



Nach DIN 1045 ist Beton mit einer Trockenrohddichte bis $2,0 \text{ kg/dm}^3$ Leichtbeton. Eine untere Grenze ist nicht vorgeschrieben; sie liegt praktisch derzeit bei $0,35 \text{ kg/dm}^3$. Für die Ausnutzung dieser Spannweite von $0,35$ bis $2,0 \text{ kg/dm}^3$ gibt es verschiedene Möglichkeiten. Dabei geht es immer darum, Poren in den Beton einzubringen und so die Trockenrohddichte abzusenken.

Betonstrukturen zur Verringerung der Trockenrohddichte

Verglichen mit einem gefügedichten (Normal-) Beton aus dichten Zuschlägen gibt es mehrere Lösungen für Leichtbeton (s. Bild 1):

- Gefügedichter Leichtbeton mit Kornporosität
- Haufwerkporiger Leichtbeton mit dichten Zuschlägen
- Haufwerkporiger Leichtbeton mit Kornporosität
- Porenbeton

1 Gefügedichter Leichtbeton mit Kornporosität

– Rohddichte

Dieser Leichtbeton ist in DIN 4219 genormt; seine Mischungszusammensetzung entspricht der von Beton nach

DIN 1045, jedoch werden besondere Blähzuschläge verwendet. Die Hohlräume zwischen ihnen werden, wie bei Normalbeton, mit Zementleim gefüllt. Je nach Auswahl der Zuschläge liegt die Rohddichte dieses Leichtbetons zwischen $0,8$ und $2,0 \text{ kg/dm}^3$, also in einem breiten Band. Das macht die Festlegung von Rohdichteklassen erforderlich, die u.a. für das Berechnungsgewicht von Bedeutung sind (Tafel 1).

– Blähzuschläge

Gefügedichter Leichtbeton ist aufgrund der erreichbaren hohen Festigkeit für Stahl- und Spannbetonbauwerke bis

Tafel 1: Rohdichteklassen und Rechenwerte

Rohdichteklasse	Trockenrohddichte ρ_{od} bei 105°C nach 28 Tagen	Berechnungsgewicht		Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R^{(1)}$
		unbewehrt	bewehrt	
		kg/dm ³		
1,0	0,80...1,00	1,05	1,15	0,49
1,2	1,01...1,20	1,25	1,35	0,62
1,4	1,21...1,40	1,45	1,55	0,79
1,6	1,41...1,60	1,65	1,75	1,0
1,8	1,61...1,80	1,85	1,95	1,3
2,0	1,81...2,00	2,05	2,15	1,6

