

KALKSANDSTEIN

- ✓ Weniger Übertemperaturgradstunden im Sommer
- ✓ Senkung des Heizwärmebedarfs im Winter
- ✓ Kurze Heizperioden
- ✓ Ideale relative Luftfeuchte im ganzen Jahr
- ✓ Hervorragender Schallschutz
- ✓ Gesicherter Brandschutz

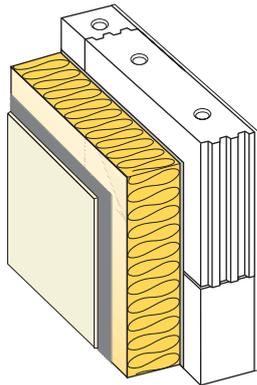
KALKSANDSTEIN
Massiv Bauen –
Mit Kalksandstein bauen

ZWEI SCHWERE BAUWEISEN

Variiert werden Material und Konstruktion der Außen- und Innenwände: Einmal wird eine Kalksandsteinkonstruktion mit verputztem Wärmedämm-Verbundsystem angenommen, einmal eine monolithische Zie-

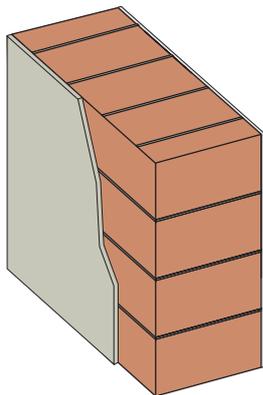
gelkonstruktion aus Wärmedämmsteinen. Zur Errechnung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit werden alle den Raum umschließenden Bauteile hinsichtlich ihrer Speicherfähigkeit erfasst, wobei nur die

Masse vor der Dämmschicht zur Speichermasse zählt. Da sich bei einem WDVS die komplette Dämmung an der Außenseite des Gebäudes befindet, spielt das für eine KS-Konstruktion mit WDVS keine Rolle.



Kalksandsteinkonstruktion mit verputztem Wärmedämm-Verbundsystem

Wandbauteile		Gebäude		
Außenwände WDVS mit U-Wert = 0,16 W/(m²·K) aus:	Innenwände	Masse Wandbaustoff Kalksandstein ab Erdgeschoss [t]	Wirksame Speichermasse der Wände gesamt [Wh/(m²·K)]	Wirksame Speichermasse bezogen auf 10 cm [Wh/(m²·K)]
<ul style="list-style-type: none"> 17,5 Kalksand-Vollsteine der Rohdichteklasse 1,8 20 cm Wärmedämmung WL 035 	Kalksand-Vollsteine der Rohdichteklasse 1,8	Ca. 83,5	Ca. 89.400	Ca. 10.750



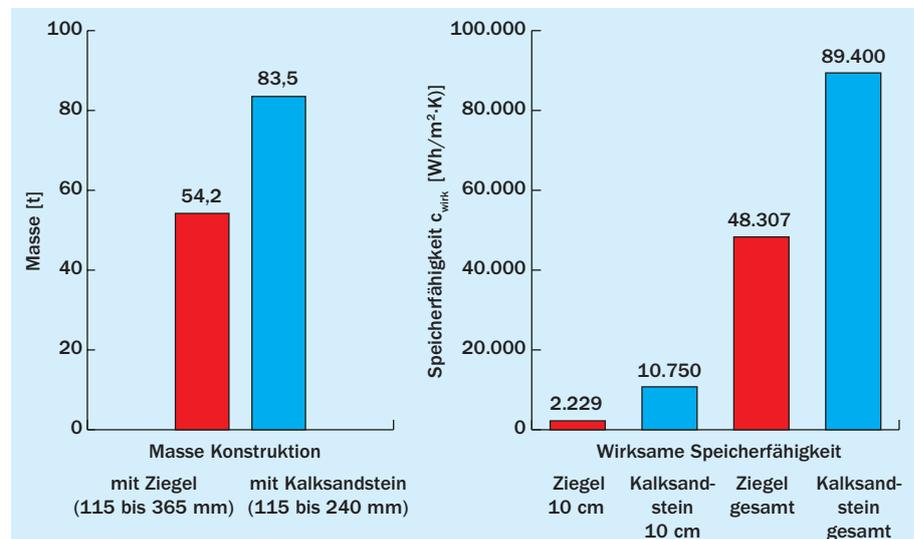
Monolithische Ziegelkonstruktion aus verputzten Wärmedämmsteinen

