

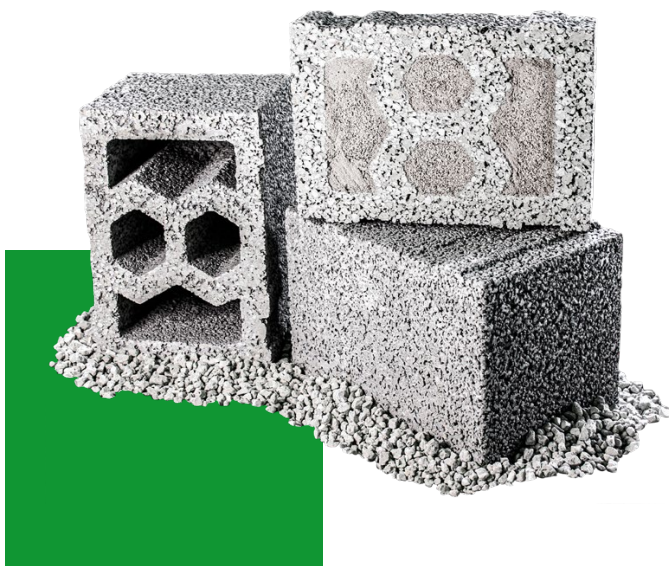


KLB- WABENSTEIN

Hoher Schall- und Wärmeschutz dank natürlicher Geometrie und Füllung

Fachinformation „KLB-Wabenstein“

- ✓ WÄRMESCHUTZ
- ✓ TRAGFÄHIGKEIT
- ✓ SCHALLSCHUTZ
- ✓ BRANDSCHUTZ
- ✓ NACHHALTIGKEIT



natürlich
MASSIV



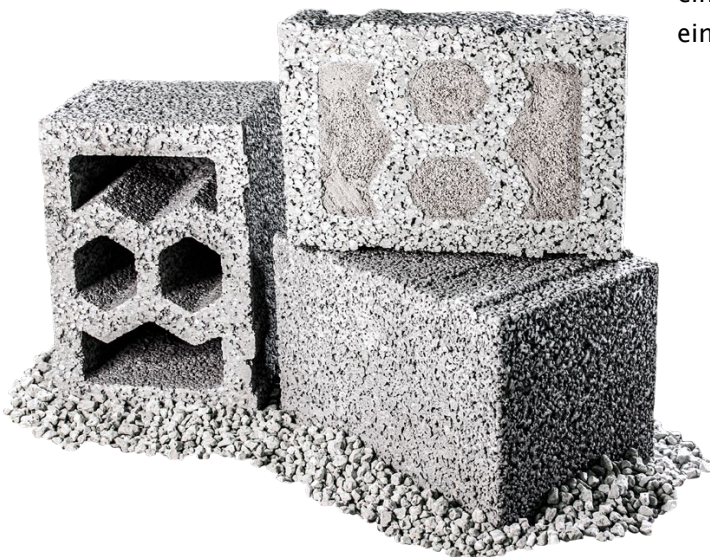
1. Einführung	2
2. Technische Eigenschaften und Kennwerte	3
3. Forschung und Bionik	4
4. Produktion, Verfüllung und Verarbeitung	5
5. Massives Plus an Schallschutz	6
6. Umweltprimus, ein echter Klimaleichtblock	8
7. KLB-Baukasten: bauen statt basteln	10
8. Leichtbeton: Vorteile auf einen Blick	11

Geometrie neu gedacht: KLB-Wabenstein mit rein mineralischer Schaumfüllung

Einführung

Seit mehr als 50 Jahren setzt KLB Klimaleichtblock Maßstäbe im Hochbau. Aus Bims, Blähton und anderen Zuschlägen werden in den KLB-Gesellschafterwerken nicht nur „einfach“ Mauersteine hergestellt – sondern immer wieder neue, bauphysikalisch hochleistungsfähige Wandbaustoffe entwickelt. Die jüngste Innovation ist der „KLB-Wabenstein“: Seinen Namen erhielt er aufgrund des außergewöhnlichen Lochbildes, welches einer Wabenstruktur ähnelt. Dem Vorbild der Natur folgend, verbessert diese Geometrie die gesamte Stabilität des massiven Baustoffes und sorgt somit für mehr Schallschutz und Tragfähigkeit. Zusätzlich optimiert die Dämmstoff-Füllung aus rein mineralischem Schaum, die zu etwa 90 Prozent aus Lufteinschlüssen besteht, den Wärme- und Schallschutz. Aufgrund der energiearmen Produktion von Stein und Schaum reduziert sich die Umweltwirkung in Bezug auf den CO₂-Fußabdruck in der Spitze um weitere 30 Prozent, womit der KLB-Wabenstein belegbar zum ökologischen Spitzenreiter unter den massiven Wandbildnern in Deutschland aufrückt.

