



## Ökologisches umwelt- verträgliches Bauen – ist doch ganz leicht

Leichtbeton mit besten Werten



Bundesverband  
Leichtbeton e.V.

# Umweltverträglichkeit

• Rohstoff-Abbau



• Herstellung



• Aufbereitung  
• Verwertung



• Bauphase



• Rückbau  
• Abbruch



• Nutzungsphase



Ökologie, Umweltschutz, Umweltverträglichkeit und ganzheitliche Bilanzierung sind nur einige Schlagworte, die heute beim Bauen nicht mehr wegzudenken sind.

Ökologisches Bauen heißt umweltbewusst bzw. umweltverträglich zu bauen, um umweltgerecht zu wohnen. Umweltverträglich Bauen heißt Bauprodukte und Bauprozesse so auszurichten, dass unser natürlicher Lebensraum bewahrt und die Gesundheit des Menschen nicht beeinträchtigt wird. Umweltverträglichkeit und gesundheitliche Verträglichkeit des Bauens stehen heute im Vordergrund. Die Leichtbetonindustrie hat sich dieser Notwendigkeit hinsichtlich Material- und Energieverbrauch sowie der Schadstoffemission verschrieben. Bei der Auswahl der Bauprodukte muss die bisher oft einseitige Bewertung der unmittelbaren Verträglichkeit der Stoffe durch eine ganzheitliche Betrachtung ersetzt werden.

Sämtliche Baustoffe, sowohl natürliche als auch die Grundstoffe für industriell hergestellte Baustoffe, werden aus Naturvorkommen entnommen. Vor der Entnahme ist zu bestimmen, welche Funktion der zu gewinnende Stoff im Naturhaushalt hat und ob der Zweck seiner Verwendung die Entnahme rechtfertigt. Da die Bewertung sowohl regional als auch weiträumig zu treffen ist, lassen sich allgemeingültige Regeln nicht aufstellen. Allein die Tatsache, dass ein Stoff nachwächst, rechtfertigt noch nicht seine bevorzugte Verwendung. Baustoffherzeugung und -verarbeitung müssen eine sparsame Rohstoffverwendung unterstützen, durch:

- verringerten Stoffeinsatz durch bessere Materialausnutzung,
- Austausch knapper Rohstoffe durch nahezu unbegrenzt verfügbare,
- weniger Abfall bei der Produktion,
- Recycling, d. h. Rückführung und Verwertung von Produkten und Produktionsabfällen.

Durch eine entsprechende Rohstoffaufbereitung natürlicher und den Einsatz von industriell hergestellter Leichtzuschläge bei der Leichtbetonherstellung werden Ressourcen geschont. Fehlproduktionen werden direkt recycelt und dem Produktionsprozess zugeführt. Der Energieverbrauch lässt sich wie der Materialverbrauch einerseits in direktem Bezug zum Baustoff, seiner Gewinnung, Anwendung und Wiederverwertung, andererseits aber z. B. auch hinsichtlich seines Dämmvermögens, Energiespeichervermögens und seiner sonstigen Eignung für Energiesparvorkehrungen bewerten. Der sogenannte Energieinhalt eines Bauproduktes ergibt sich aus den Werten der Einzelkomponenten seiner Inhaltsstoffe. Die Trocknung und Aushärtung der Leichtbeton-Produkte geschieht ohne Energieeinsatz. Bauprodukte, deren Herstellung und Anwendung mit einem möglichst geringen Fremdenergiebedarf verbunden sind, sollten bevorzugt werden.

### Ökobilanzen

Die technische Leistungsfähigkeit und der Preis eines Baustoffes stehen bei der heutigen Beurteilung von Baustoffen nicht mehr alleine im Vordergrund. Die ökologische Beurteilung der Baustoffe geht seitens der Bauherren und Entscheidungsträger mit in die Auswahlkriterien ein.

Die aus der Vergangenheit vorliegenden Ökobilanzen ließen aber einen Vergleich untereinander aufgrund der unterschiedlichen Randbedingungen nicht zu. Deshalb haben die baustoffherstellenden und -verarbeitenden Industrien 1994 beschlossen, in einem ersten Schritt gemeinsam einen Leitfaden zur Erstellung von Ökobilanzen in Betrieben der Steine- und Erden-Industrie auszuarbeiten.

Das Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKB) und das Institut für Werkstoffe im Bauwesen (IWB) der Univer-



Bimsabbaugrube nach der Rekultivierung.



Rekultiviertes Bimsabbaugelände als Naherholungsgebiet genutzt,

sität Stuttgart haben so Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojektes „Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden“ initiiert, in dem 50 Firmen und Verbände der Bauindustrie aus den Bereichen Steine und Erden, Dämmstoffe und Wärmedämmverbundsysteme, Dach, Fenster und technische Fassade, Heizung und Haustechnik, darunter auch die Fachvereinigung der Bims- und Leichtbetonindustrie, mitwirkte.

Übergeordnetes Ziel dieses Projektes war der Schutz der Umwelt im Zusammenhang mit der Erhaltung bzw. Verbesserung der Lebensqualität. Im Projekt wurden u. a. die mit der Herstellung von Leichtbeton-Baustoffen verbundenen Einwirkungen auf die Umwelt erfasst und eine Datenbasis geschaffen, die nach gleicher Methodik und unter vergleichbaren Bedingungen auch für andere Baustoffe erhoben wurden.

Das Forschungsvorhaben und diese Broschüre spiegeln wider, dass es der Leichtbetonindustrie schon seit Jahren und auch in Zukunft gelingt, Ökonomie und Ökologie sinnvoll miteinander zu verbinden. Die Leichtbetonindustrie ist sich ihrer Verantwortung gegenüber der Umwelt bewusst und handelt seit Jahren danach.

### Ganzheitliche Bilanzierung

In den letzten 25 Jahren ist verstärkt die Ökologie in den Mittelpunkt des gesellschaftlichen und politischen Interesses - auch in Bezug auf Baumaßnahmen - gerückt. Mit Blick auf die zunehmenden Einflüsse auf die Umwelt ist erkannt worden, dass eine umsichtige Wirtschaftsweise nötig ist. Die Umsetzung hängt eng mit Emissionen in die Umwelt und mit dem sinnvollen Umgang von Ressourcen zusammen. Um eine Aussage bezüglich der Umweltbeeinflussung eines Gebäudes tref-

fen zu können, ist eine Analyse des gesamten Lebenszyklus eines Baustoffs oder Bauprodukts nötig.

Beginnend bei der Rohstoffgewinnung und Verarbeitung über die Nutzung und Instandhaltung bis hin zur Entsorgung oder Verwertung müssen sämtliche Einwirkungen auf die Umwelt wie z. B. Emissionen in Luft und Wasser, Abfälle, Energie- und Rohstoffverbrauch berücksichtigt werden. Ein hierzu geeignetes Instrument ist die „Ganzheitliche Bilanzierung“. Basierend auf technischen und wirtschaftlichen Anforderungen müssen die umweltrelevanten Auswirkungen von Produkten, Systemen oder Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus analysiert und ausgewertet werden.

### Verantwortung für umwelt- und gesundheitsverträgliches Bauen

Die speziellen Anforderungen an das umweltverträgliche Bauen wurden in der vergangenen Zeit durch gesetzliche Verordnungen sowie nationale und internationale


Normen aufgrund neuester Erkenntnisse aus dem Bereich Umwelt, Hygiene und Gesundheit festgelegt. Gleichzeitig haben sich seit Jahren zahlreiche Hersteller von Baustoffen und Bauprodukten in der AUB, Arbeitsgemeinschaft umweltverträgliches Bauprodukt e. V. zusammengeschlossen. Zielsetzung und Aufgabe des Vereins war und ist die Förderung und Entwicklung umwelt- und gesundheitsverträglicher Bauprodukte sowie die entsprechende umwelt- und gesundheitsverträgliche Ausrichtung der Produktionsprozesse.

Über den Bundesverband Leichtbeton e. V. sind Hersteller und Vertriebsfirmen von Leichtbeton-Produkten seit Gründung der AUB in der Arbeitsgemeinschaft engagiert, haben das Zertifikat der AUB erworben, und lassen ihre Produkte regelmäßig auf die Umweltverträglichkeit bewerten. Voraussetzung für die Bewertung der Bauprodukte war bislang die Beschreibung durch die jeweilige Hersteller- oder Lieferfirma mit ausführlichen Angaben zur Handelsform des Bauproduktes, zu Ver- und Bearbeitungszuständen in den verschiedenen



Produktionsphasen von der Materialgewinnung bis zur Entsorgung, zu Grundstoffen, Vorprodukten, Zusatzstoffen, Rest- und Abfallstoffen, zu den Inhaltsstoffen im Nutzungszustand und zu möglichen Emissionen.


Auf Grundlage dieser Anforderungen werden die Eigenschaften von Bauprodukten nicht nur im Nutzungszustand, sondern im gesamten Lebenszyklus eines Bauproduktes transparent gemacht. Bauprodukte, die die Anforderungen an Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz in sämtlichen Phasen ihres Lebenszyklus erfüllen, erhielten bisher ein AUB-Zertifikat und durften das Zertifizierungszeichen führen. Gegenüber der Öffentlichkeit legt ein Bauprodukt hersteller so sämtliche Eigenschaften eines Bauproduktes offen. Dem Nutzer eröffnete diese kurzgefasste „Ökobilanz“ der Arbeitsgemeinschaft den vertrauensschaffenden Blick hinter die Kulissen und die Möglichkeit zu einer sachlichen und ganzheitlichen Beurteilung von Umweltverträglichkeit und gesundheitlicher Unbedenklichkeit von Bauprodukten.

