

KSV-DOKUMENTATION

Technisches Nachschlagewerk für Kalksandstein-Mauerwerke



KALK SAND STEIN

Rohmaterialien

Kennwerte

Eigenschaften

Planung

Konstruktion

Anwendung

des umweltverträglichen
Wandbaustoffes
Kalksandstein

K-S-V

VERBAND SCHWEIZER
KALKSANDSTEIN PRODUZENTEN

STICHWORTVERZEICHNIS

Anschlüsse an Tragkonstruktionen.....	24	KSE-Steine.....	44	Temperaturausdehnungskoeffizient.....	49
Anstriche.....	26	Lagerfugenbewehrung.....	23, 35	Toleranzen.....	18
Ästhetik.....	17, 19	Lebensdauer.....	17	Tragende Wände.....	19
Ausfachwände.....	24	Leibungen.....	35	Tragkonstruktionen.....	24
Aussenwandsysteme.....	28 ff	Leitungsführungen.....	27, 44	Verankerungen.....	35
Baubiologie/Bauökologie.....	15	Lochflächenanteil.....	49	Verblendete Stürze.....	37
Baustoffkennwerte.....	49 ff	Luftschalldämmung.....	8 ff	Vermauern des Kalksandsteins.....	20 ff, 28 ff, 43
Beschichtungen auf KS-Mauerwerk.....	26	Luftschicht.....	34	Verputzte KS-Innenwände.....	26
Bewehrungen/vertikal + horizontal.....	35 ff	Massgenauigkeit.....	18	Vertikale Bewehrungseinlagen.....	36
Biegezugfestigkeit.....	49	Mauerabdeckungen.....	25	Wandlängen.....	21, 22
Brandschutz.....	12	Mauerfuss.....	33	Wärmeleitfähigkeit.....	28
CE-Zeichen.....	49	Mauermörtel für Sichtmauerwerk.....	43, 46, 47 ff	Wärmespeicherung.....	40
Deckendurchbiegung.....	23	Mauerwerk mit Aussenisolation.....	40	Wärmespeicherfähigkeit.....	13, 40
Dehnungsfugen.....	32	Mauerwerkbewehrung.....	35 ff	Wasseraufnahme kapillar.....	14, 34
Druckfestigkeit.....	49 ff	Mineriestandard.....	15	Wirtschaftliche Aspekte.....	9
Dünnbettmörtel.....	43 ff	Mörtel-Kennwerte.....	50	Wohnklima.....	13
Elastizität.....	49	Nichttragende Wände.....	20	Zweischalenmauerwerk.....	34
Energiebedarf.....	7, 15	Oberflächenbeschichtungen.....	26	Zweischalenmauerwerk verputzt.....	39
Endkriechwert.....	49	Ökologische Aspekte.....	6, 13, 16		
Endschwindmass.....	49	Primärenergie-Inhalte.....	15		
Erstellen von Sichtmauerwerk.....	21 ff	Qualitätsanforderungen.....	49		
Fabrikationsprozess.....	7	Querzugfestigkeit.....	49		
Farbanstrich.....	26	Rastermasse.....	31		
Formänderungen.....	32	Rohdichte.....	13, 48		
Fensterbank.....	38	Rohmaterial.....	6		
Feuerwiderstand.....	12	Raumklima.....	13 ff		
Flächenmasse.....	10 ff	Saugfähigkeit.....	48		
Freistehende Wände.....	25	Schadstoffreies Bauen.....	15		
Frostbeständigkeit.....	40	Schalldämmmass.....	10, 11		
Fugenausbildung, Finish.....	29, 35	Schalldämmung.....	40		
Geschichte.....	5	Schallschutz.....	10 ff		
Geschlämmtes Mauerwerk.....	26	Schallschutzrechner.....	9		
Grossformate.....	45	Schlämputz.....	26		
Herstellung.....	7	Schubmodul.....	49		
Hinterlüftete Vorhangfassade.....	28, 41	Sichtmauerwerk.....	29		
Imprägnierungen.....	35	Sortimentsliste.....	47		
Innenraumgestaltung.....	26	Steine für Sichtmauerwerk.....	29 ff, 46		
Innenwände.....	24 ff	Steindruckfestigkeit.....	49		
Installationskanäle.....	27, 44	Stein- und Mörtelbedarf.....	47		
Klimatische Einflüsse.....	17	Stürze.....	37		

INHALT

STICHWORTVERZEICHNIS	2
BAUSTOFF	4
KALKSANDSTEIN	5
Geschichte	5
Rohstoffe	6
Herstellung	7
VORTEILE	8
Schallschutz	8
Brandschutz	12
Raumklima	13
Bauökologie	15
Erdbebensicherheit	16
Vielseitigkeit/Wertbeständigkeit	17
Massgenauigkeit	18
KONSTRUKTIONEN	19
Tragende Wände	19
Nichttragende Wände	20
Oberflächenbeschichtungen	26
Leitungsführungen	27
Aussenwandsysteme	28
INNOVATIVE MAUERWERKSYSTEME	43
SORTIMENT	47
BAUSTOFFKENNWERTE	49
KONTAKT	52

BAUSTOFF

Bewährter Baustoff für heutige Anforderungen

Kalksandsteine werden seit über 100 Jahren erfolgreich als Baustoff im Innen- und Außenbereich, bei tragenden und nichttragenden Mauerwerken sowie im Wohnungs-, Gewerbe-, Industrie- und Schulhausbau verputzt und unverputzt eingesetzt. Kalksandstein bietet eine Fülle von gestalterischen Möglichkeiten, auch in Kombination mit anderen Baustoffen und ist bei Planern und Bauherren gleichermaßen beliebt.

Mauerwerk aus Kalksandstein bietet eine Vielzahl von Vorzügen:

- **Schallschutz:** Durch seine hohe Rohdichte (Masse) dämmen Kalksandsteine den Lärm und dies selbst bei schlanken Wänden.
- **Sicherheit:** Kalksandstein-Mauerwerke weisen eine hohe Feuerwiderstandsfähigkeit auf.
- **Raumklima:** Durch seine Speicherfähigkeit sorgt der Kalksandstein für eine ausgeglichene Raumtemperatur und ein angenehmes Raumklima.
- **Ökologie:** Der 100 % natürliche Baustein weist eine hervorragende Ökobilanz auf.
- **Minergiestandard:** In Kombination mit Wärmedämmung bietet der Kalksandstein eine optimale Voraussetzung zur Erreichung des Minergiestandards.

Um auf die heutigen Anforderungen, wie zum Beispiel effiziente Bauabläufe oder Sauberkeit und Präzision, antworten zu können, haben die Hersteller neue und innovative Produkte entwickelt. Einen Überblick gibt das Kapitel INNOVATIVE MAUERWERKSYSTEME.

KALKSANDSTEIN GESCHICHTE

Vom Kalkmörtel zum Kalkmörtel-Stein

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 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 handbetriebenen Hebelpresse die ersten luftgehärteten Kalkmörtel-Mauersteine fertigte.

Geburtstunde des Kalksandsteines

Der luftgehärtete Kalkmörtel-Mauerstein hatte aber nur geringe Druckfestigkeit. Der natürliche Sandstein half 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 von ihm 1880 eingereichte Patentschrift No. 14195 «Verfahren zur Erzeugung von Kunstsandstein» gilt deshalb als eigentlicher Durchbruch. 1894 kam schlussendlich 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. Die industrielle Fertigung von Kalksandsteinen konnte beginnen.

Die Geschichte des Kalksandstein in der Schweiz

Die Rohstoffvorkommen mit Natursanden und gebrochenem Kies mit hohem Quarzgehalt in der Schweiz eignen sich hervorragend für das Qualitätsprodukt Kalksandstein.

- 1899** Erste Produktion von Schweizer Kalksandsteinen in der Steinfabrik Zürichsee EG in Pfäffikon SZ
- 1907** Bau der KS-Fabrik Brugg nach den Plänen der Elbinger Maschinenfabriken für Herrn Hans Hunziker
- 1911** Bau der Fabrik Hunziker & Cie AG in Olten
- 1912** Bau einer KS-Fabrik in Brig zur Fabrikation von Tunnelsteinen für den Simplontunnel

- 1927** Bau der KS-Fabrik der Kanderkies in Einigen am Thunersee
- 1955** Bau der KS-Werke in Dietikon und Volketswil
- 1988** Stilllegung des Werkes Dietikon
- 1996** Stilllegung des ersten Werkes nach 97 Jahren
- 2002** Stilllegung des Werkes Olten
- 2004** Gründung des Verbandes Schweizer Kalksandstein Produzenten KSV

Diese Schweizer Kalksandstein-Hersteller sind im Verband KSV zusammen geschlossen:

- HKS Hunziker Kalksandstein AG in Brugg
- Creabeton Matériaux AG in Einigen



KALKSANDSTEIN ROHSTOFFE

Die Rohstoffe sind der Ursprung aller ökologischen Eigenschaften von Kalksandstein.

Kalk (CaO)



▲ Kalk

Eingesetzt wird ein gebrannter, fein gemahlener Weissfeinkalk gemäss der Norm EN 459-1 CL90-Q.

Dieser Weissfeinkalk muss folgende Kriterien erfüllen:

- hoher CaO-Gehalt
- 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)

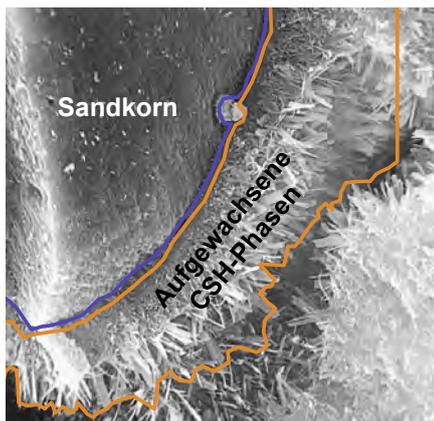


▲ Sandgemisch 0–4 mm

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
- optimale Mischung der Kornoberfläche (rundes und gebrochenes Korn)
- genügend Feinanteil
- keine Verunreinigung (z. B. Holz usw.)

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



Der Härtevorgang läuft sehr viel komplexer ab: 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. Sie sorgen für die hohe mechanische Festigkeit des Kalksandsteingefüges.

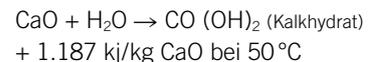
Wasser (H₂O)



▲ Wasser

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.

**KALK, SAND,
WASSER –
SONST NICHTS.**

KALKSANDSTEIN HERSTELLUNG

Wie werden Kalksandsteine hergestellt?

