

Nachhaltig bauen mit Kalksandstein





Nachhaltiges Bauen

Das Bauen und Bewirtschaften einer Immobilie wird immer anspruchsvoller. Nebst den üblichen planerischen Herausforderungen werden auch grosse Anstrengungen unternommen, die Betriebsenergie zu senken. Mit Empfehlungen durch den Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein SIA und weitere private und behördliche Institutionen wurde der Wärmeverbrauch von Gebäuden kontinuierlich gesenkt. Moderne Niedrigenergiehäuser ver-

brauchen heute kaum mehr als 40 MJ/m² Energiebezugsfläche pro Jahr.

Die Empfehlung SIA 112/1 «Nachhaltiges Bauen-Hochbau» definiert in einem umfassenden Kriterienkatalog die Themen des nachhaltigen Bauens. Diese sind unterteilt in die Bereiche Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft (s. Auflistung unten).

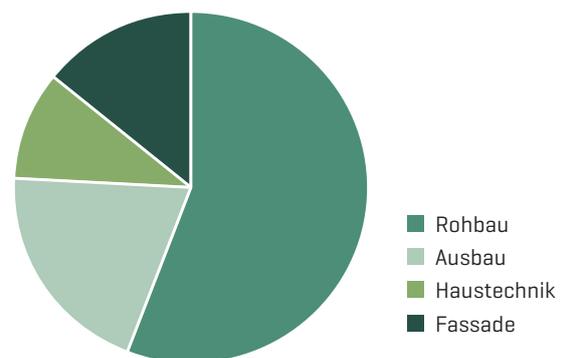
Gesellschaft	Umwelt	Wirtschaft
Wohlbefinden, Gesundheit <ul style="list-style-type: none"> ■ Innenluft ■ Licht ■ Lärm 	Graue Energie, Baustoffe <ul style="list-style-type: none"> ■ Rohstoffe, Verfügbarkeit ■ Stoffflüsse ■ Umweltbelastung ■ Rückbau 	Gebäudesubstanz <ul style="list-style-type: none"> ■ Flexibilität
Komfort <ul style="list-style-type: none"> ■ Thermische Behaglichkeit ■ Sommerlicher Wärmeschutz ■ Systematische Lüfterneuerung 	Betriebsenergie <ul style="list-style-type: none"> ■ Raumklima, Gebäudehülle ■ Warmwasser ■ Haushaltgeräte ■ Beleuchtung ■ Betriebseinrichtungen 	Betriebs- und Unterhaltskosten <ul style="list-style-type: none"> ■ Zugänglichkeit ■ Systemtrennung
	Infrastruktur (Mobilität) <ul style="list-style-type: none"> ■ Standortwahl ■ Anreizsysteme ■ Technische Ausrüstung 	

SIA Empfehlung 112/1 «Nachhaltiges Bauen – Hochbau»

Der Energieaufwand «Graue Energie» ist ein wesentlicher Faktor, da dieser um einiges höher liegt als nur der eigentliche Energieverbrauch des Gebäudes. Unter der Grauen Energie versteht man den kumulierten Aufwand an nicht erneuerbarer Primärenergie zur Herstellung und Entsorgung eines Baustoffs.

Der Gesamtverbrauch an Grauer Energie kann für ganze Gebäude, Gebäudeteile oder einzelne Bauteile berechnet werden.

Grössenordnung der Anteile an der Grauen Energie



Graue Energie

Berechnung der Grauen Energie

Berechnung der Grauen Energie von MINERGIE-A, MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO und MINERGIE-A-ECO richtet sich nach dem SIA Merkblatt «2032 Graue Energie von Gebäuden». Darin wird die Graue Energie definiert als die gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse vom Rohstoffabbau über Herstellungsprozesse bis zur Entsorgung inkl. der Transporte benötigt wird. Die dafür notwendigen Daten wurden durch die KBOB [Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren] aufbereitet. Sie bilden die Datengrundlage für alle Berechnungen. Die Graue Energie und die grauen Treibhausgasemissionen werden berechnet, indem die Masse der Bauteile mit den entsprechenden Werten der Grauen Energie bzw. der grauen Treibhausgasemissionen pro Flächen multipliziert wird. Angegeben werden die Werte für die Herstellung und die Entsorgung sowie ein Totalwert pro Jahr.

