



KALK SAND STEIN



KSV-DOKUMENTATION

Technisches Nachschlagewerk für Kalksandstein-Mauerwerke

INHALT

Editorial	4	Aussenwandsysteme	30
Der KSV und seine Aufgaben	5	Kalksandstein-Aussenwandsysteme im Überblick	30
Geschichte des Kalksandsteines	6	1. Zweischalen-Sichtmauerwerk	31
Rohmaterialien	8	2. Zweischalenmauerwerk verputzt	44
▪ Kalk	8	3. Mauerwerk mit Aussenisolation	45
▪ Sand	8	4. Hinterlüftete Vorhangfassade	46
▪ Wasser	8	Baustoffkennwerte	48
Herstellung	9	Dokumentationen	50
Schallschutz	10	Stichwortverzeichnis	51
Brandschutz	14		
Raumklima/Minergiestandard	15		
Baubiologie/Bauökologie	16		
Ästhetik	18		
Lebensdauer	19		
Massgenauigkeit	20		
Innenwände	21		
Tragende Wände	21		
Nichttragende Wände	22		
▪ Dimensionen von nichttragenden Wänden	23		
▪ Durchbiegung von Decken	25		
Ausfachwände	26		
Freistehende Wände	27		
Oberflächenbeschichtungen	28		
▪ Innenraumgestaltung	28		
▪ Farbanstrich	29		
▪ Geschlämmtes Mauerwerk	29		
▪ Verputzte Kalksandstein-Innenwände	29		
Leitungsführungen	29		

EDITORIAL

Liebe Leserinnen

Liebe Leser

Nachhaltiges, umweltbewusstes Bauen mit natürlichen Baustoffen hat in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen.

Kalksandstein – der Stein aus den natürlichen Materialien Kalk, Sand und Wasser wird seit über 100 Jahren erfolgreich als Baustoff für Mauerwerke eingesetzt. Er zeichnet sich durch eine Vielzahl an positiven Eigenschaften aus und gilt dank seinem problemlosen Handling als beliebter Baustoff für den Innen- und Aussenbereich. Er bewährt sich bei tragenden und nichttragenden Mauerwerken sowie im Wohnungs-, Gewerbe-, Industrie- und Schulhausbau.

Mit der vorliegenden, praxisbezogenen Arbeitsgrundlage erhalten Sie die wichtigsten Informationen und Lösungen zum Bauen, welche Ihnen die tägliche Arbeit mit Kalksandsteinen erleichtert.

Kalksandstein, der natürliche Baustoff, überzeugt in jeder Hinsicht:

- **Schallschutz:** Schutz vor Lärm ist von grosser Bedeutung für das Wohlbefinden. Durch ihre hohe Rohdichte (Masse) dämmen Kalksandsteine den Lärm und dies selbst bei schlanken Wänden.
- **Sicherheit:** Kalksandstein-Mauerwerke weisen eine hohe Feuerwiderstandsfähigkeit auf.
- **Raumklima:** Durch seine hohe Speicherfähigkeit sorgt der Kalksandstein für eine ausgeglichene Raumtemperatur und ein angenehmes Raumklima.
- **Minergiestandard:** In Kombination mit Wärmedämmung bietet der Kalksandstein eine optimale Voraussetzung zur Erreichung des Minergiestandards.
- **Ökologie:** Der 100 % natürliche Baustein weist eine hervorragende Ökobilanz auf. Er leistet einen wesentlichen Beitrag zum Energie sparen und zu Gunsten einer ausgeglicheneren Ökobilanz.

- **Ästhetik:** Der Kalksandstein bietet eine Fülle von gestalterischen Möglichkeiten, speziell auch in Kombination mit anderen Baustoffen wie z. B. Holz, Glas, Stahl und Beton.

- **Lebensdauer:** Die natürliche Oberflächenstruktur garantiert frost- und witterungsbeständige, dauerhafte Fassaden. Dieser Vorteil führt zu tiefen Unterhaltskosten und macht das Kalksandstein-Mauerwerk auch langfristig zur beständigen und kostengünstigen Lösung.

- **Massgenauigkeit:** Durch die Massgenauigkeit der Kalksandsteine wird das Mauerwerk sehr präzise und ästhetisch.

Mit Kalksandstein treffen Sie die richtige Wahl!

Ihr Verband Schweizer Kalksandstein
Produzenten

DER KSV UND SEINE AUFGABEN

Der Verband der Schweizer Kalksandstein Produzenten nimmt folgende Aufgaben wahr:

- Sicherstellung einer hohen Produktequalität
- Laufende Entwicklung von Produkteinnovationen
- Förderung des Kalksandsteines in der Schweiz
- Erstellen von technischen Hilfsmitteln

Die Verbandsmitglieder/Produzenten des Verbandes Schweizer Kalksandstein Produzenten



GESCHICHTE DES KALKSANDSTEINES

Vom Kalkmörtel zum Kalkmörtelstein

Die Kenntnis, dass Kalkstein durch Brennen als Verbindungsmaterial von Gesteinsbrocken genutzt werden kann, reicht weit in die Vergangenheit zurück. Speziell im Juragebiet der Schweiz sind noch Erzeugnisse urzeitlicher Kalkstein-Brennstellen vorhanden, die sich weit vor der Zeit der Römer datieren lassen.

Die technisch versierten Römer verfeinerten und beherrschten den Umgang mit dem wundersamen Kalkmörtel und bauten ganze Städte damit. Heute noch bestehende Aquädukte zeugen von der Dauerhaftigkeit der Verbindung Kalkmörtel – Stein.

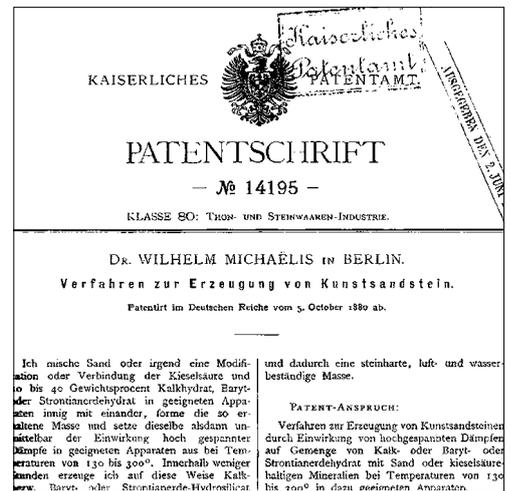
Die Idee, den Kalk als Bindemittel für einen Wandbaustein zu verwenden, wurde erst ab 1800 ernsthaft verfolgt. So ging die Entwicklung von Rydin, einem schwedischen Architekten, der versuchte, ganze Häuser aus Kalksandmörtel zu gießen, über Prochon, der aus dem gleichen Material einzelne Wände stampfte, hin zum deutschen Arzt Dr. Bernhardi, der 1854 mit einer handbetrieblenen, hölzernen Hebelpresse die ersten luftgehärteten Kalkmörtel-Mauersteine fertigte.

▼ Pont du Gard in Frankreich



Geburtsstunde des Kalksandsteines

Dem luftgehärteten Kalkmörtel-Mauerstein haftete ein grosser Mangel an – er hatte nur geringe Druckfestigkeit. Einmal mehr half die Natur – in Form des Sandsteines – den Tüftlern und Erfindern zum Durchbruch. Die Sandsteinbildung erfolgt in der Natur unter Kieselsäurebildung und Verbindung des Sandkorns über sehr lange geologische Zeiträume. Dr. Wilhelm Michaelis, der Baustoffchemiker aus Berlin, war der erste, der eine Mischung aus Kalk, Sand und Wasser unter Dampfdruck härtete.



Die 1880 eingereichte Patentschrift No. 14195 «Verfahren zur Erzeugung von Kunstsandstein» gilt deshalb als eigentlicher Durchbruch. Bis zur Umsetzung der Idee zur industriellen Nutzung vergingen weitere 14 Jahre. 1894 kam die erste Presse in Neumünster in den Betrieb, gleichzeitig wurde auch herausgefunden, dass vor dem Pressen ein Lagern des Mischgutes für den Löschprozess des Kalkes unbedingt notwendig ist. 1894 gilt deshalb als eigentliches Geburtsjahr des industriell gefertigten Kalksandsteines.

In den Jahren 1898 und 1899 nahmen weitere Kalksandsteinwerke in Deutschland und im übrigen Europa ihre Produktion auf. Der Siegeszug des genialen «Naturproduktes» – unter den Bezeichnungen «Hartsteine», «Kalksandziegel» und «Kalksandstein» – war nicht mehr aufzuhalten. Dabei war auch die Schweiz, die ab 1899 Kalksandsteine in Pfäffikon SZ herstellte.

Die Geschichte des Kalksandsteines in der Schweiz

Nur fünf Jahre nach der ersten industriellen Fertigung begann auch in der Schweiz die Geschichte des Kalksandsteines:

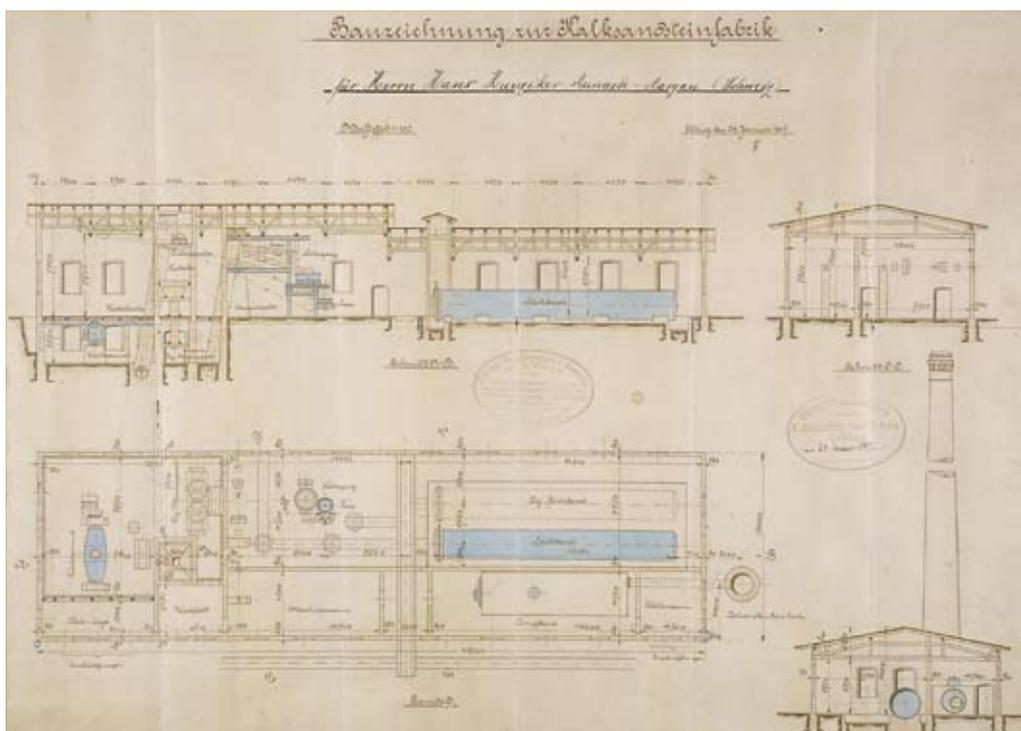
- 1899** Erste Produktion von Kalksandsteinen in der Steinfabrik Zürichsee in Pfäffikon SZ
- 1907** Bau der Kalksandstein-Fabrik Brugg nach den Plänen der Elbinger Maschinenfabriken für Herrn Hans Hunziker
- 1911** Bau der Fabrik in Olten durch AG Hunziker & Cie
- 1912** Bau einer Kalksandstein-Fabrik in Brig zur Fabrikation von Tunnelsteinen für den Simplontunnel
- 1927** Bau der Kalksandstein-Fabrik der Kanderkies in Einigen am Thunersee
- 1955** Gründung der Hard und Bau der Kalksandstein-Werke in Dietikon und Volketswil
- 1988** Hard baut modernes Werk in Volketswil und stellt Dietikon still
- 1996** Stilllegung des Werkes Pfäffikon SZ nach 97 Jahren
- 2002** Stilllegung des Werkes Olten

Unter dem Verband Schweizer Kalksandstein Produzenten haben sich folgende drei Schweizer Kalksandstein-Herstellwerke

- HKS Hunziker Kalksandstein AG in Brugg
- Hard AG in Volketswil
- CREABETON MATERIAUX AG in Einigen

zusammengeschlossen.

Alle Werke können auf modernen Anlagen Kalksandsteine von hoher Qualität produzieren. Die Rohstoffvorkommen mit Natursanden und gebrochenem Kies mit hohem Quarzgehalt eignen sich hervorragend für das Qualitätsprodukt Kalksandstein.



◀ Kalksandstein-Fabrik Brugg

ROHMATERIALIEN

Kalk (CaO)

Eingesetzt wird ein gebrannter, fein gemahlener Weissfeinkalk gemäss der Norm EN 459-1 CL90-Q. Dieser Weissfeinkalk muss folgende Kriterien erfüllen:

- CaO-Gehalt > 90 %
- Hohe Reaktionsfähigkeit damit der Löschprozess im Reaktor vollständig ablaufen kann.
- Ausreichende Feinkörnigkeit, um ein gleichmässiges Einmischen des Kalkes in den Sand zu ermöglichen.

Die Dosierung erfolgt zwischen 6–8 Gewichtsprozenten.

Sand (SiO₂)

Der Kalksandstein besteht zu über 90 % aus Sand. Dabei muss jeder Hersteller das Optimum aus den Vorkommen in seiner Region suchen. Grundsätzlich müssen die Sande

- einen hohen SiO₂-Gehalt (> 40 %)
- nicht zu runde Kornform (gebrochen ist besser)
- viel Feinanteil
- keine Verunreinigung (Asphalt, Holz)

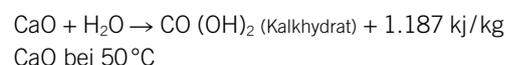
aufweisen. Wichtig ist auch eine konstante Sieblinie für eine gleichmässige Oberfläche.

Wasser (H₂O)

Das Wasser begleitet die Entstehung des Kalksandsteines von Anfang bis zum Ende.

