

## Porenbeton – Chronik einer Entwicklung

Porenbeton gehört zur Gruppe der Leichtbetone. Seine Stärke liegt vor allem darin, dass er massive monolithische Konstruktionen ermöglicht, welche gleichzeitig die Anforderungen an die Tragfähigkeit, den Wärmeschutz, den Schallschutz und den Brandschutz erfüllen. Porenbetonbauteile haben bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit. Sie sind besonders umweltverträglich [1].

Viele Jahre hindurch wurde z.B. in Normen, Regelwerken und in der Literatur der Begriff „Gasbeton“ verwendet, obwohl er das Material nicht exakt beschreibt. Da sich in den Poren nichts anderes als Luft befindet, die Festigkeit und das niedrige Raumgewicht aber auf der Porenstruktur des im Herstellungsprozess entstehenden Silikates beruht, wurde ab 1990 der Begriff Porenbeton eingeführt und genormt. Oder besser: wieder eingeführt, denn man kannte und verwendete ihn auch bereits in der Entstehungsphase.

Mit dem Begriff Porenbeton wird der Baustoff treffender und allgemeingültiger beschrieben. Er entspricht auch eher den im Ausland üblichen Bezeichnungen. So wird z.B. in Frankreich Porenbeton als „béton cellulaire“ bezeichnet. Im englischsprachigen Bereich hat sich der Begriff „autoclaved aerated concrete“ durchgesetzt, der den Herstellungsprozess mit Dampfhärtung und Luftporenbildung beschreibt.