Bei der Berechnung der Grauen Energie pro Jahr wird eine bestimmte Amortisationszeit abgeschrieben. Da nicht alle Bauteile die gleiche Nutzungsdauer aufweisen, werden die verschiedenen Amortisationszeiten in einer Tabelle aufgeführt. Konstruktive Bauteile wie Bodenplatten, Stützen, Aussen- und Innenwände sowie Decken werden mit 60 Jahren berechnet, Innenauskleidungen und die Gebäudetechnik mit 30 Jahren.

Der Bauteilkatalog beschreibt die Elemente, die zur Berechnung der grauen Energie berücksichtigt werden müssen.

Bauteilkatalog (BTK)

Neubau

- Gebäudehülle beheizt
- Gebäudehülle unbeheizt
- Innenbauteile: Innenwände und Decken
- Haustechnik: Erdsonde, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen
- Aushub

Der Umweltbelastungsindikator berücksichtigt neben der Grauen Energie auch die gesamte Primärenergie und die Treibhausgasemissionen. Zusammengefasst werden diese Umweltbelastungsindikatoren in Umweltbelastungspunkten (UBP) ausgedrückt. Je tiefer der Wert desto geringer die Umweltbelastung.

Grenzwerte der Grauen Energie

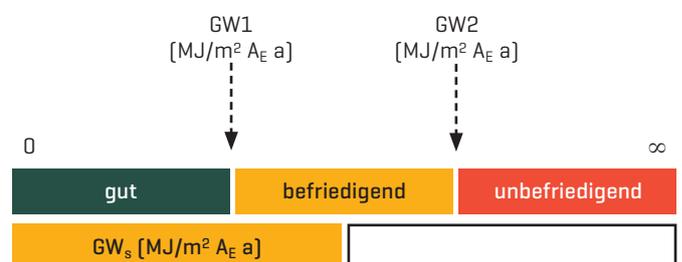
Der Grenzwert der grauen Energie bei MINERGIE-A ist statisch. Das heisst, für Neubauten gilt ein fixer Grenzwert von 50 kWh/m²a [Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr]. Die Anforderungen für den Grenzwert für die Graue Energie bei MINERGIE-A ist relativ milde: Wird der Grenzwert nicht erreicht, kann dieser nach Ablauf der Einführungsphase korrigiert werden.

Bei MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO und MINERGIE-A-ECO ist der Grenzwert dynamisch. Das heisst, es gelten für Neubauten und Modernisierungen ein oberer und ein unterer Grenzwert, der objektspezifisch festgelegt wird. Er ist wesentlich strenger als bei MINERGIE-A und bedarf einer optimalen Gebäudekonzeption.

Um Neubauten mit weitgehender Nutzung erneuerbarer Energien [Bsp. Photovoltaik] nicht zu bestrafen und Modernisierungen mit Teilsanierungen [Bsp. nur Fensterersatz] nicht grundsätzlich zu belohnen, wurde entschieden, objektspezifische Grenzwerte (GW1 und GW2) festzulegen.

Um diese zu berechnen, werden Informationen über das Gebäude und seine technische Ausrüstung benötigt. **Die Grenzwerte haben die Einheit MJ pro m² Energiebezugsfläche und Jahr.**

Grenzwerte der Grauen Energie



Zwei Grenzwerte bezeichnen den Übergang zwischen **gut** (grün) und **befriedigend** (orange) GW1. Sowie zwischen **befriedigend** (orange) und **unbefriedigend** (rot) GW2.

