einen hohen Absorptionsgrad, gleichbedeutend mit einer angenehmen Dämpfung der Reflexionen. Vielfach erübrigen sich damit Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik, wie es sonst z.B. in Kindergärten, Schulen, Krankenhäusern und anderen Einrichtungen mit hohen Anforderungen an den Schallschutz erforderlich wäre.

4.3 Wärmespeicherung

Die Wärmespeicherung beschreibt den zeitlichen Verlauf der Aufnahme (Aufheizzeit) oder Abgabe (Auskühlzeit) einer Wärmemenge in einem Bauteil. Je schwerer ein Bauteil ist, um so mehr Wärmeenergie kann es speichern und um so länger dauert die Abgabe der gespeicherten Wärme.

Sichtmauersteine aus Normalbeton besitzen eine hohe Wärmespeicherung. Dieser Vorzug kommt insbesondere bei Innen-

Tafel 6: Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108 Teil 4 (Tabelle 1, Zeile 2.4.1)

Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge, mit nichtporigen Zuschlägen nach DIN 4226 Teil 1	Rohdichte	Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit λ_r
	(kg/dm ³)	(W/mK)
	1,6	0,81
	1,8	1,1
	2,0	1,4

Tafel 7: Wärmedurchlaßkoeffizient k in W/(m²·K) von zweischaligen Wänden mit Kerndämmung ($\lambda_r = 0,04$) für verschiedene Baustoffe der Innenwandschale (Beispiele)

Dicke der Wärmedämmung ($\lambda_r = 0,04$)	6	8	10	12	14	cm
Vmb , d = 11,5 cm, $\rho = 1,8$, $\lambda_r = 0,92$	0,59	0,46	0,37	0,31	0,27	W/(m ² ·K)
Normalbeton d = 15 cm, $\rho = 2,4$, $\lambda_r = 2,1$						
Vmb , d = 11,5 cm, $\rho = 1,8$, $\lambda_r = 0,92$	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	W/(m ² ·K)
Leichtbeton d = 20 cm, $\rho = 0,8$, $\lambda_r = 0,26$						
Vmb , d = 11,5 cm, $\rho = 1,8$, $\lambda_r = 0,92$	0,34	0,30	0,25	0,22	0,20	W/(m ² ·K)
Leichtbetonmauerwerk d = 24 cm, $\rho = 0,8$, $\lambda_r = 0,18^{1)}$						

Wärmeübergangswiderstand $1/\alpha_i = 0,13$

¹⁾ siehe auch bauaufsichtliche Zulassung

Tafel 8: Bewertete Schalldämme R'_w in dB nach DIN 52 210 Teil 2 für einschalige Wände, beidseitiges Sichtmauerwerk aus Betonsteinen

Wanddicke (mm)	Rohdichte	Flächengewicht (kg/m ²)	Schalldämm-Maß R'_w in dB
90	2,0	152	35
140	2,0	257	44
190	1,8	305	46
240	1,8	390	49

Tafel 9: Feuerwiderstandsklassen für tragende und nichttragende, raumabschließende Wände aus Mauerwerk (einseitige Brandbeanspruchung) mit Sichtmauersteinen aus Beton nach DIN 18153, Rohdichteklasse $\geq 0,6$

Feuerwiderstands- klasse	Mindestwanddicke (mm)			
	tragendes Mauerwerk			nichttragendes Mauerwerk
	Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 =$			
0,2	0,6	1,0		
F 30 - A	115	140	175	50
F 60 - A	115	140	175	70
F 90 - A	115	175	240	95
F 120 - A	140	200	300	115
F 180 - A	140	240	300	140

wänden zum Tragen. Hier hat die Wärmespeicherfähigkeit der Mauersteine einen ausgleichenden Einfluß auf den Verlauf der Raumtemperatur und trägt damit zum Wohlbefinden der Bewohner bei. Im Sommer schützen massive Bauteile vor einer zu schnellen Erwärmung der Räume – die tagsüber gespeicherte Wärme wird abends nur langsam wieder abgegeben. Im Winter sinkt die Raumtemperatur nach Abschalten der Heizanlage (z.B. durch die Nachtabsenkung) nur sehr langsam ab und schützt damit vor zu schneller Auskühlung. Die fehlende Wärmespeicherung bei leichten Bauarten führt dagegen häufig zu einer Überwärmung der Räume (Barackenklima), die dann durch Lüftung oder Klimaanlage wieder geregelt werden muß.