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

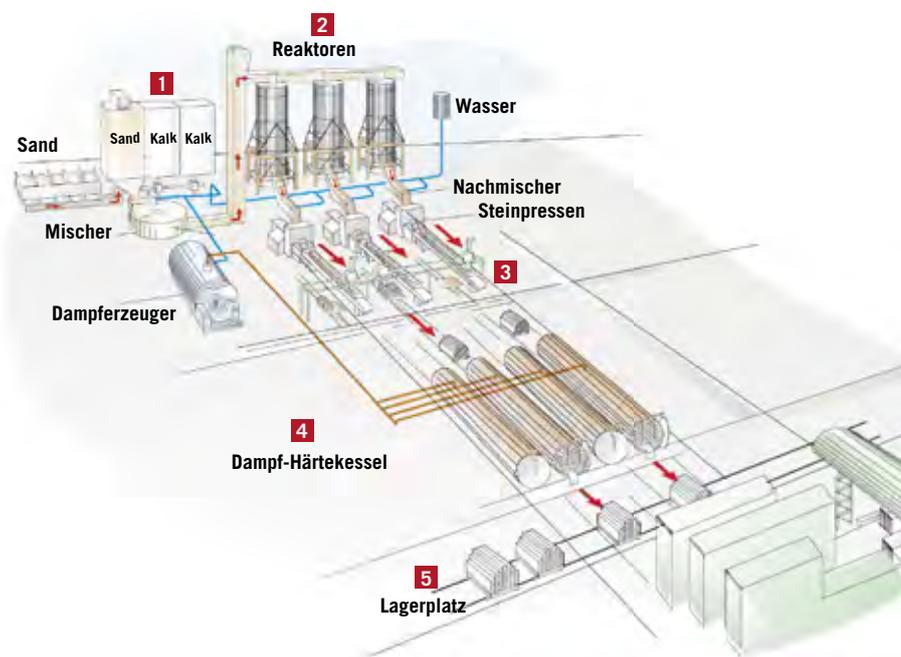
- 1** Kalk und Sand aus heimischen Abbaustätten werden im Werk in Silos gelagert. Die Rohstoffe werden nach Gewicht dosiert, intensiv vermischt und über eine Förderanlage in den Reaktionsbehälter geleitet.
- 2** Im Reaktionsbehälter löscht der Branntkalk zu Kalkhydrat ab, das anschliessend im Nachmischer 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.

Bei der Produktion werden Abfallprodukte vermieden. Kalksandstein mit anhaftenden Mörtelresten aus dem Rückbau von Gebäuden oder aus Produktionsabfällen kann erneut in den Produktionsprozess oder andere Baustoffbereiche eingebracht werden.



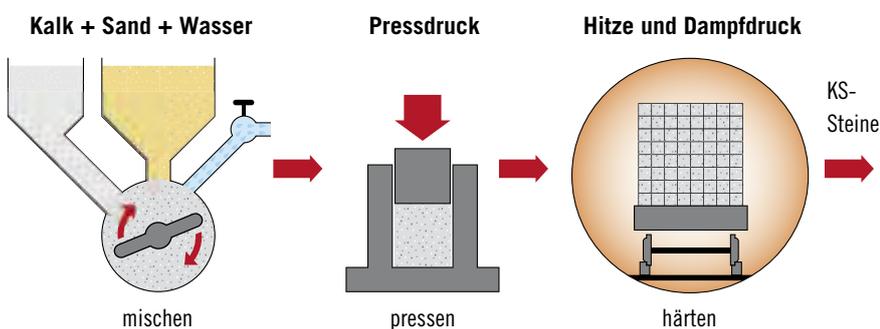
© Bundesverband Kalksandsteinindustrie eV



Foto: Masa Dorstener



Foto: Masa Dorstener



◀ Kalksandstein-Herstellung – Produktionsschema

VORTEILE SCHALLSCHUTZ

Kalksandstein sorgt für mehr Ruhe

Schutz vor Lärm ist von grosser Bedeutung für das Wohlbefinden. Wie Menschen auf Schall reagieren hängt von zahlreichen Faktoren ab. Schädliche Wirkungen setzen bereits bei Pegelbelastungen um 60 dB ein. Die Reaktionen auf Belästigungen sind vielfältig.

Zur Erreichung hoher Luftschalldämmungen sind dem Schall möglichst schwere Hindernisse in den Weg zu stellen. Die sehr hohe Rohdichte von Kalksandstein erfüllt diese Anforderungen auch bei schlanken Wänden optimal, «schwer ist besser als dick» heisst die Devise. So ist zum Beispiel für Wände mit einem Schalldämmmass von $R'w=52$ dB ein Wandflächengewicht von etwa 350 kg/m² erforderlich.

Die bekannten Kalksandstein-Mauerwerkkonstruktionen im Aussenwand- und Innenwandbereich bedürfen keines besonderen Nachweises, sie sind schallschutztechnisch überprüft und haben sich seit Jahrzehnten bewährt.

Mindestanforderungen nach Norm SIA 181

Mindestanforderungen nach SIA 181:2006 an den Schutz gegen Luftschall von Innen (Anforderungswerte D_i in dB):

Grad der Störung durch Innenlärm (zwischen benachbarten Räumen)

	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.



Schallschutz-Rechenprogramm

Planen Sie den erhöhten Schallschutz von Anfang an ein. Mit dem einfach handhabbaren Hilfsmittel, dem Schallschutzrechner, kann der Schallschutz einfach und genau berechnet werden. Dieser ist auf unserer Internetseite, www.kalksandstein.ch, zu finden.

Profitieren Sie unter anderem von:

- einem einfachen und schnellen Vergleich zu anderen Baustoffen.
- der exakten Ermittlung der Luft- und Trittschalldämmung sowie dem Schallschutz gegen Aussenlärm.
- der Berechnung nach der Europäischen Norm EN 12354-1/SIA 181.

 www.kalksandstein.ch, Webcode 10073

**SCHALLSCHUTZ
IST NUR
SCHWER
NACHRÜSTBAR.**

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

Luftschall-Isolationsindex I_a (dB)³⁾

	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

Die Mindestanforderungen sind als absolutes Minimum einzusetzen. Bei einem Grenzwert von 50 dB für Wohnungstrennwände ist laute Sprache teilweise noch verständlich und Radiomusik schwach hörbar.

Alle Werte sind nur erreichbar, wenn die Schall-Nebenwege ausgeschaltet sind und die Bauausführung einwandfrei erfolgt. Mit dem KS-Schallschutzrechner kann die Flankendämmung exakt ermittelt werden.

In einem europäischen Bericht¹⁾ wird ein Schwellenwert von 50 dB und nicht erst für Pegel > 55 dB empfohlen, weil Belästigungsreaktionen bereits bei diesem Wert einsetzen. Störungs- und Belästigungsreaktionen können sich über Immobilienpreisverluste und Mietmindereinnahmen finanziell auswirken. Dabei geht man davon aus²⁾, dass insbesondere die Störung von Kommunikation und Schlaf dem Eigentümer und Käufer respektive Mieter bewusst ist. Bei Mietwohnungen häufen sich, gemäss Deutschem Bundesgericht, Mieterwechsel und Leerstände erst im Laufe mehrerer Jahre. Der Verkehrswert von Einfamilienhäusern und Stockwerkeigentum hingegen reagiert relativ rasch auf äussere Einflüsse wie Lärmbelastung.



▲ Kommunikationsstörungen setzen ab 45 dB ein

¹⁾ The State-of-The-Art on Economic Valuation of Noise, S. Navrud, Dep. of Economics and Social Sciences Agricultural University of Norway)

²⁾ Lärmwirkungen. Dosis-Wirkungsrelationen von Prof. Dr. K. Giering, Fachhochschule Trier. Im Auftrag des Umweltbundesamtes

³⁾ Nach ISO-Empfehlung R717

VORTEILE

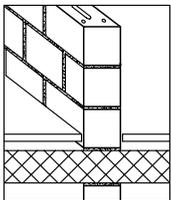
SCHALLSCHUTZ

Schallschutzwerte von Kalksandstein-Mauerwerken

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

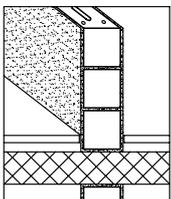
Schalldämmmass $R'w$ bei einschaliger KS-Wand

Einschalige Wand sichtbar, vollfugig gemauert
Verputz beidseitig je 10 mm ($\hat{=}$ ca. 35 kg/m²)



Wandstärke (cm)	Flächenmasse (kg/m ²)	Luftschalldämmung $R'w$ (dB)
12 cm	210 kg/m ²	46 dB
14.5 cm	255/300* kg/m ²	48/50* dB
18 cm	325/370* kg/m ²	51/53* dB
20 cm	350 kg/m ²	52 dB

Einschalige Wand mit beidseitigem Verputz
Verputz beidseitig je 10 mm ($\hat{=}$ ca. 35 kg/m²)



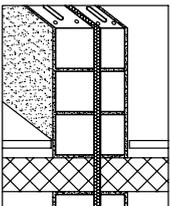
Wandstärke (cm)	Flächenmasse (kg/m ²)	Luftschalldämmung $R'w$ (dB)
12 cm	245 kg/m ²	48 dB
14.5 cm	290/335* kg/m ²	50/52* dB
18 cm	360/405* kg/m ²	53/55* dB
20 cm	385 kg/m ²	54 dB

* Werte mit schweren Kalksandsteinen

Die Erfahrung zeigt einen Anstieg der Luftschalldämmung R von 6–7.5 dB je Verdoppelung der Baumasse in kg/m².

Schalldämmmass $R'w$ bei zweischaliger KS-Wand ohne Nebenwegübertragung

Zweischalige Wand verputzt
Schalldämmplatte 30–40 mm
(z. B. Mineralfaser; mind. 50 kg/m³)

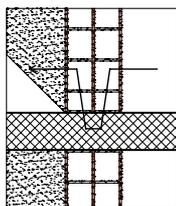


Wandstärken roh	12 cm	14.5 cm	18 cm	20 cm
12 cm	65 dB 455 kg/m ²	66 dB 500 kg/m ²	68 dB 570 kg/m ²	69 dB 595 kg/m ²
14.5 cm	66 dB 500 kg/m ²	67 dB 545 kg/m ²	69 dB 615 kg/m ²	71 dB 640 kg/m ²
18 cm	68 dB 570 kg/m ²	69 dB 615 kg/m ²	70 dB 685 kg/m ²	71 dB 710 kg/m ²
20 cm	69 dB 595 kg/m ²	70 dB 640 kg/m ²	71 dB 710 kg/m ²	72 dB 735 kg/m ²

Maximal erreichbare Schalldämmwerte $R'w$ ohne Nebenwegübertragung in dB; darunter die flächenbezogene Masse der gesamten Haustrennwand in kg/m²

Schalldämmmass R'w bei zweischaliger KS-Wand mit Nebenwegübertragung

Durchlaufende Deckenkonstruktion
ohne elastische Wandlager



Wandstärken roh	12 cm	14.5 cm	18 cm	20 cm
12 cm	56 dB	57 dB	59 dB	60 dB
14.5 cm	57 dB	58 dB	60 dB	61 dB
18 cm	59 dB	60 dB	62 dB	62 dB
20 cm	60 dB	61 dB	62 dB	63 dB

Maximal erreichbare Schalldämmwerte R'w mit Nebenwegübertragung in dB

Der Vergleich der Wandkonstruktionen macht deutlich, wie gross der Einfluss der Nebenweg-Übertragung auf die Luftschalldämmung ist. Bei sonst gleichem Aufbau (flächenbezogene Masse der Trennbauteile) des Mauerwerkes ergibt sich eine bis zu 9 dB höhere Luftschalldämmung! Trenn- und Flankenbauteile sind aufeinander abzustimmen.