Im Vormischer zur Auslösung des Löschprozesses, im Nachmischer zur optimalen Einstellung der Pressfeuchte. Im weiteren Verlauf werden die Kalksandsteine in mit Wasser gesättigtem Dampf des Autoklaven gehärtet.

Der Löschprozess lässt sich nach der Formel:

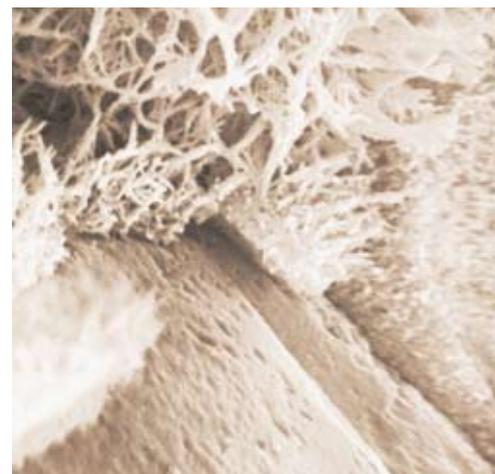


chemisch darstellen.

Der Härtevorgang läuft sehr viel komplexer ab und kann folgendermassen beschrieben werden:

Die Kieselsäure (SiO₂) bildet mit dem Kalkhydrat (Ca. [OH]₂) kristalline Bindemittelphasen (sogenannte CSH-Phasen), die auf die Sandkörner aufwachsen und diese fest miteinander verzahnen.

Während des ganzen Prozesses entstehen keinerlei Schadstoffe!



▲ Kalk



▲ Sandgemisch 0–4 mm



▲ Wasser

▶ CSH-Phasen (Calciumsilikathydrat-Phasen) verbinden Sandkörner und sorgen für die hohe mechanische Festigkeit des Kalksandsteingefüges.

HERSTELLUNG

Wie werden Kalksandsteine hergestellt?

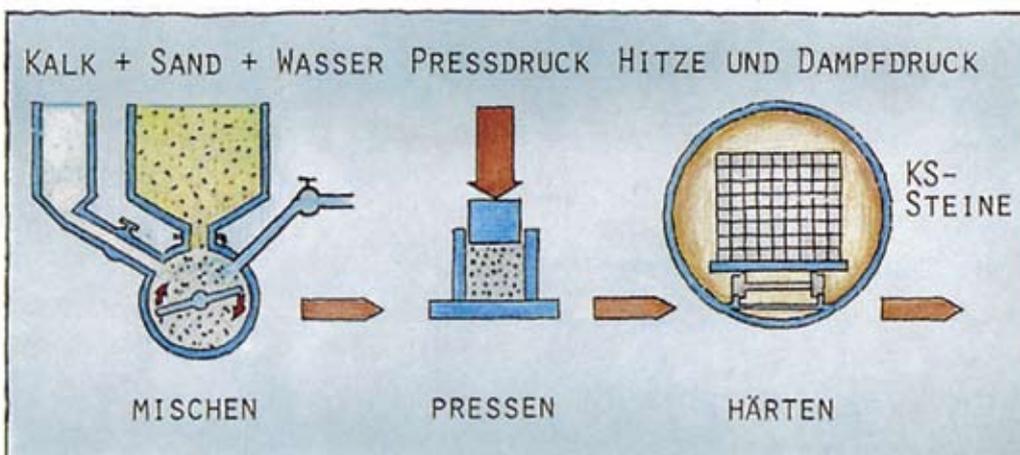
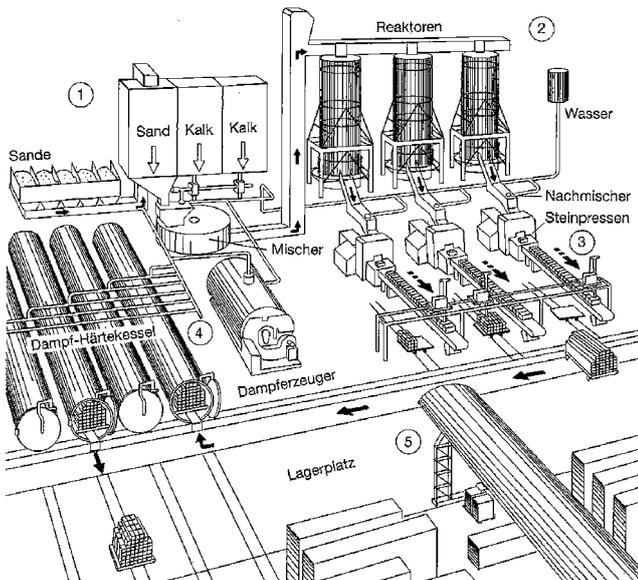
Kalksandsteine werden aus den natürlichen Rohstoffen Kalk, Sand und Wasser hergestellt. Der Vorgang läuft wie folgt ab:

1. Kalk und Sand aus heimischen Abbaustätten werden im Werk in Silos gelagert. Die Rohstoffe werden nach Gewicht dosiert, intensiv vermischt und über eine Förderanlage in den Reaktionsbehälter geleitet.
2. Im Reaktionsbehälter löscht der Branntkalk zu Kalkhydrat ab, das anschließend im Nachmischer auf Pressfeuchte gebracht wird.
3. Mit vollautomatisch arbeitenden Pressen werden die Steinrohlinge geformt.

4. Es folgt das Härten der Rohlinge unter geringem Energieaufwand bei Temperaturen von 160 bis 200 °C und einem Dampfdruck von maximal 6 bar. Dabei entstehen keine Schadstoffe.

5. Nach dem Härten und Abkühlen sind die Steine gebrauchsfertig und können nach dem Paketieren oder ab Zwischenlager abgeholt und auf die Baustelle geliefert werden.

Die Herstellung wurde in den vergangenen über 100 Jahren laufend weiter entwickelt und verfeinert – heute sind die Produktionsprozesse automatisiert. Die Verfahrensschritte sind jedoch unverändert geblieben.



◀ Kalksandstein-Herstellung – Produktionsschema

SCHALLSCHUTZ

Kalksandstein sorgt für mehr Ruhe!

Schutz vor Lärm ist von grosser Bedeutung für das Wohlbefinden. Starker Lärm schadet dem menschlichen Nervenkostüm und stumpft bei Dauerbelastung die Wahrnehmungssinne ab. Das Lärmempfinden ist individuell – was für den einen entspannend klingt, kann in anderen Ohren Krach sein.

Im Gegensatz zu den Einrichtungsgegenständen lässt sich Schallschutz im Nachhinein nur mit grossem Aufwand ändern. Das Nachrüsten ist mit hohen Kosten verbunden. Durch seine Rohdichte dämmen Kalksandsteine den Lärm und das selbst bei schlanken Wänden. Denn «schwer ist besser als dick» heisst die Devise.

Für die Luftschallschutzdämmung einschaliger, massiver Wände ist die Masse entscheidend. Einschalige Bauteile haben im Allgemeinen eine umso bessere Schalldämmung, je schwerer sie sind. So ist zum Beispiel für Wände mit einem Schalldämmmass von $R'w = 52$ dB ein Wandflächengewicht von etwa 350 kg/m^2 erforderlich. Die bekannten Kalksandstein-Mauerwerkstrukturen im Aussenwand- und Innenwandbereich bedürfen keines besonderen Nachweises, sie sind schallschutztechnisch überprüft und haben sich seit Jahrzehnten bewährt.



Schallschutz-Rechenprogramm

Ruhiges Wohnen muss kein Luxus sein!

Mit dem einfach handhabbaren Hilfsmittel, dem Schallschutzrechner, kann der Schallschutz einfach und genau berechnet werden. Dieser ist auf unserer Internetseite, www.kalksandstein.ch, unter der Rubrik Vorteile, Schallschutz zu finden.

Profitieren Sie von:

- einem einfachen und schnellen Vergleich zu anderen Baustoffen.
- der exakten Ermittlung der Flankendämmung.
- der Berechnung nach der neuen Europäischen Norm EN 12354-1.

Mindestanforderungen nach Norm sia 181

Mindestanforderungen nach sia 181 an den Schutz gegen Innenlärm (Luftschall) zwischen benachbarten Nutzungseinheiten ($D_{nT,w}$ in dB):

Grad der Störung durch Innenlärm (Luftschall)

	klein	mässig	stark	sehr stark
Lärmempfindlichkeit	Geräuscharme Nutzung	Normale Nutzung	Lärmige Nutzung	Lärmintensive Nutzung
gering	42	47	52	57
mittel	47	52	57	62 ¹⁾
hoch	52	57	62 ¹⁾	67 ¹⁾

¹⁾ Luftschalldämmungen bei diesen Grenzwerten werden nur noch erreicht, wenn alle Schall-Nebenwege ausgeschaltet werden.

Wirtschaftliche Aspekte

Auf Grund der hohen Flächengewichte weisen Kalksandsteinwände gegenüber den meisten anderen üblichen Mauerwerken einen um 3–4 dB höheren Schalldämmwert auf. Wände aus Kalk-

sandstein sind äusserst wirtschaftlich und preisgünstig, da keine teuren Spezialsteine verwendet werden müssen und die Verarbeitung ohne Mehraufwand erfolgt.

Luftschall-Isolationsindex I_a (dB)

	Mindestanforderungen	Erhöhte Anforderungen
Wohnungstrennwände, an Wohn- und Schlafräume angrenzende Treppenhauswände	50	55
Wohnungstrenndecken in mehrgeschossigen Gebäuden	50	55
Treppenhauswände	45	50
Trennwände und Decken zwischen Wohnungen und Gewerbebetrieben, Restaurants, Werkstätten usw.	60	65

Subjektive Wahrnehmung verschiedener Schallquellen in einem Nebenraum, je nach Luftschall-Isolationsindex I_a der Trennwand.

I_a	Normale Unterhaltungsgespräche	Laute Sprache	Radiomusik
30 dB	gut verständlich	sehr gut verständlich	gut hörbar
40 dB	verständlich	gut verständlich	hörbar
50 dB	unverständlich	teilweise noch verständlich	schwach hörbar
60 dB	unhörbar	unverständlich	unhörbar
70 dB	unhörbar	unhörbar	unhörbar

Der Vergleich der beiden Tabellen zeigt, dass die Grenzwerte für die Luftschallisolation zwischen Wohnungen in den sia-Normen eher tief angesetzt sind. Man erkennt leicht, dass der Grenzwert 50 dB bei Wohnungstrennwänden als ein absolutes Minimum gedacht ist und 55 dB wohl

erst eine gute aber noch keine sehr gute Schalldämmung gewährleistet.

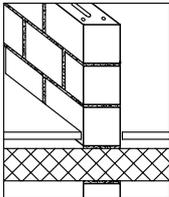
Allerdings sind diese Werte nur erreichbar, wenn alle Schall-Nebenwege ausgeschaltet sind und die Bauausführung einwandfrei erfolgt.



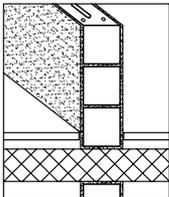
Schalldämmung von Kalksandstein-Mauerwerken

Unter der Voraussetzung einer einwandfreien, fachgerechten Ausführung kann in der Praxis mit folgenden Werten des Schalldämmmasses R'_w (dB) gerechnet werden:

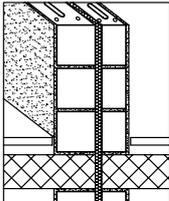
Schalldämmmass R'_w

Innenwände	Wandstärke (cm)	Flächenmasse (kg/m ²)	Luftschalldämmung R' _w (dB)
1 Einschalige Wand sichtbar, vollfugig gemauert 	12	210	46
	14.5	255/300*	48/50*
	18	325/370*	51/53*
	20	350	52

Verputz beidseitig je 10 mm (≅ ca. 35 kg/m²)

2 Einschalige Wand mit beidseitigem Verputz 	12	245	48
	14.5	290/335*	50/52*
	18	360/405*	53/55*
	20	385	54

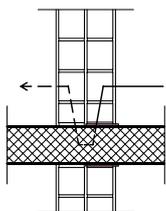
* Werte mit schweren Kalksandsteinen

3 Zweischalige Wand verputzt 	Wandstärken roh (cm)	12	14.5	18	20
		12	65 ¹⁾ 455 ²⁾	66 500	68 570
	14.5	66 500	67 545	69 615	71 640
	18	68 570	69 615	70 685	71 710
	20	69 595	70 640	71 710	72 735

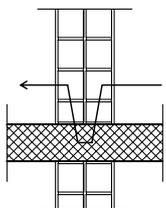
Schalldämmplatte 30–40 mm (z. B. Mineralfaser; mind. 100 kg/m³)

¹⁾ Max. erreichbare Schalldämmwerte R'_w ohne Nebenweg-Übertragung (dB)

²⁾ Flächenbezogene Masse der gesamten Haustrennwand (kg/m²)

4 Durchlaufende Deckenkonstruktion mit elastischer Abtrennung der dünneren Wand

Wandstärken roh (cm)	12	14.5	18	20
12	61 ¹⁾	62	64	65
14.5	62	63	65	66
18	64	65	66	67
20	65	66	67	68

5 Durchlaufende Deckenkonstruktion ohne elastische Wandlager

Wandstärken roh (cm)	12	14.5	18	20
12	56 ¹⁾	57	59	60
14.5	57	58	60	61
18	59	60	62	62
20	60	61	62	63

¹⁾ Max. erreichbare Schalldämm-Werte R'_w mit Nebenwegübertragungen (dB)

Zusammenfassung:

Die Werte der Wandkonstruktionen **3**, **4** und **5** zeigen deutlich, wie gross der Einfluss der Nebenweg-Übertragung auf die Luftschalldämmung ist. Bei sonst gleichem Aufbau (flächenbezogene Mas-

se der Trennbauteile) des Mauerwerkes ergibt sich eine bis zu 9 dB höhere Luftschalldämmung! Trenn- und Flankenbauteile sind aufeinander abzustimmen.

Schalldämmung von Innenwänden

Baustoff	Steinstärke (verputzt) in mm			
	120–125	145–150	175–180	200
Kalksandstein normal	48	50	53	54
Kalksandstein schwer	–	52	55	–
Backstein Modul	45	47	48	49
Backstein schwer	48	50	52	54
Porenbeton MP	43	–	–	–
Holz-Leichtbau (Spanplatte/Mineralwolle)	38	–	–	–

Bewertetes Bauschall-Dämmmass R'_w in dB (ca.)