Die nachfolgenden Ausführungen widmen sich allen Facetten des KLB-Wabensteines: sowohl seiner Produktion als auch der automatisierten Verfüllung. Letztere stellt ein echtes **biotechnisches Highlight** dar und ist bislang einmalig in der deutschen Leichtbeton-Industrie.



Für jede Wabe eine Krone

Der innovative KLB-Wabenstein verbindet sehr niedrige Wärmeverluste mit hoher Tragfähigkeit und sehr gutem Schallschutz. Möglich macht es – neben seiner Beschaffenheit und Massivität – auch die neue Dämmstoff-Füllung aus rein mineralischem Schaum. Sie besteht zu 90 Prozent aus Lufteinschlüssen. Das macht den hochwärmedämmenden Leichtbetonstein zu einem wahren „Schallschlucker“. Seine innere Geometrie, auch als „Lochbild“ bezeichnet, ist dabei – in Anlehnung an die Bionik – der Struktur zweier Waben nachempfunden. Nach Außen begrenzt werden die beiden zentral angeordneten Waben dann mit jeweils einer Kavität, die in der Form an eine Krone erinnert. So bekommt jede Wabe im übertragenen Sinne sogar eine Krone auf ihr Haupt.

Grundsätzlich können Wabensteine vor allem durch ihre geringe Umweltwirkung überzeugen. Durch die Verwendung des mineralischen Schaumes wird der CO₂-Fußabdruck des Wabensteins im Vergleich zu anderen Leichtbetonsteinen noch einmal um bis zu 30 Prozent gesenkt.

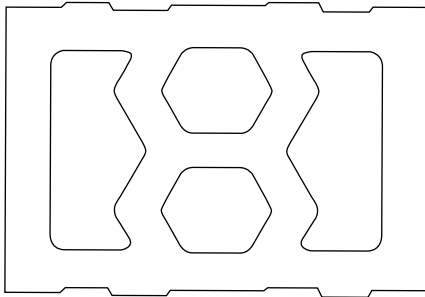
Als innovatives Hochleistungsprodukt eignet sich der KLB-Wabenstein vor allem für den Bau wärmedämmender diffusionsoffener Außenwände, die

keine außenliegende Zusatzdämmung (WDVS) benötigen. Wie seine Vorgänger bei KLB, die mit mineralischen Dämmstoff-Stecklingen verfüllt sind, folgt er dem Ansatz der inneren Funktionstrennung. Dabei übernehmen massive Stege aus ordentlich aufbereitetem Waschbims die statischen Aufgaben, während der neuartige Hightech-Dämmschaum maßgeblich den Wärmeschutz sicherstellt. Dieser sorgt für sehr gute Wärmedämmwerte bis zu 0,08 W/mK, sodass alle aktuellen Standards für den Bau von staatlich geförderten Energieeffizienzhäusern problemlos erreicht werden.

Eine Zulassung liegt bereits für die gängigen Steinbreiten 36,5 cm und 42,5 cm in Rohdichteklassen von 0,40 bis 0,55 sowie in den Festigkeitsklasse 2 und 4 vor. Eine Erweiterung auf die Wandstärke 49,0 cm und die Festigkeitsklasse 6 ist bereits im Fokus. Zudem hat der massive Stein die Brandwandprüfung erfolgreich bestanden, sodass seine Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse F90 bis zur Brandwand-eignung vorgenommen wurde. Und das bereits ab der Rohdichteklasse 0,40. Ein absolutes Novum! In der folgenden Tabelle finden sich die maßgeblichen technischen und bauphysikalischen Spezifikationen auf einen Blick.