Wandbauteile		Gebäude		
Monolithische Außenwände mit U-Wert = 0,23 W/(m²·K) und $\lambda = 0,09$ W/(m·K)	Innenwände	Masse Wandbaustoff Ziegel ab Erdgeschoss [t]	Wirksame Speichermasse der Wände gesamt [Wh/(m²·K)]	Wirksame Speichermasse bezogen auf 10 cm [Wh/(m²·K)]
36,5 cm leichte Ziegel-Wärmedämmsteine der Rohdichteklasse 0,65	Ziegel-Lochsteine der Rohdichteklasse 0,9	Ca. 54,2	Ca. 48.307	Ca. 2.229

BAUWEISEN IM VERGLEICH

Die Gegenüberstellung in den Tafeln macht deutlich, dass der Kalksandsteinbau mit KS-Innenwänden mehr als doppelt so viel Masse bzw. wirksame Speichermasse aufweist wie der Ziegelbau. Maximal 10 cm der raumseitigen Bauteilschicht können bei den Berechnungen als Speichermasse angerechnet werden. Bezieht man die Zahlen auf diese 10 cm weist der Kalksandsteinbau sogar mehr als viermal so viel Speichermasse auf.

Vergleich der Leistungsfähigkeit in Bezug auf Masse bzw. Speicherfähigkeit



VORTEIL SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Die Massivbauweise mit schweren Wänden (Rohdichteklasse (RDk) $\geq 1,8$) in Kombination mit Betondecken gilt hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes pauschal nach Din 4108-2 als „schwere Bauweise“. Schwere Bauweisen haben wesentliche Vorteile beim sommerlichen Wärmeschutz, da sie unangenehme Überhitzungserscheinungen im Sommer auf-

grund ihrer wirksamen thermischen Masse minimieren. Kalksandstein mit seiner hohen Rohdichte und seinen großen Speichermassen speichert tagsüber im Sommer die Wärme und gibt sie zeitversetzt abends wieder ab. Je größer die Speichermasse, umso größer die Wirkung als Temperaturpuffer. Dazu müssen die Speichermassen in direktem Kontakt zur Raum-

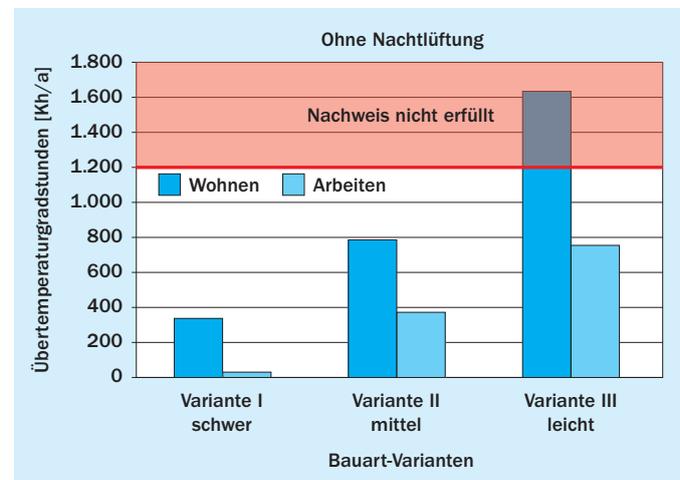
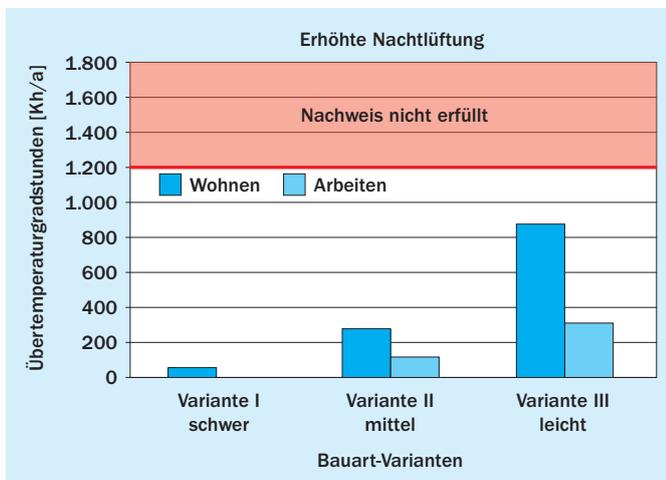
luft stehen. Bei (Dämm-)Schichten mit $\lambda < 0,10 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, in den ersten 10 cm des Bauteils vom Innenraum her gesehen, werden nur die Schichten zwischen der Raumluft und der ersten Dämmschicht im Bauteil berücksichtigt. Hier kommen auch die Innenwände aus Kalksandsteinen mit ihrer großen Speichermasse zum Tragen.