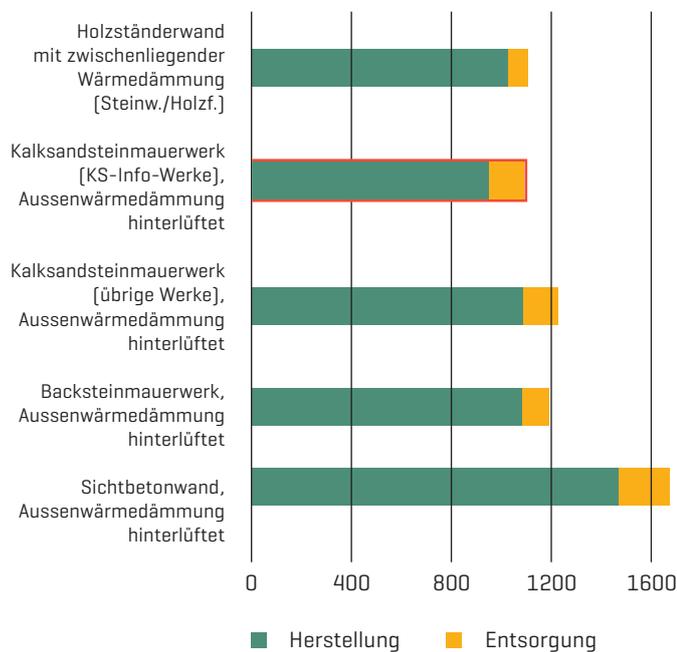
Nachhaltig bauen mit Kalksandstein

Der Kalksandstein besteht aus natürlichen Rohstoffen und sorgt mit seinen hervorragenden bauphysikalischen Eigenschaften für hohen Schall- und Feuerschutz. Dank seiner Speichermasse schafft er zudem ein behagliches Raumklima während des ganzen Jahres.

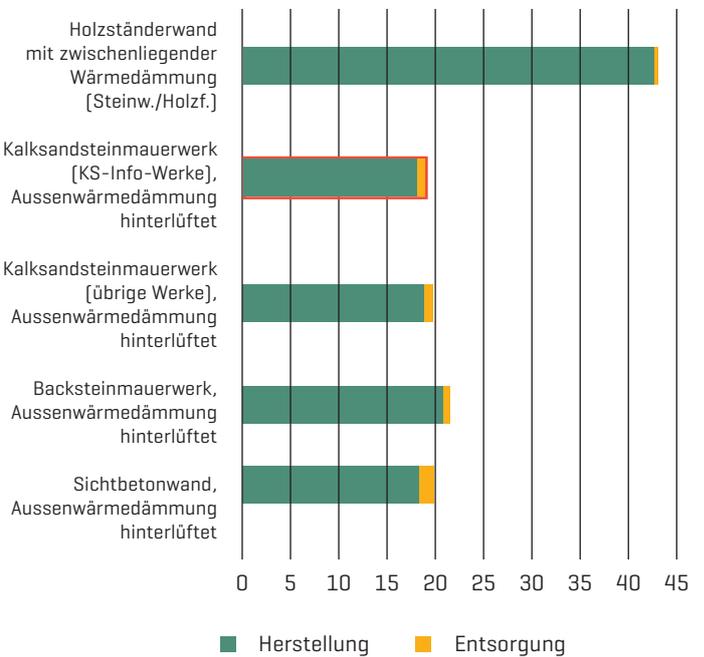
Auch seine Ökobilanz bezüglich Grauer Energie ist im Vergleich mit anderen Bauteilen sehr interessant.

Ein Vergleich mit verschiedenen Fassadenkonstruktionen (gemäss Tabelle S. 7):

Vergleich Wandaufbauten UBP 2013 (UBP/m²/a)



Vergleich Wandaufbauten Primärenergie gesamt (MJ/m²/a)



Bestwerte dank lokaler Produktion



Lokaler Rohstoff Kies

Bei der Herstellung wird darauf geachtet, dass die Ressourcen geschont und auf die Umwelt geachtet wird. Das heisst: Von der Rohstoffgewinnung in heimischen Abbaustätten, über die Produktion, zu den Transporten, bis zum Rückbau und Recycling sind stets sehr gute Umwelteigenschaften zu verzeichnen.