KLB-Wabenstein Zulassung: Z-17.23-1298					
Steintyp		Wabenstein			
Wanddicke	(in cm)	36,5		42,5	
Format		12 DF		14 DF	
L x B x H	(in mm)	247/365/249		247/425/249	
Festigkeitsklasse		2	4	2	4
Rohdichteklasse		0,40 (0,45)	0,55	0,40 (0,45)	0,55
Lamdawert λ_R (mit DBM)	(W/mK)	0,08 (0,09)	0,11	0,08 (0,09)	0,11
U-Wert incl. Putz	(W/m ² K)	0,21 (0,23)	0,28	0,18 (0,20)	0,24
Mauerwerkdruckfestigkeit f_k	(N/mm ²)	1,4	2,2	1,4	2,2
Schalldämm-Maß	($R_{w,bau}$ dB)	≥48,0 (≥49,0)	≥50,0	≥48,0 (≥49,0)	≥50,0
Brandschutz		F90 und Brandwand	F90 und Brandwand	F90 und Brandwand	F90 und Brandwand
Steinbedarf	(St./m ²)	16	16	16	16
Steinbedarf	(St./m ³)	44	44	38	38
Paketinhalt	(St.)	60	60	48	48
Mörtelart		DBM „leicht“	DBM „leicht“	DBM „leicht“	DBM „leicht“
EAN-Code Art.-Nr. 40391070		38124 (38100)	38117	38148 (38155)	38179

Forschen mit „natürlichen“ Vorbildern



Die Prozesse und Strukturen unseres Ökosystems haben sich über Milliarden von Jahren entwickelt und bewährt. Kein Wunder, dass die Natur viele Vorbilder für die heutige Forschung liefert. So befasst sich das Gebiet der Bionik damit, biologische Phänomene für technische Entwicklungen nutzbar zu machen. An diesem Punkt setzt auch der Forschungsgedanke zum KLB-Wabenstein an: Wie lässt sich etwa die Kammergeometrie einer Bienenwabe auf die Formgebung von Mauersteinen übertragen, um deren bautechnische Eigenschaften zu optimieren? Um diese und weitere Umweltfragen zu beantworten, wurden zwei spezielle Forschungsprojekte mit öffentlichen Mitteln gefördert:

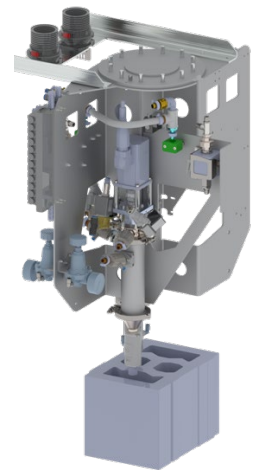
- „Entwicklung von bionischen Kammergeometrien für Mauersteine aus Leichtbeton/ Wabenstein“ (Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz ISB, Abteilung Technologieförderung)
- „Entwicklung eines Schalldämm-Leichtbeton-Hohlblocks mit bionischen Kammergeometrien und integriertem Füllstoff – Wabenstein/mineralischer Schaum“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand ZIM)

Mehr Informationen zum Thema „Brandschutz“ finden Sie in unserer entsprechenden Broschüre.



Neuartige Schaumtechnologie

Mit einem führenden Bauchemie-Spezialisten wurde eine neue Lösung zur Verfüllung des Wabensteins gefunden. So ermöglicht die neuartige Schaumtechnologie die Herstellung nicht brennbarer Mineralschäume mit bisher nie erreichter Stabilität, Flexibilität und Effizienz. Bei diesem patentierten Verfahren sorgen Mikropartikel für eine stabile Schaumstruktur mit besonders geringer Materialdichte, die beim KLB-Wabenstein zu 90 Prozent aus Lufteinschlüssen besteht. Sie lässt sich an spezifische Anforderungen anpassen – bei zugleich hoher Produktionsgeschwindigkeit. Ein spezieller Steuerungsalgorithmus gewährleistet dabei die Produktqualität und reduziert Dichteschwankungen. Zudem können eigene Rezyklate – also Materialreste aus der Produktion – wiederverwendet werden, wodurch sich Abfall reduzieren und Ressourcen schonen lassen.

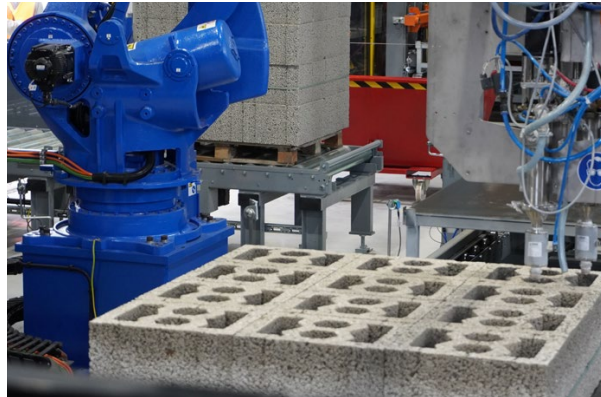


Die Früchte der Forschung

Die Ergebnisse dieser Forschungsprojekte haben den bionischen Denkansatz auf vielversprechende Weise bestätigt: Gemäß Prüfungen zählt der neu entwickelte KLB-Wabenstein zu den leistungsfähigsten Außenwandsteinen, die derzeit aus Leichtbeton produziert werden. Dabei sorgt die neue innere Geometrie ergänzt durch den speziell entwickelten mineralischen Schaum für:

- ✓ hohe Festigkeit durch eine optimale Aussteifung des Hohlblocks
- ✓ dynamische Steifigkeit für besseren Schallschutz
- ✓ hohen Wärmeschutz dank des geringen Wärmedurchgangs
- ✓ hohen Brandschutz für optimale Sicherheit (Brandwand schon ab der Rohdichteklasse 0,4, ein echtes Novum!)

Produktion, Verfüllung und Verarbeitung des Wabensteins



Statt des bisherigen zu- meist werksseitigen händischen Einbringens von mineralischen Stecklingen erfolgt die Einfüllung des Mineralschaums automatisiert. Dabei wird der Dämmstoff zunächst als flüssige Masse in die Kammern der 249 Millimeter hohen Planblöcke

Wie alle Leichtbetonsteine von KLB wird auch der KLB-Wabenstein nicht energieintensiv im Ofen gebrannt oder in Autoklaven dampfgehärtet. Seine natürlichen, vulkanischen Bestandteile werden lediglich in Form gebracht, verdichtet und danach ohne zusätzliche Energiezufuhr im Hochregal luftgetrocknet.

eingbracht, dehnt sich aus und trocknet anschließend aus. Überschüssiger Schaum wird abgetragen und fließt wieder in die Produktion zurück. In einem letzten Schritt werden die KLB-Wabensteine um 180 Grad mit dem Deckel nach oben gedreht und auf Paletten verladen.

Doppelte Innovationkraft

Innovatives Zweiphasen-Mischsystem

Zur Verfüllung des KLB-Wabensteins hat ein Spezialunternehmen ein ausgeklügeltes Zweiphasen-Mischsystem entwickelt: Zunächst gilt es eine sehr feinteilig aufgeschlossene Suspension herzustellen. Abhängig von der zu verfüllenden Menge wird dann das Treibmittel zur Schäumung dosiert, beigemischt und der fertige Schaum anschließend in die Hohlräume des Steins verfüllt. Diese Technik ermöglicht eine präzise Zugabe des mineralischen Schaums. Dabei ist der Prozess variabel und kontrollierbar, was eine gleichmäßige und effiziente Produktion garantiert.

Moderne Produktionstechnik

Die zur Verfüllung konzipierte Anlage ist ein Beispiel für moderne und nachhaltige Produktionstechnik. Ein innovativer Rollgang und eine Vierseiten-Servokammer optimieren hier das Handling des Wabensteins. Daneben sorgt der Einsatz eines Vierachsen-Roboters zur Palettierung für eine flexible und präzise Fertigung bei minimalem Platzbedarf. Die ergonomische Gestaltung der Anlage verbessert zudem die Arbeitsbedingungen, während der Verzicht auf Hydrauliksysteme den Wartungsaufwand reduziert.

Verarbeitung leicht gemacht

Wie für KLB-Mauersteine üblich wird auch der Wabenstein knirsch im Nut-Feder-System verlegt. Die plangeschliffenen Steine sind dabei im Dünnbettmörtel zu verarbeiten. Auch aufgrund der gedeckelten Kammern, die den Schaum zusätzlich schützen, kann der Dünnbettmörtel zügig mittels Mörtelschlitten aufgetragen werden. Auf diese Weise ist in kürzester Zeit ein homo-