ARCHITEKTUR UND NACHTLÜFTUNG

Unterstützt wird die thermische Wirkung des Baustoffes Kalksandstein durch die architektonische Planung des Gebäudes sowie das Lüftungsverhalten der Bewohner. Grundlegend sind Größe, Orientierung und Neigung der Fensterflächen mit außen liegendem Sonnenschutz (Sonnenverminderungsfaktor von maximal 0,3, z.B. Rolllade) sowie das Prinzip der außen liegenden Wärmedämmung als thermischer Hülle. Bei außengedämmten Kalksand-

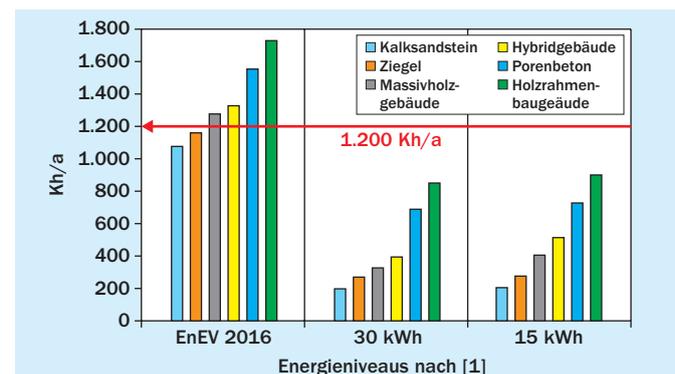
stein-Außenwänden kommen je nach Ausführung von einer Temperaturschwankung auf der Außenseite nur ca. 2 % innen an. Die Wärme innerhalb des Raumes rührt also hauptsächlich von der Sonneneinstrahlung über die Fenster, von Geräten oder einer hohen Personenbelegung her. Diese Wärme ist es, die von der hohen Speichermasse der KS-Innen- und Außenwände aufgenommen und gespeichert wird, bis sie abends, wenn es kühler ist, wieder abge-

geben wird. An diesem Punkt setzt die positive Wirkung der Nachtlüftung ein. Denn bei einer erhöhten Nachtlüftung kann diese Wärme abends nach draußen entweichen, und die KS-Innen- und Außenwände können die Kühle der Nacht speichern. Durch Zusammenspiel aller dieser Faktoren wird in Kalksandsteinbauten eine hohe Behaglichkeit im Sommer – auch ohne kostenintensive und umweltbelastende Klimaanlage – sichergestellt.



BAUWEISEN IM VERGLEICH

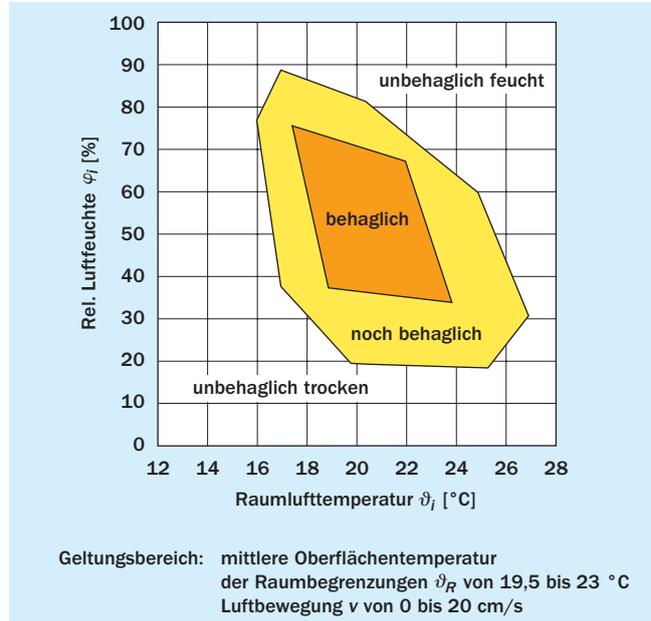
Auch unter den Baustoffen der schweren Bauweise zeigt Kalksandstein die besten Ergebnisse. Das zeigt eine Studie des Bayerischen Landesamtes für Umwelt. Es wird verglichen, wie oft die Temperatur in Gebäuden mit verschiedenen schweren und leichten Bauweisen und unterschiedlichen Energieniveaus über dem Grenzwert für Überwärmung liegen. Nur das Kalksandsteingebäude unterschreitet diesen Grenzwert schon auf EnEV-2016-Niveau deutlich. Alle anderen Bauweisen erreichen sichere Werte unterhalb des Grenzwerts erst bei Gebäuden auf 30 kWh- bzw. 15 kWh-Niveau. Aber auch auf diesen Energieniveaus ist die Gefahr der Überwärmung in KS-Gebäuden am geringsten.