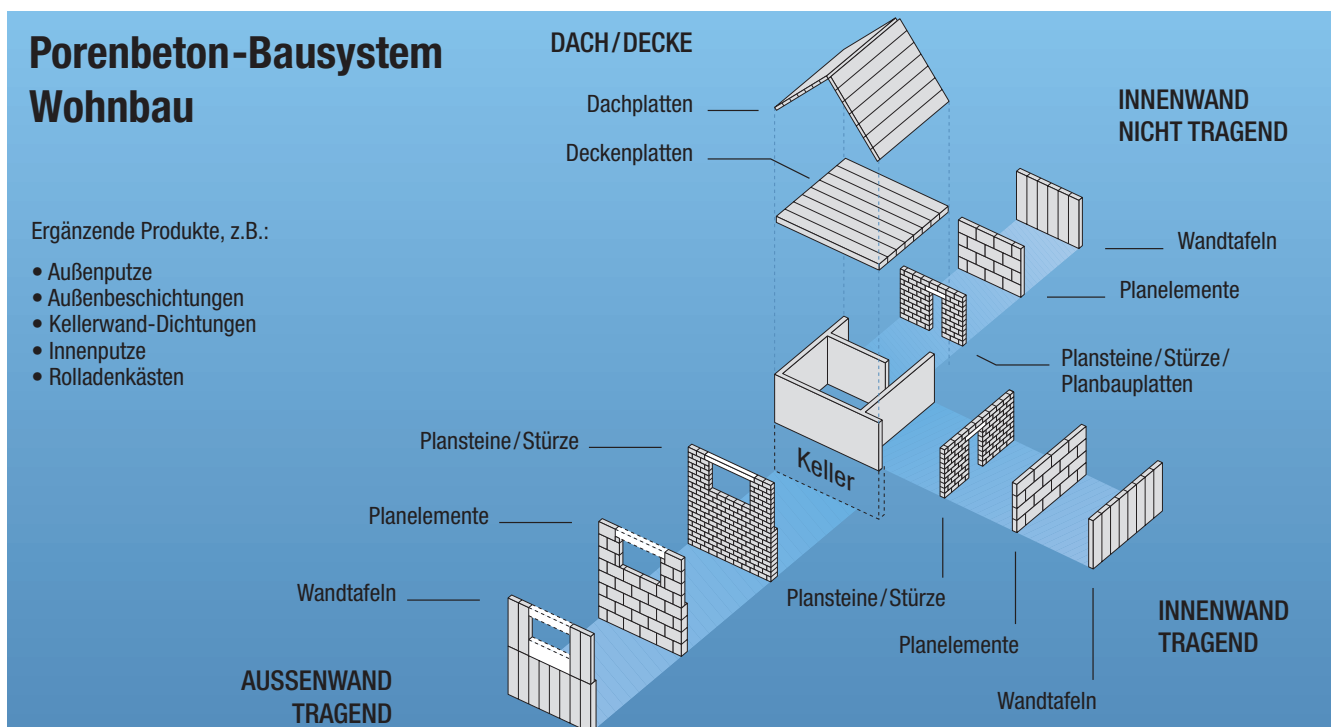


Bild 1 Porenbeton-Bausystem Wohnbau

Die heute angebotene Produktpalette reicht von großformatigen Mauersteinen für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk über Bauplatten und Planelemente bis hin zu geschosshohen Wandtafeln, bewehrten, liegenden und stehenden Wandplatten sowie Dach- und Deckenplatten. Weiterhin werden Ergänzungsprodukte, wie beispielsweise Stürze und Treppenstufen, produziert.

### **Pionierarbeit für einen neuen Baustoff**

Den Anstoß zur Entwicklung aller dampfgehärteten Baustoffe gaben Ende des 19. Jahrhunderts einige Forscher, die bestrebt waren, Kalk-Sand-Mörtel für die Herstellung von Bauelementen und ganzen Gebäuden zu nutzen. Da die Erhärtung des Mörtels an der Luft zu lange dauerte suchten sie nach Möglichkeiten zur Beschleunigung der Erhärtung [2].

Nach ersten Versuchen von Zernikow [3] – er „kochte“ Kalk-Sand-Mörtel in hochgespanntem Wasserdampf, erreichte allerdings nur geringe Festigkeiten – entwickelte W. Michaelis [4] für Prüfzwecke das Verfahren, wasserarmen Kalk-Sand-Mörtel in hochgespanntem Wasserdampf zu hartem und wasserfestem Calciumhydrosilikat zu machen. Für dieses Verfahren wurde ihm 1881 das Deutsche Reichs-Patent 14195 erteilt. Dies ist die Basis für die Herstellung aller dampfgehärteten Baustoffe. Das Jahr 1881 kann deshalb als ihr Geburtsjahr betrachtet werden.

Der nächste wichtige Schritt auf dem Weg zum heutigen Porenbeton ist die Porenbildung, das Aufblähen des Materials vor der Erhärtung. Ein erstes Patent wurde 1889 an *E. Hoffmann* [5] erteilt, der die Reaktion von verdünnter Salzsäure mit Kalksteinmehl benutzte, um Zement- und Gipsmörtel mit Luftporen herzustellen. Im Jahr 1914 erhielten *J.W. Aylsworth* und *F.A. Dyer* ein US-Patent für ein neues Verfahren [6]. Bei der Reaktion von Kalk, Wasser und Metallpulver (0,1 bis 0,5% Aluminiumpulver oder 2 bis 3% Zinkpulver) wird gasförmiger Wasserstoff frei. Dieser bläht den Mörtel gleichmäßig auf wie die Hefe einen Kuchenteig.

Im Laufe der Zeit folgten noch eine Reihe anderer Vorschläge zur Steigerung der Porosität von Baustoffen, darunter z.B. die Verwendung von Calciumcarbid als Treibmittel. Fast alle diese Verfahren haben kaum eine praktische Bedeutung gewonnen. Eine Ausnahme bildet das schon erwähnte Verfahren von Aylsworth und Dyer, das zusammen mit der Dampfdruckhärtung die Grundlage der industriellen Fertigung des Gasbetons bildet.

### **Der Durchbruch**

Diese Kombination wendete *J.A. Eriksson* [7] an, der seit Ende des ersten Weltkrieges an der Universität Stockholm an der Entwicklung von Leichtbaustoffen arbeitete. Der Grund seiner vom schwedischen Staat unterstützten Forschung war, dass man nach einem anorganischen Baumaterial suchte, das aus natürlich vorhandenen Rohstoffen gemischt werden konnte und das weitgehend die positiven Eigenschaften des Holzes hatte, ohne gleichzeitig die negativen