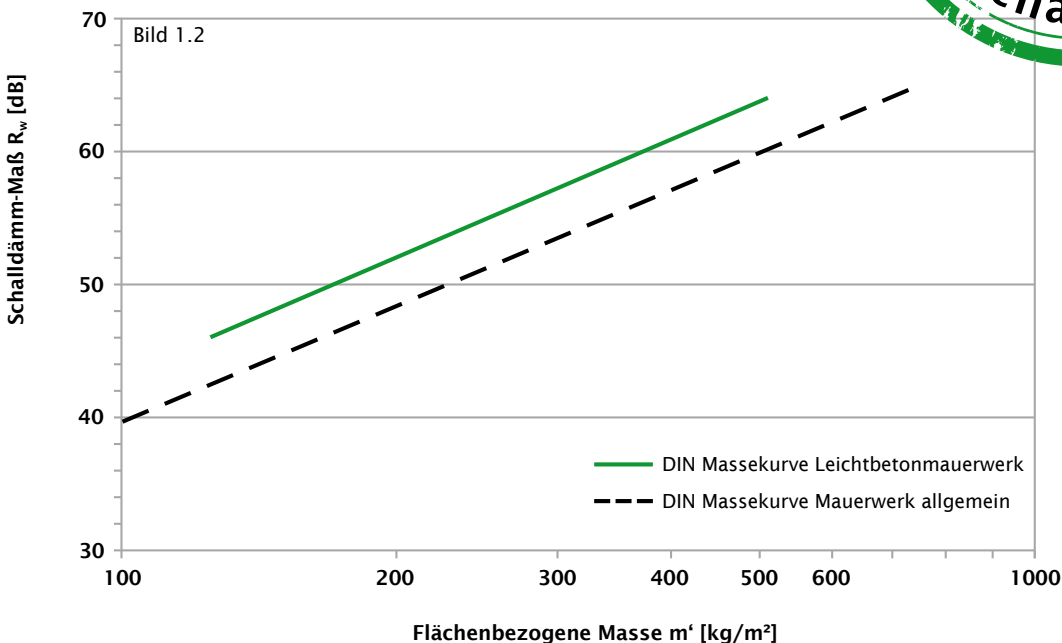
genes Mauerwerk erstellt. Der Stein lässt sich zudem problemlos zuschneiden und gewährleistet so eine saubere Mauerwerksausführung. Darüber hinaus ist die raue und porige Oberfläche des Leichtbetonsteins – so wie bei allen KLB-Produkten – ideal als Putzgrund geeignet.

„Schallschlucker“ Leichtbeton



Das menschliche Gehör ist rund um die Uhr unterschiedlichsten Geräuschen ausgesetzt. Ständiger Lärm kann aber ernsthafte Folgen für die Gesundheit haben. Sinnvoll ist es daher, bei der Errichtung von Wohngebäuden auf massive und entsprechend schalldämpfende Wandbaustoffe zu setzen. Einer von ihnen ist Leichtbeton: Aufgrund seiner mineralischen Zuschläge wie Bims und Blähton entstehen zum Teil winzige Lufteinschlüsse, die den Mauerstein in Kombination mit seiner Masse zum wahren „Schallschlucker“ machen. So sieht die für Schallschutz zuständige DIN 4109 beim Einsatz von Leichtbeton im Vergleich zu anderen massiven Wandbildnern sogar einen Bonus von zwei Dezibel für das bewertete Schalldämm-Maß R_w vor.

Daten für die Direktdämmung homogener und quasihomogener massiver Wände und Decken werden aus deren flächenbezogenen Massen ermittelt (siehe Graphik). Daten für die Direktschalldämmung von Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen mit einer Wanddicke $d > 240$ mm oder einer Rohdichteklasse $< 0,8$ können aus Prüfstandsmessungen ermittelt und allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen entnommen werden.

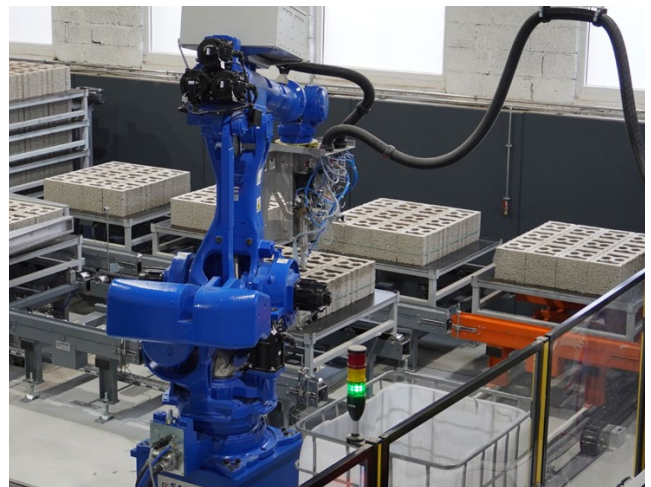


Schalldämmung von Leichtbetonmauerwerk in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse. Im Bereich von $m' 140 - 480$ kg/m² ist das Schalldämm-Maß R_w um 2 dB höher als von Mauerwerk allgemein.