VORTEIL GESUNDES RAUMKLIMA UND BEHAGLICHKEIT

In feuchten Räumen besteht die Gefahr von Schimmelbildung an den Innenoberflächen der Bauteile. Eine zu geringe Luftfeuchtigkeit, etwa durch Heizungsluft im Winter, führt zu erhöhter Staubbildung, die nicht selten Allergien, Schleimhautreizungen und Atembeschwerden verursacht. Wohl und gesund fühlen sich Menschen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 bis 60 %, ideal sind 50 % relative Luftfeuchtigkeit.

Es hängt von der gefühlten Temperatur ab, ob sich die Bewohner in ihrem Haus wohl fühlen. Kennwert dieser thermischen Behaglichkeit ist die sogenannte operative Temperatur. Vereinfacht gesagt ist sie der Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der mittleren Temperatur der umgebenden Bauteiloberflächen. Am behaglichsten ist es, wenn der Unterschied zwischen beiden Werten gering ist.



Behaglichkeitsbereich von relativer Luftfeuchte und Raumlufttemperatur bei sitzender Beschäftigung sowie einer Luftgeschwindigkeit ≤ 20 cm/s.

BAUWEISEN IM VERGLEICH

Die hohe Rohdichte von Kalksandstein wirkt auch auf die relative Luftfeuchtigkeit eines Raumes regulierend. Denn unter den schweren Baustoffen speichert Kalksandstein Wasserdampf am besten. Schon das Wärmedämm-Verbundsystem reduziert durch seinen geschlossenen Dämmmantel Wärmebrücken und Tauwasserbildung und damit die Neigung zu Schimmelbildung und unangenehme Feuchte auf ein Minimum. Zeitweise bei der Nutzung entstehende zu hohe Raumluftfeuchte, z.B. im Bad oder in der Küche, nimmt Kalksandstein auf und gibt sie bei niedriger Raumluftfeuchte wieder

ab. Deshalb begünstigen nicht nur die KS-Außenwände, sondern auch die Innenwände aus Kalksandstein einen optimalen Luftfeuchtegehalt. Die Fähigkeit zur Speicherung und Abgabe von Luftfeuchtigkeit kann sich jedoch nur auswirken, wenn der Kalksandstein nicht durch dichte Putze, Tapeten oder Beschichtungen von der Raumluft abgekoppelt wird.

Die hohen Temperaturen der zum Wohnraum gewandten Oberflächen von KS-Außenwänden sorgen vor allem im Winter für eine behagliche operative Temperatur. Deutlich werden die positiven Eigenschaften

der KS-Außenwände mit WDVS auch, wenn man die Auskühlkennzeit verschiedener mehrschichtiger Außenwandkonstruktionen vergleicht. Die Auskühlkennzeit gibt an, wie lange es dauert, bis ein Bauteil bei konstantem Wärmeentzug in allen Schichten auf dieselbe Temperatur abgekühlt ist. Je höher der Auskühlkennwert der Außenmauern ist, desto angenehmer ist die Temperatur der angrenzenden Räume. KS-Außenmauern mit WDVS gehören zu den zweischaligen Außenwandkonstruktionen mit den höchsten Auskühlkennwerten.