wie Brennbarkeit und Fäulnis. Weiterhin spielten auch damals bereits Gedanken an die Einsparung von Herstellungs- und Heizenergie eine Rolle. Das ihm erteilte Patent schützte ein Verfahren zur Herstellung poröser Kunststeine. Danach wird ein fein verteiltes inniges Gemisch von Kalk und Kieselsäure (oder Kieselsäure enthaltende Stoffe) mit Wasser und Metallpulver angemacht. Während des Abbindevorganges quillt es auf und wird dann unter Einwirkung von hochgespanntem Wasserdampf gehärtet. Dies war der Durchbruch, da gleichzeitig bestimmte Materialeigenschaften gesteuert werden konnten. Nach diesem Verfahren wurde seit 1924 in Schweden von der Skövde Gasbeton AB Porenbeton mit der Bezeichnung Durox hergestellt. Im Jahr 1929 startete im schwedischen Yxhult eine weitere Porenbetonproduktion. Aus „Yxhults Anghärdade Gasbetong“ wurde – als Abkürzung – die Baustoffmarke Ytong.

In Anlehnung an das Verfahren von Eriksson wurde ebenfalls in Schweden ein gasgeblähter, autoklavierter Leichtstein aus Portlandzement und Quarzmehl entwickelt, der unter dem Namen Siporex bekannt geworden ist.

Der Absatz der Porenbetonprodukte entwickelte sich in Schweden erfolgreich, so dass zu Beginn der 30er Jahre weitere Werke gebaut wurden.

Hergestellt wurden ausschließlich unbewehrte Porenbetonprodukte: Mauersteine.

Eine Besonderheit ist aus dem Jahr 1934 aus Deutschland bekannt. Zum Bau von Arbeitersiedlungen entwickelte die IG Farbenindustrie einen Porenbeton, bestehend aus Sand, Zement, Wasser und Wasserglas. Man nannte das Produkt Iporit. Die Degussa, die ebenfalls an dem Projekt beteiligt war, produzierte mit Zement, Sand, Wasser, Wasserstoffsperoxyd, Seifenlauge und Chlorkalkmilch. Gemischt wurde in Rührbottichen auf der Baustelle. Die Masse wurde in Holzformen gegossen, nach dem ersten Ansteifen abgestochen und an der Luft gehärtet. Einige der Häuser stehen heute noch.

### **Beginn der Serienfertigung**

In Deutschland fingen erste industrielle Porenbeton-Produktionsversuche 1943 an. Parallel dazu begann vor allen Dingen an den Hochschulen in Aachen und Stuttgart die systematische Erforschung des Baustoffs. Angesichts der kriegsbedingten Zerstörungen wurde ein Baustoff gesucht, dessen Produktion mit den wenigen noch vorhandenen Ressourcen möglich war und aus dem sich auch Bauteile für eine schnelle, rationelle Bauweise herstellen ließen. Diesen dritten wesentlichen Schritt zum modernen Porenbeton, der Serienfertigung auch großformatiger und dann stahlbewehrter Bauteile mit hoher Qualität, initiierte maßgeblich der Bauunternehmer Josef Hebel. So wurde unter anderem 1945 in seinem Unternehmen das Verfahren entwickelt, das eben standfeste Material mit Hilfe straff gespannter Stahldrähte zuzuschneiden. Das geschah anfangs mit rollengeführten Stahldrähten, die von zwei Arbeitern manuell hin- und hergezogen werden. So konnten aus den 2,50 m langen, 1,50 m breiten und

50 cm hohen Rohblöcken planebene, maßgenaue Platten geschnitten werden. Bei minimalen Materialverlusten wurde eine besonders hohe Maßgenauigkeit erreicht. Hinzu kamen weitere Verfahren und auch zusätzliche Fertigungseinrichtungen für alle Arbeitsschritte. Sie reichten von der Dosierung über das Einbringen der Bewehrung bis hin zur endgültigen Formgebung der Bauteilränder.

Die Schneidtechnik mit Stahldrähten ersetzte fortan – auch in Schweden – die bis dahin übliche mit Messer und Säge.