**CERTIFICATE ZERTIFIKAT CERTIFICAT**




**ARBEITSGEMEINSCHAFT  
UMWELTVERTRÄGLICHES  
BAUPRODUKT E.V.**

<p>Zertifikatsinhaber: <b>XL Beton Baustoff GmbH D 565xx Steinort</b></p> <p>Zertifizierte Bauprodukte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtbeton-Hohlblöcke</li> <li>• Leichtbeton-Vollblöcke</li> <li>• Planstein-Mauerwerk</li> <li>• Großblock-Mauerwerk</li> <li>• Ergänzungsprodukte</li> </ul> <p>Zertifikatsnummer: <b>Z.BXL8007</b></p>	<p>Dieses Zertifikat wird verliehen für die Förderung und Entwicklung umwelt- und gesundheitsverträglicher Bauprodukte und Produktionsprozesse.</p> <p>Die Verleihung erfolgt in Zusammenhang mit der Erfüllung der Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeitskriterien der Arbeitsgemeinschaft und deren Offenlegung in Form einer hinterlegten Bauproduktdeklaration für die hier genannten Bauprodukte.</p> <p>Die Deklaration umfasst den gesamten Lebenszyklus dieser Produkte, von der Rohstoffgewinnung über die Verarbeitung und Nutzung bis hin zu Recycling/ Entsorgung und enthält entsprechende Nachweise.</p> <p>Dieses Zertifikat berechtigt zum Führen des Zeichens der Arbeitsgemeinschaft. Es gilt ausschließlich für die zertifizierten Produkte, sechs Monate vom Ausstellungsdatum an. Der Zertifikatsinhaber haftet für die Bewertung zugrundeliegenden Angaben und Nachweise.</p> <p style="text-align: center;">Königswinter, 1. Oktober 2006</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">   <b>Bewertungsobmann</b>  <small>Dipl.-Ing. Johannes Krellig Leitenden-Echterdingen</small> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Geschäftsführender Vorstand</b>  <small>Dipl.-Ing. Hans Peters Königswinter</small> </div> </div>
---	---




UMWELTVERTRÄGLICHES  
B A U P R O D U K T  
nach AUB-Zertifikat




DEUTSCHES INSTITUT  
FÜR BAUEN UND UMWELT E.V.

© Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V. (AUB). Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Reproduktion in irgendeiner Form, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V.



**DIBU Umweltdeklaration**  
nach ISO 14025




**Leichtbeton - Mauersteine**  
aus natürlichem Zuschlag  
und geringen Zumischungen von  
industriell hergestelltem Zuschlag

**Bundesverband Leichtbeton e.V.**

Deklarationsnummer  
AUB-BVL-11207-D

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUEN UND UMWELT e.V.  
www.btu-umwelt.com





### Produktdeklaration

Die AUB, heute DIBU, Deutsches Institut für Bauen und Umwelt e. V., ist weiterhin darum bemüht, im Rahmen fachlich erstellter Bewertungsrichtlinien nachvollziehbare Kriterien zu entwickeln, anhand derer die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten beurteilt werden kann. DIBU sichtet neueste Erkenntnisse und ordnet diese einer in ständiger Weiterentwicklung befindlichen Beschreibung und Beurteilung für Bauprodukte zu. Diese basieren auf dem Bauproduktengesetz, nationalen und internationalen Verordnungen, Normen etc. nach dem Bauprodukte nicht in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn sich die folgenden Auswirkungen im Nutzungszustand eines Bauproduktes ergeben können:

- Freisetzung giftiger Gase,
- Vorhandensein gefährlicher Teilchen oder Gase in der Luft,
- Emission gefährlicher Strahlen,
- Wasser- oder Bodenverunreinigung oder -vergiftung,
- unsachgemäße Beseitigung von Abwasser, Rauch und festem oder flüssigem Abfall,
- Feuchtigkeitsansammlung in Bauteilen und auf Oberflächen von Bauteilen in Innenräumen.

Aufbauend auf diesen Bewertungsrichtlinien wurden nunmehr PCR (Produkt Ca-

tegory Rules) von entsprechenden sachverständigen Produktforen aufgestellt, als verbindliche Leitfäden für die Festlegung spezifischer Anforderungen für alle Produktkategorien unter den Bauprodukten. Bauprodukte sind Materialien, Produkte, Komponenten, Bausätze oder Bausysteme die zum dauerhaften Einbau in ein Gebäude oder Bauwerk hergestellt werden. Gebäude (z. B. Fertighäuser) können selbst Bauprodukte sein. Produktkategorien sind Produkte mit vergleichbarer funktioneller oder deklarierter Einheit.

Die PCR richten sich nach den Grundsätzen der internationalen Normen ISO 14020; ISO 14040; ISO 14025 und ISO 21930, unter anderem ist danach festgelegt:

- Umweltdeklarationen sind genau, verifizierbar, sachgemäß und dürfen nicht irreführen.
- Sie dürfen keine Handelshemmnisse hervorrufen.
- Sie beruhen auf wissenschaftlichen Methoden die auf Anfrage zugänglich sind.
- Alle Phasen des Produktzyklus werden berücksichtigt.
- Umweltdeklarationen dürfen kein Hemmnis für Innovationen darstellen.
- Interessierte Kreise werden beteiligt und können Zugang zu den maßgeblichen Regeln bekommen.

Die PCR des DIBU beinhalten:

- die Dokumentation zum Produkt-Lebenszyklus (Charakterisierung des Produkts, Grundstoffe, Produktherstellung, Produktverarbeitung, Nutzungszustand, außergewöhnliche Einwirkungen und Nachnutzungsphase)
- Angaben zur Ökobilanz (Allgemeines, Herstellung des Bauprodukts, Nutzungsphase des Bauprodukts, Recycling bzw. Entsorgung des Bauprodukts und Auswertung sowie Darstellung der Ergebnisse)
- weitere Angaben (Nachweise, Prüfergebnisse, Literatur, Anhang: Sachbilanz Datenformat)

Die erforderlichen Informationen betreffen somit die bauphysikalischen und bauchemischen Eigenschaften des Bauproduktes bei fachgerechter Anwendung. Die Unbedenklichkeit zu kritischen Eigenschaften oder bezüglich der Einhaltung von Richtwerten sind durch entsprechende Nachweise und Messprotokolle anerkannter Stellen zu belegen.

Die Umweltdeklaration besteht aus einer Kurzfassung und einer Langfassung die vom Sachverständigenausschuss geprüft und bestätigt werden.



Großflächige Bimsabbaugrube im Tagebau.

### Leichtbeton-Lebenszyklus

Die Dokumentation des Leichtbeton-Lebenszyklus stellt sich wie folgt dar:

#### ■ Charakterisierung

##### Produktdefinition

Die genannten Produkte sind unbewehrte Bausteine sowie bewehrte Bauteile unterschiedlicher Formate und Größen aus haufwerksporigem oder gefügedichtem Leichtbeton. Der Leichtbeton wird hergestellt aus natürlichen oder industriell hergestellten Gesteinskörnungen (Zuschlägen), Wasser und hydraulischen Bindemitteln (Zement).

##### Anwendung

Unbewehrte Bausteine für gemauerte, monolithische, tragende und nichttragende Wände. Bewehrte Bauteile für Dach-, Decken- und Wandplatten sowie andere Montagebauteile wie z. B. Stürze, Rolllädenkästen.

Bestimmungsgemäß ist ein direkter Kontakt mit Grundwasser nicht möglich. Nachfolgend sind ausschließlich Daten für unbewehrte Mauersteine wiedergegeben.

##### Produktnormen / Zulassungen

Die zutreffende europäische oder nationale Norm bzw. die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder vergleichbare nationale Regelung ist zu nennen.

##### Gütesicherung

Zur Gütesicherung (Eigen- und Fremdüberwachung nach Prüfnormen bzw. Zulassungen) ist eine produktbezogene Angabe zu machen. QMS, UMS sind zu benennen.

##### Geometrische Daten

Abmessungen nach: DIN EN 771-3, DIN V 20000-403, DIN 18148, DIN 18162, DIN V 18151-100, DIN V 15152-100, DIN V 18153-100

##### Bauphysikalische Daten

Rohdichteklassen: 0,45, 0,50, 0,55, 0,60, 0,65, 0,70, 0,80, 0,90, 1,00, 1,20, 1,40, 1,60, 1,80, 2,00, 2,20

##### Festigkeiten:

Druckfestigkeitsklassen:

2, 4, 6, 8, 10, 12, 20, 28, 36, 48

Zugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]:

V2:  $\beta Z = 0,13 * \beta D$ ;

sonst (V, Vbl, Hbl):  $\beta Z = 0,08 * \beta D$

Biegezugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]:

V2:  $\beta BZ = 0,45 * \beta D$ ;

sonst (V, Vbl, Hbl):  $\beta BZ = 0,25 * \beta D$

E-Modul [N/mm<sup>2</sup>]:

alle Steine:  $E = 750 * \beta D$

Verformungskennwerte gem.

DIN 1053-1

Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4, Zulassungen in [W/mK]:  $\geq 0,08$

Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl  $\mu$  nach DIN 4108-4: 5 – 10

Ausgleichsfeuchtegehalt bei 23°C, 80% Luftfeuchte:  $\leq 4,5 M\%$

##### Schallschutz

Angabe des bewerteten Schalldämmmaßes, gemäß Einstufung der Steinroh-dichte in der Massekurve der DIN 4109. Ggf. Angabe des Schallabsorptionsgrades.

##### Brandschutz

Das zutreffende Brandverhalten ist anzugeben, z. B. Brandschutzklasse A 1, Feuerbeständige Wände F30 bis F180 nach DIN 4102 T4, Brandwände nach DIN 4102 T4.

#### ■ Grundstoffe

##### Grundstoffe / Vorprodukte

Angabe aller Grundstoffe in Masse-% (durchschnittliche Einsatzmengen) getrennt nach Zuschlägen (Bims, Lava, Blähton, Blähschiefer, Blähglas, Hochofenschlacke und entsprechende Sande), Zement und Wasser.

##### Hilfsstoffe / Zusatzmittel

Deklaration der Hilfsstoffe und Zusatzmittel z. B. Mischöl, Schalöl, Farbe

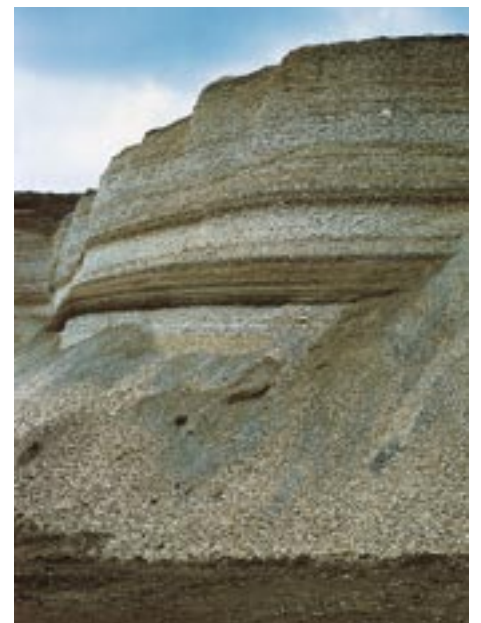
##### Stoffeklärungen

Erläuterung der Vorprodukte und Zusatzmittel, z. B.:

Bims: Der eingesetzte Bims ist ein natürlicher Rohstoff vulkanischem Ursprungs, der im Tagebau abgebaut wird.