¹⁾ Werte gelten nur für Zuschläge mit porigem Gefüge ohne Quarzsandzusatz

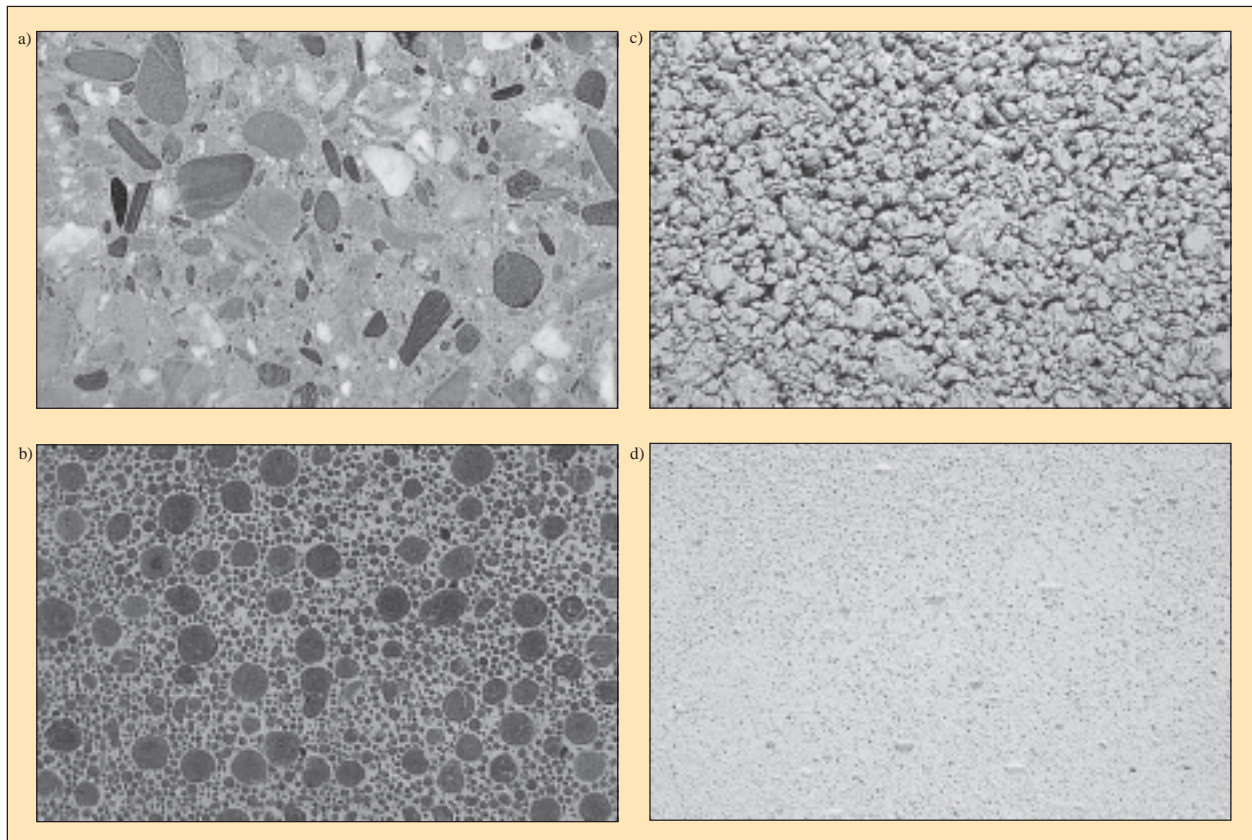


Bild 1: Beton und Leichtbeton a) Normalbeton mit geschlossenem Gefüge, Zuschlag Kiessand, b) Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge, Lufteinschlüsse im Leichtzuschlag, c) Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge, Lufteinschlüsse im Betongefüge und Leichtzuschlag, d) Porenbeton, Lufteinschlüsse als Luftporen

Tafel 2: Festigkeitsklassen und ihre Anwendung

Betongruppe	Festigkeitsklasse des Leichtbetons	Nennfestigkeit β_{WN} N/mm ²	Serienfestigkeit β_{WS} N/mm ²	Anwendung	
Leichtbeton B I ¹⁾	LB 8	8	11	Nur für unbewehrte Bauteile und bewehrte Wände	Nur bei vorwiegend ruhenden Lasten
	LB 10	10	13		
	LB 15	15	18	Unbewehrter Leichtbeton und Stahlleichtbeton	
	LB 25 ²⁾	25	29	Unbewehrter Leichtbeton, Stahlleichtbeton und Spannbeton	
Leichtbeton B II ¹⁾	LB 35	35	39		Auch bei nicht vorwiegend ruhenden Lasten
	LB 45	45	49		
	LB 55 ³⁾	55	59		

¹⁾ Eignungsprüfung erforderlich

²⁾ Als Spannbeton unter den Bedingungen für Beton B II

³⁾ Zustimmung im Einzelfall oder bauaufsichtliche Zulassung erforderlich

hin zu Brücken und Off-Shore-Bauwerken geeignet. Er wird mit speziellen Zuschlägen, nämlich Blähton oder Blähschiefer, hergestellt. Diese sind in DIN 4226 genormt.