Bauschall-Dämmmass nach Steinstärke und Baustoff

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

Angegeben mittels bewertetem 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.

**DÜNNE WÄNDE,
DIE FÜR
RUHE SORGEN.**

VORTEILE

BRANDSCHUTZ

Kalksandstein gehört in die Klasse A1, nicht brennbarer Baustoff. Das Kalksandstein-Mauerwerk weist eine sehr gute Feuerwiderstandsfähigkeit auf, auch bei geringen Wanddicken. Bereits 12 cm dicke tragende und raumabschliessende Kalksandstein-Wände ohne Verputz erreichen die Feuerwiderstandsklasse REI 90.

Mindestwanddicken t_F in mm

Wände	Mauerwerk	Verputz*	Feuerwiderstandsklasse					
			30	60	90	120	180	240
Tragend, nicht raumabschliessend R	MK	ohne	115	125	150	175	225	275
		mit	115	115	125	150	200	250
Tragend, raumabschliessend REI	MK	ohne	115	115	125	150	200	250
		mit	115	115	115	125	175	225
Nichttragend, raumabschliessend E	MK	ohne	75	100	125	150	175	200
		mit	50	75	100	125	150	175

Gemäss SIA 266:2003, Art. 4.6

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



▲ Im Brandfall müssen Bauteile ihre Funktion für eine vorgegebene Dauer (z. B. R90 = 90 Min) beibehalten

VORTEILE

RAUMKLIMA

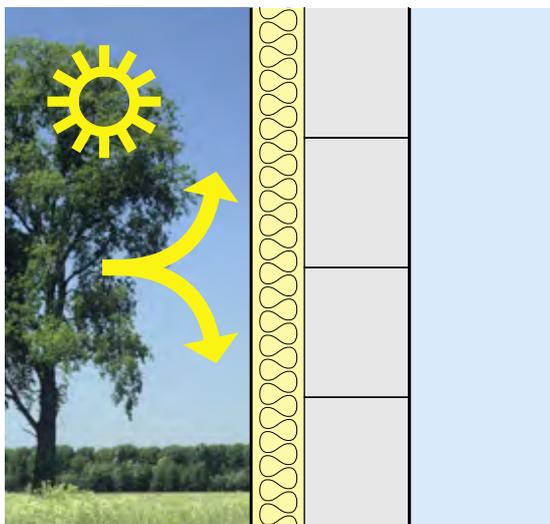
Klimaanlage bereits eingebaut

Wandbaustoffe, die schwer sind und wärmespeichernde Eigenschaften aufweisen, wirken sich positiv auf das sommerliche Temperaturverhalten eines Gebäudes aus.

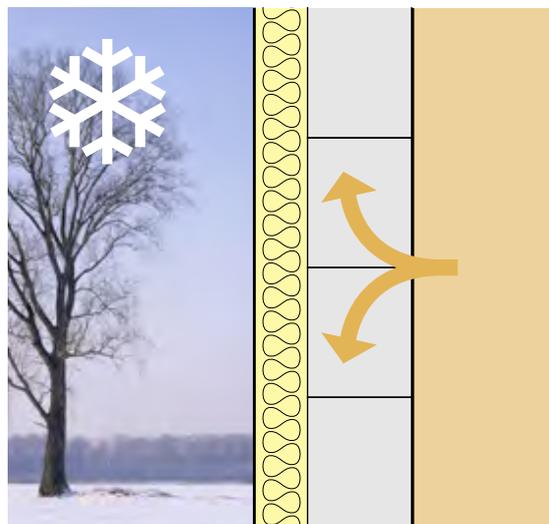
Kalksandstein wirkt selbst bei schlanken Wänden wie eine «Klimaanlage» und entzieht der Raumluft überschüssige Wärme und speichert sie. Er reduziert dadurch die Höchsttemperatur des Innenraumes und sorgt im Hochsommer für eine hohe Wohn- und Arbeitsplatzqualität.

Auch im Winter macht sich die besonders hohe Rohdichte des Kalksandsteins mit maximalem Wärmespeichervermögen positiv bemerkbar. Ob Heizung, Beleuchtung oder die kostenlose Sonneneinstrahlung durch die Fenster: Kalksandstein nimmt jedes Zuviel an Wärme auf und gibt es wieder ab, sobald die Raumtemperatur sinkt. Auf diese Weise lassen sich die Heizzeiten wesentlich verkürzen.

Die Wärmedämmung an der Aussenseite der Kalksandstein-Wand sorgt zusätzlich dafür, dass die gespeicherte Wärme nach innen abgegeben wird und sich nicht vorzeitig nach draussen verflüchtigt.



▲ KS-Wände im Sommer: draussen heiss, drinnen kühl



▲ KS-Wände im Winter: draussen kalt, drinnen warm

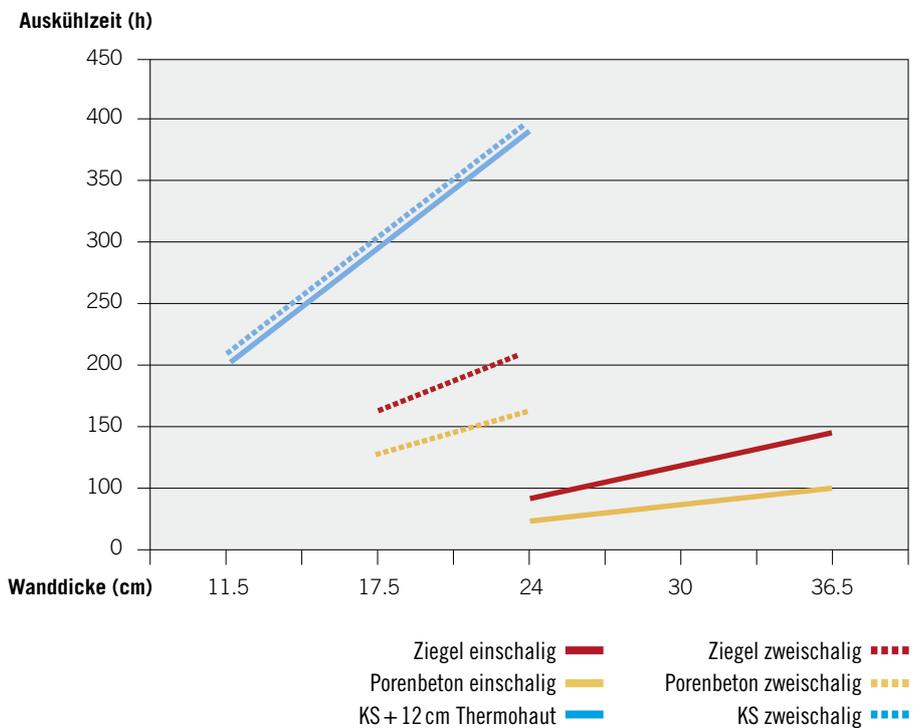
Wohlfühlklima

Wände aus Kalksandstein bieten jederzeit ein gesundes Raumklima und einen effektiven Schutz vor Feuchtigkeit. Für diesen positiven Effekt sorgen die natürlichen Kapillare von Kalksandstein. Sie nehmen überschüssige Luftfeuchtigkeit auf und geben sie als Klimapuffer erst wieder an den Raum ab, wenn dort die Feuchtigkeit der Luft gesunken ist. So wirkt Kalksandstein in zwei Richtungen feuchtigkeitsregulierend.

Baustoffe haben generell einen wichtigen Einfluss auf die Feuchtigkeitsverhältnisse im Raum. Ideal ist eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40% und 60%. Kalksandstein bietet bei einem Luftfeuchtesprung von 50% auf 80% eine Wasserdampfspeicherung innerhalb 1 Stunde¹⁾.

Neben der optimalen Luftfeuchtigkeit beeinflusst auch die Oberflächentemperatur das Wohlbefinden. Je höher die Oberflächentemperatur der umgebenden Wände und je geringer ihre Differenz zur individuellen Raumtemperatur, umso behaglicher ist das Raumklima. Ein hochgedämmtes Haus aus Kalksandstein hält die Wärme im Haus und gleicht Schwankungen der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit hervorragend aus.

¹⁾ Lehrbuch der Bauphysik, Lutz, Jenisch, Fischer, Petzold, Teubner Verlag, 5. Auflage, 2002.



▲ KS-Wände: Mehr thermische Behaglichkeit durch lange Auskühlzeiten

Quelle: KS-Süd E.V.



VORTEILE BAUÖKOLOGIE

Kalksandstein in der Ökobilanz

Der Energieaufwand bei der Herstellung von Kalksandstein ist geringer als bei anderen Steinarten. Da Kalksandstein aus einer Mischung von Kalk, Sand und Wasser besteht, die ohne chemische Zusatzstoffe gepresst und ausgehärtet wird, ist er ein idealer Baustoff für schadstoffreies Bauen.

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 keine Schadstoffe.

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

Minergiestandard

In Kombination mit Wärmedämmung bietet der Kalksandstein eine optimale Voraussetzung zur Erreichung des Minergiestandards. Neben einer Steigerung der Wohn- und Lebensqualität bedeutet die Wahl von Kalksandstein auch ein Entscheid für die Umwelt.

Der Vergleich der Baumaterialien zeigt, dass Mauersteine aus Kalksandstein in der Ökobilanz gut abschneiden.

Baustoffe (Literatur EMPA)

		Zementstein	Kalksandstein	Backstein	Leichtzementstein, Naturbims	Leichtlehmstein	Porenbetonstein	Leichtzementstein, Blähton	
UBP	Total (kg)	132	155	199	220	237	346	454	
	Herstellung (kg)	108	130	174	194	211	321	427	
	Entsorgung (kg)	24.7	24.7	25.4	26.2	25.4	25.4	26.2	
Primär- energie	Graue Energie (nicht erneuerbar)	Total (MJ)	0.924	1.44	2.67	1.53	2.74	3.35	5.34
		Herstellung (MJ)	0.754	1.27	2.48	1.34	2.56	3.17	5.15
		Entsorgung (MJ)	0.171	0.173	0.182	0.190	0.182	0.182	0.190
	gesamt	Total (MJ)	1.01	1.57	2.94	1.64	5.6	3.58	5.53
		Herstellung (MJ)	0.832	1.39	2.75	1.45	5.41	3.39	5.33
		Entsorgung (MJ)	0.177	0.179	0.188	0.196	0.188	0.188	0.196
Treibhaus- gasemissionen	Total (kg)	0.130	0.139	0.247	0.224	0.169	0.419	0.407	
	Herstellung (kg)	0.121	0.130	0.238	0.214	0.160	0.410	0.398	
	Entsorgung (kg)	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	

(Auszug aus der Ökobilanz, Quelle www.kbob.ch, Empfehlung Nachhaltiges Bauen; Ökobilanzdaten im Baubereich, Herausgeber: KBOB/eco-bau/IPB 2009/1:2014)

VORTEILE ERDBEBENSICHERHEIT

Auch bei schlanken Wänden

Vorschriften zu erdbebensicherem Bauen und die Normen SIA 261:2014 und 266:2003 verlangen, dass die Sicherheit von Mauerwerk – wie auch von anderen Baukonstruktionen – nachgefragt, berechnet und nachgewiesen werden soll. Die Erdbebeneinwirkung auf ein Gebäude ist vom Standort des Gebäudes (Bodenklassen gemäss SIA 261) und dem Schwingungsverhalten des Gebäudes abhängig. Mit der richtigen Konstruktion und stabilen Mauerwerkselementen kann das Gebäude erdbebensicher konzipiert werden.