Zement: gem. DIN EN 196; Zement dient als Bindemittel und wird vorwiegend aus Kalksteinmergel oder einem Gemisch aus Kalkstein und Ton hergestellt. Die natürlichen Rohstoffe werden gebrannt und anschließend gemahlen.

Bimswand mit dazwischenliegenden Ascheschichten einer Abbaugrube.



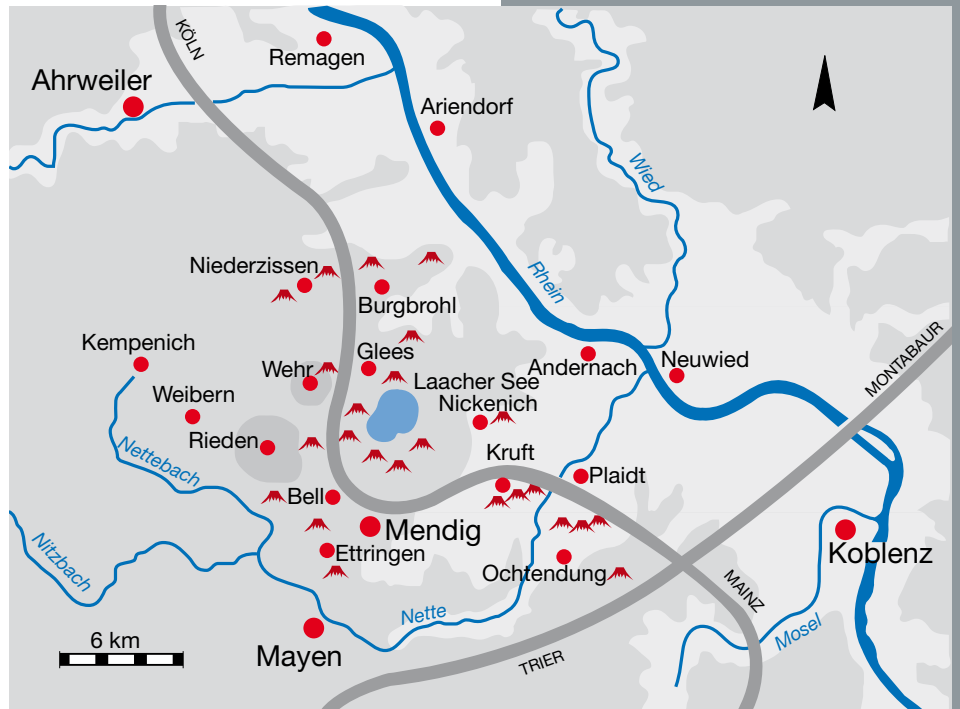
Schalöl: Schalöl findet als Trennmittel auf den Unterlagebrettern zwischen Form und Leichtbeton Verwendung. Eingesetzt werden PAK-freie mineralische Öle unter Zusatz von langkettigen Additiven zur Viskositätserhöhung. Damit wird ein Abfließen in der Form verhindert und ein sparsamer Einsatz ermöglicht.

### Rohstoffgewinnung und Stoffherkunft

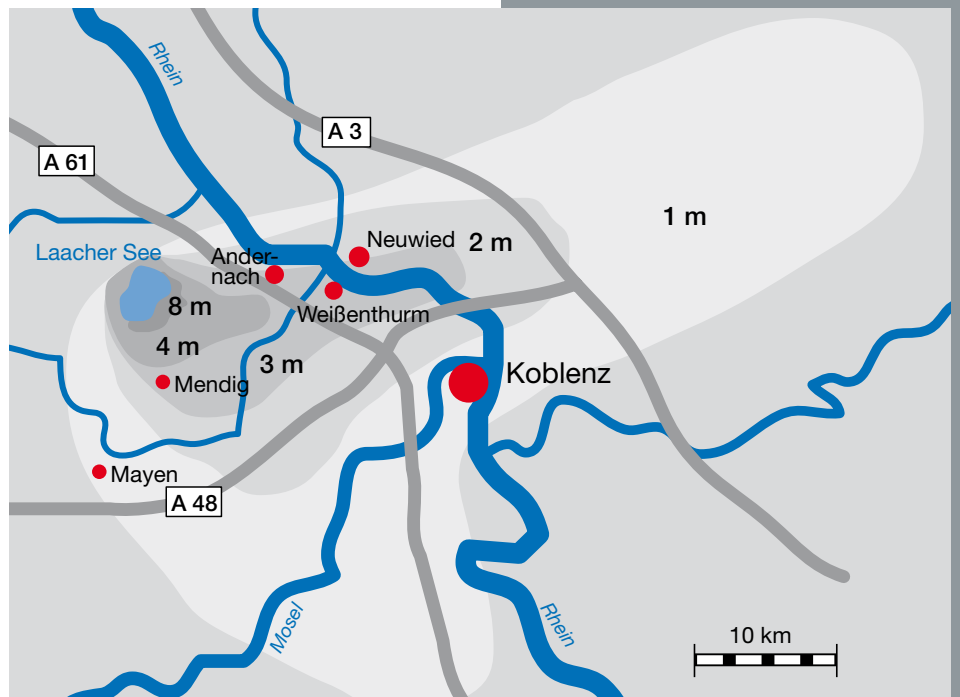
Unsere Erde brauchte 4,6 Mrd. Jahre, um sich so zu entwickeln, wie sie heute ist. Ein kleiner Vulkan, etwa ein Schlackenkegel wie der Wingertsberg am Laacher See oder der Plaidter Hummerich entstehen in etwa 1 bis 3 Monaten. Bei der Eruption des Laacher Sees vor rund 13.000 Jahren wurden in wenigen Tagen rund 5 km<sup>3</sup> Magma freigesetzt. Das ist etwa doppelt soviel wie aus allen 300 Schlackenkegeln der Ost- und Westeifel zusammen.

In dieser extrem kurzen Zeit wurden gewaltige Massen an Asche und Bims bis über 40 km hoch in die Atmosphäre geschleudert und bis nach Schweden und Italien geweht. Im heutigen Neuwieder Becken wurde auf einer Fläche von 200 km<sup>2</sup> ca. 16 km<sup>3</sup> Bims durch natürliche Fallablagerungen abgelegt. Sie bedecken diese Region mit einer mehreren Meter dicken Schicht.

Bereits in der Bronzezeit begannen die Menschen diese Bodenschätze zu nutzen. Die Bims- und Leichtbetonindustrie blickt im Bereich der Rohstoff-Förderung auf eine lange Tradition zurück. Der Abbau von Bimsvorkommen zur Steinherstellung wird seit Mitte des 19. Jahrhunderts betrieben. Die daraus entstandene Leichtbetonindustrie hat trotz ihrer Konzentration auf einen Standort (Neuwieder Becken) und den damit verbundenen Nachteilen bei den Transportwegen bei der wichtigsten Produktgruppe, den Mauersteinen, einen bundesweiten Marktanteil von ca. 12 % gehalten. Mit rund 1000 Beschäftigten innerhalb dieser Industrie wird heute ein breitgefächertes Produktprogramm aus Naturbims hergestellt.



Detailkarte der Vulkane des Laacher See-Gebietes, mit dem Laacher See.



Mächtigtkeitsverteilung der Bimsablagerungen des Laacher See Vulkans im Neuwieder Becken.

Um eine kontrollierte Rohstoffgewinnung zu gewährleisten, wurden bereits 1949 das Landesbimsengesetz und die dazu gehörigen Verordnungen erlassen. Dieses Gesetz sorgt seit fast 60 Jahren für den Ausgleich zwischen Ökonomie und Ökologie, dadurch dass es

- nur geeignete Flächen zum Abbau zulässt,
- bereits 1949 die Erhebung von Sicherheitsleistungen zur Sicherstellung der Rekultivierung vorsah,
- die Abbauanträge durch einen qualifizierten Ausschuss prüfen lässt und
- so die Folgenutzung und eine alsbaldige Rückgabe der Flächen an die Eigentümer sicherstellen.

Die Praxis hat bestätigt, dass dieses Gesetz schon damals gut durchdacht war. Es gelang, das großflächige Tieferlegen einer ganzen Landschaft umweltschonend zu gestalten. In der Regel erkennen heute nur Fachleute, an welchen Stellen der Bims bereits abgebaut ist. Durch Neugestaltung und Rekultivierung lässt sich ein Landschaftsbild herstellen, das für den Betrachter in seinem ästhetischen Wert und in seiner Formgebung keine Nachteile gegenüber der ursprünglichen Gestalt besitzt.

Der kiesförmige Bims wird im Tagebau abgebaut. Nach dem Abbau mittels Baggern oder Radladern wird der Bims mit LKW zum Herstellwerk gefahren. Dort kann er je



Unterschiedliche Bimsrohstoffe werden nach speziellen Rezepturen gemischt und aufgegeben.

nach Qualitätsanforderung sofort verarbeitet werden, oder er wird durch Absieben, Windsichten oder Waschen von Fremdbestandteilen gereinigt. Für den Abbau und die Beschaffung an Bims werden 14% der Gesamtenergie benötigt. Alle weiteren Grundstoffe (bis auf die geringe Mengen an industriell hergestellten Zuschlägen) stammen aus Werken in einem Umkreis von maximal 200 Entfernungskilometern zum Werk.

#### Verfügbarkeit der Rohstoffe

Mineralische Bauprodukte wie Leichtbeton bestehen überwiegend aus mineralischen Rohstoffen. Es besteht keine wesentliche Ressourcenknappheit.