Wenn die Anforderungen gemäss sia-Norm 181 «Schallschutz im Hochbau» eingehalten werden sollen, ist die Ausführung der Zwischenwände mit einem Flächengewicht von mindestens 290 kg/m²

angezeigt, damit die Nebenwegübertragungen reduziert werden. 145 mm starke, verputzte Kalksandsteinwände erfüllen diese Anforderungen.

BRANDSCHUTZ

Das Kalksandstein-Mauerwerk weist eine sehr gute Feuerwiderstandsfähigkeit auf.

Mindestwanddicken t_f in mm gemäss sia 266, Art. 4.6

Wände	Mauerwerk	Feuerwiderstandsklasse					
		F30	F60	F90	F120	F180	F240
Tragend, nicht raumabschliessend	MK	115	125	150	175	225	275
		115	115	125	150	200	250
Tragend, raumabschliessend	MK	115	115	125	150	200	250
		115	115	115	125	175	225
Nichttragend, raumabschliessend	MK	75	100	125	150	175	200
		50	75	100	125	150	175

Obere Zahlen ohne Verputz, untere Zahlen mit Verputz

Voraussetzung für Werte von verputzten Wänden: Verputz beidseitig, mind. 10 mm, mineralisch



RAUMKLIMA/MINERGIESTANDARD

Raumklima

Durch die hohe Atmungsfähigkeit des Kalksandsteines wird ein ausgeglichenes Raumklima gefördert.

Die hohe Speicherfähigkeit sorgt für eine ausgeglichene Raumtemperatur und ein angenehmes Raumklima.

Der Kalksandstein weist keinerlei chemische Zusatzstoffe auf und ist daher ein idealer Baustoff für giftfreies Bauen.

Durch den hohen Dämmungseffekt in der Aussenwand erzeugt der Kalksandstein im Sommer einen wirkungsvollen Hitzestopp. Im Winter kann der Wärmeverlust durch individuell bestimmbare Wärmedämmstoffe gering gehalten werden.

Minergistandard

In Kombination mit Wärmedämmung bietet der Kalksandstein eine optimale Voraussetzung zur Erreichung des Minergistandards. Neben einer Steigerung der Wohn- und Lebensqualität wird ein wichtiger Beitrag an die Umwelt geleistet.



BAUBIOLOGIE / BAUÖKOLOGIE

Der 100 % natürliche Baustein weist eine hervorragende Ökobilanz auf.

Der Kalksandstein besteht aus einer Mischung, welche Kalk, Sand und Wasser enthält, die ohne chemische Zusatzstoffe gepresst und ausgehärtet wird. Die Härtetemperatur bei der umweltfreundlichen Steinherstellung beträgt 160–200 °C. Diese relativ niedrige Temperatur zur Dampfhärtung ergibt einen geringen Energieaufwand bei der Produktion. Es entstehen keinerlei Schadstoffe.

Kalksandsteine leisten deshalb einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung und damit auch an das Gleichgewicht der Ökologie.



Energiebedarf

Primärenergie-Inhalte (PEI) von Mauersteinen

Steinart	PEI (MJ/m ³)	Steinrohichte (kg/m ³)
Kalksandstein	1394	1600
Blähton-Leichtbetonstein	1708	700
Porenbetonstein	1708	600
Backstein	2871	1200
Klinker-Mauerziegel	6232	2000

Literatur: Bundesverband deutsche Kalksandstein-Industrie, Hannover (nach W. Marmé 1980, Institut für Baustofftechnologie)

Wärmespeicherfähigkeit Q in kJ/m² K

Verschiedene Wände, unverputzt

Mauerwerk	Rohdichte kg/m ³	Wandstärke in mm			
		120 (125)	150 (145)	180 (175)	200
Zementstein	2000	264	330	396	440
Kalksandstein	1600	190	220	270	350
Betonstein	1400	185	231	277	308
Backstein	1200	140	176	211	234
Porenbetonstein	600	83	99	116	132

Hochgedämmte Aussenwandkonstruktionen entsprechen den Forderungen der Bauökologie. Die effizienteste Massnahme zur Energieeinsparung ist eine erhöhte Wärmedämmung. Energie, die gar nicht erst erzeugt werden muss, weil man sie nicht braucht, ist und bleibt die sauberste Energie und belastet die Umwelt nicht!

ÄSTHETIK

Der Kalksandstein bietet eine Fülle von gestalterischen Möglichkeiten, speziell auch in Kombination mit anderen Baustoffen wie z. B. mit Holz, Glas, Stahl und Beton.

Die Oberfläche kann individuell gewählt werden: Ob gestrichen, geschlämmt, verputzt oder als Sichtmauerwerk ist er eine Freude fürs Auge.



LEBENSDAUER

Die Kalksandstein-Aussenfassaden sind widerstandsfähig gegen sämtliche Umwelteinflüsse. Dieser Vorteil führt zu tiefen Unterhaltskosten und macht das Kalksandstein-Mauerwerk auch langfristig zur beständigen und kostengünstigen Lösung.



MASSGENAUIGKEIT

Die Anwender schätzen die Massgenauigkeit des Kalksandsteins. Das Mauerwerk wird sehr präzise und sauber.

Abmessungen/Toleranzen

Masstoleranzen für Kalksandsteine nach SN EN 771-2:2003

Kalksandsteine für Mauerwerk mit:	Dickbett-Mörtelfugen	Dünnbett-Mörtelfugen
Nennhöhe	± 2 mm	± 1 mm
Nennlänge	± 2 mm	± 2 mm
Nennbreite	± 2 mm	± 2 mm



INNENWÄNDE

Folgende Vorteile sprechen für tragende und nichttragende Kalksandstein-Innenwände:

- Gute Schalldämmung
(auch bei schlanken Wänden)
- Hohes Wärmespeichervermögen
(speicheraktiver Innenausbau)
- Sichtmauerwerk
(roh belassen, Industrie- oder Sichtmauerwerk)
- Natürlicher Baustoff
(Berücksichtigung baubiologischer Aspekte)
- Kostengünstiger und wirtschaftlicher
Mauerwerksbau (keine teuren Spezialsteine)
- Nicht brennbar
(optimale Sicherheit im Brandfall)

Tragende Wände

Tragende Innenwände müssen eine Wanddicke von mindestens 12 cm aufweisen. Die Wahl von Stein- und Mörtelqualität richtet sich nach den statischen Anforderungen. Bei Verwendung von verschiedenen Mauerwerkarten (Mischbauweise) oder speziellen statischen Gegebenheiten wie z. B. stark unterschiedlichen Wandlasten ist den Verformungsdifferenzen bzw. den daraus sich ergebenden Zwängungsspannungen in den Mauerwerkswänden Rechnung zu tragen.

Verformungsunterschiede nehmen mit zunehmender Gebäudehöhe bzw. Stockwerkzahl zu und können zu Rissen in den Innenwänden (oder Aussenwänden) führen. Im Normalfall ergeben sich bei Gebäuden mit bis zu drei Geschossen keine Probleme mit der Mischbauweise.

Bemessungsgrundlagen zu Kalksandsteinmauerwerken sind auf Seite 50 unter Dokumentationen aufgeführt.



Nichttragende Wände

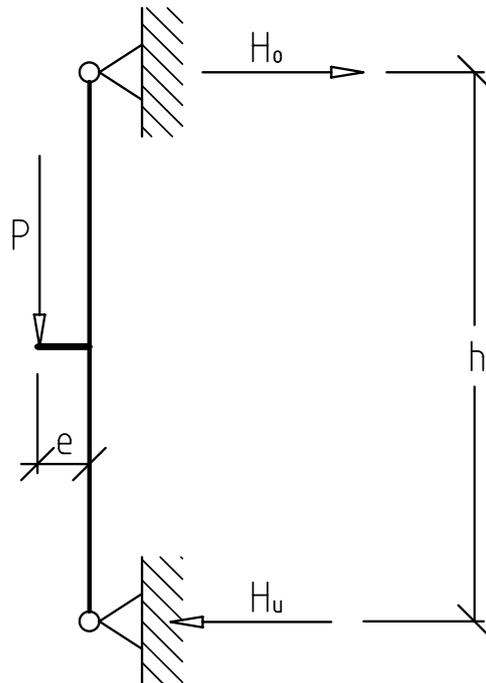
Nichttragende Innenwände (Ausfachwände, Hintermauerungen) werden in der Regel nach dem eigentlichen Rohbau erstellt. Bei entsprechender Ausbildung übernehmen sie Aufgaben des Brand-, Wärme-, Feuchtigkeits- und Schallschutzes. Das hohe Wärmespeichervermögen gewährleistet ein ausgeglichenes Raumklima.

Die Standsicherheit solcher Wände muss durch geeignete Massnahmen (Versteifungen, Riegel, Anschlüsse usw.) sichergestellt werden. Einflüsse wie Formänderungen angrenzender Bauteile, z. B. nachträgliches Durchbiegen weit gespannter Decken, sind für die Ausbildung der Anschlüsse zu berücksichtigen.

Belastungen der nichttragenden Innenwände durch Konsolen, Lagergestelle usw. sind entsprechend den tatsächlich auftretenden Kräften zu berücksichtigen.

In Industriebauten können noch zusätzliche aussergewöhnliche Einwirkungen z. B. durch Hubstaplerverkehr auftreten – diese Einwirkungen sind entsprechend zu berücksichtigen (Aufprallkräfte).

Trennwände müssen so ausgebildet sein, dass leichte Konsollasten den Wert 0.4 kN/m nicht übersteigen. Die vertikale Wirkungslinie darf nicht weiter als 0.3 m von der Wandoberfläche verlaufen (z. B. Bilder, Buchregale, kleine Wandschränke).



- h = Wandhöhe
 P = Konsollast (zul. $P_{max} = 0.4 \text{ kN/m}$)
 $e = 0.3 + d/s \text{ [m]}$ = Hebelarm der Konsollast bis Wandmitte
 H_o = horizontale Haltekraft oben
 H_u = horizontale Haltekraft unten

Beispiel:

$$\begin{aligned}
 h &= 2.65 \text{ m} \\
 P &= 0.4 \text{ kN/m} \\
 d &= 0.12 \text{ m} \\
 e &= 0.3 + \frac{0.12}{2} = 0.36 \text{ m} \\
 M &= 0.4 \times 0.36 = 0.1440 \text{ kN m/m} \\
 H_o = H_u &= 0.1440 / 2.65 = 0.0543 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

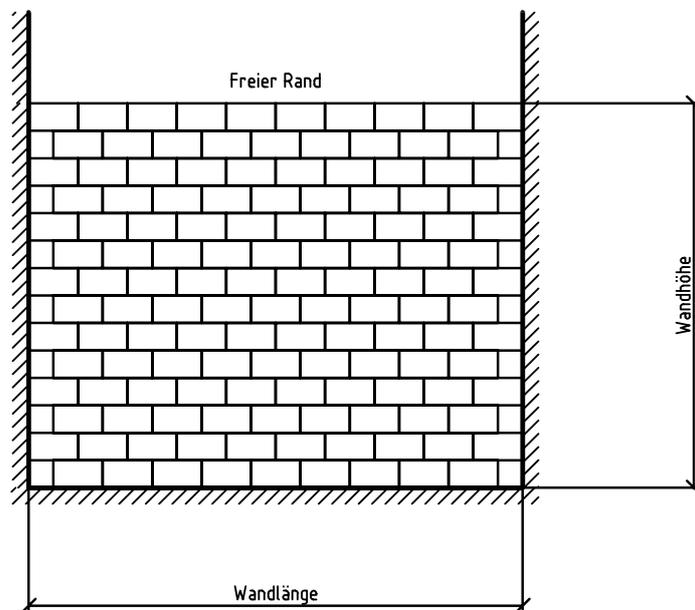
Anmerkung zum Beispiel:

Der Anschluss am Wandfuss H_u wird durch Wandreibung sicher aufgenommen.

Der Anschluss am Wandkopf H_o kann durch Mörtelfugen zwischen Wand und Deckenplatte oder entsprechende Befestigungsmittel erfolgen. Der hier geführte Nachweis an Wandkopf und

Wandfuss liegt bei der einachsig geführten Ableitung der Konsollast auf der sicheren Seite. Die seitlichen Anschlüsse sollten konstruktiv mit Flachankern erfolgen, die z. B. in den Drittelpunkten bezogen auf die Wandhöhe oder gleichmässig erstellt im Abstand von 0.5 m angeordnet werden.

**Wandlängen für:
dreiseitig gehalten, ohne Auflast, oberer Rand frei**



Wandlängen

(Zulässige Werte der Abmessungen nach DIN 4103)

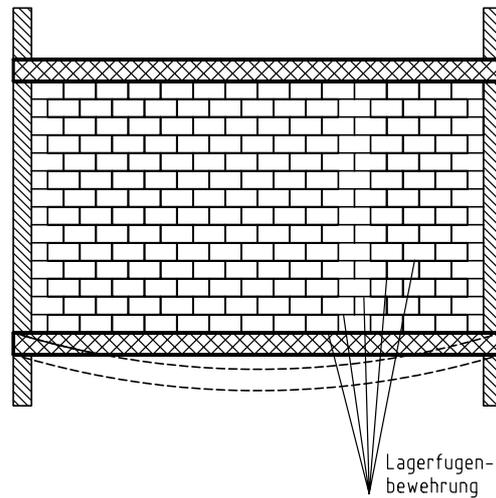
Wanddicke d (cm)	Einbau- bereich	Wandhöhe in m							
		2.0	2.25	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0–6.0
10	I	7.5	8.0	9.0	9.5	11.0	11.0	11.0	–
	II	4.5	4.5	5.5	6.0	7.0	8.0	8.0	–
12	I	8.0	9.0	10.0	10.0	12.0	12.0	12.0	–
	II	6.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0	–
14.5	I	10.0	10.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0	–
	II	7.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	11.0	–
18	I	keine Längenabgrenzung							
	II	8.0	9.0	10.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
20	I	keine Längenabgrenzung							
	II	8.0	9.0	10.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

Durchbiegung von Decken

Nichttragende Wände auf Decken gestellt sind infolge der auftretenden Deckendurchbiegungen rissegefährdet. Durch das Einlegen von Lagerfugenbewehrungen kann die Rissegefahr reduziert werden.