Produktion Kalk

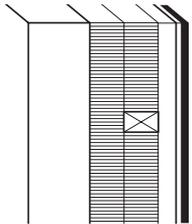
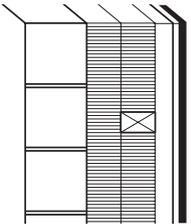
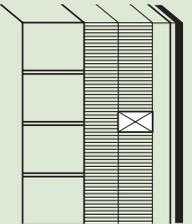
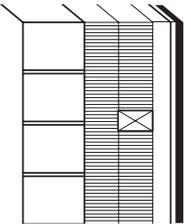
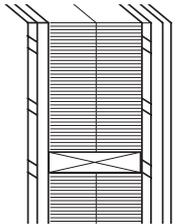
Der regionale Kalklieferant zeichnet sich als Unternehmen aus, das CO₂-Emissionen aktiv reduziert und seine Energieeffizienz optimiert. Im Steinbruch werden besonders reine Kalksteine mit einem Gehalt von bis zu 98 Prozent Calciumcarbonat abgebaut. Mit der Umstellung auf Erdgas sind die CO₂-Emissionen um einiges reduziert worden.

Produktion Kalksandstein

Die KS-Info-Werke haben als selbstständige Energiemodell-Gruppe die freiwillige CO₂-Zielvereinbarung mit dem Bund unterzeichnet. Damit verpflichten sich alle Werke, die fossilen CO₂-Emissionen zu reduzieren sowie gleichzeitig ihre Energieeffizienz zu steigern. Diese freiwillige Vereinbarung wurde vorgängig von unabhängigen Experten geprüft und für «verpflichtungstauglich» erklärt. Die Zielvereinbarung mit dem Bund ist eine Massnahme aus dem Energie- und CO₂-Gesetz und erweist sich als erfolgreiches Instrument zur Umsetzung der schweizerischen Energie- und Klimapolitik. Zusätzlich beteiligen sich die KS-Info-Werke am Energie-Modell-Programm der Energie-Agentur der Wirtschaft [EnAW], um die hochgesteckten Ziele zu erreichen. Mit diesen Engagements bekennen sich die KS-Info-Werke zu nachhaltigem Klimaschutz.

Wandaufbauten im Vergleich

Ein Vergleich mit verschiedenen hinterlüfteten Tragkonstruktionen

System					
Wandaufbau von aussen nach innen ^{1), 2)}	Beton - Fassadenbekleidung 20 mm - Hinterlüftung 40 mm - Wärmedämmung 0,032 W/mK 200 mm - Betonwand 180 mm - Innenputz	Backstein - Fassadenbekleidung 20 mm - Hinterlüftung 40 mm - Wärmedämmung 0,032 W/mK 200 mm - Backsteinwand 180 mm - Innenputz	Kalksandstein KS-Info-Werke - Fassadenbekleidung 20 mm - Hinterlüftung 40 mm - Wärmedämmung 0,032 W/mK 200 mm - Kalksandsteinwand 180 mm - Innenputz	Kalksandstein übrige Werke - Fassadenbekleidung 20 mm - Hinterlüftung 40 mm - Wärmedämmung 0,032 W/mK 200 mm - Kalksandsteinwand 180 mm - Innenputz	Holz - Fassadenbekleidung 20 mm - Hinterlüftung 40 mm - Wärmedämmung 0,038 W/mK 200 mm - Holzständerwand - Dampfbremse - Installationshohlraum 25 mm - Fermacellplatte 15 mm
Wanddicke ohne Verputz [mm]	440	440	440	440	300
U-Wert Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²K]	0,18	0,17	0,18	0,18	0,19
Flächenbezogene Wärmekapazität [kJ/m²K]³⁾	83,9	54,4	70,2	70,2	22,1
Schalldämmwert R'w⁴⁾	60	52	57	57	46
UBP 13 [UBP/m²/a] Total	1677	1194	1098	1229	1109
Primärenergie gesamt MJ/m² a Total	19,7	21,4	19,0	19,8	42,7
Primärenergie nicht erneuerbar MJ/m² a Total	12,5	13,8	11,6	12,4	14,7
Treibhausgas-Emissionen Kg/CO₂-eq/m² a Total	1,039	1,034	0,831	0,981	0,784