1877	Zernikow: Dampfgehärteter Kalk-Sand-Mörtel mit geringer Festigkeit
1880	Michaelis: Harter und wasserfester dampfgehärteter Baustoff
1889	Hoffmann: Poriger Zement- und Gipsmörtel
1914	Aylsworth und Dyer: Treiben durch Metallpulver
1924	Eriksson: Kombination von Treibverfahren und Dampfhärtung
1945	Serienfertigung großformatiger, bewehrter Platten. Drahtzuschnitt
1958	Normung bewehrter Dach- und Deckenplatten (DIN 4223)
1959	Normung der Steine und Bauplatten (DIN 4165 und DIN 4166)

Produziert wurden in dem ersten Hebel-Werk in Emmering bei Fürstenfeldbruck stahlbewehrte Wandplatten – damals schon mit umlaufender Nut und 15 cm bzw. 7,5 cm dick. 1948 wurde die erste Zulassung erteilt.

Als Treibmittel kam trotz erheblicher Beschaffungsschwierigkeiten nur noch Aluminiumpulver zum Einsatz, das im Gegensatz zu Wasserstoffsuperoxyd die Bewehrung nicht angreift.

Dieser Technologie verdankt der Baustoff Porenbeton seine in dieser Zeit vorgenommene Namensänderung in „Gasbeton“. Während des Treibvorgangs reagiert das Aluminium mit den übrigen Rohstoffen; es entsteht Wasserstoff, ein Gas, das sich verflüchtigt und mit dem Sauerstoff in der Umluft eine Verbindung zu Wasser eingeht.

### **Eine Industrie entsteht**

1949 erwarb die Steine-Erden GmbH in Goslar die erste Ytong-Lizenz in Deutschland und nahm 1951 die Produktion auf. Ebenfalls 1949 erwarb auch das damals noch unter US-Administration stehende Paraffin- und Mineralölwerk Messel eine Ytong-Lizenz und begann 1952 mit einer Jahresproduktion von 27.000 m<sup>3</sup> Steinen. Mit Siporex fasste 1951 ein weiterer Porenbetonhersteller Fuß auf dem deutschen Markt. Sie alle produzierten – im Gegensatz zu Hebel – anfangs nur Steine.

Die DIN-Normen für die Herstellung und Verwendung von Porenbetonprodukten in Deutschland wurden erarbeitet und veröffentlicht:

1951	DIN 4164 Gas- und Schaumbeton – Herstellung, Verwendung und Prüfung
1958	DIN 4223 Bewehrte Dach- und Deckenplatten aus dampfgehärtetem Gas- und Schaumbeton
1959	DIN 4165 Wandbausteine aus dampfgehärtetem Gasbeton
1959	DIN 4166 Unbewehrte Platten aus dampfgehärtetem Gasbeton