Das Erdbbenwiderstandsverhalten des Baustoffs Kalksandstein und der Grad seiner Schutzwirkung wurde von der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg und der EPFL Lausanne bereits im Frühjahr 2007 untersucht. Die Resultate der Wirkungsprüfung von Mauerwerk aus Kalksandstein zeigten, dass erdbebensichere Mauerwerkselemente einen relevanten Beitrag zur Beständigkeit leisten können. Aufgrund seiner hohen Festigkeit, Beständigkeit und Massgenauigkeit ist richtig verbauter Kalksandstein der ideale Baustein für erdbebensichere Bauten.

Die Erdbbensicherheit eines Gebäudes wirklichkeitsnah zu bestimmen, ist komplex und konnte früher nur annäherungsweise berechnet werden. Der umfassende Nachweis der Erdbbensicherheit von Gebäuden, wie er

mit dem Programm promur möglich ist, berücksichtigt verschiedene Faktoren. In der Analyse werden Wand-schnittkräfte, Spannungsfelder und plastische Verformungen in jeder Wand kontrolliert. Unversehrte Wandelemente wirken sich positiv auf die Stabilität aus – auch bei schlanken Mauerwerken.

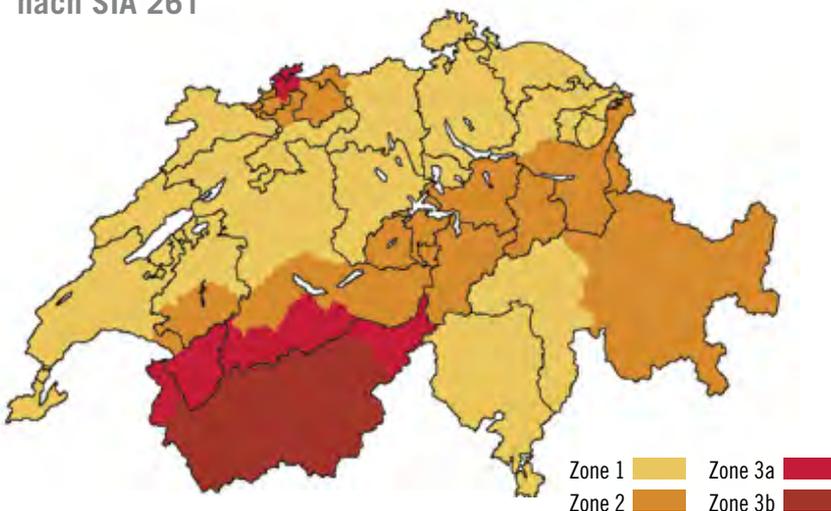
Mit promur wird das Kräftespiel bei Erdbeben sichtbar

Mit promur bietet der KSV zusammen mit Industriepartnern die Lösung für einen realistischen Erdbbensicherheitsnachweis für Gebäude mit Mauerwerk an, der den Normen SIA 261 und 266 gerecht wird. Eine Kombination mit seismur zum Beispiel bietet optimale Erdbbensicherheit. Ein Nachweis mit promur kann bei jedem Industriepartner von promur oder direkt bei den aufgeführten Ingenieurbüros in der Schweiz angefragt werden.

www.erdbeben-sicher.ch



Erdbebenzonen, Baugrundklassen und Bauwerksklassen nach SIA 261



▲ Zonenkarte nach Norm SIA 261:2014 mit Gefährdungszonen



Die Broschüre «Erdbebensicher bauen mit Kalksandstein» ist beim KSV gratis erhältlich.



VORTEILE

VIELSEITIGKEIT/WERTBESTÄNDIGKEIT

Kalksandstein bietet eine Fülle von gestalterischen Möglichkeiten, speziell auch in Kombination mit anderen Baustoffen wie z. B. mit Holz, Glas, Stahl und Beton erfüllt er selbst hohe ästhetische Ansprüche.

Die Oberfläche kann individuell gewählt werden: ob gestrichen, geschlämmt, verputzt oder als Sichtmauerwerk ist er eine Freude fürs Auge. Der frost- und witterungsbeständige Kalksandstein sorgt dafür, dass das gute Aussehen des Bauwerkes lange erhalten bleibt.

Die Investition in Kalksandstein rechnet sich nicht nur bezüglich Wertbeständigkeit. Da die Wanddicken bei erhöhter Tragfähigkeit des Mauerwerkes geringer ausfallen können, bedeutet bauen mit Kalksandstein-Wänden auch deutlich mehr Nutz- und Wohnfläche mit weniger Baumaterial.



▲ Im Geschosswohnungsbau z. B. lassen sich ohne weiteres bis zu 7 % mehr Wohnfläche pro Wohnung erzielen

**EIN STEIN,
DER HÄLT
WAS ER
VERSPRICHT.**

VORTEILE

MASSGENAUIGKEIT

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

Abmessungen/Toleranzen

Masstoleranzen für Kalksandsteine nach SN EN 771-2:2011

Kalksandsteine für Mauerwerk mit:	Normal-/Leicht-Mörtelfugen	Dünnbett-Mörtelfugen
Nennhöhe	± 2 mm	± 1 mm
Nennlänge	± 2 mm	± 2 mm
Nennbreite	± 2 mm	± 2 mm



► Exaktes und planebenes Mauerwerk mit Kalksandstein



BAUEN FÜR
PERFEK-
TIONISTEN.

KONSTRUKTIONEN

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 bei speziellen statischen Gegebenheiten wie z. B. stark unterschiedlichen Wandlasten ist den Verformungsdifferenzen bzw. den daraus sich ergebenden Zwängungsspannungen in den Mauerwerkswänden Rechnung zu tragen.



Bemessungsgrundlagen zu Kalksandsteinmauerwerken liefert die Broschüre «Kalksandsteinmauerwerk – Bemessung nach Norm SIA 266 für Standard-Einsteinmauerwerk» des KSV erarbeitet von Dr. Joseph Schwartz. Die Broschüre kann kostenlos beim KSV bezogen werden. Sie ist auch online zu finden unter www.kalksandstein.ch



► Bei speziellen statischen Gegebenheiten ist den Verformungsdifferenzen Rechnung zu tragen

KONSTRUKTIONEN

NICHTTRAGENDE WÄNDE

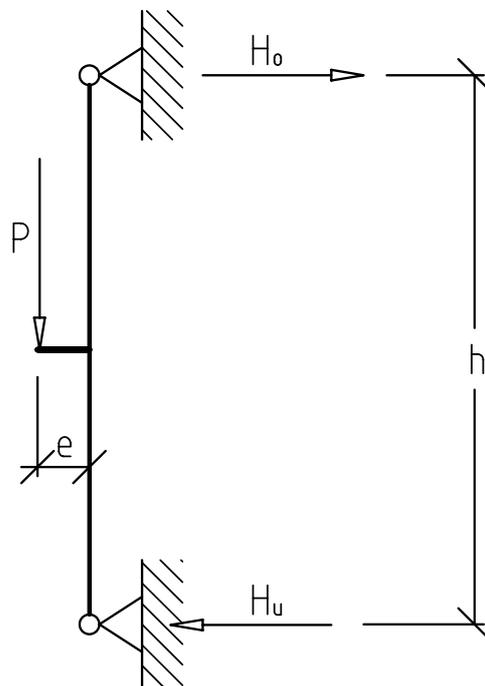
Nichttragende Innenwände (Ausfachwände, Hintermauerungen) werden in der Regel nach dem eigentlichen Rohbau erstellt. Bei entsprechender Ausbildung übernehmen sie Aufgaben des Brand-, Wärme-, Feuchtigkeits- und Schallschutzes. Das hohe Wärmespeichervermögen gewährleistet ein ausgeglichenes Raumklima.

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 Wand-schränke).



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

Beispiel:

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

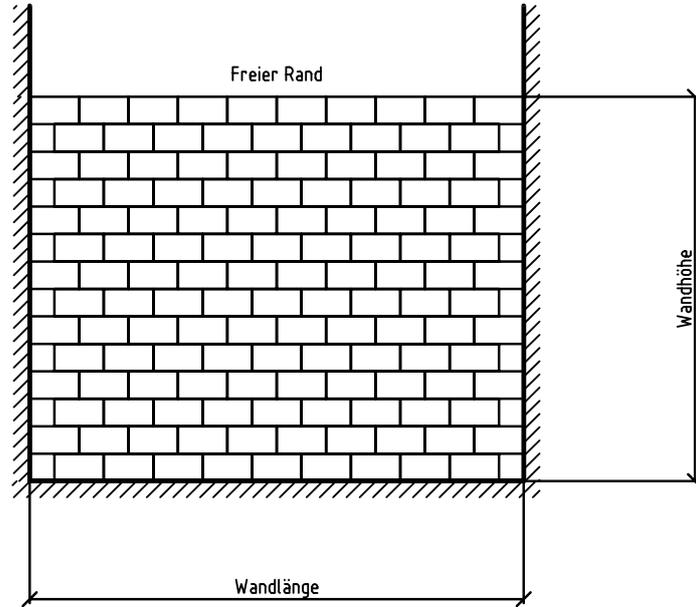
Anmerkung zum Beispiel:

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 einachsigen 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.