Der neue KLB-Wabenstein geht aber noch einen Schritt weiter: Denn seine natürliche Wabenform verleiht ihm nicht nur eine hohe Festigkeit, sondern auch eine dynamische Steifigkeit. Das wirkt sich positiv auf den Schallschutz aus: So konnte auf Basis von Simulationsberechnungen über die Anordnung der Waben eine spürbare Reduktion der Eigenschwingungen erzielt werden. Darüber hinaus sorgt der mineralische Dämmschaum mit seinem 90-prozentigen Luftporenanteil ebenfalls für einen geringeren Lärmpegel, indem er die Schallübertragung zusätzlich hemmt.

Eine besonders gute Schalldämmung bestätigt auch die am Institut für Angewandte Bauforschung Weimar (IAB) durchgeführte Messung des Direktschalldämmmaßes. So beläuft sich das Schalldämmmaß $R_{w, \text{bau}} \text{ (db)}$ inkl. beidseitigem Putz auf $\geq 48,0$ (in Festigkeitsklasse 2) und $\geq 50,0$ (in Festigkeitsklasse 4) für beide verfügbaren Steindicken von 36,5 oder 42,5 cm. Mit diesen Werten empfiehlt sich der KLB-Wabenstein insbesondere für den mehrgeschossigen Haus- und Wohnungsbau, um bewohnte Räume vor Außenlärm bestmöglich abzuschotten.

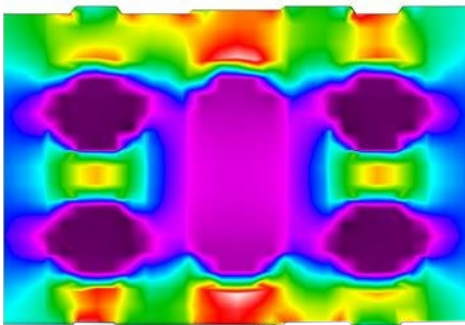


Mehr Informationen zum Thema „Schallschutz“ finden Sie in unserer entsprechenden Broschüre.



Öko – Logisch!

Mit Dämmstoff gefüllte Leichtbeton-Mauersteine zeichnen sich generell durch gute bauphysikalische Eigenschaften aus. KLB-Wabensteine mit natürlicher Füllung aus Mineralschaum erreichen dabei einen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von bis zu $0,08 \text{ W/(mK)}$. Mit ihnen lassen sich problemfrei alle staatlich geförderten Energieeffizienzhäuser errichten – und das auf wirtschaftliche und besonders ökologische Weise. Denn auf das Anbringen einer aufwendigen Zusatzdämmung (WDVS) kann dank der monolithischen Bauweise verzichtet werden. Anhand von Wärmestromsimulationen des Instituts für Angewandte Bauforschung Weimar (IAB) konnte die innere Struktur des Wabensteins optimiert und der Wärmedurchgang weiter reduziert werden.



Unabhängige Umweltproduktdeklarationen (EPDs) vom Institut für Bauen und Umwelt (IBU, Berlin) bescheinigen Leichtbetonsteinen eine sehr gute Ökobilanz. Begründet liegt dies vor allem in ihrer energiearmen Herstellung: So werden die aus vulkanischen Rohstoffen – wie beispielsweise Bims – produzierten Steine nicht energieintensiv gebrannt, sondern lediglich in Stahlformen verfüllt, verdichtet und ohne weitere Energiezufuhr im Hochregallager getrocknet. Der energetische Aufwand zur Produktion des mineralischen Schaumes fällt dabei deutlich geringer aus als bei anderen Füllstoffen. Aus diesem Grund verbessert der KLB-Wabenstein seine Umweltwirkung z.B. in Bezug auf den CO_2 -Fußabdruck noch einmal.



Im direkten Vergleich von Leichtbeton mit anderen massiven Wandbaustoffen lassen sich beim Primärenergiebedarf – also der Energie, die bei der Herstellung aufgewendet werden muss – große Unterschiede beobachten (Diagramm 1, Folgeseite):

Legt man einen Quadratmeter Außenwand mit einem Wärmedämmwert von $U_w = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ zugrunde, schneidet Leichtbetonmauerwerk mit nur 287 Megajoule pro Quadratmeter am besten ab. Andere Wandkonstruktionen verbrauchen hingegen das bis zu 2,5-fache an Primärenergie.