#### Produktherstellung

##### Produktherstellung

Dem Leichtzuschlag wird Zement (DIN EN 196) als Bindemittel zugesetzt. Zuschläge für Leichtbetonsteine siehe Grundstoffe. Im Leichtbetonwerk werden die Zuschläge je nach Zuschlagsart, Schüttdichte und Korngröße in mehreren Silos gelagert oder auf Freigelände zwischengelagert. Auch das Bindemittel wird in Silos gelagert. Aus den Silos werden die dosierten Zuschläge abgezogen und tro-



In der Bims-Waschanlage wird das Waschwasser im Kreislauf gefiltert und mit geringen Mengen Frischwasser ergänzt. Sämtliche aufbereiteten Rohstoffe gelangen in die weitere Produktion.



cken mit dem Bindemittel (8-12% der Gesamtmischung) vorgemischt. Danach wird die Mischung mit Wasser zu einem plastisch verformbaren Beton gemischt. Diese Mischung gelangt in den Füllkasten der Steinformmaschine, der den Füllwagen beschickt. Auf einem Unterlagsbrett stehen Steinformen aus Stahl, die von dem Füllwagen von oben befüllt werden. Die Steinformen enthalten, je nach Anforderung, Kerne für Schlitz- oder Kammern. Dann werden die Steine mittels Auflast und Vibration durch Unwuchtmotoren verdichtet und von der Form gelöst. Die nun entschlackten Steine werden auf den Unterlagsbrettern in ein Trocken-Hochregallager transportiert. Beim Trocknen, ohne Energieeinsatz, härten die Leichtbetonsteine aus und erreichen nach 24 bis 36 Stunden eine Festigkeit, die es zulässt, dass die Steine mechanisch palettiert, gebunden und gestapelt werden können. Die einzelnen Steinpakete werden mit einer Schrumpfhaut verpackt und somit vor Witterungseinflüssen geschützt. Mindestens 28 Tage lagern die Pakete, verarbeitungsgerecht gedreht und paketi-ert, zur vollständigen Aushärtung auf einem Lagerplatz bis sie zur Baustelle ausgeliefert werden.

#### Stoffbedarf

Die verwendeten Rezepturen werden den jeweiligen Rohstoffeigenschaften und bauphysikalischen Anforderungen angepasst und variieren innerhalb des unter „Grundstoffe“ angegebenen Bereiches.

#### Gesundheitsschutz bei der Herstellung

Darstellung von Maßnahmen des Gesundheitsschutzes im Herstellprozess die über die nationalen Vorschriften (Produktionsland) hinausgehen.

- Staub: Entstaubungsanlage bei Zement-silos, Pflastern oder Asphaltieren der Lagerplätze bzw. Beregnung

Mit Feinstaubbelastung der Fabrikations-halle ist nicht zu rechnen, da die Feinstaub-gehalte des Produktes deutlich unter der Zulässigkeitsgrenze von  $6 \text{ mg/m}^3$  Luft liegen.



Blick in die Produktionshalle mit der vollautomatisch arbeitenden und comutergesteuerten Ringanlage.



In Formen gefüllt wird nur durch Vibration aus dem plastischen Leichtbeton ein fertiger Stein. Ein Brennvorgang ist nicht nötig.



Mittels vollautomatischer Schiebebühnen gelangen die fertigen Steine in die Regal-Trockenkammer. Hier wird die Hydratationswärme, die beim Abbinden des Zementes entsteht, zur Trocknung der Steine benutzt. Trockenzeit ca. 1-3 Tage.

### Umweltschutz bei der Herstellung

Darstellung von Maßnahmen des Umweltschutzes im Herstellprozess die über die nationalen oder lokalen Vorschriften hinausgehen:

- Deklaration von direkten Emissionen in Luft, Wasser und Boden: Der Produktionsprozess verläuft abwasserfrei.
- Lärm: Besondere Maßnahmen können aufgeführt werden. Aufgrund von Schallschutzmaßnahmen liegen die Messwerte um 15 % unter den Grenzwerten.
- Energie: Der Primärenergiebedarf für die Herstellung von Leichtbetonsteinen ist im Vergleich zu anderen Wandbaustoffen sehr gering, da während der Produktion keine Energie für Brennprozesse oder Trocknung benötigt wird.



Rückführung des recycelten Materials in den Rohstoff-Kreislauf.



Zur weiteren Erhärtung und Trocknung lagern die Steine bis zum Versand im Freien.

### ■ Produktverarbeitung

#### Verarbeitungsempfehlungen

Die Verarbeitung von Leichtbetonsteinen erfolgt von Hand, bei Bauteilen mit einer Masse über 25 kg sind Hebezeuge erforderlich. Das Zerteilen von Bauteilen erfolgt mit Steinsägen oder von Hand mit Hartmetallsägen. Schnelllaufende Werkzeuge wie z. B. Trennschleifer sind auf Grund ihrer Staubgenerierung nur im Wasserbad laufend zu verwenden.

Die Verbindung der Leichtbeton-Bauteile untereinander sowie mit anderen genormten Baustoffen erfolgt mit Normal- und Leichtmörtel nach DIN 1053-1 und mit Dünnbettmörtel oder als Trockenmauerwerk nach Zulassung. Die Leichtbeton-Bauteile können verputzt, beschichtet oder mit einem Anstrich versehen werden. Auch eine Bekleidung mit kleinformatischen Teilen oder die Anbringung von Vormauerschalen nach DIN 1053 ist möglich.

#### Arbeits- und Umweltschutz

Während der Verarbeitung der Leichtbeton-Bauprodukte sind keine besonderen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt zu treffen.

Bei der Auswahl konstruktiv notwendiger Zusatzprodukte ist darauf zu achten, dass diese die beschriebenen Eigenschaften der Umweltverträglichkeit der genannten Bauprodukte nicht nachteilig beeinflussen.



Steinbrechanlage zum 100%-igen recyceln von Fehlproduktionen. Bei der Produktion von Leichtbetonprodukten fallen keine zu entsorgenden Reststoffe an (geschlossener Öko-Kreislauf).



### Restmaterial und Verpackung

Die Verwertung der Restmaterialien ist zu deklarieren, z. B. Handhabung der Reste, Sortierung, Verwertung, Beseitigung. Die verwendeten Verpackungen sind nach Typ und Zusammensetzung zu deklarieren.

Auf der Baustelle anfallende Verpackungen, Paletten und Leichtbeton-Reste sind getrennt zu sammeln. INTERSEROH übernimmt die Entsorgung von Polyethylen-Schrumpfhäuten und Mörtelsäcken und führt diese dem Recycling zu. Die Mehrwegpaletten aus Holz werden vom Hersteller oder durch den Baustoffhandel zurückgenommen (Mehrwegpaletten gegen Rückvergütung im Pfandsystem) und in den Produktionsprozess zurückgeführt.

Leichtbeton-Reste können ebenfalls von den Herstellwerken zurückgenommen werden und recycelt als Rohstoff genutzt oder auf Deponien der Klasse I entsorgt werden. Bei der möglichen Rücknahme ist entsprechend der Entfernung zwischen Baustelle und Herstellwerk die Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen.

### ■ Nutzungszustand

#### Inhaltsstoffe

Wie unter Punkt Produktherstellung ausgeführt, besteht Leichtbeton überwiegend aus natürlichen Zuschlägen (Naturbims als Gruben- oder Waschbims, Lava, Sand, Splitt) oder industriell hergestellten Zuschlägen (Blähton, Blähglas, Blähschiefer oder andere Blähgranalien). Verflüssiger, Farbzusätze und hochhydraulischer Kalk können Zusatzstoffe der Leichtbetonsteine sein. Zement als Bindemittel und Wasser sind Bestandteile der Leichtbetonsteine. Die Rohstoffe sind lagerungsbedingt erdfeucht oder witterungsbedingt nass, so dass der Wasserverbrauch bei der Produktion relativ gering ist. Die natürlichen und industriell hergestellten Rohstoffe beinhalten keine zusätzlichen Chemikalien und sind somit emissionsfrei.

#### Wirkungsbeziehungen

##### Umwelt / Gesundheit

Hinweise auf Wirkungsbeziehungen zwischen Produkt, Umwelt und Gesundheit und Angabe möglicher Schadstoffgehalte oder -emissionen.

Leichtbeton emittiert keine schädlichen Stoffe wie z. B. VOC.

Die natürliche ionisierende Strahlung der Leichtbeton-Produkte ist äußerst gering und gesundheitlich unbedenklich (vgl. Radioaktivität).

#### Beständigkeit

Hinweise auf Anwendungserfahrungen, ggf. empfohlene Maßnahmen zur Bauschadensvermeidung

#### Nutzungszustand

Leichtbeton verändert sich nach Verlassen des Werkes nach den Verformungskennwerten gemäß DIN 1053-1:1996-11. Bei bestimmungsgemäßer Anwendung ist er unbegrenzt beständig.

### ■ Außergewöhnliche Einwirkungen

#### Brand

Angabe des Brandverhaltens

Im Brandfall können keine toxischen Gase und Dämpfe entstehen. Die genannten Produkte erfüllen nach DIN 4102 die Anforderungen der Baustoffklasse A 1, „nicht brennbar“. Feuerwiderstandsklassen von F 30-A bis F 180-A werden von den Steinarten erreicht.

#### Hochwasser

Angabe des Verhaltens bei Wassereinwirkung

Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) reagiert Leichtbeton neutral. Es werden keine Stoffe ausgewaschen, die wassergefährdend sein können. (vgl. Auslaugverhalten).

## ■ Nutzungsphase

### Nachnutzungsphase

Gebäude aus Leichtbeton werden in der Regel ohne zusätzliche Wärmedämmung erstellt. Sie können deshalb in einfacher Weise zurückgebaut werden. Bei Abriss müssen die Leichtbetonsteine nicht als Sondermüll behandelt werden. Es ist jedoch auf einen möglichst sortenreinen Rückbau zu achten.

### Wieder- und Weiterverwendung

Leichtbeton überdauert die Nutzungszeit der daraus errichteten Gebäude. Nach dem Rückbau derartiger Gebäude können die Materialien deshalb aufbereitet, klassifiziert, bewertet (Umweltverträglichkeit, Baustoffkennwerte, Gleichmäßigkeit) und erneut verwendet werden.

Sortenreine Leichtbeton-Reste können von den Leichtbetonherstellern zurückge-

nommen und wieder- bzw. weiterverwertet werden. Dies wird für Produktionsbruch bereits seit Jahrzehnten praktiziert. Dieses Material wird als Zuschlag bzw. Gesteinskörnung in der Produktion verwendet.

Bauschutt und Produktionsausschuss sollte gemischt aufbereitet werden, damit gleichmäßige Eigenschaften der Leichtbetonsteine aus Recyclingmaterial erzielt werden. Das Recyclingmaterial sollte den natürlichen Anforderungen der Stoffnormen des zu ersetzenden Rohstoffs entsprechen. Recyclingmaterial aus Leichtbeton wird für den Straßen- und Wegebau genutzt.