Beispiel: Wand dreiseitig gehalten, ohne Auflast, oberer Rand frei



Wandlängen für dreiseitig gehaltene Wand ohne Auflast, oberer Rand frei
(Zulässige Werte der Abmessungen nach DIN 4103-1)

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

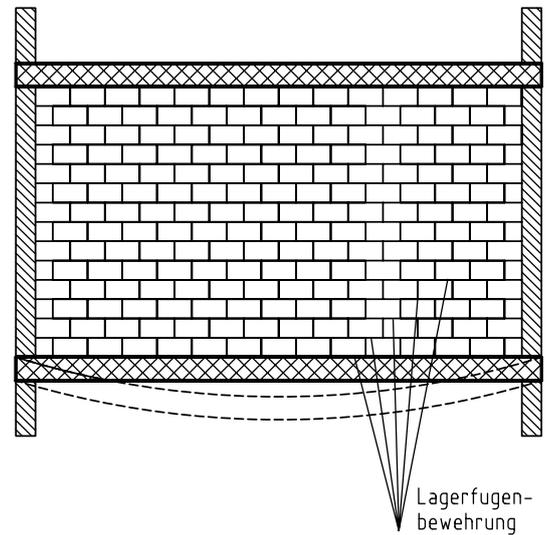
▲ In Industriebauten sind aussergewöhnliche Einwirkungen entsprechend zu berücksichtigen

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

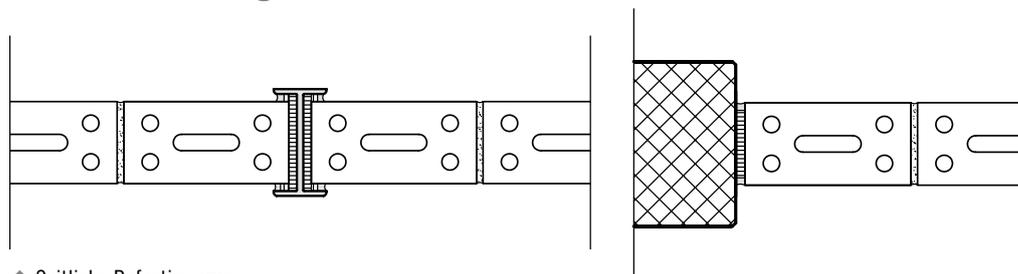


▲ KS-Wände sind auch gestalterisch interessant

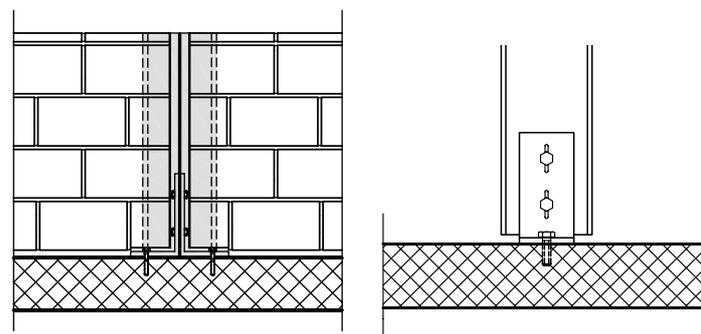
Ausfachwände

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.

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

Mauerwerk- oder Betonwände angeschlossen werden sollen.

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.

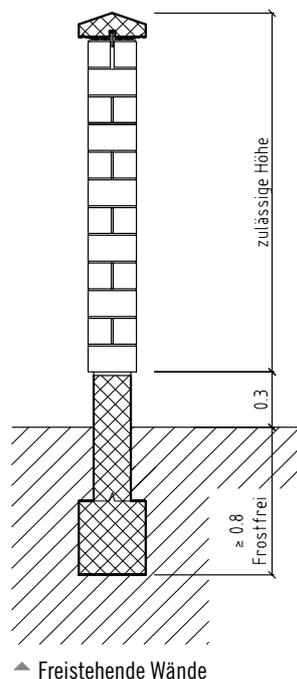
Freistehende Wände

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 Betonfertigteile 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 zur Vordimensionierung auch 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

KONSTRUKTIONEN

OBERFLÄCHENBESCHICHTUNGEN

Innenraumgestaltung

Kalksandsteine sind hell und freundlich. Deren Formenvielfalt wird allen ästhetischen Ansprüchen gerecht. Zur Verwendung bei Sichtflächen eignen sich sowohl klein- wie auch grossformatige Steine. Kalksandsteine haben eine planebene, saubere Oberfläche und sind von der mineralogischen Basis her als Baustoff ein idealer Untergrund für jede Art der Beschichtung.

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.

Beschichtungsstoffe im Innenbereich erfüllen vorab ästhetische Funktionen und lassen dem Architekten grossen Freiraum in der Innenraumgestaltung. Das passende Zusammenspiel von Licht, Farbe und Oberflächentextur wie auch grundsätzliche Anforderungen an ein komfortables Wohnambiente sind dabei zu beachten.

Grundsätzlich bieten sich bei Kalksandstein-Innenwänden – nebst der Variante des natürlichen Sichtmauerwerks – drei attraktive Möglichkeiten der 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.

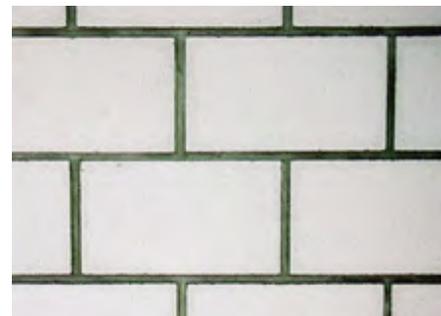
Geschlämmtes Mauerwerk

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 geschlämmte 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 zusätzlich.



▲ Sichtmauerwerk



▲ Farbanstrich



▲ Geschlämmtes Mauerwerk



▲ Verputztes Mauerwerk

KONSTRUKTIONEN

LEITUNGSFÜHRUNGEN

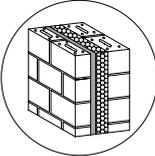
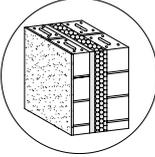
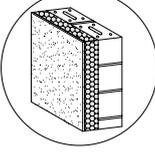
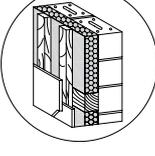
Leitungskanäle können mit den angebotenen Elektro- und Installationssteinen vorteilhaft ausgeführt werden. Für Schalter und Steckdosen sind Spezialsteine erhältlich. Die Leitungsführung ist, wenn immer möglich, im Detail in die Planung einzubeziehen. Nachträgliches Schlitzeln und unnötige Schallnebenwege können damit verhindert werden. 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.



KONSTRUKTIONEN

AUSSENWANDSYSTEME

Kalksandstein-Aussenwandsysteme im Überblick

Konstruktion System	Wandaufbau von aussen nach innen	Wärmedämmung		Schalldämmung		
		Dämmstärke mm	U-Wert ¹⁾ (Wärmedurchgang) W/m ² K	Flächenmasse (inkl. Verputz) kg/m ²	Schalldämmwert R' _w dB	Seite
1 Sichtmauerwerk 	KS-Sichtmauerwerk 120 mm, Luftschicht 30 mm, Wärmedämmung variabel, KS-Mauerwerk 120 mm	80	0.35	420	≥ 65	29
		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	39
		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⁾	40
		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⁾	41
		100	0.30			
		120	0.26			
		140	0.23			

Wärmeleitfähigkeit λ_R :

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

¹⁾ Früher k-Wert

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

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.

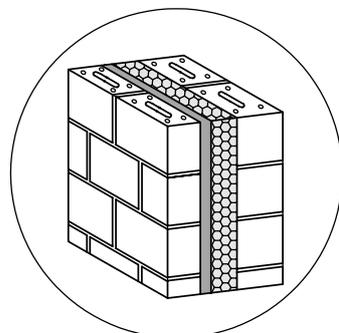
Gemäss Anforderungen ist Sichtmauerwerk, sofern ein regelmässiges Bild erzielt werden soll, mit massgenauen, unbeschädigten und sauberen Steinen zu erstellen. Die Dicke der Lagerfugen und die der Stossfugen haben etwa 10 mm zu betragen. Teilsteine sind zu fräsen. Die Art der Fugenausbildung richtet sich 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 am Beispiel Zweischalen-Sichtmauerwerk

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



Handwerkgerichtetes Sichtmauerwerk kann nicht exakt wie ein Präzisionselement ausgeführt werden.



▲ Betrachtungsabstand 1 m



▲ Betrachtungsabstand 5 m



▲ Betrachtungsabstand 10 m

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.

Das Gesicht eines Baues wird 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 handwerkgerichten 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 Betreten der Isolation sicheren Abfluss gewähren.



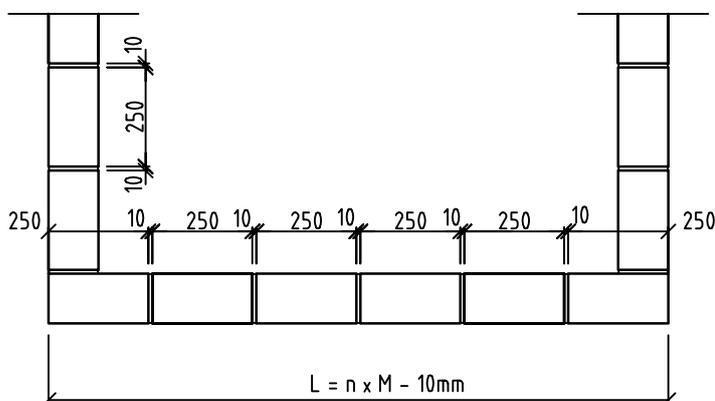
Um ein Sichtmauerwerk (innen+aussen) zu erstellen, ist der konstruktiven Ausbildung des Gebäudes vom Keller bis zum Dach grosse Sorgfalt zu tragen.

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: Vereinzelte Eck- und Kantenbeschädigungen möglich. Halbsteine. Teilsteine gefräst. Fugen müssen bei bewittertem Mauerwerk verdichtet werden.

Raster bei Sichtmauerwerk (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 :2003, Art. 3.1.4.2, Tabelle 3 verwenden)

Beispiel:

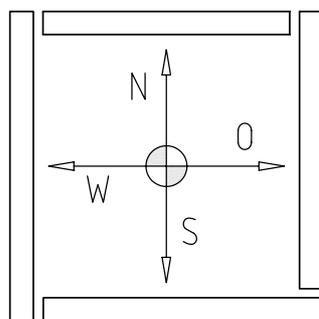
Temperaturdifferenz	$\Delta t = \pm 30^\circ\text{K}$
Wandlänge	10 m'
Längenänderung	$\Delta l = 0.008 \times 30 \times 10$ $= \pm 2.4 \text{ mm}$

- Kriechen unter Dauerlast
(siehe Norm SIA 266 :2003, Art. 3.1.4.2, Tabelle 3)
- Schwinden
(siehe Norm SIA 266 :2003, Art. 3.1.4.2, Tabelle 3)

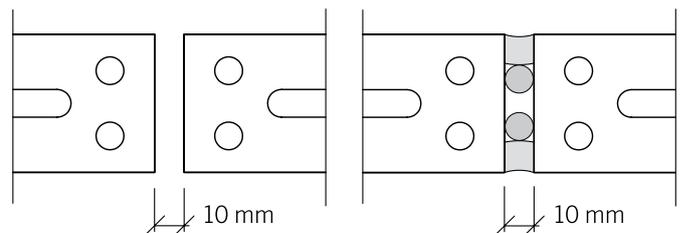
Vertikale Bewegungsfugen in der Aussenschale sind vor allem an den Gebäudeecken wichtig. Durch unterschiedlich besonnte Fassaden und Fassadenteile entstehen verschieden grosse Temperaturdeformationen. Dies erfordert die Ausbildung einer durchgehenden vertikalen Dehnungsfuge in der Aussenschale.