Folgende Massnahmen sind zu empfehlen:

- Einlegen einer Dachpappe oder Plastikfolie zwischen Decke und Mauerwerk.
- Vermauern mit Zementmörtel
- Im unteren Bereich Einlegen von Lagerfugenbewehrungen (wirkt als Zugband), damit die Wand als Scheibe sozusagen selbsttragend wirkt.

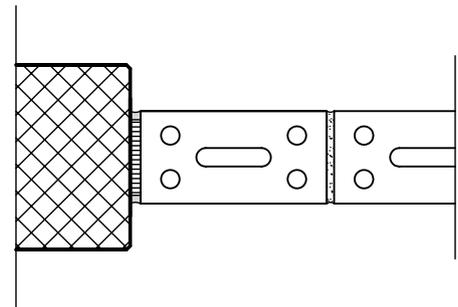
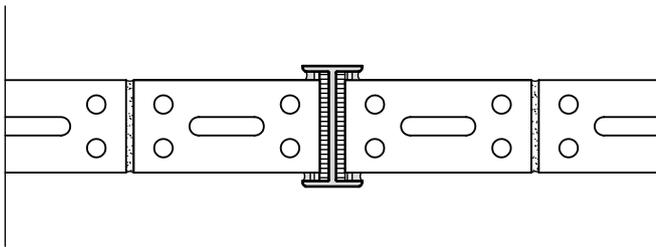


Ausfachwände

Als nichttragende Ausfachwände werden zwei-, drei- und vierseitig gehaltene Wände bezeichnet,

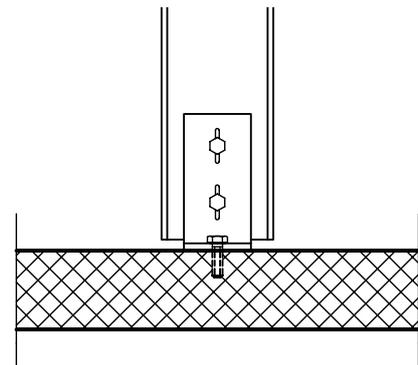
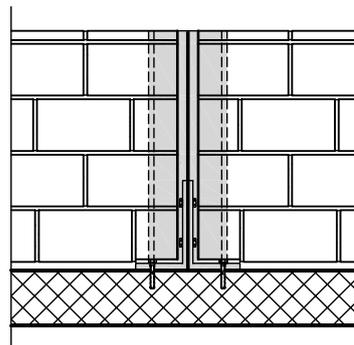
die nach dem eigentlichen Rohbau hochgeführt und an das Tragsystem befestigt werden.

Anschlüsse an Tragkonstruktionen



▲ Seitliche Befestigungen

Detail Wandfuss ▶



Anschlüsse an angrenzende, tragende Bauteile: In den oben stehenden Abbildungen sind Möglichkeiten zur Verankerung von Ausfachungen an verschiedenen Tragsystemen dargestellt.

Mauerwerk- oder Betonwände angeschlossen werden sollen.

Die seitliche Befestigung bei Stahlbauten oder in vertikalen Nuten in Stahlbetonstützen ist einfach und lässt sich solide ausführen. Will man bei Stahlbetonstützen zur Vereinfachung der Schalung auf Nuten verzichten, kann an die Stahlbetonstütze ein U-Profil nachträglich angebracht werden. Eine Variante bietet eine in die Stahlbetonstütze eingelassene (in Schalungen gelegt) oder eingedübelte Ankerschiene eines Anschlussankers. Der Verankerungsbügel kann damit einfach in die Lagerfuge eingemörtelt werden. Die Anzahl Anker pro Laufmeter Wandhöhe richtet sich nach den Wandabmessungen und Belastungen. Diese Anschlusslösung bietet sich auch dann an, wenn die nichttragenden Innenwände seitlich an

Wenn Innenwände bzw. Ausfachungen nicht bis unter die Decke gemauert werden können, ist der obere Anschluss sinngemäss wie die seitliche Verankerung gleitend und elastisch auszuführen.

Sehr lange Innenwände oder freistehende Wandenden müssen zusätzlich ausgesteift werden. Es ist dabei darauf zu achten, dass die oberen Anschlusspunkte der Aussteifungen nicht wegen Durchbiegung der Decken belastet werden. Bei Aussteifungen mit Stahlstützen (L- oder I-Profil) werden die Stützen bis Oberkante Wand geführt und mit Hilfe von Laschen mit Schlitzlöchern an der tragenden Konstruktion oben und unten befestigt. Die Schlitzlöcher lassen vertikale Bewegungen zu, verhindern jedoch ein horizontales Verschieben.



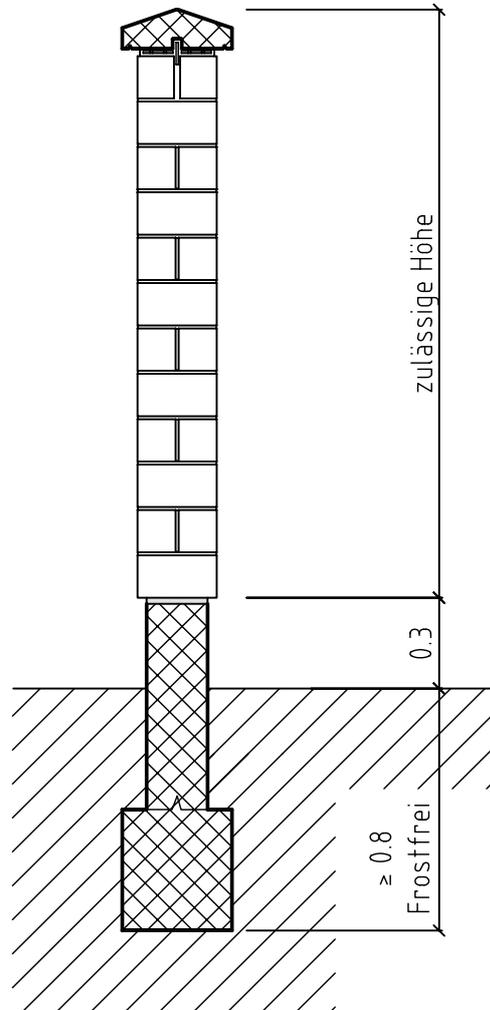
Freistehende Wände

Unter freistehenden Wänden versteht man solche Wände, die weder seitlich durch Querwände oder Stützen noch oben durch anschließende Decken oder Randbalken gehalten sind. Dies trifft z. B. für Stützmauern, Einfriedungen und Brüstungen zu.

Bei der Windlastannahme ist die Höhenlage der Bauteile über Gelände zu beachten. Die Einzelwandlängen sollten 6 bis 8 m nicht überschreiten.

Sollen freistehende Mauerwerkswände höher gemauert werden als nach der nachstehenden Tabelle, dann sind diese Wände durch eine vertikale Armierung (K VER) auszubilden.

Freistehende Wände müssen an der Mauerkrone gegen Regenwasser abgedeckt werden. Hierfür eignen sich Natursteinplatten, Mauerabdeckungen aus vorgefertigten Blechprofilen sowie Betonfertigteilen jeweils mit ausreichendem Überstand und mit Wassernase.



Berechnung und Bemessung

Für die Berechnung sind die entsprechenden Werte der Windbelastung den sia-Normen zu entnehmen. In einfachen Fällen kann auch zur Vordimensionierung die nachfolgende Tabelle benutzt werden.

Wanddicke d [mm]	Zulässige Höhe H [m] ab OK Terrain/Mauersockel
120	0.80*
145	1.10*
180	1.40
250	1.90

* mit K VER sind höhere Werte möglich

◀ Freistehende Wände



Oberflächen- beschichtungen

Kalksandsteine haben eine ebene, saubere Oberfläche und sind von der mineralogischen Basis her als Baustoff ein idealer Untergrund für jegliche Art von Beschichtungen.

Gegenüber der Anwendung im Freien sind im Innenbereich die Anforderungen, welche an das Beschichtungsmaterial und die Applikation gestellt werden, einfacher und problemloser.

Beschichtungen auf den planebenen Kalksandstein-Wandflächen sind wirtschaftlich und überaus kostengünstig. Empfehlenswert ist das Anbringen eines Musters.

Innenraumgestaltung

Beschichtungsstoffe im Innenbereich erfüllen primär ästhetische Funktionen und geben dem Architekten einen grossen Freiraum in der Gestaltung der Innenräume. Das Zusammenspiel von Licht, Farbe und Oberflächentextur im Bereich der Farbphysiologie und -psychologie muss ebenso berücksichtigt werden wie die Erfordernisse des Menschen allgemein.

Die positiven Eigenschaften einer Wand aus Kalksandstein bieten Lösungsmöglichkeiten für die verschiedenartigsten Nutzungs- und Gestaltungsbedürfnisse.

Grundsätzlich bieten sich bei Kalksandstein-Innenwänden, ausser dem Belassen des natürlichen Sichtmauerwerkes, drei attraktive Möglichkeiten für die Beschichtung an:



Farbanstrich

Anstrichstoffe (z. B. Dispersions- oder Mineralfarben) mit Farbton weiss, abgetönt oder bunt sollen wischbeständig und gut deckend, aber doch atmungsfähig sein.

Wandfarben können gestrichen, gerollt oder gespritzt werden. Der Untergrund muss sauber und trocken sein. Ausserdem soll das Mauerwerk mit unbeschädigten Steinen, ohne Mörtelwülste, vollfugig gemauert werden. Die Fugen können bei Innenwänden bündig abgezogen werden.

Geschlämmtes Mauerwerk

Die vollfugig gemauerten Wände werden mit Feinmörtel dünn abgeschlämmt. Die Struktur der Steine und Fugen muss sichtbar bleiben. Der Feinmörtel für die Schlämme kann auf der Baustelle aus Kalk und Sand gemischt werden. Gebräuchlicher sind heute vorwiegend fertig gemischte Produkte, welche sich sehr einfach verarbeiten lassen.

Eine geschlammte Wandoberfläche wirkt äusserst dekorativ und erzeugt bei Innenräumen wohnliche Effekte, welche man heute besonders zu schätzen weiss.

Verputzte Kalksandstein-Innenwände

Kalksandstein ist auch ein idealer Untergrund für Verputz. Bei Innenwänden müssen grundsätzlich keine Haftbrücken appliziert werden. Auch kostengünstige Einschichtputze haften problemlos. Die wichtigsten Funktionen des Innenwandputzes sind die Herstellung ebener und fluchtgerechter Flächen sowie die Bildung eines Speichers zur vorübergehenden Aufnahme von überhöhter Raumfeuchte. Darüber hinaus verbessert der Putz den Schall- und Brandschutz.

Leitungsführungen

Leitungskanäle werden vorteilhaft mit den von den Kalksandstein-Werken angebotenen Elektro- und Installationssteinen ausgeführt. Für Schalter und Steckdosen sind Spezialsteine erhältlich. Die Leitungsführung ist, wenn immer möglich, im Detail in die Planung einzubeziehen.

So können zum Beispiel Elektroleitungen zwischen zweischalige Wände, unter Wandisolationen, hinter Wandschränke und Vormauerungen sowie in Unterlagsböden und Betondecken verlegt werden. Die Verwendung von Zargentüren vereinfacht das Problem der Leitungsführung zu den Lichtschaltern.



Farbanstrich



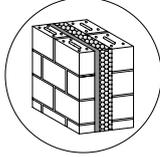
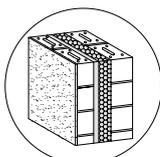
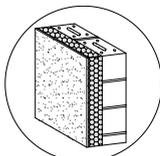
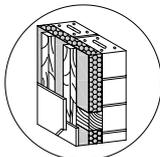
Geschlämmtes Mauerwerk



Verputztes Mauerwerk

AUSSENWANDSYSTEME

Kalksandstein-Aussenwandsysteme im Überblick

Konstruktion	Wandaufbau	Wärmedämmung		Schalldämmung		
System	von aussen nach innen	Dämmstärke	U-Wert ¹⁾ (Wärmedurchgang)	Flächenmasse (inkl. Verputz)	Schalldämmwert R' _w	Seite
		mm	W/m ² K	kg/m ²	dB	
1 Zweischalen-Sichtmauerwerk 	KS-Sichtmauerwerk 120 mm, Luftschicht 30 mm, Wärmedämmung variabel, KS-Mauerwerk 120 mm	80	0.35	420	≥ 65	31ff
		100	0.29			
		120	0.25			
		140	0.22			
2 Zweischalenmauerwerk verputzt 	Aussenputz, KS-Mauerwerk 120 mm, Toleranzraum 10 mm, Wärmedämmung variabel, KS-Mauerwerk 145 mm	80	0.35	500	≥ 66	44
		100	0.29			
		120	0.25			
		140	0.22			
3 Mauerwerk mit Aussenisolation 	Aussenputz, Wärmedämmung variabel, KS-Mauerwerk 180 mm, Innenputz 10 mm	80	0.36	360	≥ 53 ²⁾	45
		100	0.30			
		120	0.26			
		140	0.23			
4 Hinterlüftete Vorhangfassade 	Fassadenverkleidung, Luftschicht ≥ 40 mm, Wärmedämmung variabel, KS-Mauerwerk 150 mm, Innenputz 10 mm	80	0.36	290	≥ 50 ²⁾	46
		100	0.30			
		120	0.26			
		140	0.23			

Wärmeleitfähigkeit λ_R:

- Wärmedämmung λ_R = 0.035 W/m K
- Luftschicht (Wandkonstruktion **1**) λ_R = 0.176 W/m K
- Luftschicht (Wandkonstruktion **4**) λ_R = 0.50 W/m K
- Innenputz 10 mm λ_R = 0.70 W/m K

¹⁾ Bisher k-Wert

²⁾ Bei Verwendung von speziellen Dämmplatten können diese Werte bis zu 8 dB verbessert werden.

1. Zweischalen-Sichtmauerwerk

Beim Fassadenbau mit Kalksandsteinen kommen die wirtschaftlichen und ästhetischen Vorteile von Sichtmauerwerk sowohl im Wohnungsbau als auch im öffentlichen und gewerblich-industriellen Bau ideal zum Tragen.