Die Rohstoffe dafür werden aus natürlichen Vorkommen gewonnen und in Drehrohren gesintert. Dabei verbrennen feinstverteilte organische Partikel und blähen die Körnchen auf die mehrfache Größe auf. Die Besonderheit des Brennprozesses führt zur Bildung einer Sinterhaut, die dem Korn eine hohe Festigkeit gibt, wie sie für den späteren gefügedichten Leichtbeton gebraucht wird. Diese dichte, glasige Sinterhaut macht das Korn aber auch schwerer, und zwar umso mehr, je größer ihr Anteil ist: Kleine, stark gesinterte Blähzuschläge sind also schwerer als große, schwach gesinterte (Kornrohddichte, Schüttgewicht), aber auch fester. Das hat zur Folge, daß Betone mit hohen Festigkeiten eine höhere Rohdichte haben als solche mit geringerer Festigkeit. Blähzuschläge werden nur bis 16 mm Größtkorn hergestellt.

Die Sinterhaut hat eine weitere Eigenschaft, die für einen gefügedichten Beton wichtig ist. Verglichen mit offenporigen Leichtzuschlägen vermindert sie das Saugen von Wasser und Zementleim. Trotzdem darf dieser Effekt beim Lagern der Zuschläge sowie bei der Eignungsprüfung des Leichtbetons nicht vernachlässigt werden.

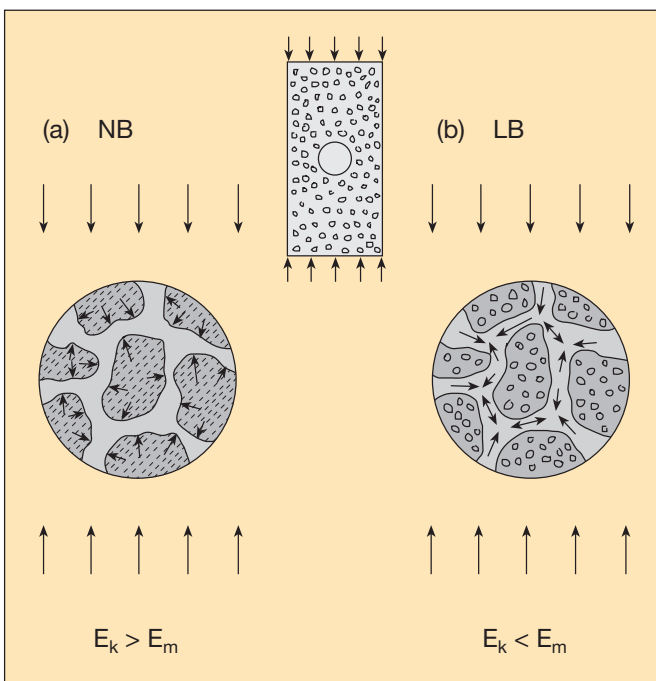


Bild 2: Innere Kraftableitung (nach Wischers);

a) Normalbeton b) Leichtbeton k / m für Korn / Matrix

– Festigkeit

Je nach Zuschlagsauswahl und Zementleim- bzw. Zementsteinqualität erreicht dieser Leichtbeton Festigkeiten, wie sie vom Normalbeton nach DIN 1045 bekannt sind. Entsprechend sind die Festigkeitsklassen identisch; eine Ausnahme ist der LB 8 (Tafel 2). Das Tragverhalten des Zweistoff-Systems Zuschlag/Zementstein wird beim gefügedichten Leichtbeton jedoch anders erklärt als beim gefügedichten Normalbeton (Bild 2). Das ist eine Folge der geringeren Festigkeit bzw. des niedrigeren Elastizitätsmoduls der Blähzuschläge. Während beim Normalbeton die Festigkeit und der Elastizitätsmodul der Zuschläge weit über den entsprechenden Werten des Zementsteins liegen, sind beim gefügedichten Leichtbeton diese Werte enger beieinander; u.U. ist der Zementstein sogar der festere Partner. Mit zunehmender Belastung tragen die Blähzuschläge zunächst mit; schließlich wirken sie für die Zementsteinlamellen nur noch aussteifend – das gilt vor allem für die leichten und großen Körner. An den Zementstein werden daher höhere Anforderungen gestellt als bei einem gleichfesten Normalbeton.