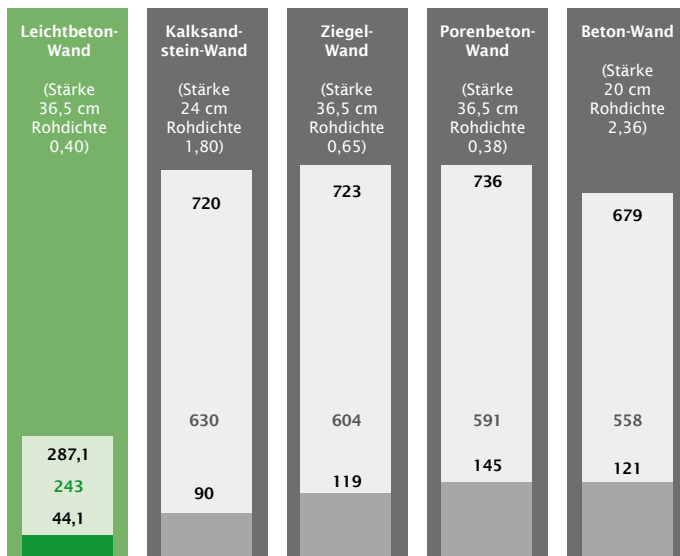
Auch in puncto Treibhauspotenzial zeigt sich der nachhaltige Charakter von Leichtbeton (Tabelle 1, Folgeseite): Nur rund 39 Kilogramm CO_2 -Äquivalent pro Quadratmeter lassen andere Baustoffe – darunter Kalksandstein und Porenbeton – mit Werten zwischen 58,5 bis 85,8 kg (CO_2 -Äquiv.)/ m^2 deutlich hinter sich.



Diagramm 1:

Tabelle 1:

Primärenergiebedarf in MJ pro Quadratmeter Außenwand mit $U_w = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$



Außenwand mit $U_w = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Treibhauspotenzial	in kg (CO ₂ -Äquiv.)/m ²
Leichtbeton	39,2
Kalksandstein	75,3
Ziegel	58,5
Porenbeton	83,9
Beton-Wandelement	85,8

Quelle: Bundesverband Leichtbeton e.V.

regenerativ
 nicht-regenerativ

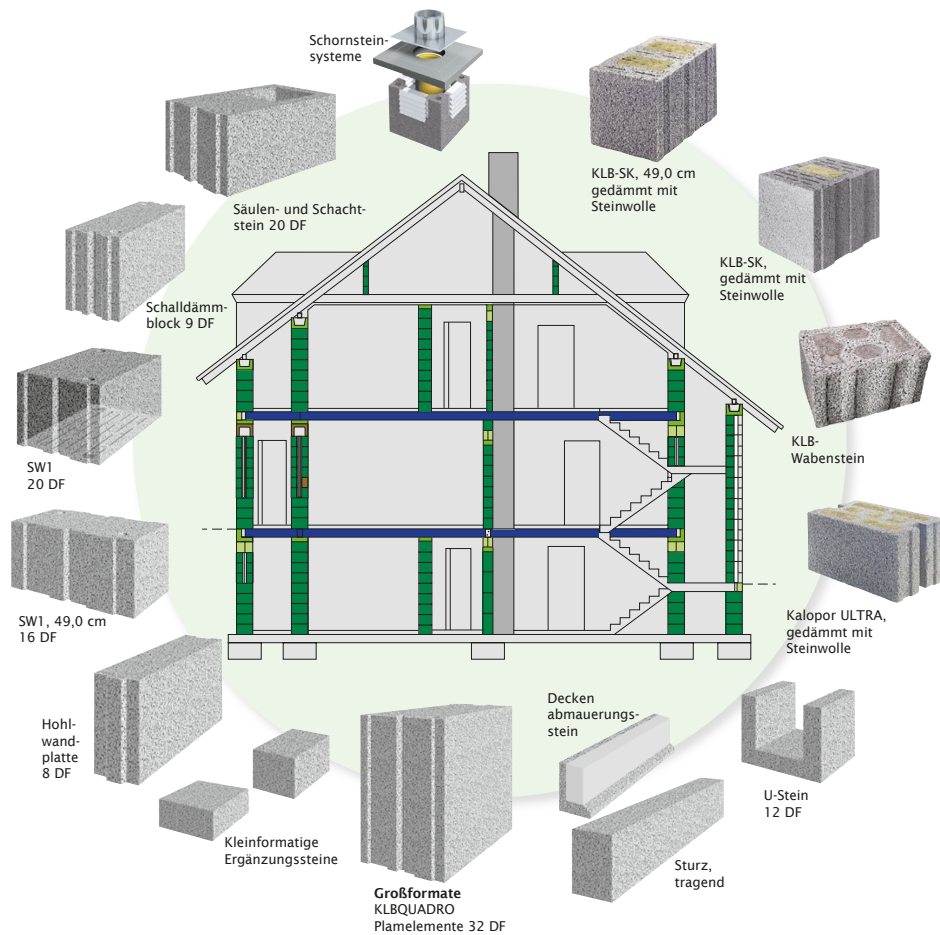
Quelle: Bundesverband Leichtbeton e.V.