Kalksandstein-Sichtmauerwerk

- Sichtmauerwerk aus Kalksandstein kann effizient und preisgünstig erstellt werden.
- Der Kalksandstein ermöglicht die Gestaltung von Bauten in jeder Umgebung.
- Der Kalksandstein ermöglicht unterhaltsarme Fassaden mit höchster Alterungsbeständigkeit.
- Der Kalksandstein gewährleistet frostbeständiges Mauerwerk.

Sichtflächen sind im wahrsten Sinne des Wortes **Ansichtssache**. Deshalb sind die Anforderungen an das Erscheinungsbild vom Planer eindeutig zu definieren.

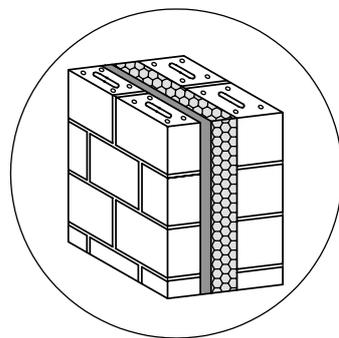
Gemäss Anforderungen ist Sichtmauerwerk, sofern ein regelmässiges Bild erzielt werden soll, mit massgenauen, unbeschädigten und sauberen Steinen zu erstellen. Die Dicke der Lagerfugen und die der Stossfugen haben etwa 10 mm zu betragen. Teilsteine sind zu fräsen. Die Art der Fugenausbildung richtet sich nach dem gewünschten Bild des Sichtmauerwerks, respektive nach seiner Wetterexponiertheit.

Schwieriger zu definieren ist hingegen der Begriff «unbeschädigte Steine». Die Norm setzt nicht voraus, dass jeder Stein im Sichtmauerwerk makellos, d. h. ohne jede geringste Beschädigung an Kanten und Ecken zu sein braucht. Aufgrund der heutigen fabrikationstechnischen Möglichkeiten kann man Kalksandsteine als unbeschädigt bezeichnen, wenn sie keine grösseren Kanten- und/oder Eckschäden, keine gut sichtbaren Risse und keine grobporösen Stellen auf der Sichtfläche aufweisen.

Konstruktion

Aussenschale

- Wetterschutz
- Gestaltungselement
- Sommerlicher Wärmeschutz



Innenschale

- Wärmespeicher
- Schallschutz
- Tragfunktion

Luftschall: $R'w \geq 65$ dB

Zwischenschicht

Wärmedämmung 80–140 mm

- Mineralfaserplatten
- Hartschaumplatten

U-Wert: 0.35–0.22 W/m² K

Luftschicht: 20–50 mm

Innenraumgestaltung:

- Sichtmauerwerk
- verputzt
- geschlämmt
- gestrichen



► Betrachtungsabstand 1 m



► Betrachtungsabstand 5 m



► Betrachtungsabstand 10 m



Handwerkgerichtetes Sichtmauerwerk kann nicht exakt wie ein Präzisionselement ausgeführt werden.

Es ist deshalb unerlässlich, die an das Sichtmauerwerk gestellten Anforderungen genauer zu definieren:

- Durch einen umfassenden Ausschreibungstext
- Durch das Erstellen einer Musterwand vor Baubeginn, um den Ausführungsstandard (Fugenbild, Fugenart, Kalksandsteinqualität usw.) genau festzulegen.

Besondere Leistungen, wie z. B. das Aussortieren von Steinen, das Schützen von Sichtflächen usw., sind in der Ausschreibung speziell zu erwähnen und dem Unternehmer zu vergüten.

Allerdings wäre es unangebracht, einen unverhältnismässigen Perfektionismus zu fördern, wird doch das Gesicht eines Baues durch das ganze handwerkliche Gefüge eines Mauerwerks geprägt und nicht durch die Beschaffenheit der einzelnen Steine. Ausserdem haben Unregelmässigkeiten an Kanten und Sichtflächen der Steine keinen Einfluss auf die Qualität und Beständigkeit eines Sichtmauerwerks.

Sichtmauerwerk ist kein maschinell hergestelltes Produkt. Sein Reiz liegt gerade in der handwerkgerechten Verarbeitung. Nicht der einzelne Stein entscheidet, sondern die ästhetische Gesamtwirkung der Fläche.

Wichtig für die Beurteilung eines Sichtmauerwerks ist daher die Betrachtungsdistanz. Währenddem das Sichtmauerwerk aus einer Distanz von ca. 10 m hohen optischen Qualitätsansprüchen gerecht wird, können bei der Betrachtungsdistanz von ca. 1 m an einzelnen Stellen Kanten- und Eckbeschädigungen festgestellt werden. Für ein hochwertiges Sichtmauerwerk ist jedoch nebst der Verwendung von sauberen Steinen, die Sorgfalt auf der Baustelle von entscheidender Bedeutung.

Luftschicht

Beim zweischaligen Kalksandsteinmauerwerk hat die Luftschicht folgende Funktion: Sie ist vor allem eine Sicherung gegen allfällig eingedrungenes Schlagregenwasser. Sie soll ihm ohne Betetzen der Isolation sicheren Abfluss gewähren.



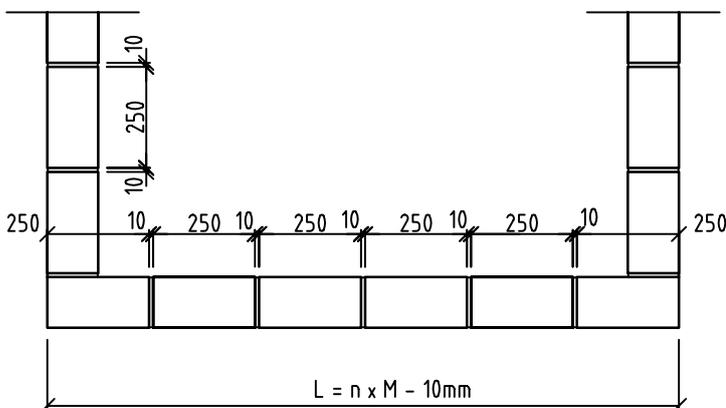
Um ein Sichtmauerwerk (innen+aussen) zu erstellen, ist der konstruktiven Ausbildung des Gebäudes vom Keller bis zum Dach grosse Sorgfalt zu widmen.

Folgende Details sind zu beachten:

- Raster (Schichten- und Ankerplan)
- Gebäudetrennung
- Dehnungsfugen
- Mauerfuss
- Luftschicht
- Dachanschlüsse
- Leibungen

Mauerwerk-Qualität (Bezeichnung)	Steinqualität	Anspruch an Finish
Sichtmauerwerk	Steine aus Normalproduktion	Regelmässiges Fugenbild, Stoss- und Lagerfugen ca. 10 mm, Sichtmauerwerk-Planung. Steine: Vereinzelt Eck- und Kantenbeschädigungen möglich. Halbsteine. Teilsteine gefräst. Fugen müssen bei bewittertem Mauerwerk verdichtet werden.

Raster bei Sichtmauerwerk (mm)



◀
 n = Anzahl Steine
 M = Steinlänge 250 mm

Dehnungsfugen

Damit in den Bauteilen keine unzulässigen Spannungen auftreten, sind Dehnungsfugen vielfach unerlässlich.

Grundprinzip: Bewegungsfugen sind dort anzuordnen, wo das Mauerwerk reissen würde, wenn keine Fugen vorhanden wären.

Zu beachten sind:

- Wärmedehnung infolge Temperaturdifferenzen
- Mauerwerköffnungen
- Rück- und vorspringende Bauteile (z. B. Balkone, Sparren, Pfetten)
- dünnwandige, unterschiedlich besonnte Mauerteile
- unterschiedliche Materialien und Konstruktionen. Skelettbau: Beton-Kalksandstein, Stahl-Kalksandstein
- Decken und Flachdächer

Formänderungen an Mauerwerken treten auf infolge:

- Temperaturänderungen
Wärmedehnung von Kalksandstein-Mauerwerk
 $\Delta t = 0.008 \text{ mm/mK}$ (man kann auch den Mittelwert nach Norm sia 266, Art. 3.1.4.2, Tabelle 3 verwenden)

Beispiel:

Temperaturdifferenz $\Delta t = \pm 30^\circ\text{K}$
 Wandlänge 10 m'
 Längenänderung $\Delta l = 0.008 \times 30 \times 10$
 $= \pm 2.4 \text{ mm}$

- Kriechen unter Dauerlast (siehe Norm sia 266, Art. 3.1.4.2, Tabelle 3)
- Schwinden (siehe Norm sia 266, Art. 3.1.4.2, Tabelle 3)

Vertikale Bewegungsfugen in der Aussenschale sind vor allem an den Gebäudeecken wichtig. Durch unterschiedlich besonnte Fassaden und Fassadenteile entstehen verschieden grosse Temperaturdeformationen. Dies erfordert die Ausbildung einer durchgehenden vertikalen Dehnungsfuge in der Aussenschale.

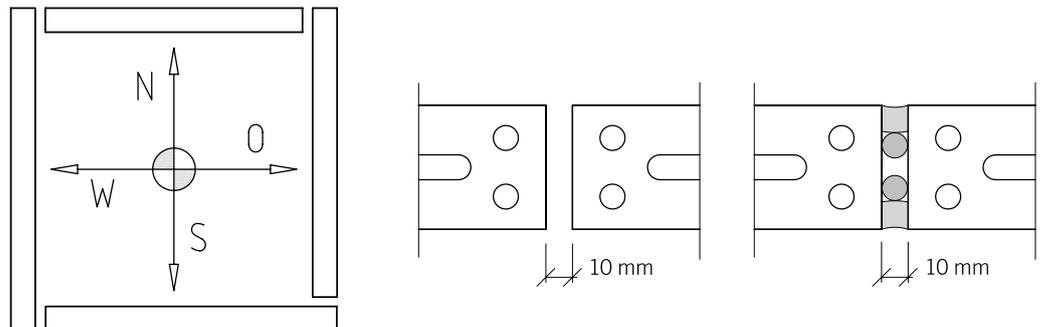
Die einzelnen Gebäudeteile sollen folgendermassen arbeiten können:

- Ostwand vor Nordwand
- Südwand vor Ostwand
- Westwand vor Süd- und Nordwand
- Fugen an allen Gebäudeecken
- Belastete Wandpartien sind durch Fugen von unbelasteten Partien zu trennen.
- Fugen bei Wandabschnitten von mehr als 10–12 m

► Anordnung von Dehnungsfugen an Gebäudeecken

►► Offene Dehnfuge

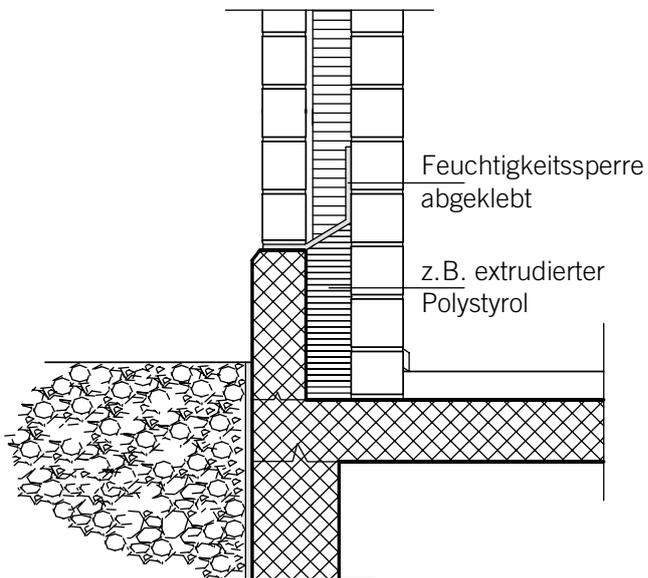
►►► Geschlossene Dehnfuge



Mauerfuss

Die Übergangszone zwischen Kellerdecke/Kellerwand und dem aufgehenden Mauerwerk über Terrain stellt eine besondere Herausforderung dar. Bei der konstruktiven Gestaltung des Mauerwerkfusses sind sowohl statischen als auch wärme- und feuchtetechnischen Anforderungen Rechnung zu tragen. Für die Ausbildung dieser

Bauteilknotenpunkte sind für die verschiedenen Aussenwandsysteme aus Kalksandstein-Mauerwerk eine Vielzahl von Ausführungsmöglichkeiten bekannt. Diese müssen aber nicht nur die technischen und bauphysikalischen Anforderungen erfüllen, sondern sollten nach Möglichkeit auch wirtschaftlich erstellt werden können.



◀ Detail Mauerfuss





Luftschicht

Beim zweischaligen Kalksandstein-Sichtmauerwerk hat die **Luftschicht** folgende Funktion: Sie bedeutet primär eine Sicherung gegen allfällig eindringendes **Schlagregenwasser**. Damit wird ein Benetzen der Wärmedämmung verhindert und ein sicheres Abfließen der Feuchtigkeit gewährleistet.

Durch die **Entwässerungsöffnungen** am Wandfuss und den luftundichten An- und Abschlüssen der Schale im Kronenbereich, bei Fenstern usw., ergibt sich ausserdem eine Kommunikation zwischen Aussenluft und Luftschicht. Von innen herkommende Feuchtigkeit kann in den Luftraum verdunsten.

Bei verputzter Aussenschale wird auf diese Luftschicht verzichtet, weil ein guter Verputz die Schlagregendichtigkeit gewährleisten kann. Es muss hier lediglich ein Toleranzraum eingeplant werden.

Üblich ausgeführtes Zweischalenmauerwerk mit den in der Tabelle aufgeführten Luftschichten kann **nicht als hinterlüftetes Fassadensystem** bezeichnet werden, da im Hohlraum keine eigentliche Luftzirkulation stattfindet.

Die Luftschicht kann bei der wärmetechnischen Bemessung nach sia-Norm (Wärmeschutz im Hochbau) mitgerechnet werden.

Dicke der Luftschicht	Wärmedurchlasswiderstand I/A (R _L)
1–2 cm	0.14 m ² K/W
über 2 cm	0.17 m ² K/W

Schlagregenbeanspruchung	Abmessung Luftschicht	
	Verputztes Mauerwerk (Toleranzraum) in cm	Sicht-Mauerwerk (Sicherheitsraum) in cm
gering	1	2–3
mittel	1–2	3
hoch	2	4

Leibungen

Leibungen sind je nach Ausrichtung stark schlagregenbeansprucht. Beim Sichtmauerwerk ist zu beachten, dass keine Feuchtigkeit in die Leibungsisolation eindringen kann (fehlende Luftschicht).