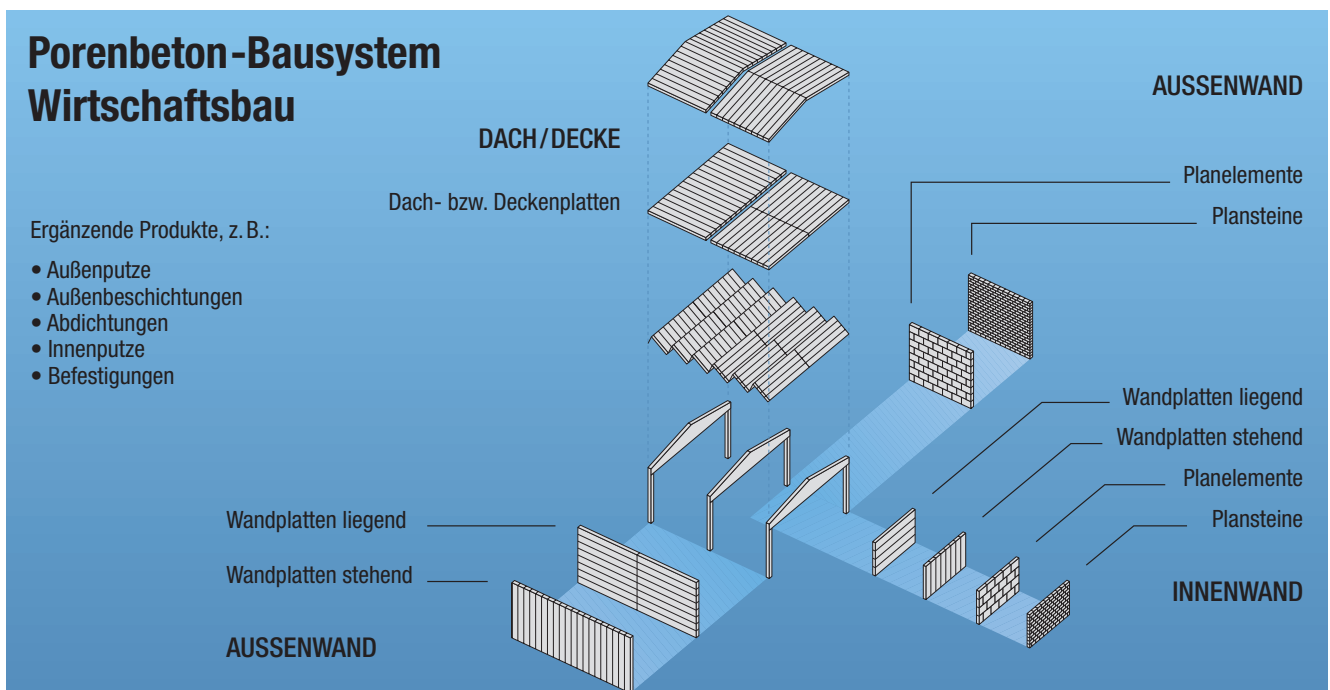


Bild 2 Porenbeton-Bausystem Wirtschaftsbau

Und die junge deutsche Porenbetonindustrie bekam Zuspruch und Unterstützung von prominenter Stelle. Am 20. März 1952 führte der damalige Bundesminister für Wirtschaft, Ludwig Erhard, auf der 200. Sitzung des Deutschen Bundestages aus: „Die in Westdeutschland vorhandene Steine-und-Erden-Baustoffindustrie reicht kapazitätsmäßig in etwa aus, um den auftretenden Bedarf im großen und ganzen zu decken. Diese Tatsache darf jedoch auf keinen Fall der Grund dafür sein, jeder fortschrittlichen Entwicklung Tür und Tor zu verschließen. Ich bin vielmehr der Ansicht, dass anerkannt gute und moderne Baustoffe in ihrer Produktion gefördert und gesteigert werden müssen. Zu ihnen gehört auch der dampfgehärtete Porenbeton, der bisher nur in geringem Umfang in Deutschland hergestellt wurde.“

Weiter sagte Ehrhard: „In Schweden sind die Entwicklungsarbeiten daran von den beiden Firmen Siporex – Zement als Bindemittel – und Ytong – Kalk als Bindemittel – unter Aufwand ganz erheblicher Beträge in großzügigster Weise vorwärts getrieben worden, woran Deutsch-

land in der Kriegs- und Nachkriegszeit gehindert war. Wissenschaft und Praxis auch in Deutschland anerkennen diese Tatsache vorbehaltlos.

Neben seinem leichten Gewicht und der dadurch möglichen Großformatigkeit der Bauelemente sind besonders die gute Wärmedämmung und einfachste Be- und Verarbeitungsmöglichkeiten die großen Vorzüge dieses Baustoffs. Die armierten Dach- und Deckenplatten sowie Fenster- und Türstürze tragen zu einer erheblichen Vereinfachung der Vorgänge an der Baustelle, Verkürzung der Arbeitszeit und damit Verbilligung der Baukosten, bei. Aber auch die Einsparung von Kohle sowohl bei der Produktion des Porenbetons als auch bei der Beheizung der fertigen Räume, im Verhältnis zu anderen Baustoffen, spielt eine nicht unerhebliche Rolle. Die jüngsten Versuche in Salzgitter haben gezeigt, dass der Porenbeton aber auch ein ausgezeichneter Werkstoff ist, an dem wir wegen der Holzknappheit stark interessiert sind. Ich habe deshalb veranlasst, dass die Bemühungen in dieser Richtung verstärkt fortgesetzt werden“ [9].

1959 wird in Frankfurt der Fachverband Gasbetonindustrie e.V. – heute Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. – gegründet. Beteiligt waren die Unternehmen, die damals Porenbeton in der Bundesrepublik Deutschland herstellten: Die August Thyssen Hütte AG, die Deutsche Porenbeton GmbH, die Deutsche Siporex GmbH, das Gasbetonwerk Josef Hebel, die Hamburger Turrit-Werke, die Karl Stöhr KG Huttenheim, die Kupholithwerke August Hirschbold, das Paraffin- und Mineralölwerk Messel, die Siporex Hamburg AG und die Steine-und-Erden GmbH [10].