Mehr Informationen zur hervorragenden Ökobilanz von Leichtbetonsteinen finden Sie in unserer Nachhaltigkeitsbroschüre.



KLB-Baukasten bietet „alles aus einer Hand“



Viele Bauschäden lassen sich auf eine Mischbauweise zurückführen. Um diese Gefahrenquelle möglichst zu vermeiden, bietet KLB sowohl privaten als auch gewerblichen Bauherren eine Vielzahl unterschiedlicher Mauersteine für den Rohbau an: integriert im bekannten „KLB-Baukasten“.

So bietet das **KLB-Mauerwerkssystem** neben hochwärmedämmenden KLB-Klimaleichtblöcken und großformatigen Plansteinen sowie Wandelementen auch Ergänzungsprodukte und Ausgleichsteine wie Stürze oder Mörtelprodukte. Ein weiterer wichtiger Bestandteil des KLB-Baukastens sind **KLB-Schornstein- und Abgassysteme**. Diese sind vom Deutschen Institut für Bautechnik zugelassen und überzeugen durch ihre Beschaffenheit. Leichtbeton hat in diesem Bereich durch sein niedriges Raumgewicht Vorteile gegenüber anderen Mantelmaterialien.

Aufgrund des breit aufgestellten Produktportfolios bieten sich für den Handel, aber auch für die ausführenden Bauunternehmen, zahlreiche Synergien. Denn mit seinen Lösungen, die passgenau aufeinander abgestimmt sind, bietet KLB „alles aus einer Hand“ und den richtigen Stein für jede Anforderung – sei es im Bereich Statik, Schall-, Wärme- oder Brandschutz.

Mehr Informationen zur „Tragfähigkeit“ von Leichtbetonsteinen finden Sie in unserer entsprechenden Broschüre.





Vorteile von Leichtbeton auf einen Blick:

1. Wohngesund und ökologisch – dank mineralischer Rohstoffe und umweltfreundlicher Herstellung
2. Wohlfühlklima – unbelastete Raumluft für behagliches Wohnen
3. Feuchteschutz – keine Chance für die Bildung von Schimmel
4. Wirtschaftlichkeit und Effizienz – dank KLB-Baukasten „alles aus einer Hand“
5. Wärmeschutz – Leichtbeton-Mauerwerk speichert Wärme und gibt sie bei kalten Temperaturen in den Raum ab
6. Hitzeschutz – angenehm kühle Innenräume im Sommer
7. Brandschutz – massives Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen ist nicht brennbar (Baustoffklasse A1)
8. Hohe Lebensdauer – wertbeständig, robust und pflegeleicht
9. Schallschutz – 2 dB-Bonus im Vergleich zu anderen Mauerwerksgattungen
10. Strahlenschutz – wirksames Schild gegen hochfrequente Strahlung/ Elektrosmog
11. Hohe Tragfähigkeit und gute statische Eigenschaften bei geringer Rohdichte
12. Service- und Dienstleistungskompetenz – Vor-Ort-Betreuung



Betreuen Sie gerade eines oder mehrere Projekte, zu dem Sie eine staatliche Förderung beantragen möchten? Oder sind Sie noch unsicher, ob sich die Nutzung von KfW-Fördermitteln in Ihrem Falle überhaupt wirtschaftlich lohnt?

Bei allen Fragen zum ökologischen Bauen mit KLB-Wabensteinen sowie zu unserem gesamten Produktsortiment stehen Ihnen unsere erfahrenen Vertriebsleiter bei KLB Klimaleichtblock gerne mit Rat und Tat zur Seite – persönlich, telefonisch oder per E-Mail. Wir freuen uns auf Ihren Anruf:

Informationen zur staatlichen Förderung von effizientem Wohnungsbau finden Sie in unserem Whitepaper.



Carsten Manns

☎ 02632 2577435
✉ c.manns@klb.de



Marco Jungbluth

☎ 02632 2577436
✉ m.jungbluth@klb.de

- KLB-Mauerwerksysteme
- KLB-Schornsteinsysteme



KLB KLIMALEICHTBLOCK GMBH
Postfach 1517 · 56605 Andernach | Lohmannstraße 31 · 56626 Andernach
Tel.: 02632 2577-0 · Fax: 02632 2577 770 · info@klb.de · www.klb-klimaleichtblock.de

natürlich
MASSIV