¹⁾ Wärmebrückenzuschlag Kreuzlattung = 0.03 W/m²K

²⁾ Hinterlüftung RSI = RSE = 0.13 m² K/W

³⁾ Wärmespeichervermögen gem. SIA 180 werden max. 10 cm Wandstärke für eine Periodendauer von 24h betrachtet

⁴⁾ Je nach Befestigung der Kreuzlattung und vorgehängter Fassade können die Schallwerte stark variieren

Ausgeglichenes Raumklima

Wärmespeicherung

Ziel der Wärmespeicherung im Haus ist es, einen Teil der einstrahlten Sonnenenergie bzw. Energieüberschüsse für strahlungsärmere Perioden aufzubewahren. Dadurch wird Solargewinn besser genutzt und der Heizenergieverbrauch erheblich gesenkt. Zu beachten: Im primären Speicherbereich (sonnenbeschienene Boden- und Wandzonen) treten enorme Energiedichten in Relation zum Heizwärmebedarf eines gut wärmegeprägten Hauses auf, so dass unvermeidliche Verluste an den Raum rasch zu Überwärmung führen können.

Scheint die Sonne auf eine speicherfähige Aussenwand, so erwärmt sich diese allmählich. Die höchste Temperatur auf der Innenseite tritt erst auf, wenn sie aussen schon wieder abgeklungen ist. Diese Phasenverschiebung bewirkt, dass ein Teil der einstrahlten Wärme nach Rückgang der maximalen Aussentemperatur nicht weiter nach innen vordringt, sondern wieder an die bereits abgekühlte Aussenseite zurückfliesst.

Grundsätzlich gilt, dass speicherfähige Bauteile bei dauernd genutzten Gebäuden grössere Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen bewirken, da sie die Schwankungen der Raumlufttemperaturen begrenzen.