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 Parteien zu trennen.
- Fugen bei Wandabschnitten von mehr als 10–12 m



▲ Anordnung von Dehnungsfugen an Gebäudeecken



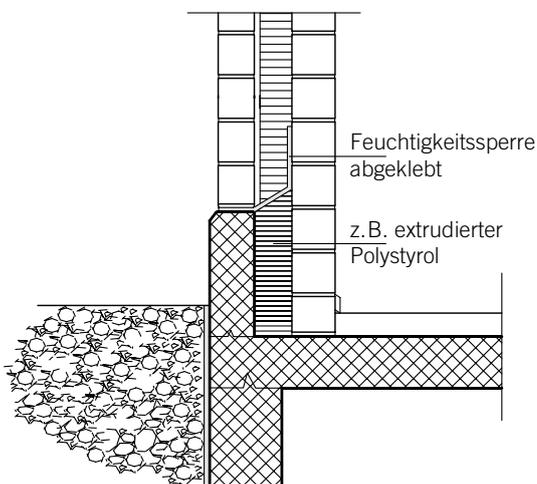
▲ Offene Dehnfuge

▲ 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



▲ KS-Mauerwerk bietet vielfältige Ausführungsmöglichkeiten

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 279:2011 (Wärmeschutz im Hochbau) mitgerechnet werden.

Dicke der Luftschicht	Wärmedurchlasswiderstand $1/\Lambda$ (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 nicht hinterlüftet (Sicherheitsraum) in cm
gering	1	2
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 Zwängspannungen 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.

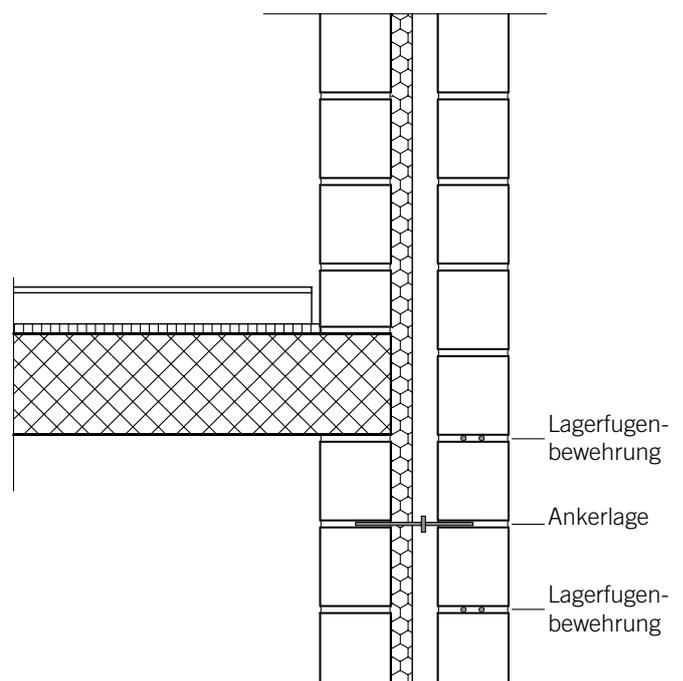
Ankertypen

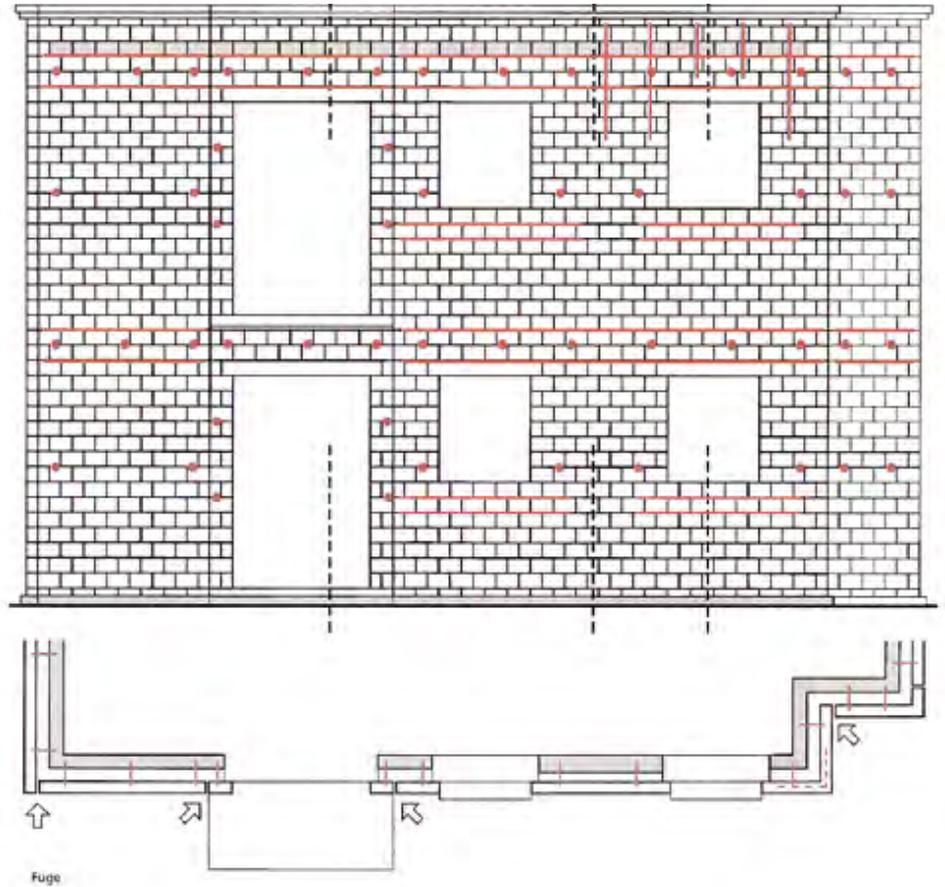
Es sind verschiedene in der Praxis bewährte Anker gebräuchlich. Bei der Anwendung sind die einschlägigen Empfehlungen der verschiedenen Fabrikate sowie die Norm SIA 266 zu beachten. Grundsätzlich gilt, dass auch die Verankerung der äusseren Schale durch den zuständigen Ingenieur festzulegen und im Fassadenplan 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.



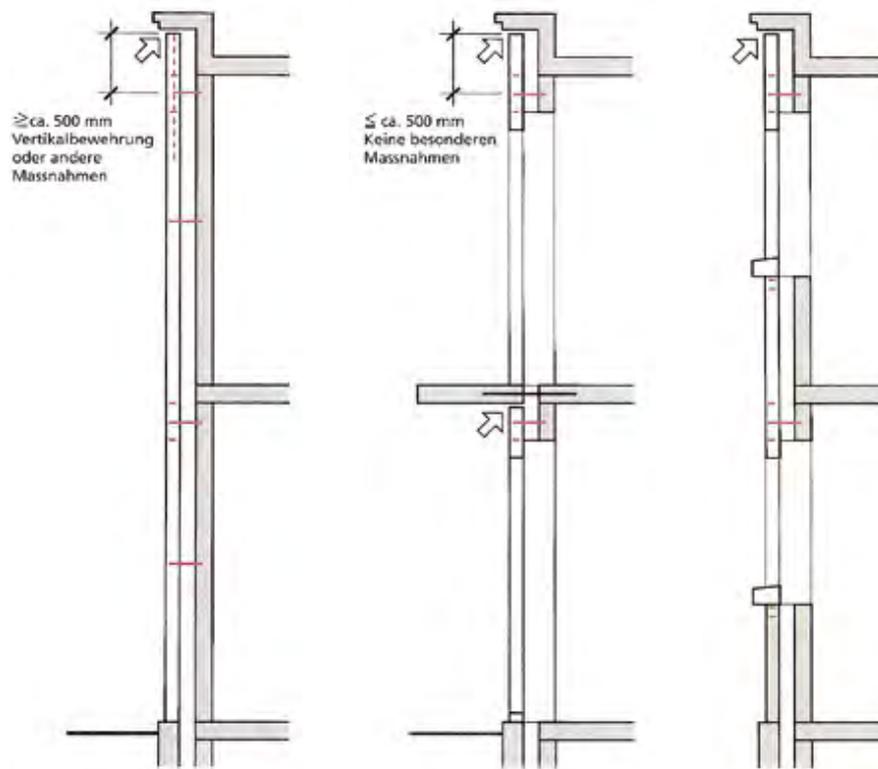


Die technischen Werte über die Produkte für Verankerung, Bewehrung und Fugen sind den Unterlagen der Herstellerfirmen zu entnehmen. Die Bemessungen und die Anordnungen der Anker haben ausschliesslich durch den Ingenieur zu erfolgen.



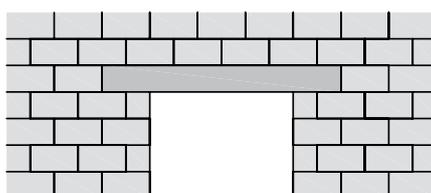
Vertikale Bewehrungseinlagen

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.

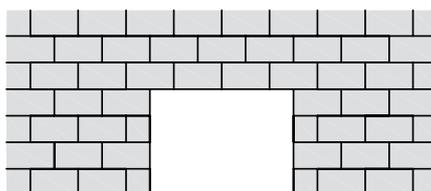
**Schematisches Beispiel:**

Verankerung
Bewehrung
Dehnungs- und Bewegungsfugen

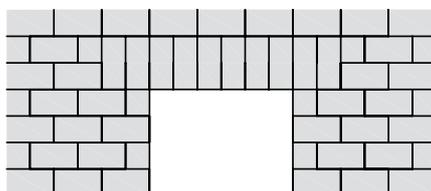
- **Verankerung:**
 - zwei Ankerreihen pro Geschoss
 - Anker seitlich oder über Fensterstürzen
 - Anker bei schlanken Pfeilern
- **Bewehrung:**
 - Lagerfugen:
 - Gurtstreifen bei Ankerreihe
 - Brüstung
 - Ecken (Eckbügel)
 - Vertikalbewehrung:
 - Dachrand
- **Bewegungsfugen:**
 - alle 10–12 m
 - Gebäude-Ecken
 - Balkonplatte, auskragend



▲ Sturz in Sichtbeton



▲ Läuferschichtsturz



▲ Rollschichtsturz

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.