Imprägnierungen

Grundsätzlich ist vom Imprägnieren von Kalksandstein-Sichtmauerwerk abzuraten. Eine mangelhafte Fugenausbildung kann damit nicht verbessert werden.

Mauerwerk-Bewehrung

Verankerungen

Die äussere Schale muss zur Gewährleistung der Standsicherheit mit der Tragkonstruktion des Gebäudes – zum Beispiel der Innenschale – verbunden werden, denn sie unterliegt oft recht grossen Beanspruchungen. Die Verankerung muss so erfolgen, dass die Wandscheibe sich frei bewegen kann, um das Entstehen von Zwängsspannungen infolge Längenänderungen aus Temperaturschwankungen zu verhindern. In der Regel werden die Anker in horizontalen Reihen in der ersten und zweiten Lagerfuge unterhalb der Decke

oder in der Deckenstirn angeordnet. Entsprechend der Belastbarkeit des gewählten Ankertyps ist ein Ankerabstand von ca. 50 bis 75 cm erforderlich.

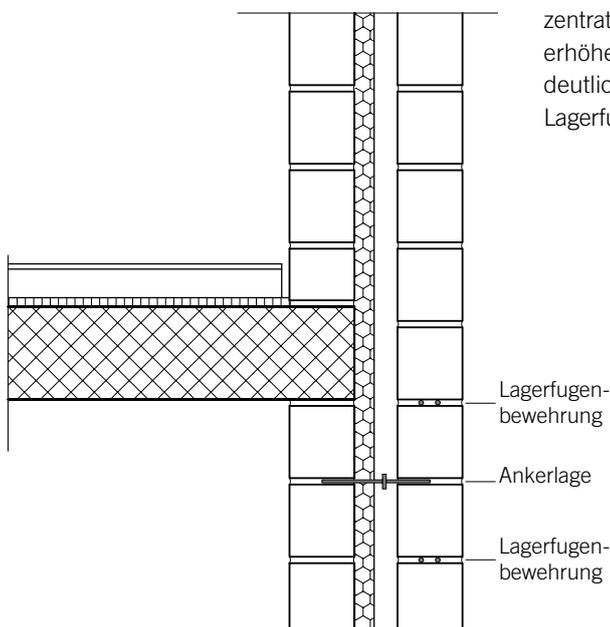
Ankertypen

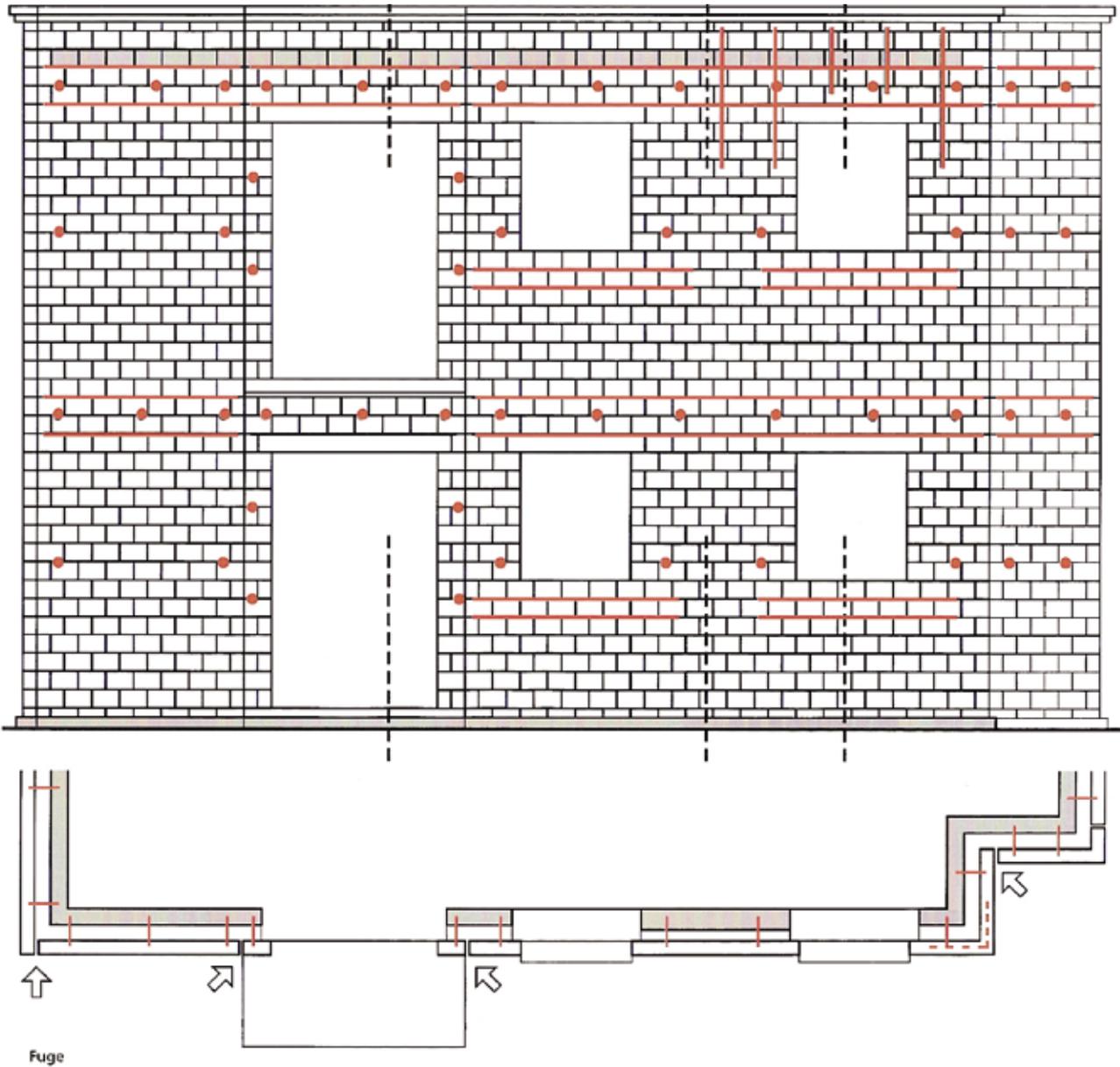
Es sind verschiedene in der Praxis bewährte Anker gebräuchlich. Bei der Anwendung sind die einschlägigen Empfehlungen der verschiedenen Fabrikate sowie die Norm sia 266 zu beachten. Grundsätzlich gilt, dass auch die Verankerung der äusseren Schale durch den zuständigen Ingenieur festzulegen und im Fassadenplan anzugeben ist. Die Dimensionierung der Ankerabstände wird durch die Beanspruchung und die Tragfähigkeit des gewählten Ankertyps bestimmt.

Lagerfugenbewehrung

Bewehrungseinlagen zur Vergrösserung der Tragfähigkeit und/oder zur Aufnahme von Zwängspannungen können sowohl für die Innenschale als Teil der Tragkonstruktion wie auch für die Aussenschale zweckmässig sein. Insbesondere bei den Aussenschalen, welche durch Temperatur und andere Beanspruchungen belastet sind, kann die Rissesicherheit in vielen Fällen durch die zweckmässige Einlage einer Lagerfugenbewehrung sichergestellt werden.

Im Bereich der Fensterbrüstungen treten infolge der Querschnittverminderung Spannungskonzentrationen auf, die das Rissrisiko entsprechend erhöhen. Fensterbrüstungen sind deshalb bei deutlicher Querschnittsverminderung mit einer Lagerfugenbewehrung konstruktiv zu verstärken.



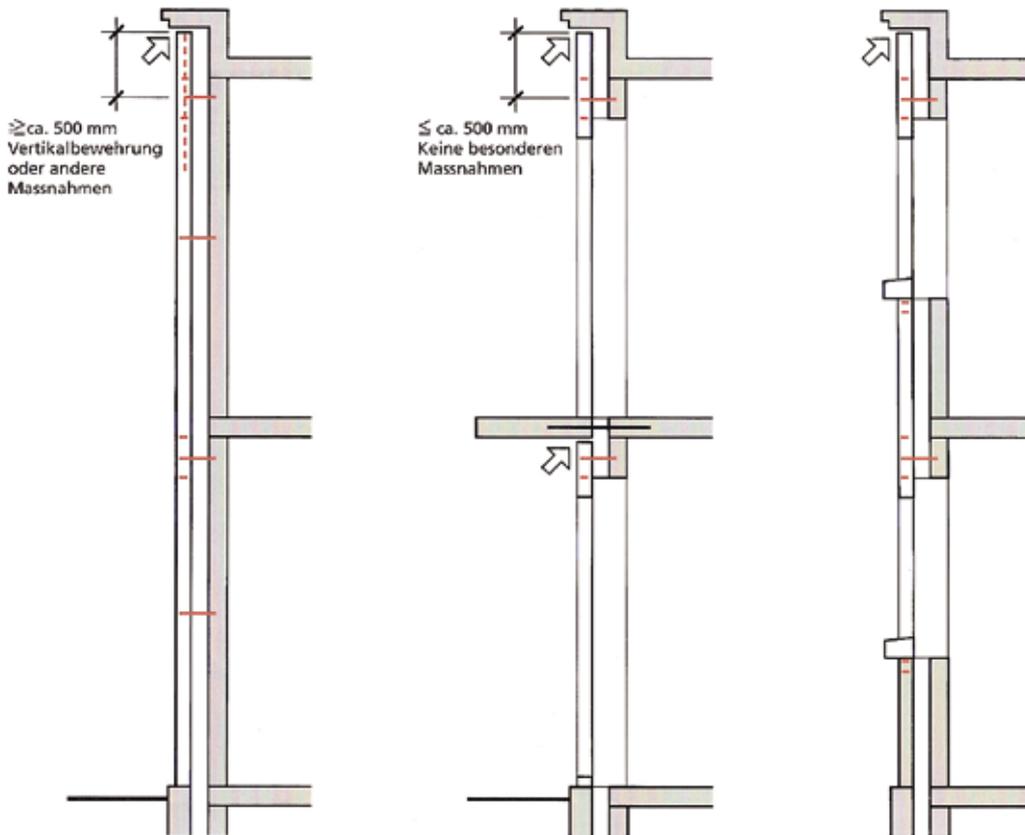


Die technischen Werte über die Produkte für Verankerung, Bewehrung und Fugen sind den Unterlagen der Herstellerfirmen zu entnehmen. Die Bemessungen und die Anordnungen der Anker haben ausschliesslich durch den Ingenieur zu erfolgen.



Vertikale Bewehrungseinlagen:

Nach oben auskragende Mauerteile können nur auf eine beschränkte Höhe ohne Bewehrung ausgeführt werden. Die Grenze liegt etwa bei einer Auskragung von ca. 50 cm. Höher auskragende Mauern müssen mit vertikalen Bewehrungseinlagen nach Angaben des Ingenieurs versehen werden.

**Schematisches Beispiel:**

Verankerung

Bewehrung

Dehnungs- und Bewegungsfugen

● **Verankerung:**

- zwei Ankerreihen pro Geschoss
- Anker seitlich oder über Fensterstürzen
- Anker bei schlanken Pfeilern

— **Bewehrung:**

- Lagerfugen:
- Gurtstreifen bei Ankerreihe
- Brüstung
- Ecken (Eckbügel)
- Vertikalbewehrung:
- Dachrand

Bewegungsfugen:

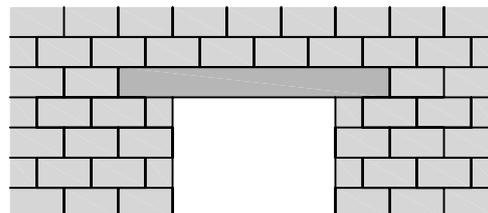
- alle 10–12 m
- Gebäude-Ecken
- Balkonplatte, auskragend

Stürze

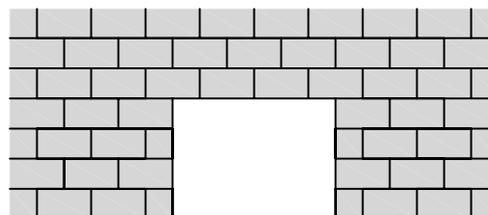
Stürze sind aus bewehrtem Beton und Kalksandsteinen als Verblendung hergestellt. Sie tragen die Lasten selber ab.

Die Stürze werden in verschiedenen Abmessungen und Querschnitten nach Angaben des Bestellers fabriziert. Läufer- und Rollschichtstürze sind auch dreiseitig verblendbar.

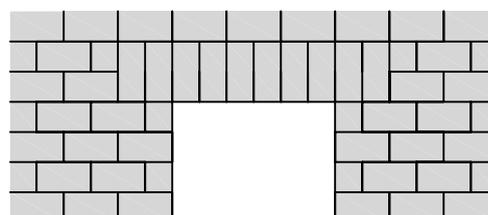
Das Ausfugen erfolgt bauseits mit dem entsprechenden Sichtmauerwerk-Mörtel.



◀ Sturz in Sichtbeton



◀ Läuferschichtsturz



◀ Rollschichtsturz

Fensterbank

Fensterbänke sind in verschiedenen Materialien (Beton, Naturstein, Kunststein, Metall usw.) im Handel erhältlich.

- Wassernase und seitliche Auffalzung sind wichtig, damit Schmutzwasser nicht die Fassade streifenartig verunziert.

Das seitliche Einbinden der Fensterbänke in das Mauerwerk erfordert keine Kittfugen. Der Leibrungsstein ist in verschiedenen Ausführungen nach Angaben des Planers mit der Fensterbank verklebt.



Erstellen von Sichtmauerwerk

Kalksandstein-Bestellung

Für Sichtmauerwerke werden Kalksandsteine aus der Normalproduktion verwendet. Für geschlossene Wandpartien sind Steine aus dem gleichen Produktionsort zu verwenden. Übliche Farbdifferenzen, Verfärbungen oder Ausblühungen – wie sie bei jedem bindemittelgebundenen Produkt vorkommen können – bilden keinen Grund für Beanstandungen. Durch Schlagregen beanspruchtes Sichtmauerwerk muss vollfugig vermauert werden.