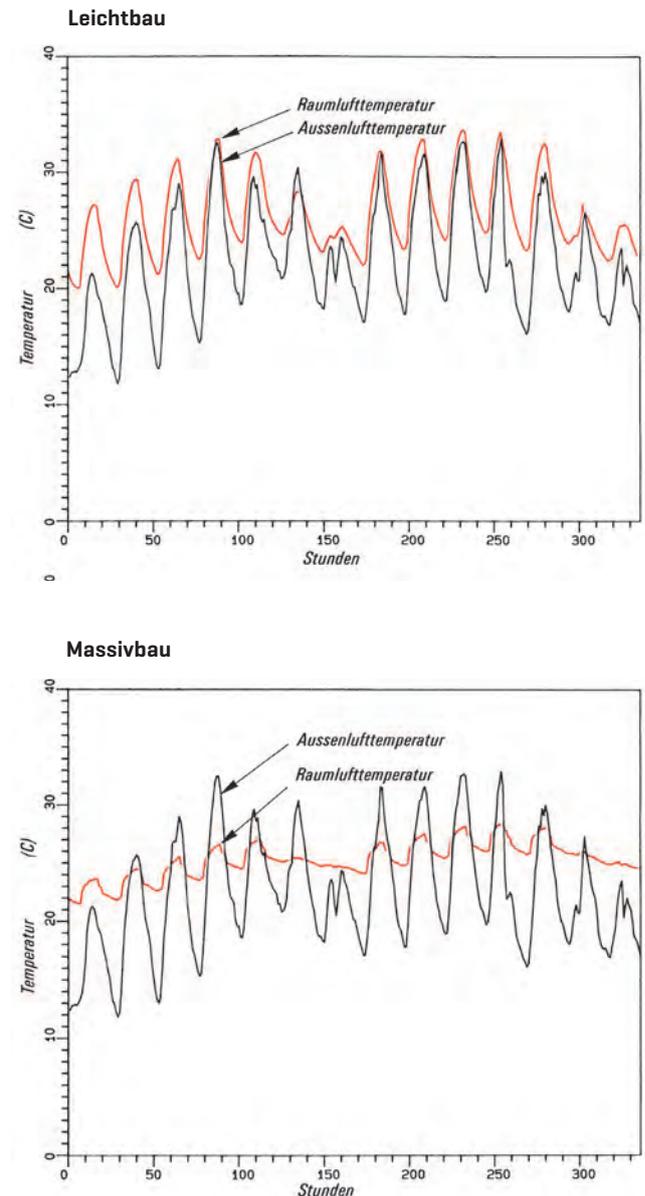
Dank seiner hohen Rohdichte hat der Kalksandstein eine hervorragende Speicherfähigkeit. Die tagsüber gespeicherte Wärme wird nachts wieder der Raumluft zugeführt. Das Ergebnis: gleichbleibende Raumtemperaturen und geringere Heizkosten.

Sommerlicher Hitzeschutz

Aussen- und Innenwände aus Kalksandstein bringen beim Thema Hitzeschutz klare Vorteile: Bedingt durch deren hohe Rohdichte entstehen im Gebäude nennenswerte Speichermassen. Dank dieser kommt es im Sommer zu geringeren Überhitzungserscheinungen als in Leichtbauten. Hier helfen auch die Innenwände die mit ihrer grossen Speichermasse Temperaturspitzen abpuffern.

Die Räume sollten in den Nachtstunden, wenn die Aussentemperatur unter die Raumtemperatur sinkt, ausreichend gelüftet werden. Die positive Auswirkung einer Nachtlüftung ist besonders wirkungsvoll in Verbindung mit einer hohen Wärmespeicherfähigkeit. Die Speichermassen werden dadurch gekühlt und können die anfallende Wärme am nächsten Tag wieder aufnehmen.

Temperaturunterschiede von Leichtbau und Massivbau



Temperaturverläufe in einem Wohnbereich über eine typische Sommerperiode von 14 Tagen.

Wohlfühlklima

Der Kalksandstein überzeugt mit vielen Vorteilen und sorgt für ein echtes Wohlfühlklima. Dabei sind nicht nur angenehme Temperaturen im Sommer wie im Winter wichtig, sondern auch eine konstante und richtig bemessene Luftfeuchtigkeit. Hierbei fördert Kalksandstein dank seiner guten Baustoffeigenschaften bei der Wärmespeicherung sowie der Feuchtigkeitsaufnahme deutlich die Behaglichkeit.

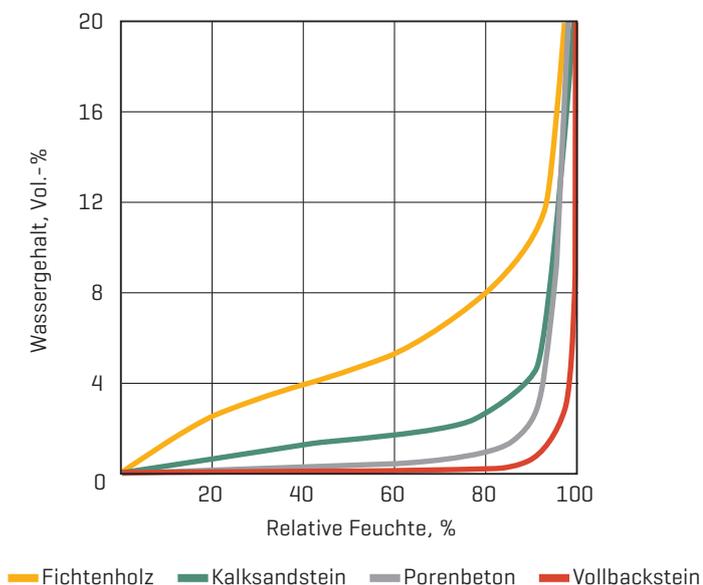
Kalksandstein speichert Wärme und wirkt feuchtigkeitsregulierend