Als Folge dieser Zuschlageigenschaften gilt das Wasserzementwert-Gesetz beim gefügedichten Leichtbeton nur mit Einschränkungen; Eignungsprüfungen sind Voraussetzung einer Mischungsberechnung. Hier gilt also die Regel: Ein leichter, gefügedichter Leichtbeton kann nur niedrige Festigkeiten erreichen; für hohe Festigkeiten sind Rohdichten im oberen Bereich der Bandbreite vorzusehen (Tafel 3).

– Wärmeleitfähigkeit

Die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit liegen im Bereich oberhalb von 0,49 W/mK (für die niedrigste Rohdichteklasse). Hier liegt also nicht der Einsatzbereich von gefügedichtem Leichtbeton. Allenfalls wenn dieser Beton aus anderen Gründen eingesetzt wird, kann seine deutlich niedrigere Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu Normalbeton eine sinnvolle Zugabe sein (Tafel 1).

– Mischungsberechnung

Bei der erstmaligen Verwendung eines Blähzuschlags ist dessen Mitwirkung an der Festigkeit des daraus hergestellten Leichtbe-

Tafel 3: Anhaltswerte für die Zuordnung von Festigkeitsklassen und Rohdichteklassen

Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	
	mit Natursand	mit Leichtsand
LB 8	–	ab 1,0
LB 10	ab 1,4	ab 1,2
LB 15	ab 1,4 oder ab 1,6	ab 1,2 oder ab 1,4
LB 25	ab 1,6	ab 1,4
LB 35	ab 1,6 oder ab 1,8	ab 1,4 oder ab 1,6
LB 45	ab 1,8	ab 1,6
LB 55	ab 1,8	–

tons zunächst nicht bekannt. Wegen des Tragverhaltens dieser Zuschläge gilt das Wasserzementwert-Gesetz nicht in der bekannten Form. Es sind deshalb Eignungsversuche erforderlich. Zur Festlegung der Zementfestigkeitsklasse und des Wasserzementwertes ist es zweckmäßig, auf Richtwerte des Leichtzuschlagherstellers zurückzugreifen. Die Zementmenge muß bei bewehrtem Leichtbeton mindestens 300 kg/m^3 betragen. Die Sieblinie entspricht der von Normalbeton. Die Korngruppen sind wegen ihrer unterschiedlichen Rohdichte nach Volumen zu dosieren. Zur Verbesserung der Sieblinie und bei hohen Festigkeitsklassen kann es sinnvoll sein, Natursand einzusetzen.

Blähzuschläge saugen Wasser auf. Das kann zum Ansteifen des Leichtbetons um eine ganze Konsistenzstufe führen. Deshalb ist festzustellen, ob der Zuschlag feucht oder trocken vorliegt. Gegebenenfalls ist bei der Wasserdosierung ein Vorhaltemaß zu berücksichtigen, das einer Wassermenge entspricht, die der trockene Zuschlag in 30 Minuten aufsaugt. Die Konsistenz des Leichtbetons ist plastisch einzustellen (KP). Weicher Leichtbeton (KR) neigt zu Entmischungen. Stabilisierende Betonzusatzmittel sind empfehlenswert.

– Verwendung

Das wichtigste Argument für die Verwendung von gefügedichtem Leichtbeton ist seine Rohdichte. Konstruktive Bauteile erlauben, je nach verwendeter Festigkeitsklasse, Gewichtersparnisse von 600 bis $1\,000 \text{ kg/m}^3$ Beton. Das ist sowohl im Hoch- als auch im Brückenbau häufig ein gewichtiges Argument. Der verglichen mit Normalbeton deutlich niedrigere Elastizitätsmodul dieses Leichtbetons macht seinen Einsatz bei Off-Shore-Bauwerken sinnvoll. Bei nur zeitweise genutzten Gebäuden, wie Versammlungshäusern, ist die Wärmeleitfähigkeit, die bei Normalbeton ein Mehrfaches beträgt, von Vorteil.