Die speicherbare Wärmemenge einer Wand aus Sichtmauersteinen wird durch ihre Masse und die spezifische Wärmekapazität der Steine beschrieben. Die flächenbezogene Masse ergibt sich aus der Dicke der Wand und der Rohdichte der Steine. Die spezifische Wärmekapazität beträgt wie bei allen anorganischen Baustoffen (Beton, Mörtel, Natursteine) einheitlich $1,0 \text{ (kJ/kg} \cdot \text{K)}$ bzw. $0,278 \text{ (Wh/kg} \cdot \text{K)}$.

4.4 Wasserdampfsorption

Die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Raumluft wird durch den Wasserdampf-Absorptionskoeffizienten beschrieben. Offene porige Sichtbetonmauersteine bis zur Steifestigkeitsklasse 20 besitzen Wasserdampf-Absorptionskoeffizienten um $12 \text{ g/m}^2 \text{ h}^{0,5}$. Sie verhalten sich damit ähnlich wie Putz auf Leichtziegel, Eiche natur oder Papiertapete auf Mauerwerk.

4.5 Brandschutz

Sichtmauersteine aus Beton sind nicht brennbar. Sie gehören so-

mit der brandschutztechnisch höchsten Baustoffklasse, der Klasse A1 „nicht brennbare Baustoffe“, an.

Mauerwerk mit Sichtmauersteinen aus Beton ist mit einer Wanddicke von 24 cm für einschalige Brandwände ($2 \times 17,5 \text{ cm}$ bei zweischaligen Brandwänden) zugelassen, sofern Mörtel der Mörtelgruppe III verwendet wird und die zulässige Schlankheit h/s nach DIN 1053 eingehalten ist.

Die Eingliederung in die Feuerwiderstandsklassen erfolgt nach DIN 4102 Teil 2 in Abhängigkeit von der Brandbeanspruchung, der Wanddicke, dem Ausnutzungsgrad der Festigkeiten infolge äußerer Lasten (Ausnutzungsfaktor $\alpha_2 = \text{vorh } \sigma / \text{zul } \sigma$) und der Konstruktionsart (statisches System). Sichtmauerwerk aus Beton erfüllt die Anforderungen für alle Feuerwiderstandsklassen bis F 180-A (Tafel 9).

5 Schrifttum

- DIN 398 Hüttensteine
 - DIN 1053 Mauerwerk
 - DIN 1164 Zement
 - DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
 - DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau
 - DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
 - DIN 4172 Maßordnung im Hochbau
 - DIN 4226 Zuschlag für Beton
 - DIN 17440 Nichtrostende Stähle
 - DIN 18000 Modulordnung im Bauwesen
 - DIN 18153 Mauersteine aus Beton (Normalbeton)
 - DIN 18557 Werkmörtel
 - DIN EN 20354 Akustik, Messung der Schallabsorption im Hallraum
 - DIN 52210 Teil 2 Bauakustische Prüfungen
 - DIN 52252 Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern
 - DIN V 53237 Pigmente zum Einfärben von Zement und kalkgebundenen Baustoffen
- Merkblatt „Verblendmauerwerk mit Werkmörtel“, Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e.V., Duisburg 1994
- Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung) vom 16.8.1994
- Brandt, J.; Moritz, H.: „Bauphysik nach Maß“, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf 1995
- Mauerwerk-Kalender, Taschenbuch für Mauerwerk, Wandbaustoffe, Brand-, Schall-, Wärme- und Feuchtigkeitsschutz, Verlag Ernst und Sohn, Berlin
- Zement-Merkblatt „Baulicher Brandschutz mit Beton“, Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V., Köln, 1995
- Klaas H.: „Mauern ohne Risse“, Deutsche Bauzeitung, Heft 8/1993
- Merkblatt „Außenwandfugen bei Mauerwerksbauten“, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Mauerwerksbau, Bonn 1989

Bauberatung Zement



Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Rosenheimer Str. 145 g	81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498
Bauberatung Zement Bayern	Bucher Straße 3	90419 Nürnberg	Tel. 0911/933870	Fax: 9338733
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/17275	Fax: 950984
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075
Bauberatung Zement Ost	Ahornstraße 25	12163 Berlin	Tel. 030/7912278	Fax: 7914727
Bauberatung Zement Ost	Kieler Straße 67	04357 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081	Fax: 9792960
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/20042	Fax: 24294

Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 5105 66 · 50941 Köln