Bei der Festlegung der Bestellmenge ist ein Bruchanteil zu berücksichtigen (ca. 5 % bei einseitigem, ca. 10 % bei doppelseitigem Sichtmauerwerk).

Der Stein- und Mörtelbedarf ist in den Preis- und Sortimentslisten der Verkaufsorganisationen aufgeführt.

Kalksandstein-Lagerung auf der Baustelle

Die Kalksandsteine werden auf Paletten geliefert. Es ist auf guten Schutz vor Regen, Schnee und Schmutz zu achten. Als Schutzhüllen haben sich Abdeckplanen bewährt, die zweckmässig zu beschweren sind.

Durchnässte Steine dürfen nicht vermauert werden!

Mörtel

Für Sichtmauerwerkmörtel soll ein Sand mit einer maximalen Rundkorngrosse von 3 mm verwendet werden, ein grösserer maximaler Korndurchmesser erschwert das saubere Glattstreichen der Fugen.

Das Aufmauern eines Sichtmauerwerkes mit schlagregendichten Fugen in einem Arbeitsgang stellt besondere Ansprüche an den Fugenmörtel. Plastizität und Wasserrückhaltevermögen des Mörtels sind für den vollfugigen, kraftschlüssigen Verbund wichtig. Ferner erlaubt die länger anhaltende Plastizität während des Aufmauerns ein sattes Ausbügeln der Fugen. Damit wird das Eindringen von Wasser auch zwischen Stein und Mörtel verhindert.

Zudem ist die Biegezugfestigkeit einzuhalten, um eine Rissbildung zwischen Mörtel und Steinen und somit ein Wassereindringen zu verhindern.



Der Rundkornanteil (0–3 mm) im Mörtel bewirkt:

- gute Plastizität
- gute Dichtigkeit (glatte, dichte Fugen)
- Wasserrückhaltevermögen
- gute Verarbeitbarkeit

Für tragende Mauerwerkkörper muss eine Mörtelqualität entsprechend den auftretenden Belastungen nach Angabe des Ingenieurs gewählt werden.

- Die Mörtelhersteller bieten handelsübliche Sichtmauerwerk-Mörtel für Kalksandstein an.
- Bei bewittertem Sichtmauerwerk ist die Verwendung von Mehrtagesmörtel mit dem Mörtel-Lieferwerk und mit dem Steinproduzenten zu besprechen.
- Bei Verwendung von chemischen Zusatzmitteln zum Mörtel ist besonders Vorsicht geboten.
- Frostschutzmittel dürfen dem Mauerwerk nicht zugesetzt werden.

Vermauern des Kalksandsteins

Es hat sich bewährt, vor Beginn des Vermauerns die Steine der ersten und zweiten Schicht trocken auszulegen, um eine genaue Einteilung zu erzielen.

Dieses Vorgehen ermöglicht einen Ausgleich allfälliger Massabweichungen der Kalksandsteine und die Festlegung der Stossfugenstärke.

Für die Vertikalteilung soll eine Höhenlatte verwendet werden.



Abheben und Neusetzen der Steine ohne frischen Mörtelauftrag ist unbedingt **zu unterlassen**.

Fugenverdichtung

Nachdem der ausgepresste Mörtel entlang der Fugen mit der Kelle sauber abgezogen worden ist, sind die Fugen an bewitterten Fassadenteilen sofort mit dem Fugeneisen zu bügeln, so dass die Fugenoberfläche verdichtet und ein steinbündiger Anschluss des Mörtels gewährleistet ist. Es sind **zuerst die Lagerfugen, dann die Stossfugen** auszubügeln. Auch längere Zeit einwirkender Schlagregen darf nur in nicht schädigenden Mengen in das Mauerwerk eindringen. Die Vermörtelung der Stossfugen und die Einhaltung der Biegezugfestigkeit ist für die Dichtigkeit des Mauerwerks sehr wichtig.

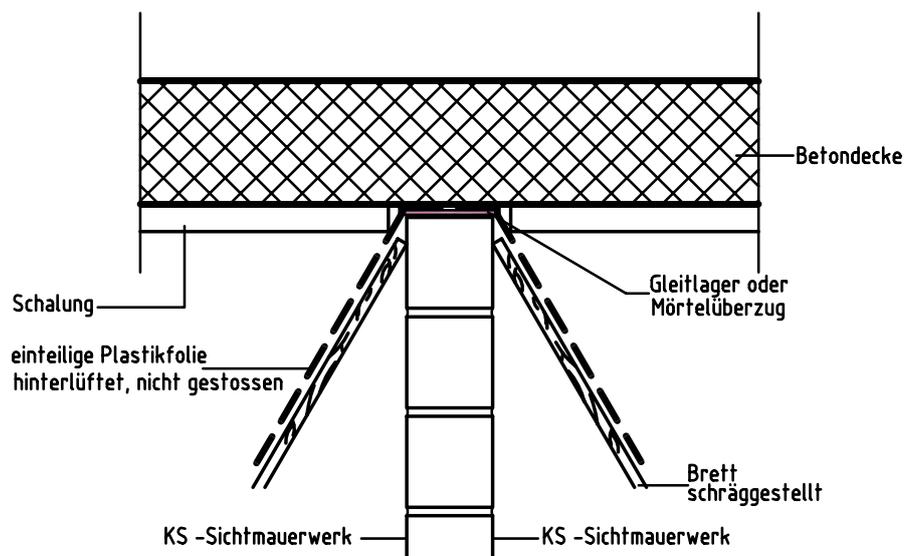
Klimatische Einflüsse

Bei hohen Aussentemperaturen und austrocknenden Winden ist darauf zu achten, dass der Fugenmörtel nicht zu viel Wasser verliert. Frisches Mauerwerk soll vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden.

- Das Erstellen von Sichtmauerwerk bei Temperaturen **unter + 5 °C** ist zu unterlassen.
- Beim Auslegen soll der Mörtel eine Temperatur von mindestens + 10 °C haben.
- Die Steine müssen trocken sein.
- Die Mauern sollen sofort und beidseitig auf die ganze Höhe des frischgemauerten Teils abgedeckt werden.

Schutz vor Nässe und Schmutz

- Während dem Bau
Das Sichtmauerwerk muss während der Verarbeitung vor Durchnässung und Verschmutzung geschützt werden. Vor jedem Arbeitsunterbruch sind die Mauern mit Plastikfolien zweckmässig abzudecken. Vor dem Betonieren von Stürzen und Decken soll das Mauerwerk mit Plastikfolien abgeschirmt werden, um Zementmilchverschmutzungen zu verhindern. Das innere Gerüstbrett ist zur Verhinderung von Spritzverschmutzungen gegen das äussere umzulegen. Die Gerüstbretter sind laufend zu reinigen.



Zwischenwände sollen vor dem Betonieren der Decke mit Plastikfolien gut abgedeckt werden. Ein direkter Kontakt von Betonwasser und Mauerwerk ist zu vermeiden.

Nach Fertigstellung des Sichtmauerwerkes

Leider wird immer wieder beobachtet, dass ein einwandfrei ausgeführtes Sichtmauerwerk durch nachfolgende Bauarbeiten verunreinigt wird. Mit Plastikfolien ist es möglich, einen einwandfreien Schutz zu erzielen. Der Hohlraum zwischen Mauerwerk und Folie bleibt belüftet, damit auftretendes Kondenswasser verdunsten kann. Provisorische Wasserspeier sollen so angebracht werden, dass die Fassaden nicht durchnässt werden können. Vor Entfernen des Gerüstes ist das Mauerwerk auf Klüfte und Vermauerungsfehler genau zu prüfen.

Reinigen und Reparieren von Kalksandstein-Sichtmauerwerk

- Leichte Verunreinigung (Mörtelspritzer) mit Spachtel abstossen und trocken entfernen mit Reisigbürste, feinem Sandpapier oder Kalksandstein.
- Bei älteren Flecken: Reinigung mit klarem Wasser und Reisigbürste oder Schwamm. Keine Stahlbürste verwenden wegen rostenden Rückständen! Kalksandstein-Mauerwerk nicht mit unverdünnten Säuren reinigen. Die Verwendung chemischer Steinreiniger (z. B. bei Teerverschmutzungen) soll mit Firmen entsprechender Erfahrung abgeklärt werden. Vorversuche sind ratsam.
- Bei starken Ausblühungen ist Dampfreinigung am geeignetsten. Unbedingt zuerst Versuche ausführen!
- **Das Reparieren von kleinen Schäden an Kalksandsteinen** ist möglich. Reparatursets können bei unseren Vertriebspartnern bezogen werden.

Wichtig

Feuchte Mauerwerke blühen aus! Stark oder dauernd durchnässte und demzufolge verfärbte Mauerwerke können meistens nicht mehr befriedigend gereinigt werden.

Imprägnierungen

Das Imprägnieren von Kalksandstein-Sichtmauerwerk ist nicht zu empfehlen. Eine mangelhafte Fugenausbildung kann damit nicht verbessert werden.

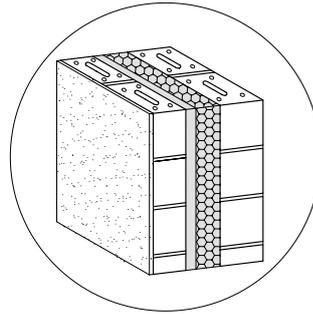


2. Zweischalenmauerwerk verputzt

Konstruktion

Aussenschale

- Wetterschutz
- Gestaltungselement
- Sommerlicher Wärmeschutz



Innenschale

- Wärmespeicher
- Schallschutz
- Tragfunktion

Luftschall: $R'_{w} \geq 66$ dB

Zwischenschicht

Wärmedämmung 80–140 mm

- Mineralfaserplatten
- Hartschaumplatten

U-Wert: 0.35–0.22 W/m² K

Innenraumgestaltung:

- Sichtmauerwerk
- verputzt
- geschlämmt
- gestrichen

Toleranzraum 10 mm

Aufbau

Innenschale

Die innere Schale übernimmt in erster Linie die Tragfunktion. In der Regel genügt ein Einsteinsmauerwerk von 120 mm. Um günstige Werte bezüglich Wärmeträgheit und **Schallisolation** zu erhalten, empfiehlt es sich jedoch eine Dicke von 150 mm zu wählen.

Wärmedämmschicht

Diese Zwischenschicht, welche primär die Wärmedämmung zu übernehmen hat, sollte reichlich dimensioniert werden. Die Mehrkosten von dickeren Platten sind im Vergleich zu besseren Wärmeisolationen gering und werden durch die Heizkosteneinsparungen in kurzer Zeit wieder amortisiert. Entsprechend den gestiegenen Anforderungen an die Wärmedämmung wählt man heute üblicherweise Isolationsstärken von 80 bis 140 mm. Damit erreicht man äusserst wirtschaftliche Konstruktionen. Um die erwünschte Schutzwirkung auch effektiv und auf die Dauer zu gewährleisten, muss das Dämm-Material einer ganzen Reihe von Anforderungen genügen. Es soll wärmedämmend, nicht brennbar und alterungsbeständig sein. Beim Kalksandstein-Zweischalenmauerwerk kann im Normalfall auf eine Dampfbremse (warmseitig) verzichtet werden.



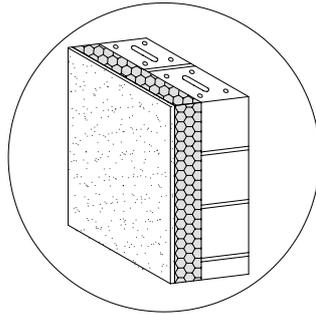
3. Mauerwerk mit Aussenisolation

Konstruktion

Verputz

- mit Bewehrungsgittergewebe
- Wetterschutz
- Gestaltung und Farbgebung helle Farbtöne

Dampfdurchlässiger
Putzaufbau



Kalksandstein-Mauerwerk

- Tragfunktion
- Schallschutz
- Wärmespeicher

Luftschall: $R'w \geq 53$ dB

Wärmedämmung 80–140 mm

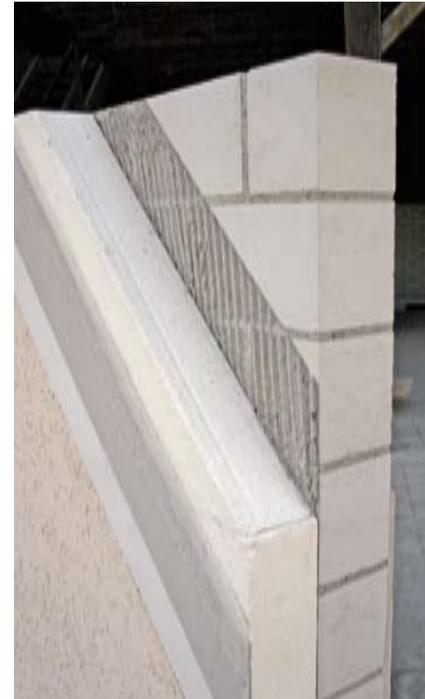
Hartschaum- oder Mineralfaser-Platten

U-Wert: 0.36–0.23 W/m² K

Vorteilhafter, ebener
Untergrund: KS-Mauerwerk

Innenraumgestaltung:

- Sichtmauerwerk
- verputzt
- geschlämmt
- gestrichen



Aufbau

Kalksandstein-Wand

Die Mauerkonstruktion als Träger der verputzten Aussenwärmedämmung übernimmt die Tragfunktion.

Dampfdiffusion

Das Kalksandstein-Mauerwerk weist keine Einschränkungen in der Systemwahl von Aussenisolationen auf. Die Schicht soll dampfbremmend, aber nicht dampfsperrend sein.

Wärmespeicherung

Die Wärmespeicherung muss bei mehrschichtigen Wandkonstruktionen von der Schicht auf der warmen Seite erbracht werden. Sie gleicht kurzzeitige Heizungsunterbrechungen im Winter und Sonneneinstrahlung im Sommer aus. Daher hat sich für dauerbeheizte Gebäude die hohe Speichermasse des Kalksandstein-Mauerwerks besonders bewährt.

Die Massgenauigkeit des Kalksandstein-Mauerwerks schafft einen ebenen Untergrund für die Wärme-Dämmplatten. Diese werden entweder geklebt oder mechanisch befestigt. In beiden

Fällen wird durch den planebenen Untergrund die Montage wesentlich vereinfacht.