In bewohnten Räumen wird der Luft ständig Feuchte zugeführt. Belegungsichte, Duschen, Wäschetrocknen und Pflanzen sind im Wesentlichen für die Raumluftfeuchte verantwortlich. Der Kalksandstein gleicht Schwankungen der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit hervorragend aus, indem bei zeitweise hoher Raumluftfeuchte die überschüssige Feuchtigkeit aufgenommen und bei niedriger Raumluftfeuchte wieder abgegeben wird. Voraussetzung dafür ist, dass der Kalksandstein nicht durch dichte Putze oder Beschichtungen von der Raumluft abgekoppelt wird.

Zu beachten: In zu feuchten Räumen besteht die Gefahr von Schimmelbildung an der Innenoberflächen der Wände. Allzu trockene Räume, vor allem im Winter, verursachen durch erhöhte Staubbildung Allergien, Schleimhautreizungen und Atembeschwerden. Ideal ist eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60 Prozent.



Feuchtespeicherfunktion



Schallschutz

In einer zunehmend von Lärm geprägten Umwelt steigt das Bedürfnis, zumindest in den eigenen vier Wänden seine Ruhe zu finden. Werden Bauherren danach befragt, ist ein guter Schallschutz an vorderer Stelle. Für eine deutliche Mehrheit der Mieter und Besitzer ist Lärm sehr belastend und kann sogar bis zu einem Umzug führen. An den Schallschutz im eigenen Wohnbereich werden in der Schallschutznorm keine Anforderungen gestellt. Es wird davon ausgegangen, dass Lärmquellen im eignen Wohnbereich selbst beeinflusst werden können und daher keine besonderen Schutzmassnahmen erforderlich sind. Neben leisen Tätigkeiten wie Schreiben oder Lesen werden auch lärmintensive Hausarbeiten durchgeführt. Demnach ist es wichtig, den Schallschutz im eigenen Wohnbereich zu Planen.

Schallschutz ist baubar – allerdings nur, wenn er von Anfang an in die Gesamtplanung integriert ist.