### Entsorgung

Die Deponiefähigkeit von Leichtbeton gem. Klasse I nach der TA Siedlungsabfall ist gewährleistet. Der Abfallschlüssel nach Abfallverwertungsverzeichnis ist anzugeben.

## ■ Schema des Lebenszyklus

Das nebenstehende Schema zeigt den gesamten „Lebenszyklus“ eines Produktes von der Rohstoffgewinnung über die Nutzung bis zum Abruch und dem damit verbundenen Recycling. In allen Bauphasen sind die möglichen Belastungen auf ein Mindestmaß zu senken. So bei der Gewinnung von Grundstoffen für die Bauprodukte, bei ihrer Herstellung und beim Bauvorgang selbst. Später dann beim fertigen Gebäude in allen Nutzungsphasen, aber auch im Gefahrfall, z. B. bei einem Brand. Letztendlich beim eventuellen Abruch und der dann erforderlichen Entsorgung.

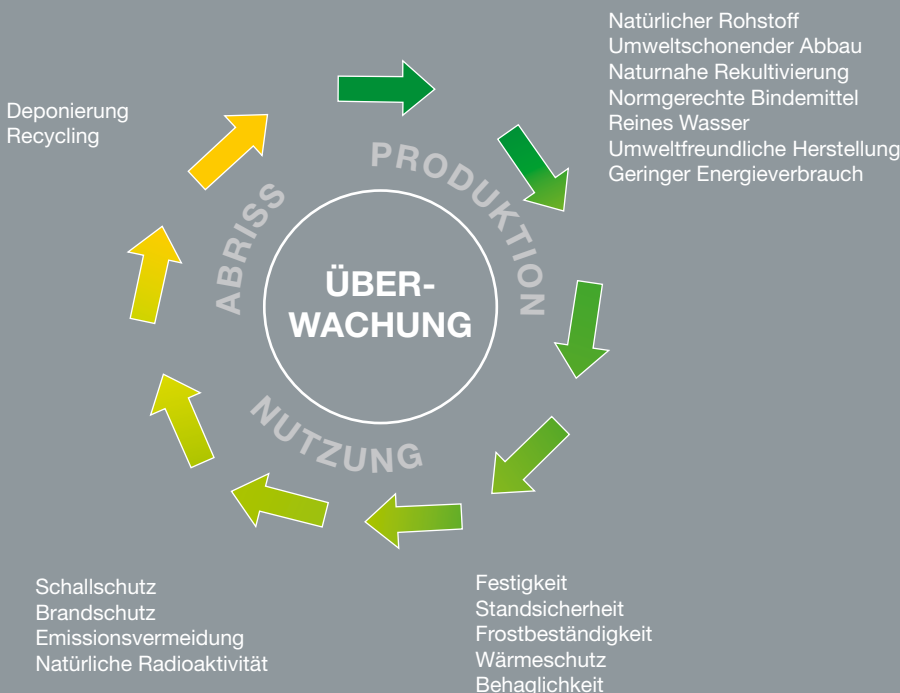
Man spricht dabei von der „ganzheitlichen Bilanzierung“, die Material, Energie und Schadstoffe zu jeder Zeit betrachtet. Der Materialkreislauf von Leichtbeton-Produkten umfasst die drei Phasen Produktion, Nutzung und Abruch, die einer ständigen Überwachung unterliegen.

Zur Produktion gehören: natürlicher Rohstoff, umweltschonender Abbau, naturnahe Rekultivierung, normgerechtes Bindemittel, reines Wasser, umweltfreundliche Herstellung und geringer Primärenergieverbrauch.

Zur Nutzung gehören: Tragfähigkeit, Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz, Brandschutz, geringe, natürliche Radioaktivität und geringste Radonexhalation.

Zum Abruch bzw. dem heute bevorzugten Rückbau gehören: Recycling und Deponierung.

## Ganzheitliche Bilanzierung



# Angaben zur Ökobilanz

## ■ Allgemeines

Die Angaben zur Ökobilanz wiederholen teilweise Aussagen zum bereits behandelten Leichtbeton-Lebenszyklus. Sie muss aber alle Lebenszyklusstufen beinhalten und repräsentativ für den Hersteller oder eine Herstellergruppe gleicher Produkte sein. Die funktionelle Einheit oder die deklarierte Einheit ist die quantitative Bezugsgröße, auf deren Basis sich Produkte gleicher Funktion oder gleicher funktionaler Spezifikation vergleichen lassen. Die jeweilige Bezugsgröße muss eindeutig und reproduzierbar beschrieben werden. Sie soll so einfach wie möglich sein, jedoch die wesentliche Funktion oder Spezifikation des Produktes mit allen erforderlichen Randbedingungen, z. B. Anforderungen der zugehörigen Normen, erfassen.

Alle Stoffflüsse, die in das Produktsystem fließen und größer als 1 % der gesamten Masse der Stoffflüsse sind oder mehr als 1 % des Primärenergieverbrauchs betragen, werden berücksichtigt, dabei sind begründete Abschätzungen zulässig. Stoffflüsse, die das System in Form von Emissionen verlassen und deren Umweltauswirkungen größer als 1 % der gesamten Auswirkungen einer in der Bilanz berücksichtigten Wirkungskategorie sind, werden erfasst. Die Summe der vernachlässigten Stoffflüsse dürfen 5 % nicht überschreiten. Die Daten sollen den Jahresdurchschnitt eines spezifischen Jahres erfassen und dürfen nicht älter als 10 Jahre sein.

## ■ Herstellung des Bauprodukts

Die Grenzen des Systems eines Produktes, das die gewünschte Funktion oder Spezifikation hervorbringt, müssen definiert werden.

### Emissionen

In der Natur vorkommende Stoffe haben für Lebewesen wie Menschen, Tiere und Pflanzen unterschiedliche Verträglich-

keiten. Diese reichen vom Gift, über Substanzen die die Gesundheit gefährden und das Wohlbefinden stören, bis hin zu Stoffen, die ausgesprochen verträglich und lebensnotwendig sind, und unser Wohlbefinden fördern. Verträgliche Lebensbedingungen können durch verschiedene Einflüsse beeinträchtigt werden:

- Gefährdungen durch Gase, Stäube, Dämpfe und Flüssigkeiten,
- Belastungen durch Schall, Erschütterung, Stoß, elektrische und magnetische Felder sowie Strahlung,
- schädigende Wirkungen durch Veränderungen von Landschaft, Boden, Wasser, Luft, Klima und Licht,
- ungünstige bauliche Gestaltung.

In der öffentlichen Diskussion stehen Schadstoffe und Emissionen, bezogen auf die unmittelbare Verträglichkeit für den Menschen, im Vordergrund. Nach dem heutigen Erkenntnisstand sind alle Einflüsse zu kontrollieren, die über Atmung, Hautkontakt, Mundkontakt (einschl. orale Aufnahme), Sinneswahrnehmung und Bestrahlung sowohl direkt, als auch indirekt auf den Lebensraum wirken. Dabei müssen ökologisch orientierte Untersuchungen vor allem die Belastungen des Lebensraumes bewerten. Aus Grundstoffgewinnung, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und dem Abfall des Bauproduktes können sich Schadstoffbelastungen für den Lebensraum ergeben, die indirekt über Luft, Wasser und Boden die Gesundheit gefährden können. Diese indirekten Gefährdungen sind besonders kritisch.

Schadstoffe oder Emissionen sind im Wesentlichen zurückzuführen auf:

- natürliche Verunreinigungen der Stoffe, aus denen das Bauprodukt hergestellt wird,
- den Herstellungsvorgang selbst (Rauchgasemissionen, Abwärme, Abwasser usw.),

- Stoffveränderungen und Reststoffanfall bei Herstellung, Ver- und Bearbeitung,
- den Zusatz von Stoffen, die als Hilfsstoffe bei Herstellung, Ver- und Bearbeitung eingesetzt werden
- nicht vollständig abgeschlossene Herstellungs-, Ver- und Bearbeitungsvorgänge
- Bearbeitung der Bauprodukte (Staubentwicklung beim Sägen, Schleifen usw.),
- Stoffe, die zur Konservierung und zur Pflege eingesetzt werden

Die vorgenannten Emissionen treffen bei Leichtbeton-Produkten nicht oder nur zu einem verschwindend geringen Teil zu.

### Leichtbeton-Mauersteine

Vor der Steinproduktion liegt die Förderung des Rohstoffes und ggf. die industrielle Aufbereitung zu porigen Leichtzuschlägen. Zuschläge und Rohstoffe werden werksnah abgebaut und der Herstellung zugeführt. Die Bedeutung der Transporte ist daher relativ gering. Im Werk kommt es vorwiegend zu Prozessen der Mischung, Logistik und Formgebung. Die Emissionen der Diesel- und Heizöl-Verbrennung sind in diesem Zusammenhang die einzig relevanten, die direkt im Werk emittiert werden. Es werden neben den porigen Zuschlägen vorwiegend Vorprodukte (Zement, PE-Folie, Rohstoff-Zusätze, usw.) eingesetzt, so dass der Großteil der Umwelteinwirkungen in den vorgelagerten Prozessen und der Energiebereitstellung verursacht wird. Aufgrund der Eigenfeuchte des Rohstoffes ist der Wasserbedarf gering, Abwasser fällt kaum an.

Der genaue Produktionsvorgang ist unter „Produktherstellung am Beispiel Bims“ beschrieben.

## ■ Nutzungsphase des Bauprodukts

Unterhalt, Pflege und Reparaturen sind Teil der Nutzungsphase. Das fachkundige Produktforum legt die Aspekte fest, die während der Nutzungsphase, bei massiv erstellten Wohngebäuden 80 bis 100 Jahre, berücksichtigt werden müssen. Dem Schutz der Bewohner gilt vorrangig die Vermeidung möglicher Emissionen während der Nutzungszeit eines Gebäudes, ggf. aber auch während bestimmter Herstellungsvorgänge und im Brandfall. Leichtbeton-Produkte sind frei von Schadstoffen und emittieren nicht.