2 Haufwerkporiger Leichtbeton

Bei diesem Leichtbeton wird der Zuschlag so ausgewählt, daß möglichst viel Hohlraum zwischen den Körnern entsteht. Die Zementleimenge ist so zu dosieren, daß die Zuschlagkörner nur umhüllt und punktweise verkittet werden. Es entsteht ein Beton mit Haufwerkporosität (Einkornbeton).

– Haufwerkporiger Leichtbeton mit dichten Zuschlägen

Für Einkornbeton mit dichten Zuschlägen gibt es eine Reihe von wichtigen Anwendungsgebieten:

- Sickerrohre nach DIN 4262
- Drainsteine und Drainbeton nach Güterrichtlinien des BDB
- Mauersteine aus Beton nach DIN 18153; in dieser Norm werden u.a. Vormauersteine und Vormauerblöcke behandelt.

Diese Anwendungsbereiche werden hier nicht weiter verfolgt, da die typischen Leichtbetoneigenschaften, nämlich niedrige Rohdichte und/oder Wärmeleitfähigkeit, dabei keine besondere Rolle spielen.

– Haufwerkporiger Leichtbeton mit porigen Zuschlägen

Einkornbeton mit porigen Zuschlägen wird vor allem wegen seiner guten Wärmedämmfähigkeit eingesetzt. Die üblichen Verwendungsformen sind Fertigteile (DIN 4232) und Mauersteine (DIN 18 151 und 18 152). Weitere Anwendungsgebiete sind Wandplatten für leichte Trennwände (DIN 18 148 und 18 162) und Stahlbetondielen für Dach- und Deckenplatten (DIN 4028).

Die Zuschläge müssen DIN 4226 entsprechen. Es kommen vor allem Blähzuschläge und Bims in Frage. Zumischungen von Zuschlägen mit dichtem Gefüge sind zulässig.

Rohdichte / Wärmeleitfähigkeit

Verfeinerungen bei der Zuschlagzubereitung bzw. -herstellung erlauben es inzwischen, Leichtbeton mit einer Steinrohddichte von $0,5 \text{ kg/dm}^3$ herzustellen. Zusammen mit neuentwickelten Leichtmörteln und optimierter Kammer- bzw. Schlitzanordnung werden damit Wärmeleitfähigkeiten von Holz erreicht und sogar unterboten, nämlich $0,12 \text{ W/mK}$ für bestimmte Produkte mit bauaufsichtlicher Zulassung. Demzufolge ist die Rohdichte sowie die Erzielung bzw. Einhaltung einer angestrebten Rohdichteklasse bei diesem Leichtbeton eine wichtige Kenngröße. Seine Wärmedämmung reicht aus, um mit üblichen Wanddicken die Wärmeschutzverordnung 1995 zu erfüllen.

Festigkeit

Die Festigkeit von haufwerkporigem Leichtbeton liegt im Bereich von 2 bis 12 N/mm^2 und ist, wie beim gefügedichteten Leichtbeton, abhängig von der Rohdichte. Mit Betonfestigkeiten dieser Größe lassen sich tragende Wände im Geschößbau errichten, bei denen die Wärmedämmung im Vordergrund steht. Damit ist vor allem im Wohnungsbau weiterhin die einschalige Außenwand verfügbar.

3 Porenbeton

Porenbeton ist die Sammelbezeichnung für Gasbeton (DIN 4164, 4165, 4166, 4223) und Schaumbeton (DIN 4164, 4223). Beide Begriffe werden zunehmend durch die Begriffe „Porenbeton“ (statt Gasbeton) und luftverfestigter Porenbeton bzw. „Porenleichtbeton“ (statt Schaumbeton) verdrängt.