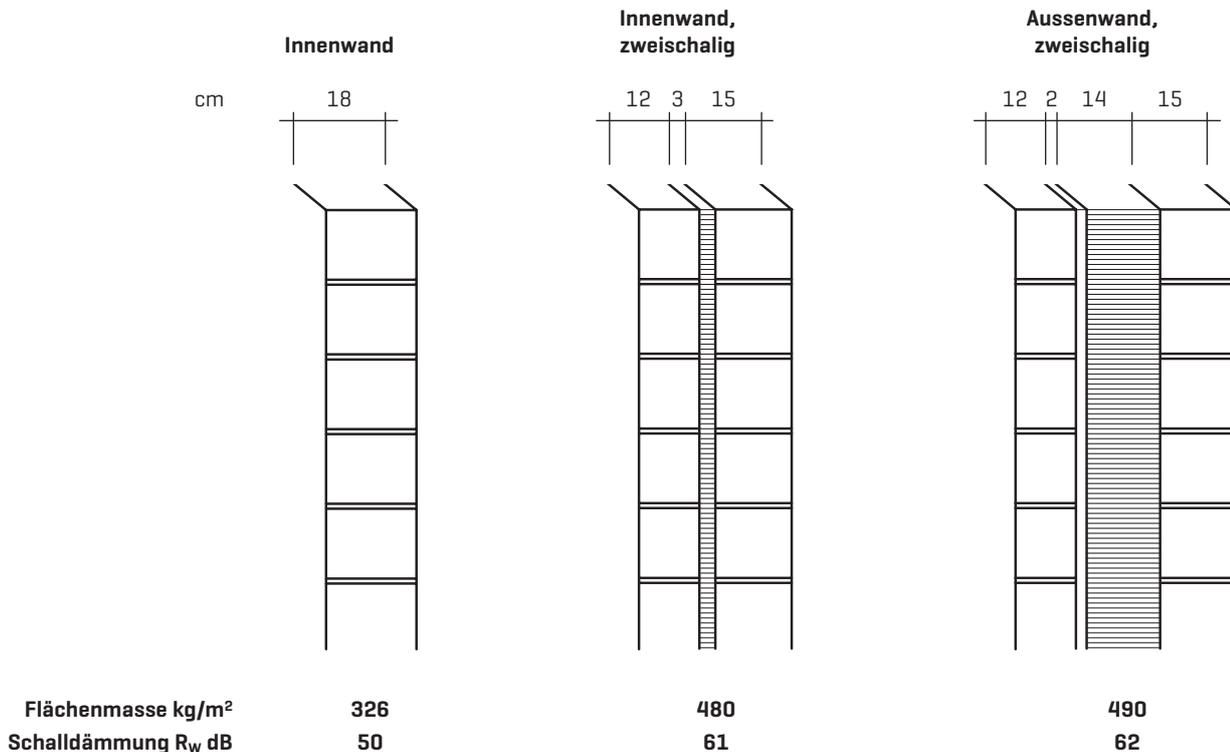
Wände aus Kalksandstein bringen den Bauherren nicht so leicht aus der Ruhe

Die Massivbauweise mit Kalksandstein sorgt für einen hohen Schallschutz gegen Lärm von aussen sowie innerhalb der vier Wände. Beim Schallschutz zählt das Gewicht (Flächenmasse) der Wand, das heisst die Rohdichte des Baumaterials. Der Kalksandstein ist mit üblichen Steinrohdkichteklassen von 1600 bis 1800 kg/m³ anderen Mauerwerksarten weit voraus.

Schallschutz ist nicht nachrüstbar

Wenn Sie einen erhöhten Schallschutz planen, so sind die Mehrkosten gering.

Schallschutz verschiedener Wandkonstruktionen



Brandschutz

Standstabilität von tragenden Bauteilen im Brandfall bedeutet, dass ein Bauteil bis zu dem Klassifizierungszeitpunkt nicht einstürzen darf.

Kalksandstein ist nicht brennbar und gehört zu der Baustoffklasse A. Der hohe Feuerwiderstand ergibt sich aus den Baustoffmaterialien und dem Herstellungsverfahren. Die Feuerwiderstandsklassen EI, REI, R mit einer Feuerwiderstandsdauer von 30 bis 240 Minuten

sind in Abhängigkeit der Wanddicken in der Norm SIA 266-2015 aufgelistet.

Schon geringe Wanddicken aus Kalksandstein bieten einen hohen Brandschutz. Auch wenn sich niemand einen Hausbrand wünscht, beim Hausbau muss er zum Schutz der Bewohner einkalkuliert werden.

Tragende raumabschliessende Wände REI

Brandschutz in Minuten	30	60	90	120	180	240
Kalksandstein Mauerdicke [mm], roh	100	100	120	150	200	250
Kalksandstein Mauerdicke [mm], verputzt	100	100	120	120	180	250

Bereits mit einer schlanken Wand von 15 cm wird ein Brandschutz von mindestens zwei Stunden erreicht.



Kalksandstein Informationsstelle
Industriestrasse 3 | 8340 Hinwil
Telefon 044 937 53 53
mail@kalksandstein-info.ch
www.kalksandstein-info.ch