Ein Hauptanteil der Umweltbelastungen entsteht aus dem Energieverbrauch während der Nutzungsphase des Gebäudes. Energiesparendes Bauen berücksichtigt deshalb nicht nur eine optimale Wärmedämmung aller Außenbauteile des Hauses und sonstiger bauphysikalischer Anforderungen, sondern auch die Wechselbeziehungen zwischen Topographie, Ausrichtung, Vegetation und regionalem Klima eines Standortes. Wärmedämmendes Leichtbeton-Mauerwerk erfüllt auch ohne Zusatzdämmung die Anforderungen an den Wärmeschutz.

## ■ Recycling Entsorgung des Bauprodukts

Vorrangige Aufgabe für die Zukunft ist, aus ökologischer und ökonomischer Sicht, die Wiederverwertung des rückgewonnenen Mauerwerks. Durch die umweltverträgliche Wiederverwertung von Recyclingmaterialien werden Baustoffkosten in Form von Rohstoff- und Energieeinsparung gesenkt. Gleichzeitig wird der kostbare Deponieraum geschont und es werden Deponiekosten vermieden. Wichtigste Voraussetzung für den zukünftigen Einsatz von Mauerwerksbaurestmassen ist aber, dass sie sich beim späteren Einsatz weder auf die Umwelt oder auf den Menschen negativ auswirken. Dies ist nach dem heutigen Kenntnisstand bei Produkten aus Leichtbeton der Fall, d. h. die Wiederverwertbarkeit von sortenreinen Baustoffen aus Leichtbeton bereitet im Allgemeinen keine Probleme. Der 100%ige Recyclingeinsatz innerhalb der Werksproduktion ist seitens der Leichtbetonindustrie heute schon sichergestellt.

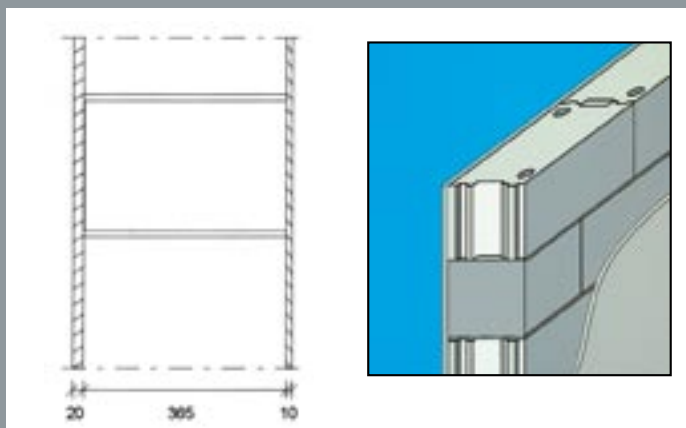
## ■ Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

In der Auswertung sind Indikatoren als Aggregationsgrößen der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung als Mindestsatz der zu deklarierenden Ökobilanz anzugeben. Dazu zählen der Input der Stoffflüsse (Primärenergie aus nicht regenerierbaren Ressourcen bzw. aus regenerierbaren Quellen, Sekundärbrennstoffe, nicht erneuerbare stoffliche Ressourcen, Wassernutzung und Flächeninanspruchnahme) der Output der Stoffflüsse (Abraum und Aufbereitungsrückstände, Gewerbe- und Sonderabfälle) und letztlich eine Wirkungsabschätzung (z. B. Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial etc.). Optional können Angaben zum Human- und Ökotoxizitätspotenzial gemacht werden.

Durch die umweltfreundliche Rohstoffgewinnung, die nahezu energiefreie Herstellung einschließlich Trocknung und Härtung sowie verhältnismäßig kurze Frachtwege werden Leichtbeton-Baustoffe nur ganz gering von negativen Einflüssen tangiert.

### Monolithische Wand

10 mm Gips-Innenputz  
365 mm Mauerwerk Vbl S-W (DM) mit  $\lambda_r = 0,10 \text{ W/(mK)}$   
20 mm mineralischer Faser-Leichtputz



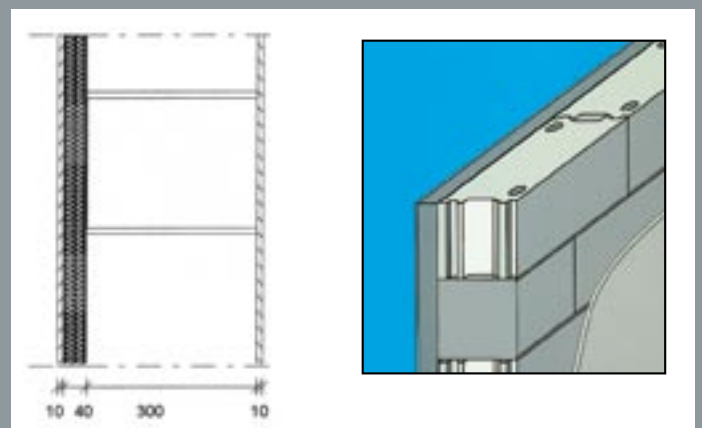
U-Wert =  $0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rechenweg: Ökobilanz nach ISO 14040

Ergebnisse pro  $\text{m}^2$  Mauerwerk:  
Primärenergie (nicht erneuerbar) 347 MJ  
Treibhauspotential: 54,5 kg  $\text{CO}_2$ -Äquivalente  
Versauerungspotenzial: 0,135 kg  $\text{SO}_2$ -Äquivalente

### Monolithische Wand mit Dämmputz

10 mm Gips-Innenputz  
300 mm Mauerwerk (LM 21) mit  $\lambda_r = 0,12 \text{ W/(mK)}$   
40 mm Dämmputz mit  $\lambda_r = 0,07 \text{ W/(mK)}$   
10 mm Kalk-Zement Dekorputz



U-Wert =  $0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rechenweg: Ökobilanz nach ISO 14040

Ergebnisse pro  $\text{m}^2$  Mauerwerk:  
Primärenergie (nicht erneuerbar) 371 MJ  
Treibhauspotential: 54,3 kg  $\text{CO}_2$ -Äquivalente  
Versauerungspotenzial: 0,134 kg  $\text{SO}_2$ -Äquivalente

## ■ Weitere Angaben, Nachweise, Prüfergebnisse

Im abschließenden Kapitel des PCR-Dokuments werden wesentliche Sachverhalte aus der Ökobilanz festgehalten.

## ■ Bauteile

Baustoffanalysen sind mit Blick auf die spätere Nutzung des Gebäudes durchzuführen. Werden Bauteile (z. B. Außenwände) betrachtet, muss deren spätere Verwendung im Gebäude eindeutig festgelegt werden. Beispielsweise können zwei Außenwand-Konstruktionen miteinander verglichen werden, wenn sie dieselben Anforderungen bezüglich Wärmeschutz, Statik etc. erfüllen (siehe untenstehende Beispiele). Die Außenwände können bezüglich ihrer Bestandteile analysiert werden. Vergleiche der Herstellung oder Vergleiche von Herstellung und Nutzungsphase müssen sinnvoll sein, um Optimierungsansätze aufzuzeigen.

Die Herstellung von Leichtbeton-Mauerwerk z. B. aus Naturbims weist im Vergleich zu anderen Mauerwerksindustrien den niedrigsten Primärenergieverbrauch überhaupt auf. Es sind 805 MJ/m<sup>3</sup>. Dies gilt sowohl für monolithisches Mauerwerk als auch für schlanke Konstruktionen mit Wärmedämmverbundsystem. Das Leichtbeton-Spektrum liefert für viele Anwendungsfälle geeignete Steine und Elemente.

Mit Blick auf die Energieeinsparverordnung ist darauf zu achten, dass Außenwände mit guten Wärmedämmeigenschaften, guten Fenstern und umweltfreundlichen, energieeffizienten Heizsystemen kombiniert werden, da die Umweltbeeinflussung in hohem Maße von der Qualität des gesamten Gebäudes abhängt. Die Wände müssen aus ökologischer Sicht die Voraussetzungen (Ökobilanz der Herstellung, guter U-Wert und Standsicherheit) mitbringen, um sinnvoll mit Fenstern, Heizsystemen usw. kombiniert werden zu können. Diese Voraussetzungen können Wände aus

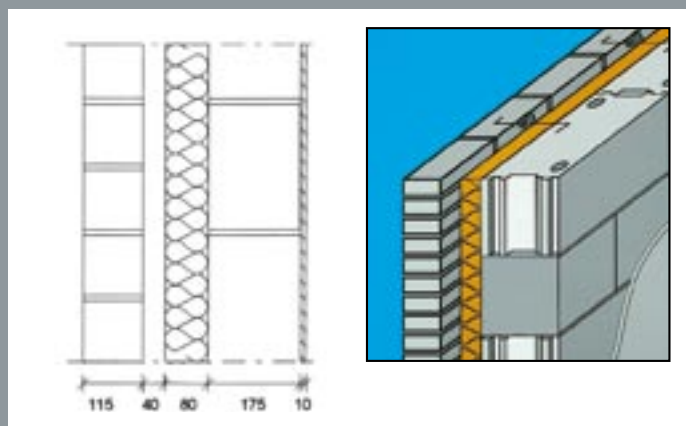
Leichtbeton im untersuchten Rahmen erfüllen. Die Ergebnisse ermöglichen Architekten und Planern die ökologischen Aspekte, vergleichbar zu den ökonomischen und technischen, objektiver zu beurteilen. Sie sind damit aufgefordert, Umweltschutz in die Planung einfließen zu lassen.

## ■ Natürliche Radioaktivität

Unsere Erde besteht in ihrem Inneren aus einem flüssigen Kern, der von einer dicken Erdkruste umgeben ist. Die Erdkruste, enthält neben einer ganzen Reihe von anderen chemischen Stoffen auch Uran und Thorium. Diese Stoffe sind radioaktiv, das bedeutet, sie können sich in andere Stoffe umwandeln und dabei Strahlung aussenden. Durch die Verwendung von mineralischen Rohstoffen zur Herstellung von Baustoffen können die in diesen Materialien enthaltenen oder aus ihnen freigesetzten natürlich radioaktiven Stoffe zu einer zusätzlichen Strahlenexposition der Bewohner von Häusern führen.