Schalldämmung

Die Schalldämmung erfolgt vorwiegend durch Masse. Das Kalksandstein-Mauerwerk gewährleistet eine sehr gute Schalldämmung.



4. Hinterlüftete Vorhangfassade

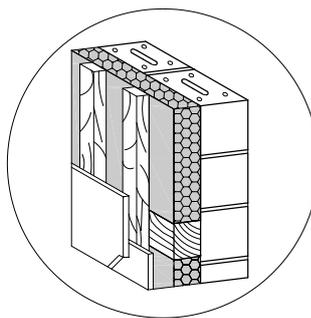
Konstruktion

Fassadenverkleidung

- Wetterschutz
- Gestaltungselement

Unterkonstruktion

- Holz
- Metall



Kalksandstein-Mauerwerk

- Wärmespeicher
- Schallschutz
- Tragfunktion

Luftschall: $R'w \geq 50$ dB

Wärmedämmung 80–140 mm

- Mineralfaser- oder Hartschaumplatten

U-Wert: 0.36–0.23 W/m² K

Hinterlüftung ≥ 40 mm

Genügende Zu- und Abluftöffnungen

Innenraumgestaltung:

- Sichtmauerwerk
- verputzt
- geschlämmt
- gestrichen



Aufbau

Auch bei der hinterlüfteten Fassade erweist sich der Kalksandstein in mehr als einer Hinsicht als idealer Hintergrund.

Kalksandstein-Wand

Hier schöpft der Kalksandstein seine ganzen Vorteile aus. Die Wärmespeicherung muss bei mehrschichtigen Wandkonstruktionen von der Schicht der erwärmten Innenseite erbracht werden. Sie gleicht kurzzeitige Temperaturschwankungen aus (z. B. Heizungsunterbrechungen, Sonneneinstrahlung). Daher hat sich die hohe Speichermasse des Kalksandstein-Mauerwerks sehr gut bewährt. Dank der grossen Wandflächenmasse wird der Lärm absorbiert.

Speziell bei vorgehängten Fassaden muss das Mauerwerk die Lasten der Verkleidung tragen. Als Untergrund für die Verankerung hat sich tragendes, massives Mauerwerk aus Kalksandsteinen bestens bewährt.

Wärmedämmschicht

Die Dämmschicht liegt direkt auf dem Kalksandstein-Mauerwerk. In der Regel verwendet man Mineralfaserplatten (Glas- oder Steinwolle) oder Hartschaumplatten (Polystyrol).

Werden Dämmplatten unter eine Holzlattung verlegt, kann auf eine zusätzliche Sicherung verzichtet werden, weil diese Funktion von der Lattung übernommen wird. Beim Verlegen zwischen der Lattung genügt ein seitliches Anstecken von verzinkten Nägeln an der Lattung, um die mechanische Befestigung sicherzustellen.

Hinterlüftung

Im Luftraum der Hinterlüftung zirkuliert die Luft infolge thermischen Auftriebs und durch Windeinwirkung. Der Belüftungsspalt soll in der Regel – je nach Art der Verkleidung – mindestens 40 mm betragen.

Eine genügende Belüftung wird im Sockel- und Dachbereich mit Zu- und Abluftquerschnitten von mindestens 100 cm/m² (Norm sia 238) erreicht.



Unterkonstruktion

Hinterlüftete Fassaden können mit Holz- oder Metall-Unterkonstruktionen ausgeführt werden.

Für kleinformatige Verkleidungen wird vorwiegend Holz als Unterkonstruktion verwendet, da eine einfache, kreuzweise Lattung genügt. Das Holz ist vor dem Einbau mit einem Holzschutz zu behandeln.

Zur Verbindung der Verkleidungselemente mit der Unterkonstruktion und einzelner Teile der Unterkonstruktion miteinander müssen nichtrostende Verbindungsmittel verwendet werden.

Fassadenverkleidungen

Faserzementplatten, Holzverkleidungen, Glasfaserbeton, Metallbleche, Betonelemente, keramische Platten, Natursteinplatten usw.



Baustoffkennwerte für Kalksandsteine und Kalksandstein-Mauerwerke

Mit über 100 Jahren Erfahrung in der Kalksandstein-Produktion sowie den permanenten Qualitätskontrollen genügen die Produkte unserer Mitgliedfirmen höchsten Ansprüchen.

Jedes der drei Herstellwerke verfügt über eine werkeigene Produktionskontrolle (WPK). Die Qualität der Kalksandsteine wird laufend gemäss den aktuellen Normen überprüft:

Kennwerte Mauerwerk MK gemäss Norm sia 266

Eigenschaft	Grundlage	Wert
Druckfestigkeit f_x	sia 266	7 N/mm ²
Biegezugfestigkeit f_{ix}	sia 266	0.15 N/mm ²
Elastizitätsmodul E_{xk}	sia 266	7 kN/mm ²
Schubmodul G_k	sia 266	2.8 kN/mm ²
Endkriechwert φ	sia 266	1.5
Endschwindmass ϵ_s	sia 266	-0.2 (0/00)
Temperaturausdehnungskoeffizient αT	sia 266	$9 \cdot 10^{-6}/K$

Kennwerte Mauersteine für Mauerwerk MK

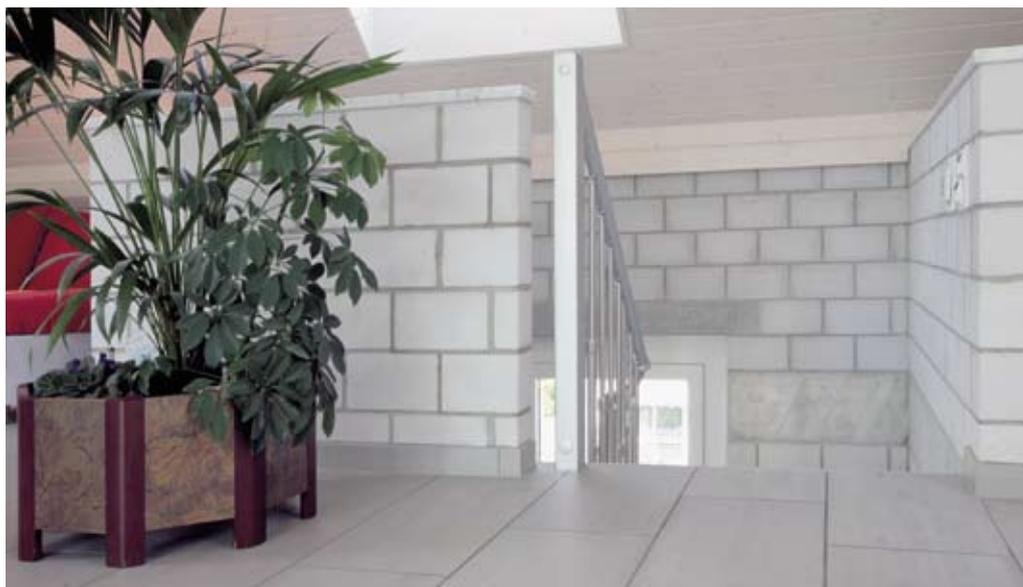
Vollständiges CE-Zeichen gemäss Normen SN EN 771-2 und sia 266

Eigenschaft	Grundlage	Wert
Form und Ausbildung	Herstellerdeklaration	Gruppe 2 (gemäss SN EN 1996-1-1)
Bruttotrockenrohdichte	Herstellerdeklaration	1410–1600 kg/m ³
Nettotrockenrohdichte	Herstellerdeklaration	1850–2000 kg/m ³
Normierte mittlere Druckfestigkeit f_{kb}	sia 266	22 N/mm ²
Äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10, trocken}$ (P = 90 %)	SN EN 1745	0.92 W/mK (Tabellenwert)
Frostbeständigkeit	Herstellerdeklaration	gemäss SN EN 772-18 erfüllt
Wasserdiffusionskoeffizient μ	SN EN 1745	5/25 (Tabellenwert)
Brandverhalten	SN EN 771-2	Euroklasse A1
Wasseraufnahme c_w	Herstellerdeklaration	5–9%
Übliche Feuchtedehnung	Herstellerdeklaration	Leistung nicht bestimmt
Verbundfestigkeit	SN EN 998-2	0.15 N/mm ² (Tabellenwert)
Gefährliche Substanzen	Herstellerdeklaration	keine
Querzugfestigkeit f_{bqk}	sia 266	7 N/mm ²
Lochflächenanteil	Herstellerdeklaration	Max. 50 %
Kapillare Wasseraufnahme	Herstellerdeklaration	5–10 g/dm ² min.

Kennwerte Mauermörtel für tragendes Mauerwerk MK gemäss Norm sia 266

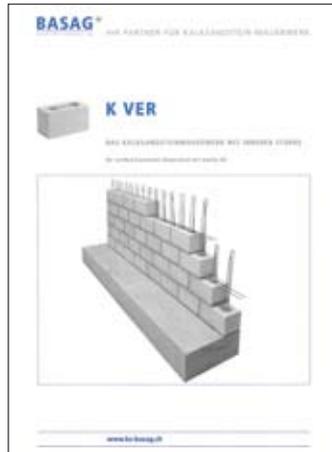
Eigenschaft	Grundlage	Wert
Druckfestigkeit f_{mk}	sia 266	15 N/mm ²
Korngrössenbereich	Herstellerdeklaration	gemäss SN EN 1015-1 zu bestimmen
Trockenrohdichte	Herstellerdeklaration	gemäss SN EN 1015-1 zu bestimmen

Es ist zu beachten, dass die von den Herstellern deklarierten Werte von Produzent zu Produzent variieren können.



DOKUMENTATIONEN

Bei den beiden Kalksandstein-Verkaufsgesellschaften stehen Ihnen folgende Unterlagen zur Verfügung:



Weitere Unterlagen

Als PDF erhältlich ist die Broschüre «Erdbebensicherheit im Mauerwerkbau».

**Besuchen Sie uns unter
www.kalksandstein.ch**

Für Sortiments-, Preis- sowie Lieferauskünfte wenden Sie sich bitte direkt an eine der beiden Verkaufsorganisationen:

BASAG Baustoff Handels AG
Kapellenstrasse 7
3011 Bern
Tel. 031 371 37 17
Fax 031 371 80 39
info@ks-basag.ch
www.ks-basag.ch

CREABETON MATERIAUX AG
Oberes Kandergrien
3646 Einigen
Tel. 033 334 25 25
Fax 033 334 25 64
einigen@creabeton.ch
www.creabeton-materiaux.ch

STICHWORTVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Anschlüsse an Tragkonstruktionen	26	Mauermörtel für Sichtmauerwerk	41
Anstriche	29	Mauerwerk mit Aussenisolation	30, 45
Ästhetik	18	Mauerwerkbewehrung	37
Ausfachwände	26	Minergiestandard	15
Aussenwandsysteme	30 ff	Mörtel-Kennwerte	49
Baubiologie / Bauökologie	16	Nichttragende Wände	22
Baustoffkennwerte	48	Oberflächenbeschichtungen	28
Beschichtungen auf KS-Mauerwerk	28	Ökologische Aspekte	16
Bewehrungen / vertikal + horizontal	37 ff	Preisliste	50
Biegezugfestigkeit	48	Primärenergie-Inhalte	17
Brandschutz	14	Qualitätsanforderungen	48
CE-Zeichen	48	Querzugfestigkeit	48
Deckendurchbiegung	25	Rastermasse	33
Dehnungsfugen	34	Reinigen von KS-Sichtmauerwerk	43
Druckfestigkeit	48	Reparieren von KS-Sichtmauerwerk	43
Elastizität	48	Rohdichte	17, 48
Energiebedarf	17	Rohmaterial	8
Endkriechwert	48	Raumklima	15
Endschwindmass	48	Saugfähigkeit	48
Erstellen von Sichtmauerwerk	41 ff	Schalldämmmass	12, 13
Fabrikationsprozess	9	Schalldämmung	12, 13
Farbanstrich	29	Schallschutz	10 ff
Formänderungen	34	Schallschutzrechner	10 ff
Fensterbank	40	Schlämmputz	29
Feuerwiderstand	14	Schubmodul	48
Flächenmasse	12 ff	Schutz vor Nässe und Schmutz	42
Freistehende Wände	27	Sichtmauerwerk	31
Frostbeständigkeit	48	Sortimentsliste	50
Fugenausbildung, Finish	33, 34	Steine für Sichtmauerwerk	31 ff
Fugenverdichtung	42	Steindruckfestigkeit	48
Geschichte	6	Stein- und Mörtelbedarf	41
Geschlämmtes Mauerwerk	29	Stürze	39
Giftefreies Bauen	15	Temperaturausdehnungskoeffizient	48
Herstellung	9	Toleranzen	20
Hinterlüftete Vorhangsfassade	30, 46	Tragende Wände	21
Imprägnierungen	37	Tragkonstruktionen	26
Innenraumgestaltung	28	Verankerungen	37
Innenwände	21 ff	Verblendete Stürze	39
Klimatische Einflüsse	42	Vermauern des Kalksandsteins	41
Lagerfugenbewehrung	37 ff	Verputzte KS-Innenwände	29
Lagerung von Kalksandsteinen	41	Vertikale Bewehrungseinlagen	38, 39
Lebensdauer	19	Wandlängen	23, 24
Leibungen	37	Wärmeleitfähigkeit	30
Leitungsführungen	29	Wärmespeicherung	17
Lochflächenanteil	48	Wärmespeicherfähigkeit	17
Luftschalldämmung	10 ff	Wasseraufnahme kapillar	48
Luftschicht	36	Wirtschaftliche Aspekte	11
Massgenauigkeit	20	Wohnklima	15
Mauerabdeckungen	27	Zweischalenmauerwerk	30, 31 ff
Mauerfuss	35	Zweischalenmauerwerk verputzt	30, 44

Kalksandstein-Produzenten in der Schweiz:

CREABETON MATERIAUX AG
Oberes Kandergrien
3646 Einigen
Tel. 033 334 25 25
Fax 033 334 25 64
www.creabeton-materiaux.ch

Hard AG
Hardstrasse
8604 Volketswil
Tel. 041 947 31 11
Fax 041 947 33 00
www.hard.ch

HKS Hunziker Kalksandstein AG
Aarauerstrasse 75
5200 Brugg
Tel. 056 460 54 51
Fax 056 460 54 52