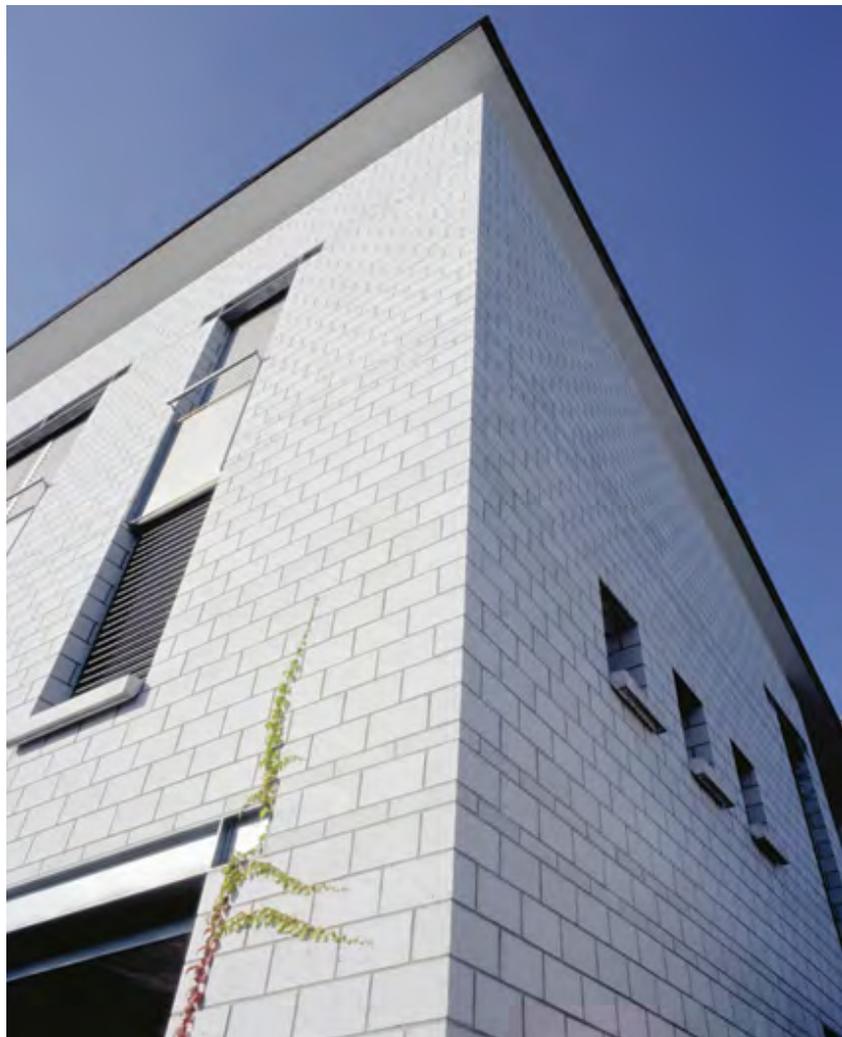


Fensterbank

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 Leibungsstein ist in verschiedenen Ausführungen nach Angaben des Planers mit der Fensterbank verklebt.

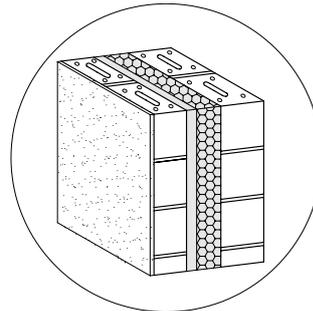


Zweischalenmauerwerk verputzt

Konstruktion am Beispiel verputztes Zweischalenmauerwerk

Aussenschale

- Wetterschutz
- Gestaltungselement
- Sommerlicher Wärmeschutz



Innenschale

- Wärmespeicher
- Schallschutz
- Tragfunktion

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

Zwischenschicht Wärmedämmung 80–140 mm

- Mineralfaserplatten
- Hartschaumplatten

U-Wert: 0.35–0.22 $\text{W/m}^2 \text{K}$

Toleranzraum 10 mm

Innenraumgestaltung:

- Sichtmauerwerk
- verputzt
- geschlämmt
- gestrichen

Aufbau

Innenschale

Die innere Schale übernimmt in erster Linie die Tragfunktion. In der Regel genügt ein Einsteinauerwerk 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 Zweischicht, 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.



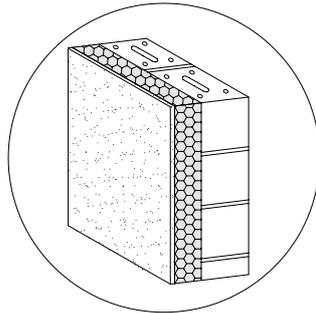
Mauerwerk mit Aussenisolation

Konstruktion am Beispiel aussenisoliertes Mauerwerk

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

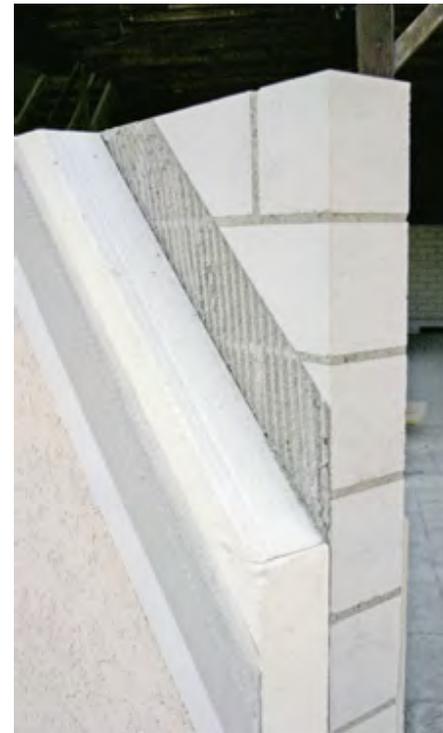
Hartschaum- oder Mineralfaser-
Platten

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.



Hinterlüftete Vorhangfassade

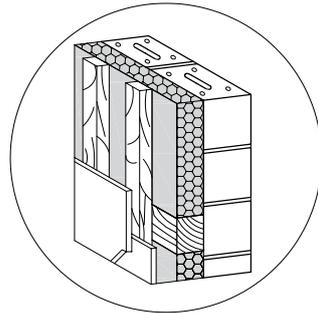
Konstruktion am Beispiel hinterlüftete Vorhangfassade

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 nicht-rostende Verbindungsmittel verwendet werden.

Fassadenverkleidungen

Faserzementplatten, Holzverkleidungen, Glasfaserbeton, Metallbleche, Betonelemente, keramische Platten, Natursteinplatten usw. sind mögliche Materialien für die Ausführung.



INNOVATIVE MAUERWERKSYSTEME

Um dem wachsenden Bedarf an effizienten Bauabläufen gerecht zu werden, haben die Kalksandstein-Hersteller neue und innovative Produkte entwickelt.

- KS-PLAN E
- KS-QUADRO E
- KS-FASE (Sichtmauerwerk)

Dünnbettmörtel

Durch den Einsatz von Dünnbettmörtel erreicht man wesentlich höhere Mauerwerksfestigkeiten als dies mit bisherigen Mauerwerken der Fall war.

Alle Produkte werden mit dem benötigten Dünnbettmörtel (Sackware) zur Baustelle geliefert, zusammen mit den Mörtelschlitzen, welche ein schnelles und gleichmäßiges Auftragen des Mörtels gewährleisten.



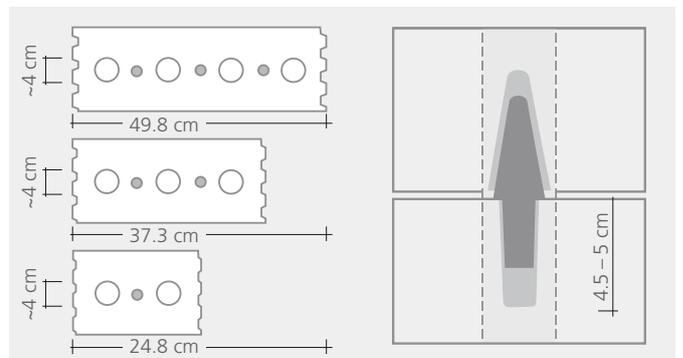
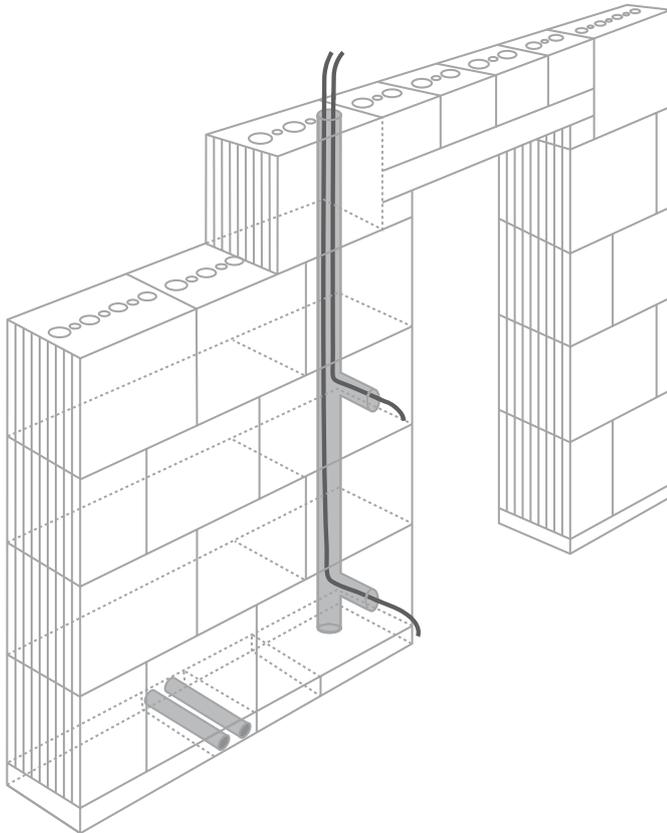
Um ein E besser

Durch ein regelmässiges, senkrechtes Lochsystem können diverse Installationen (Elektro-/TV- und Kommunikationsleitungen) in den Wänden aufgenommen werden. Zentrierhilfen gewährleisten das einfache und rasche Versetzen und stellen durchgehende Installationskanäle sicher.

Dank den integrierten Installationskanälen müssen die Wände nicht mehr aufwändig geschlitzt und wieder geschlossen werden. Das spart nicht nur Kosten, statische Verluste werden so auch weitgehend vermieden. Zudem leisten die KSE-Steine einen Beitrag zu einer sauberen Baustelle.



Nach Fertigstellung des Mauerwerks können Leitungen sauber in die vorgesehenen Installationskanäle eingezogen werden.



Lochreihen mit 12,5 cm Raster mit innenliegenden Installationskanälen und Zentrierbolzen.

Zentrierbolzen/-hülsen bewerkstelligen das einfache und rasche Versetzen.

Wirtschaftliches Bauen mit Grossformaten

Durch den Einsatz von grossformatigen KS-Steinen kann ein schneller Baufortschritt erreicht werden. Dabei werden die Verarbeiter durch den Einsatz von diversen Hilfsmitteln (Minikran, Rollbock) auch körperlich stark entlastet und unterstützt. Das System ist einfach und genau und aus diesem Grund unschlagbar, effizient, sicher und kräfteschonend.