Baustoff	[g/m ²]	Wasserdampfspeicherung (ohne Putz)
Kalksandstein	8	Hoch
Normalbeton	7,5	
Porenbeton ¹⁾	6,5	
Hochlochziegel	4	Niedrig

¹⁾ mit Gipsputz [2]

Vergleich: Wasserdampfspeicherung verschiedener Baustoffe bei Luftfeuchtesprung von 50 % auf 80 % innerhalb einer Stunden

VORTEIL KOSTENERSPARNIS IM WINTER

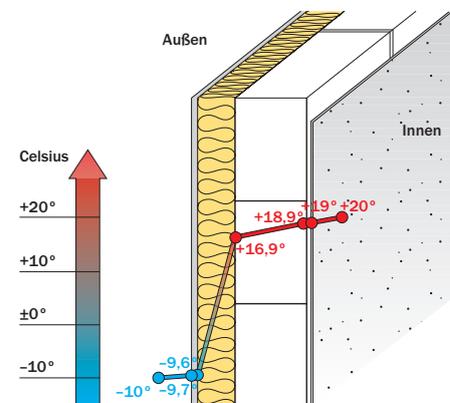
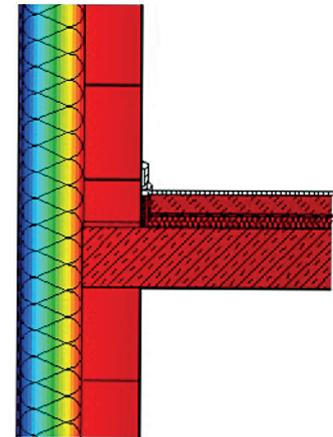
Im Winter soll es im Haus vor allem behaglich warm sein. Das soll aber mit möglichst wenig Energie- und Kostenaufwand erreicht werden, um die Umwelt und den eigenen Geldbeutel zu schonen. Der Energieverbrauch zur Wärmegewinnung während der Nutzungsphase macht einen Hauptanteil der Betriebskosten bei der Nutzung eines Gebäudes aus. Sind diese Kosten gering, wirkt sich das auch positiv auf die ökonomische Bilanz über den gesamten Gebäude-Lebenszyklus aus. Es kommt also darauf an, möglichst energieeffiziente Gebäude zu bauen, die die eingesetzte Energie – den Hauptanteil hat hier die Heizenergie – optimal ausnutzen. Je geringer der Heizwärmebedarf eines Gebäudes, desto besser seine Energieeffizienz. Je besser die Energieeffizienz, desto weniger Effekt hat das Heizsystem auf Kosten und Energieersparnis. Es kommt vor allem auf die durchdachte Planung und Konstruktion des Gebäudes an.

Schwere Bauweisen mit einer hohen thermischen Masse haben niedrigere Heizwärmebedarfe als Leichtbauweisen mit einer geringeren thermischen Masse. Im besten

Fall können mehr als 10 % des Heizwärmebedarfs eingespart werden.