### 2-schalige Wand

10 mm Gips-Innenputz  
175 mm Mauerwerk (FK12)  
80 mm Glaswolle (WLG 0,35)  
40 mm Luftschicht  
115 mm LB-Sichtmauerwerk



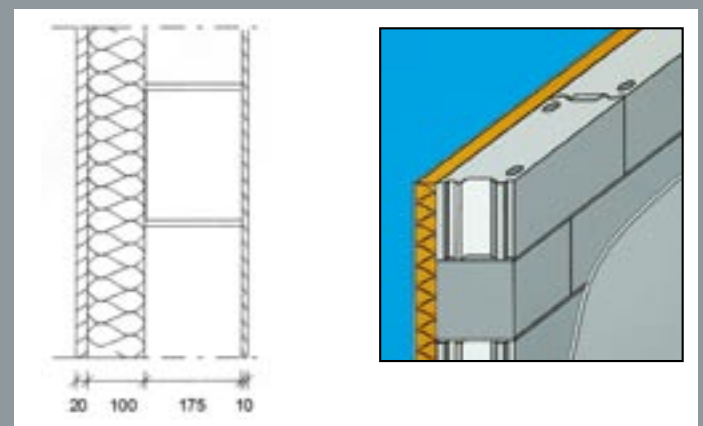
U-Wert = 0,32 W/(m<sup>2</sup>K)

Rechenweg: Ökobilanz nach ISO 14040

Ergebnisse pro m<sup>2</sup> Mauerwerk:  
Primärenergie (nicht erneuerbar) 358 MJ  
Treibhauspotential: 50,1 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente  
Versauerungspotential: 0,135 kg SO<sub>2</sub>-Äquivalente

### Wand mit Wärmedämmverbundsystem

10 mm Gips-Innenputz  
175 mm Mauerwerk (FK 12)  
100 mm EPS (WLG 040) Wärmedämmverbundsystem mit Kalk-Zement Dekorputz



U-Wert = 0,34 W/(m<sup>2</sup>K)

Rechenweg: Ökobilanz nach ISO 14040

Ergebnisse pro m<sup>2</sup> Mauerwerk:  
Primärenergie (nicht erneuerbar) 395 MJ  
Treibhauspotential: 37,5 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente  
Versauerungspotential: 0,114 kg SO<sub>2</sub>-Äquivalente

Grundsätzlich ist heute zwischen künstlicher Strahlenexposition (Röntgendiagnostik und nuklearmedizinische Untersuchungen, Abstrahlungen von Kernkraftwerken und durch Störfälle sowie Strahlenexpositionen durch Atomversuche) und natürlicher Strahlenexposition (kosmische Strahlung, terrestrische Umgebungsstrahlung, natürlichen Radionuklide im Erdboden, Aufnahme von Radionukliden durch Nahrung, Wasser und Inhalation von Luft) zu unterscheiden. Ein weiterer Bereich ist die durch den Menschen veränderte Strahlenexposition aufgrund des Einsatzes von Baustoffen.

Verschiedene Baustoffe können aufgrund ihrer Konzentration an natürlich vorkommenden Radionukliden zu einer Erhöhung der natürlichen Strahlenexposition in Gebäuden führen. Alle mineralischen Grundstoffe, also auch die aus ihnen hergestellten Baustoffe, erhalten daher geringe Mengen radioaktiver Bestandteile, im Wesentlichen sind das Radium, Thorium und ein Kaliumisotop.

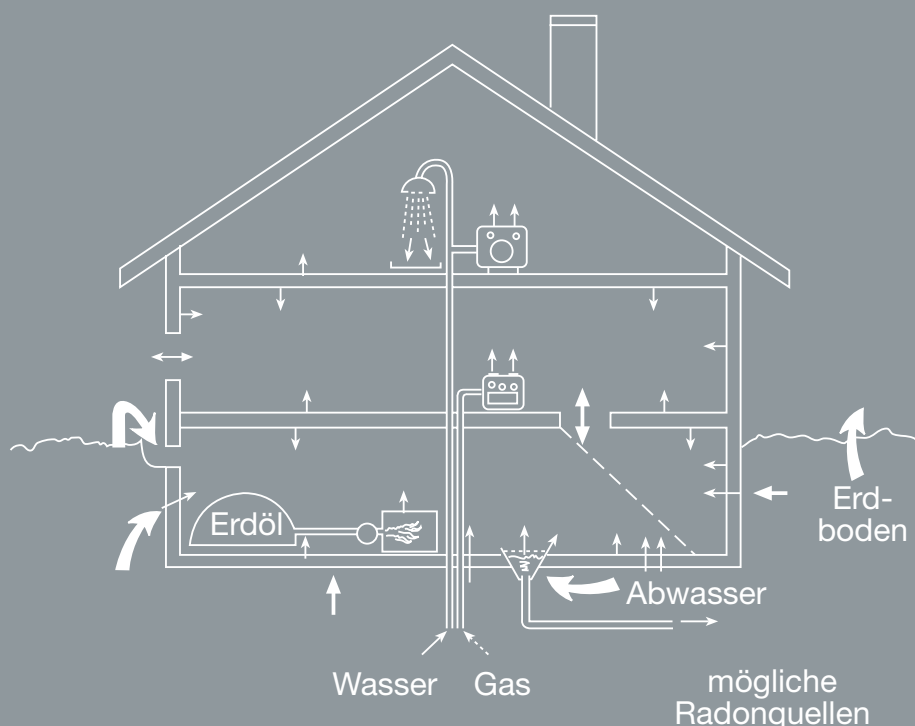
Der Gehalt an Radium, Thorium und Kalium kann gemessen werden und die spezifische Strahlungsaktivität wird in Bequerel pro kg angegeben. Die Mittelwerte für Leichtbetonsteine aus heutiger Produktion in Deutschland betragen für Radium<sup>226</sup> = 50 Bq/kg, Thorium<sup>232</sup> = 40 Bq/kg und Kalium<sup>40</sup> = 700 Bq/kg. Vergleiche der Konzentrationswerte in Leichtbeton-Baustoffen mit anderen Baumaterialien zeigen, dass selbst Mauersteine mit dem Zuschlag Bims keineswegs als Baustoffe angesehen werden dürfen, die eine gegenüber anderen vergleichbaren Baumaterialien erhöhte Aktivität besitzen. Die immer noch praktizierte Beurteilung der Strahleneinwirkung von Baumaterialien hinsichtlich ihrer Konzentration an natürlichen radioaktiven Stoffen ist aufgrund vieler Untersuchungsergebnisse nicht mehr vertretbar. Als wesentlich wird hingegen die Inhalation der kurzlebigen radioaktiven Folgeprodukte des Radons angesehen.

Das radioaktive Edelgas Radon<sup>222</sup> ist nicht brennbar, farb-, geruch- und geschmacklos, und kann sich in Wasser lösen und breitet sich durch Gestein und Erdreich aus. Radon kann zu einem bestimmten Prozentsatz die Gesteinsmatrix verlassen und ins Freie gelangen, wenn es dazu ein offenes Porensystem vorfindet. Dieses sog. Emaniervermögen ist nur bei untereinander verbundenen Poren möglich, die zur Außenluft geöffnet sind. Ein Teil der Radonatome gelangt dann so durch Diffusion im Porensystem an die Grenzfläche zur freien Atmosphäre und wird an die Luft (Exhalation) abgegeben.

Für den Menschen schädlich ist nicht so sehr das Radongas selbst, sondern die radioaktiven Folgeprodukte, die aus der weiteren Umwandlung des Radons entstehen. Polonium, Blei und Wismut, alles Schwermetalle, lagern sich an Staubpartikel und Aerosole an und können über die Inhalation zu einer selektiven Bestrahlung des Bronchialepithels führen.

Radon dringt über 4 Wege in Wohnhäuser ein: mit der Luft, aus Baustoffen, über das Trinkwasser und hauptsächlich aus dem Boden, hier besonders über Risse im Mauerwerk und der Bodenplatte, über Kabel- und Rohrdurchführungen, durch Lichtschächte und Abwasserrohre sowie Entlüftungen. Leichtbetonbaustoffe sind nicht die Ursache hoher Radonkonzentrationen in Innenräumen, da es sich bei den Zuschlägen, insbesondere bei Bims, um Gesteinskörnungen aus einem amorphen Glas handelt, bei dem die Luftporen in der sog. Glasschmelze eingebettet sind. Als mittlere Radon<sup>222</sup> Exhalationsrate für Leichtbeton-Produkte ist ein Wert von  $0,50 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  anzusetzen.

Schema der möglichen Quellen für die Radon-Konzentration in Häusern und ihre Eintrittswege





In einer aktuellen Untersuchung (Sept. 2007) kommt Herr Professor Dr. Gert Keller, Radioaktivitätsmessstelle der Universität des Saarlandes, Homburg, zu folgender Aussage:

**„Die vorliegenden Untersuchungen und Bewertungen zeigen, dass die natürliche Radioaktivität von Leichtbetonsteinen aus radiologischer Sicht einen uneingeschränkten Einsatz dieses Baustoffes erlaubt. Leichtbetonsteine tragen nicht zu einer relativen Erhöhung der Radonkonzentration in Räumen bei, ihr Beitrag zur Inhalationsdosis ist im Vergleich zum Anteil des Radons aus dem Erdreich verschwindend gering.“**

#### ■ Auslaugverhalten

Die Methodik zur Wirkungsabschätzung der Toxizitätspotenziale, d. h. einen möglichen Einfluss z. B. eines Prozesses auf den Menschen abzuschätzen und die Schadenswirkung zu beschreiben, befindet sich zum Teil noch in der Phase der Entwicklung. Die Toxizität eines Stoffes hängt von verschiedenen Parametern ab, wobei die Verteilung der Schadstoffe immer in die Verteilungspfade Atmosphäre, Wasser oder Boden erfolgt.

Leichtbetonsteine bestehen aus fest gebundenen Inhaltsstoffen. Bims ist chemisch neutral. Der Anteil abschlämmbarer Bestandteile liegt bei ca. 3 - 8 Gew.-% und der Anteil der wasserlöslichen Salze liegt unter 0,1 Gew.-%. Emissionen von Lösungen oder Emulsionen sind aufgrund vollständiger wasserfester Bindung der Inhaltsstoffe nicht möglich. Gefährdungen für Wasser, Luft und Boden können nicht entstehen.

Die Leichtbetonindustrie hat entsprechend den DIBU-Produktdeklarationen Untersuchungen des Auslaugverhaltens hinsichtlich diverser chemischer Kennwerte am Feststoff bzw. am Eluat an Leichtbetonsteinen von der staatlich anerkannten Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied durchführen lassen. Die Untersuchung des Eluats erfolgte u. a. im Hinblick auf die Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellenwerte gemäß „LAWA, Einleitungen von Stoffen in das Grundwasser“.