Sie produzierten damals zusammen 395.000 m<sup>3</sup> Porenbeton, davon 33% bewehrte Montagebauteile.

### **Vorreiter für innovative Baustoffe**

Es erfolgte der endgültige Übergang von der handwerklichen zur industriellen Fertigung. Neue Schneidemaschinen waren entwickelt und wurden eingeführt. Vollmechanische Tauch- und Trockenanlagen wurden installiert, in denen die Bewehrung einen zuverlässigen Korrosionsschutz erhielt. Platten bis zu 6 m Länge wurden produziert. Die Serienfertigung lief an.



Baustoff und Bauart entwickelten sich rasant, verbreiteten sich weltweit und beeinflussten sowohl den Mauerwerksbau als auch den Fertigteilbau.

1960	<b>Planstein:</b> nahezu fugenfreies Mauerwerk möglich
1977	<b>Nut- und Feder-Verbindung:</b> erleichtert und beschleunigt den Rohbau – kein Vermörteln der Stoßfugen
1983	<b>Grifftasche:</b> erleichtert die Handhabung und Verarbeitung von Plansteinen
1987	<b>Planelement:</b> Rationalisierung durch reduzierte Verarbeitungszeiten
1994	<b>Flachsturz:</b> geringes Gewicht, Versetzen von Hand möglich
1996	<b>Planelement im Doppelpack:</b> weiterer Schritt zum kostenoptimierten Bauen
2000	<b>Planelement lang:</b> bis zu 1,9 m <sup>2</sup> Mauerwerk mit nur einem Kranhub
2003	<b>Raumgroße vorgefertigte Mauertafeln:</b> Bauzeitverkürzung

1960 kam der erste Planstein auf den Markt, der mit Dünnbettmörtel verarbeitet wurde und nahezu fugenfreies Mauerwerk ermöglichte. Seit 1977 werden die Porenbeton-Plansteine in Deutschland mit Nut und Feder ausgestattet. Die Stoßfugen bleiben unvermörtelt und werden knirsch gestoßen. Erst Jahre später folgten die anderen Steinindustrien diesen Innovationen. Angesichts der ersten Energiekrise entstanden in Deutschland ab Mitte der 70er Jahre weitere Porenbetonwerke. Hersteller von Kalksandsteinen machten sich die gemeinsame Rohstoffbasis und die Tatsache, dass beide Produkte autoklaviert, also unter Dampfdruck gehärtet werden, zunutze und begannen ebenfalls mit der Produktion des hochwärmedämmenden Baustoffs.

1983 wurden erstmals Steine mit Grifftaschen gefertigt. Sie erleichtern die Handhabung sehr und führen zu verbesserten Arbeitsbedingungen beim Mauern. Ab 1987 gingen die Produzenten zu immer größeren Formaten über, die dann mit Versetzgeräten zu verarbeiten waren. Planelemente, die auch im Doppelpack versetzt werden, stellten einen weiteren Schritt zu reduzierten Verarbeitungszeiten und zum kostenoptimierten Bauen dar. 1994 wurden Flachstürze entwickelt, deren Versetzen von Hand möglich war. Seit 2000 stehen lange Planelemente zur Verfügung, mit denen bis zu 1,9 m<sup>2</sup> Mauerwerk mit nur einem Kranhub erstellt werden können. Es folgten geschosshohe stehende Wandelemente, besonders geeignet für wenig gegliedertes Mauerwerk, die Vorfertigung ganzer Wandtafeln im Werk und die Vorkonfektionierung einschließlich mitgelieferter Verlegepläne.

Besonders in der Entwicklung der Wärmeleitfähigkeit zeigte sich das immense Potential, das im Baustoff Porenbeton steckt. Sie wurde bei gleichzeitiger Beibehaltung der Steifigkeit kontinuierlich gesenkt. Somit konnten auch unter verschärften Wärmeschutzvorschriften monolithische Porenbeton-Außenwände weiterhin einschalig ohne Zusatzdämmung gebaut werden.