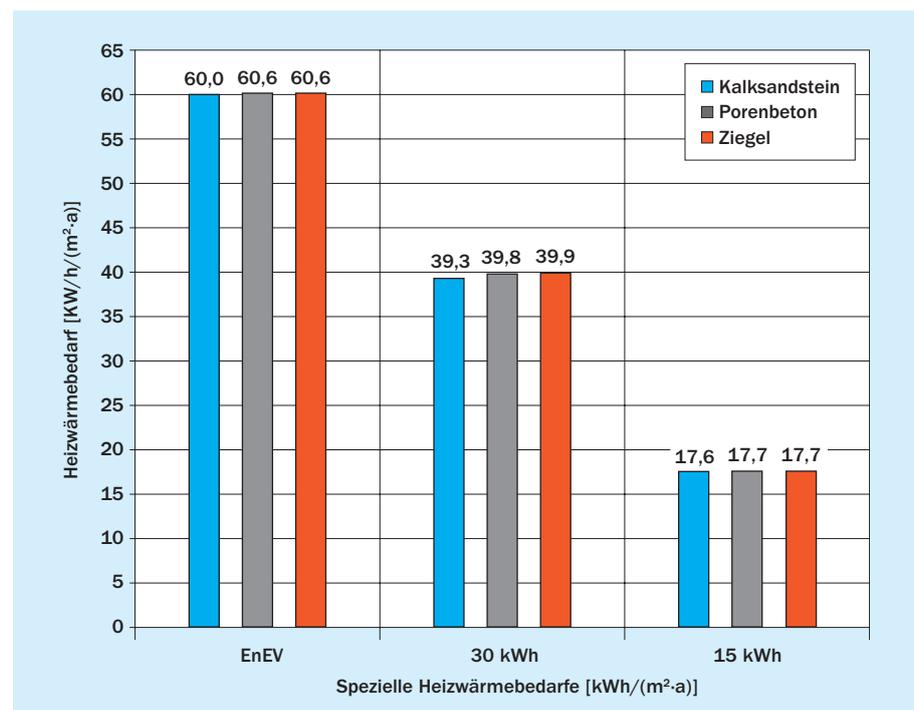
Um eine größtmögliche Energieeffizienz zu erreichen, ist es nötig, das gesamte Gebäude daraufhin zu optimieren. Die außenliegende Wärmedämmung des Wärmedämm-Verbundsystems sorgt dafür, dass die gespeicherte Wärme nach innen abgegeben wird und sich nicht nach außen verflüchtigt. Architektonisch unterstützt eine kompakte Bauweise und eine geschickte Auswahl von Größe, Qualität und Ausrichtung der Fenster die Effizienz winterlicher Wärmedämmung. Günstig wirkt sich ein südseitiger Fensterflächenanteil von 40 bis 60 % aus.

Kurz gesagt bedeutet das für KS-Häuser mit WDVS: Im Herbst kann später angefangen werden zu heizen, im Frühling kann früher mit dem Heizen aufgehört werden. Die Heizperioden in Kalksandsteingebäuden sind also kürzer als in Häusern in Leichtbauweise, die Heizkosten geringer. Dabei spielen alle an den Raum grenzenden Wände eine Rolle. Innenwände aus Kalksandstein vergrößern den Effekt.



BAUSTOFFE IM VERGLEICH

Kalksandstein zeichnet sich unter den Massivbauweisen (schweren Bauweisen) durch eine besonders hohe Rohdichte aus (ausgedrückt durch die Steinrohddichte (RDK)), weist also eine besonders hohe Masse und damit hohes Wärmespeichervermögen aus. Im Winter werden daher interne Wärmequellen wie Herd und Beleuchtung sowie alle zeitlich veränderlichen Wärmequellen, wie z.B. die kostenlos durch die Fenster eingestrahelte Sonnenenergie, vom Kalksandstein besser gespeichert und wieder in den Raum abgegeben, wenn die Raumtemperatur sinkt. Auf diese Weise lassen sich z.B. an sonnigen Herbst- oder Frühlingstagen die Heizzeiten wesentlich verkürzen. Kalksandstein mit Wärmedämm-Verbundsystem schneidet unter den schweren Bauweisen dabei am besten ab. Das gilt sogar innerhalb desselben Energieniveaus, also bei einem Vergleich von Gebäuden, deren Energiestandard dem EnEV-Niveau entsprechen oder einen Heizwärmebedarf von 30 bzw. 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr aufweisen.



Heizwärmebedarf bei Gebäuden in schwerer Bauweise [1]

OHNE BAUQUALITÄT KEINE WOHNQUALITÄT

Energieeffiziente Gebäude haben einen wesentlichen Anteil an der von der deutschen Klimaschutzpolitik angestrebten Senkung des Gesamtenergiebedarfs in Deutschland. Und auch die Bewohner bewerten ein Gebäude danach, welche Kosten es während seiner Nutzungsphase erzeugt. Neben diesen ökonomisch-ökologischen Überlegungen sind es aber vor allem die qualitativen Eigenschaften eines Gebäudes, die ein Haus für die Bewohner zu einem Zuhause machen, in dem sie sich über einen langen Zeitraum hinweg wohl fühlen können. Ein Haus, das über all diese positiven Eigenschaften verfügt, ist nur über die Betrachtung des Gesamtensembles Gebäude plan- und ausführbar. Neben dem Heizwärmebedarf im Winter als wesentlichem Faktor bei der Bewertung der Energie- und Kosteneffizienz eines Gebäudes sind die sommerlichen Temperaturen und ein gesundes Raumklima Basis für eine hohe Wohnqualität in einem Gebäude.