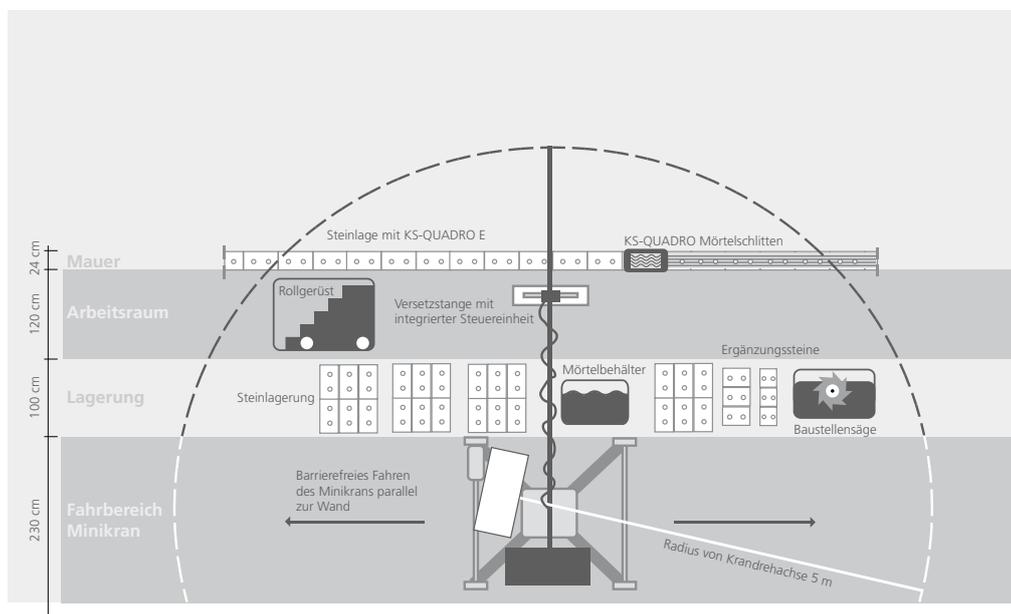
Das Aufmauern der Steine beginnt mit dem Anlegen der Ausgleichssteine zu einem planebenen Niveau.

Der Dünnbettmörtel wird mit dem Mörtelschlitten aufgetragen. Die Fugendicke beträgt etwa 2 mm.

Eine Person versetzt mit dem Minikran pro Hub bis zu 0,5 m² Wandfläche. Die Stossfugen werden unvermörtelt knirsch versetzt. Zentrierbolzen stellen durchgehende Installationskanäle sicher.

Maueranschlüsse werden in der Regel stumpf gestossen und vermörtelt. In jede Lagerfuge werden Stumpfstossanker eingelegt.

Eine optimale Baustellenausrichtung garantiert den reibungslosen Arbeitsablauf. Kennzeichnend sind kurze Wege zwischen den Stein stapeln und der Verarbeitungsstelle.



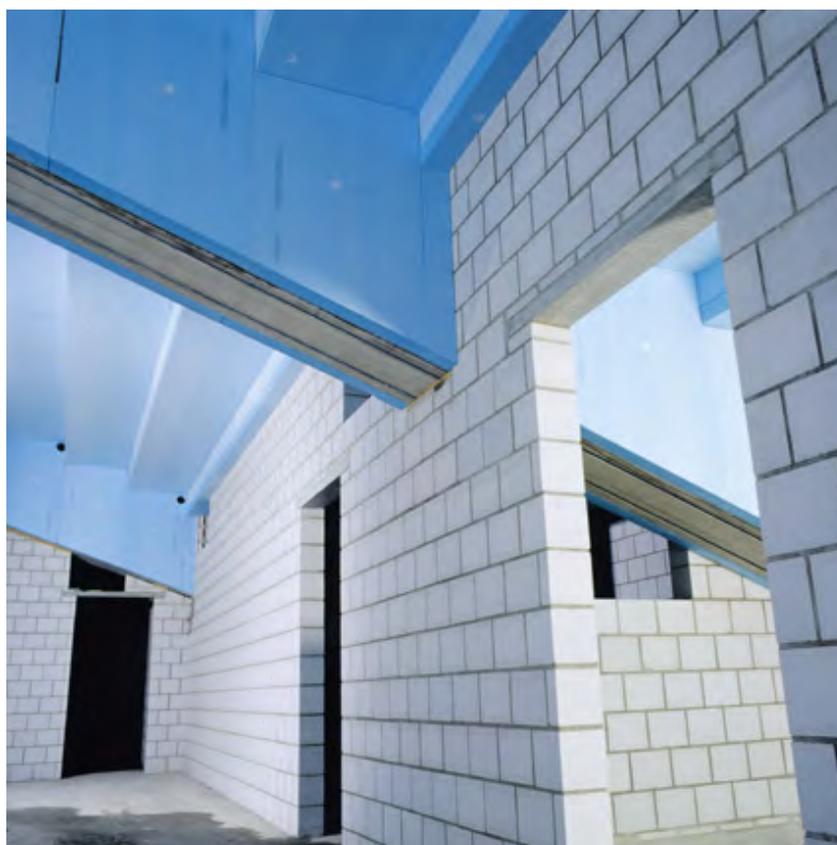
Sichtmauerwerk mit Dünnbettmörtel

Für den Innenbereich bieten KS-Fasensteine eine ästhetisch ansprechende Variante für Sichtmauerwerk. Millimetergenaue Steine weisen an den horizontalen und vertikalen Kanten eine Fase von 4 mm respektive 5 mm auf. Das Nut-Kamm-System (in der Stossfuge) macht die Verarbeitung effizient. Alle Fasensteine weisen eine feine Oberfläche auf.

Durch die nur 2 mm dicke Mörtelschicht in den Lagerfugen am fertigen Mauerwerk und das Nut-Kamm-System in der Stossfuge ist der Fasenstein in der Verarbeitung bezüglich Materialbedarf und Maurerleistung sehr wirtschaftlich. Der geringe Mörtelanteil reduziert den Baufeuchteintrag auf ein absolutes Minimum. Ein grosser Vorteil für grossflächige Innensicht-Mauerwerke. Bezüglich Druck- und Biegezugfestigkeit wurden sehr gute Prüfergebnisse erzielt.¹⁾

Diverse Ergänzungssteine stehen zur Verfügung.

¹⁾ Untersuchungsbericht des p+f Sursee Nr. M 451 «Ermittlung der Mauerwerkskennwerte f_x , E_x und f_{fx} für Mauerwerk MK ohne besondere Eigenschaften nach E SIA V177» vom 2.08.02. Die Anforderungen gemäss SIA 266:2002 an die Druck- und Biegezugfestigkeit sind mit der E SIA V177 identisch.



SORTIMENT

Normal-Sortiment Kalksandstein-Mauerwerk: Stein- und Mörtelbedarf

Wanddicke	Steinsorte Bezeichnung	Format L/B/H	Steinbedarf	Mörtelbedarf	Flächenmasse roh Normalstein
mm		mm	Stück/m ²	Liter/m ²	ca. kg/m ²
Mit Normalmörtel: Lagerfugen 10 mm, Stossfugen 10 mm					
100	K 10/6,5	250/100/65	51	36	210
	K 10/14	250/100/140	26	21	180
	K 10/19	250/100/190	19	17	150
120	K 12/6,5	250/120/65	51	43	250
	K 12/9	250/120/90	38	34	210
	K 12/14	250/120/140	26	25	210
	K 12/19	250/120/190	19	20	200
150	K 15/6,5	250/145/65	51	52	300
	K 15/9	250/145/90	38	41	240
	K 15 RE	250/145/140	26	64	292
	K 15/14	250/145/140	26	30	250/300*
	K 15/19	250/145/190	19	25	240
180	K 18/6,5	250/180/65	51	65	400
	K 18/9	250/180/90	38	50	310
	K 18/14	250/180/140	26	37	325/370*
	K 18/19	250/180/190	19	31	300
200	K 20/6,5	250/200/65	51	72	420
	K 20/9	250/200/90	38	56	340
	K 20/14	250/200/140	26	41	350
	K 20/19	250/200/190	19	34	340
250	K 12/14	250/120/140	51	72	430
	K 15/14	250/145/140	43	65	410
	K 18/14	250/180/140	35	59	410
	K 20/14	250/200/140	31	56	450

* Verwendung von Schallschutzsteinen (K 15 schwer, K 18 schwer)

Wanddicke	Steinsorte Bezeichnung	Format L/B/H	Steinbedarf	Mörtelbedarf	Flächenmasse roh Normalstein
mm		mm	Stück/m ²	Liter/m ²	ca. kg/m ²

Mit Dünnbettmörtel: Lagerfugen 2 mm, Stossfuge Knirsch (Nut und Kamm)

70	KSP 70	498/70/248	8	2,0	131
100	KSPE 100/248	373/100/248	10,7	1,4	139
115	KSPE 115/248	248/115/248	16	1,8	190
150	KSPE 150/248	248/150/248	16	1,8	248
175	KSPE 175/248	248/175/248	16	1,8	288
200	KSPE 200/248	248/200/248	16	2,0	368
240	KSPE 240/248	248/240/248	16	2,0	445
125	Fasen-/Normalstein	250/123/198	20	ca. 2,2	190
150	Fasen-/Normalstein	250/148/198	20	ca. 2,7	260



BAUSTOFFKENNWERTE

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 266:2003

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 266:2003

Eigenschaft	Grundlage	Wert
Form und Ausbildung	Herstellerdeklaration	Gruppe 2 (gemäss SN EN 1996-1-1)
Bruttotrockenrohddichte	Herstellerdeklaration	1410–1600 kg/m ³
Nettotrockenrohddichte	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	9–12 %
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 266:2003

Eigenschaft	Grundlage	Wert
Druckfestigkeit f_{mk}	SIA 266	15 N/mm ²
Korngrössenbereich	Herstellerdeklaration	gemäss SN EN 1015-1 zu bestimmen
Trockenrohichte	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. Beachten Sie auch die Produktzertifikate und Konformitätserklärung auf www.kalksandstein.ch



www.kalksandstein.ch

Auf der Webseite des Verband Schweizer Kalksandstein-Produzenten KSV finden Sie neben aktuellen Meldungen alle relevanten Informationen über Kalksandstein. Der KS-Schallschutzrechner sowie die pdfs der Broschüren stehen kostenlos zum Download bereit.

Verkauf

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

BASAG Baustoff Handels AG
Aarauerstrasse 75
5200 Brugg
Tel. 056 444 25 25
Fax 0800 80 70 79
info@ks-basag.ch
www.ks-basag.ch

Creabéton Matériaux AG
Busswilstrasse 44
3250 Lyss
Tel. 032 387 87 87
Fax 032 387 86 86
verkauflyss@creabeton.ch
www.creabeton-materiaux.ch

Kalksandstein-Produzenten in der Schweiz:

Creabeton Matériaux AG
Oberes Kandergrien
3646 Einigen
Tel. 033 334 25 25
Fax 033 334 25 90
www.creabeton-materiaux.ch

HKS Hunziker Kalksandstein AG
Aarauerstrasse 75
5200 Brugg
Tel. 056 460 54 66
Fax 056 460 54 54
www.hunziker-kalksandstein.ch
www.ks-quadro.ch