Üblicherweise werden zur Bestimmung der Metallgehalte im Eluat in der Umweltanalytik als Methoden die Atomabsorptionsspektroskopie bzw. die Atomemissionsspektroskopie mit optischer Detektion eingesetzt. In der Regel liegt die natürliche Hintergrundbelastung der Umwelt mit solchen Stoffen (z. B. Metalle) um den Faktor 10 bis 100 über den Nachweisgrenzen dieser optischen Nachweismethoden. Die o. g. Verfahren reichen daher in der Regel zur Beurteilung der Umweltrelevanz aus. Um

die Gehalte der am Eluat ermittelten chemischen Parameter mit den in der LAWA genannten Schwellenwerten vergleichen zu können, sind jedoch Verfahren erforderlich, welche Nachweisgrenzen realisieren, die deutlich unterhalb dieser natürlichen Hintergrundbelastung liegen. Das kann z. B. durch eine Messung mittels Argonplasma gekoppelt mit einem massenspezifischen Detektor erfolgen. Solche Verfahren finden jedoch üblicherweise eher im Forschungsbereich (Isotopenbestimmung) als in der Umweltanalytik Anwendung, da für die übliche Umweltanalytik Verfahren ausreichen, deren Nachweisgrenzen z. T. deutlich über den in der LAWA genannten Geringfügigkeitsschwellenwerten liegen.

Die nachstehenden Ergebnisse zeigen eine kleine Auswahl an Stoffen, ihren tatsächlichen Gehalt und die extrem niedrigen Geringfügigkeitsschwellenwerte gemäß LAWA, die insgesamt vom Leichtbeton unterschritten wurden. Der Prüfbericht kann beim Bundesverband angefordert werden.

Untersuchte Parameter	Gehalt [mg/l]	Geringfügigkeitsschwellenwert
Arsen (As)	< 0,001	0,010
Antimon (Sb)	< 0,005	0,005
Barium (Ba)	< 0,004	0,340
Bor (B)	< 0,1	0,740
Kobalt (Co)	< 0,008	0,008
Molybdän (Mo)	< 0,035	0,035
Selen (Se)	< 0,007	0,007
Thallium (Tl)	< 0,0008	0,0008
Vanadium (V)	< 0,004	0,004
Cyanid (Cn)	< 0,005	0,005

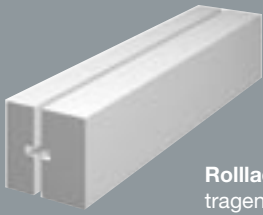
## Produktvielfalt

Nebenstehend wird die Produktvielfalt der Leichtbetonindustrie dargestellt. Neben meist großformatigen Bauteilen aus gefügedichtem Leichtbeton werden von dieser Industrie im Wesentlichen haufwerksporige Leichtbetone zu Mauersteinen oder Bauteilen für den Hochbau hergestellt. Im Mittelpunkt steht hierbei stellvertretend für die porigen, industriell hergestellten Leichtzuschläge beispielhaft der Naturbims.

Bimskörner selber bestehen zu ca. 85% aus Luft (s. Schnitt, Mitte rechts) und zu 15% aus Masse. Die einzelnen Bims-

körner werden mit Zementleim zusammengekittet. Dadurch entsteht die sog. Haufwerksporigkeit (s. Bildmitte), die zusätzlich noch Lufthohlräume im Leichtbeton schafft. Durch gezielte Formgebung (Kammern und Schlitze) wird in Verbindung mit der Porigkeit der Bimskörner und der Haufwerksporigkeit ein hoch wärmedämmender Mauerwerksbaustoff erreicht. Hier werden  $\lambda_r$ -Werte bis zu 0,08 W/mK erreicht, die dann in Verbindung mit unterschiedlichen Mauerwerksdicken U-Werte bis zu 0,25 W/m<sup>2</sup>K ergeben.

Hier zeigt sich, dass die monolithische Wand heute und auch in Zukunft in der La-



**Rolladenkästen**  
tragend gemäß  
Typenstatik

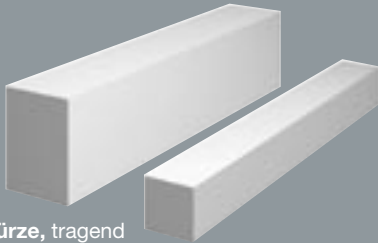
**Rolladenblenden**  
nichttragend

**Gurtwickelkästen**

**Hohlblöcke**  
nach DIN V 18151-100  
oder Zulassung



**Bimsgranulat**  
für viele Anwendungsbereiche

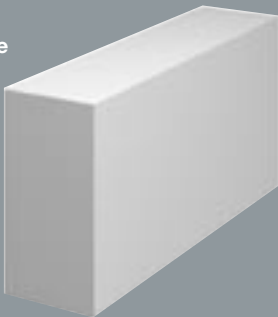


**Stürze**, tragend  
gemäß Typenstatik

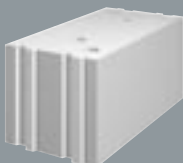
**Flachstürze**, selbsttragend  
nach Zulassung

**Gitterträgerdecken**  
gemäß DIN 1045

**Wandelemente**  
nach DIN 1520

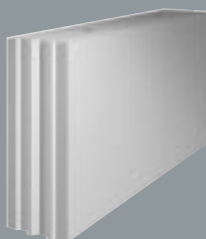


**Leichtmörtel**  
LM 21 und LM 36



**Vollblöcke**  
nach DIN V 18152-100  
oder Zulassung

**Großblöcke**  
nach Zulassung



**Kimmsteine**



**Kaminmantel-  
formstücke**  
Außenschale aus Beton nach  
DIN EN 12446



**Kaminformstücke**  
Betonformblöcke nach  
DIN EN 1858



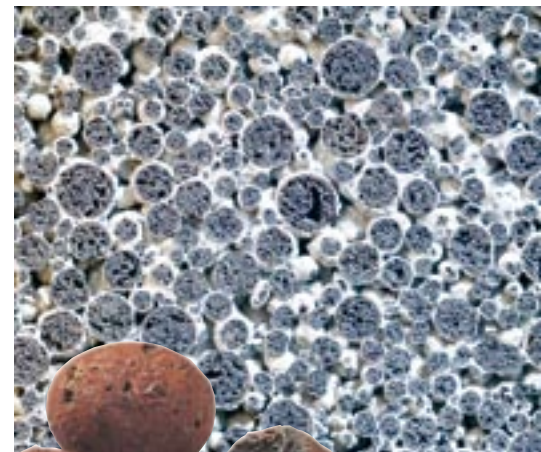
**U-Steine**



**Dachplatte**  
nach DIN EN 1520



**Decken-Hohlkörper**  
nach DIN 4158



ge ist, Spitzen-Wärmedämmeigenschaften zu gewährleisten, die ohne das äußere Aufsetzen von zusätzlichen Dämmstoffschichten auf die Außenwände möglich sind. Diese günstigen Wärmedämmeigenschaften zeichnen sich nicht nur bei Leichtbeton-Produkten für den Mauerwerksbau aus, sondern werden auch bei Wandelementen, Dachplatten (als Hohldielen) und dem massiven Dach aus Leichtbeton erreicht. Fertigelemente aus Leichtbeton haben zugleich die Eigenschaft, Temperatur ausgleichend auf die Raumluft zu wirken, so dass sich in den Räumen ein angenehmes natürliches Klima einstellt.

Die gesamte Produktpalette der Leichtbetonindustrie spiegelt wider, dass der heutige Rohbau aus einem Guss gefertigt werden kann. Die Leichtbeton-Produkte ermöglichen in ihrer Vielfalt ein breites Spektrum, das sowohl den Anforderungen an einen hohen Wärmeschutz als auch an einen hohen Schallschutz und an hohe Tragfähigkeiten und an einen ausreichenden Brandschutz widerspiegelt. Ein sorgfältig ausgewähltes Ergänzungsprogramm ermöglicht auf der Baustelle ein schnelles ökonomisches Erstellen des Bauwerkes. Dies zeigt auch den hohen Anteil der Mauerwerksbaustoffe im Wohnungsbau, denn ca. 90 % der heutigen Wohnungen werden in Mauerwerk erstellt.



**Schalungssteine**  
mit oder ohne Dämmung  
gemäß DIN 1045  
oder Zulassung



**Wandelemente**  
geschosshoch  
nach Zulassung

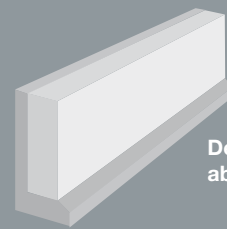


**Garagenelemente**  
nach DIN EN 1520

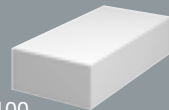


**Wandbauplatten**  
nach DIN 18162

**Sonstige Fertigteile  
und Ergänzungsprodukte**



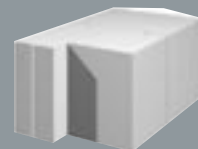
**Decken-  
abmauerungssteine**



**Vollsteine**  
nach DIN V 18152-100



**Hohlwandplatten**  
nach DIN 18148

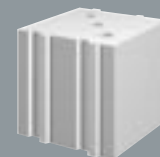


**Anschlagsteine**



**Erkersteine**

**Schacht-/Säulensteine**

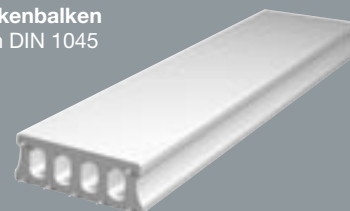


**Mauersteine aus Beton**  
nach DIN V 18153-100



**L-Steine**

**Deckenbalken**  
nach DIN 1045



**Großplattendecken**  
gemäß DIN 1045

## Güteüberwachung

Alle Leichtbeton-Bauteile werden güteüberwacht und unterliegen der Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungs- und Zertifizierungsstelle. Güteüberwachte Qualität wird im Allgemeinen durch folgende Gütezeichen dokumentiert:



Überreicht durch:



Bundesverband  
Leichtbeton e.V.

Sandkauler Weg 1  
56564 Neuwied

Telefon 0 26 31 / 3 55 55-0  
Telefax 0 26 31 / 3 13 36

[www.leichtbeton.de](http://www.leichtbeton.de)  
[info@leichtbeton.de](mailto:info@leichtbeton.de)