– Porenbeton / Gasbeton

Dieser Leichtbeton hat eine geschlossenzellige Struktur mit Poren von 0,5 bis 1,5 mm Größe. Er wird unbewehrt, z.B. für Mauersteine, oder bewehrt, z.B. für Wandtafeln und Deckenplatten, hergestellt. Seine wichtigsten Ausgangsstoffe sind feingemahlener Quarzsand, Branntkalk und/oder Zement, Wasser und ein Porosierungsmittel, z.B. Aluminiumpulver oder -paste. Die Bewehrung besteht aus korrosionsschutzten Betonstahlmatten.

Das Rohstoffgemisch wird in Formen gegossen. Durch Reaktion des Porosierungsmittels mit Kalk und Wasser entsteht Wasserstoff, der Porenbildung bewirkt. Nach dem Ansteifen kann der Rohblock mit Stahldrähten geschnitten werden. Es folgt eine Dampfhärtung von 6 bis 12 Stunden in Autoklaven (Härtekesseln) bei $190 \text{ }^\circ\text{C}$ und einem Druck von 12 bar. Danach sind die Bauteile einsatzbereit. Sie bieten dem Verwender eine gute Kombination von Rohdichte ($0,35$ bis $1,0 \text{ kg/dm}^3$), Festigkeit (2 bis 6 N/mm^2) und Wärmeleitfähigkeit (ab $0,11 \text{ W/mK}$). Das erlaubt einschalige Außenwände mit üblichen Dicken, die die Wärmeschutzverordnung 1995 erfüllen.

– Porenleichtbeton / Schaumbeton

Dieser Beton kann auf der Baustelle hergestellt werden. In einem Schaumgerät wird aus einem Schaumbildner und Wasser Schaum erzeugt, der einem Mörtel oder feinkörnigen Beton zugemischt wird. Je nach Verwendungszweck des Porenleichtbetons werden dichte oder porige Zuschläge eingesetzt.

Schaumbeton wird in fließfähiger Konsistenz hergestellt und u.a. für wärmedämmende Bauteile, für leichte Ausgleichsschichten, für Verfüllungen von Hohlräumen aller Art bis hin zu Stollen und Tanks oder für Trag- und Sauberkeitsschichten eingesetzt. Die Rohdichte kann zwischen $0,4$ und $2,0 \text{ kg/dm}^3$ variiert werden; die dazugehörigen 28-Tage-Festigkeitswerte steigen von etwa 1 auf etwa 25 N/mm^2 . Bei einer Rohdichte über $1,2 \text{ kg/dm}^3$ ist kein Korrosionsschutz der Bewehrung erforderlich.

Literatur

- H. Aurich: Kleine Leichtbetonkunde, Bauverlag, Wiesbaden, 1971
H. Weigler, S. Karl: Stahlleichtbeton, Bauverlag, Wiesbaden, 1972
H. Weber: Das Porenbeton-Handbuch, Bauverlag, Wiesbaden, 1995
Informationsstelle Beton-Bauteile: Mauerwerk aus Leichtbeton, Bonn, 1988

Bauberatung Zement



Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Rosenheimer Str. 145 g	81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498
Bauberatung Zement Bayern	Bucher Straße 3	90419 Nürnberg	Tel. 0911/933870	Fax: 9338733
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/17275	Fax: 950984
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075
Bauberatung Zement Ost	Ahornstraße 25	12163 Berlin	Tel. 030/7912278	Fax: 7914727
Bauberatung Zement Ost	Kieler Straße 67	04357 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081	Fax: 9792960
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/20042	Fax: 24294

Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 5105 66 · 50941 Köln

Unsere Beratung erfolgt unentgeltlich. Auskünfte, Ratschläge und Hinweise geben wir nach bestem Wissen. Wir haften hierfür – auch für eine pflichtwidrige Unterlassung – nur bei grobem Verschulden, es sei denn, eine Beratung wird im Einzelfall vom Empfänger unter Hinweis auf besondere Bedeutung schriftlich erbeten und erteilt.

Nr. B 13 BB L Dr.-Ing. Heinrich Wolf 09.98/20

Beton
Es kommt drauf an, was man draus macht.