Schon die Konstruktion eines Gebäudes und der Baustoff mit seinen Eigenschaften legen die späteren Merkmale eines Gebäudes fest. Kalksandstein mit Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) gehört zu den schweren Bauweisen. Diese weisen ein gutes Brandschutzverhalten auf, so dass Gebäudeversicherer in der Regel geringere Prämien erheben als bei Leicht-

bauweisen. Aufgrund der hohen Rohdichte weist Kalksandstein eine hohe Tragfähigkeit auf. Die hohe Rohdichte sorgt außerdem dafür, dass mit Kalksandstein ohne besonderen Aufwand ein über die Mindestanforderungen hinausgehender Schallschutz vor Außenlärm und, vor allem zusammen mit KS-Innenwänden, auch vor Geräuschen aus dem eigenen Wohnbereich erreichbar ist. Der geschlossene Dämmmantel des WDVS umhüllt das gesamte Haus und lässt nur ca. 2 % eines Temperaturunterschieds von außen nach innen durch. Die so erreichte hohe innere Wandoberflächentemperatur sorgt im Winter für Behaglichkeit. Vor allem reduziert der geschlossene Dämmmantel Wärmebrücken auf das unvermeidliche Minimum, und bewirkt so, dass Tauwasserbildung verhindert wird und der Kalksandstein der raumseitigen tragenden Bauteilschicht seine für das Raumklima positiven Eigenschaften entfalten kann. Denn als Baustoff sorgt Kalksandstein mit seinen positiven thermischen Eigenschaften nicht nur für kurze Heizperioden und einen geringen Heizwärmebedarf im Winter, sondern auch für angenehme Temperaturen im Sommer, ein gesundes Raumklima und somit für eine hohe Wohnqualität.

Moderne Häuser werden über ihren gesamten Lebenszyklus betrachtet. Sie sollen eine gute ökologische und ökonomi-

sche Bilanz aufweisen, und das ist nur mit einer langen Lebensdauer möglich. Dafür und damit die Vorteile von Baustoff und Konstruktion voll zur Geltung kommen, ist eine qualitativ hochwertige Bauausführung und eine ganzheitliche, durchdachte Planung mit flexiblen Grundrissen notwendig. Kalksandsteinbauten mit WDVS sind hier aufgrund des Prinzips der funktionsgetrennten Bauweise im Vorteil. Da sie in allen wesentlichen Bereichen des Bauens (Schallschutz, Wärmeschutz, Bemessung, Brandschutz) durch den konsequenten Einsatz konstruktiv unkomplizierter und ausgereifter Details hohe Werte erreichen, werden Probleme von vorne herein vermieden, die sich erst in der Nutzungsphase bemerkbar machen würden, aber nur schwer im Nachhinein zu korrigieren wären. Durch den flexiblen Einsatz der Dämmstoffe kann je nach Dämmstoffdicke jeder Wärmedämm-Standard erreicht werden. WDVS-Bauten gibt es seit mehr als 50 Jahren. Rein technisch beträgt bei fachgerechter Ausführung die Lebensdauer des WDVS eines KS-Hauses mehr als 60 Jahre.

In dieser Zeit der Nutzung sind es vor allem die thermisch positiven Eigenschaften des Baustoffs, die für eine hohe Wohnqualität und geringe Heizwärmebedarfe, sprich Kosten, sorgen.



- [1] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), Holger König (Autor), Projekt: Lebenszyklusanalyse von Wohngebäuden. Lebenszyklusanalyse mit Berechnung der Ökobilanz und Lebenszykluskosten. Endbericht. Langfassung, Gröbenzell 2017. Kostenloser Download <https://legep.de>
- [2] H.-M. Fischer, E. Richter (Hrsg.), P. Lutz, R. Jenisch, H. Klopfer, H. Freymuth, K. Petzold, M. Stohrer, Lehrbuch der Bauphysik, 5. Auflage 2002, Teubner Verlag, Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden 2002

Beratung:

Kalksandstein-Bauberatung
Bayern GmbH
Rückersdorfer Straße 18
90552 Röthenbach a.d. Pegnitz
Telefon: 09 11/54 07 30
Telefax: 09 11/54 07 310
info@ks-bayern.de
www.ks-bayern.de