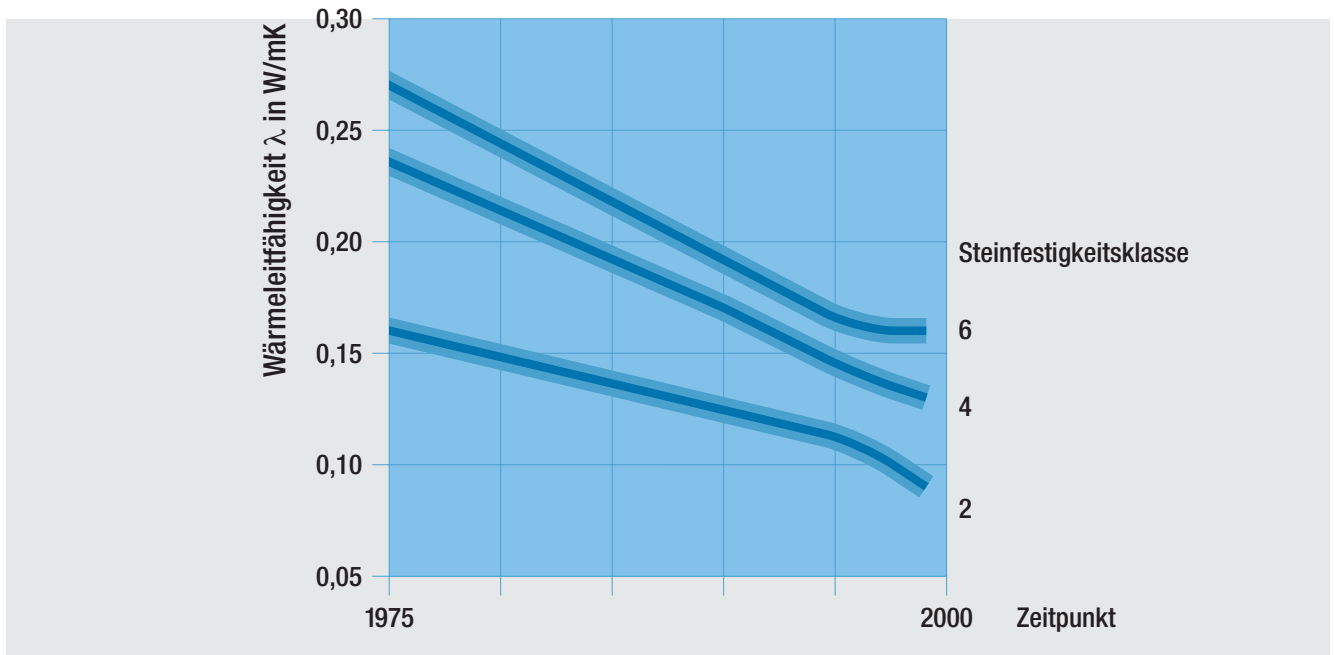


BILD 3 Entwicklung der Wärmeleitfähigkeit

Bei all dem Produktangebot hat sich die Porenbetonindustrie in Deutschland nie nur als Baustoffproduzent verstanden, sondern immer auch als Dienstleister, angefangen von der Bauherrenberatung bis hin zum Schlüsselfertigbau.

Nachdem anfangs bei der Porenbetonproduktion in Deutschland auch Flugasche und Ölschiefer, beispielsweise aus der Grube Messel, als Rohstoffe eingesetzt wurden, wird seit langem nur noch mit oberflächennahem Quarzsand gearbeitet. Die Produktion erfolgt in geschlossenen Kreisläufen - energie- und umweltschonend. Während der Produktion anfallende Reste werden der Mischung unmittelbar wieder zugegeben. Auch sortenreiner Abfall von den Baustellen kann mühelos wieder verwendet oder zu Kuppelprodukten, z.B. Granulat zum Einsatz in der Tierhygiene und Chemie, weiterverarbeitet werden. Die Stahlbewehrung wurde stets in einem Tauchbad gegen Korrosion geschützt. Wurden anfangs organische Schutzsysteme wie z.B. Bitumen mit einer Beimischung von Quarz zur Erhöhung der Haftung oder anorganische, wie z.B. Zementschlämme mit Beimischungen zur Erhöhung der Geschmeidigkeit verwendet, kommen heute in Deutschland nur noch Wasserlacke zur Anwendung.



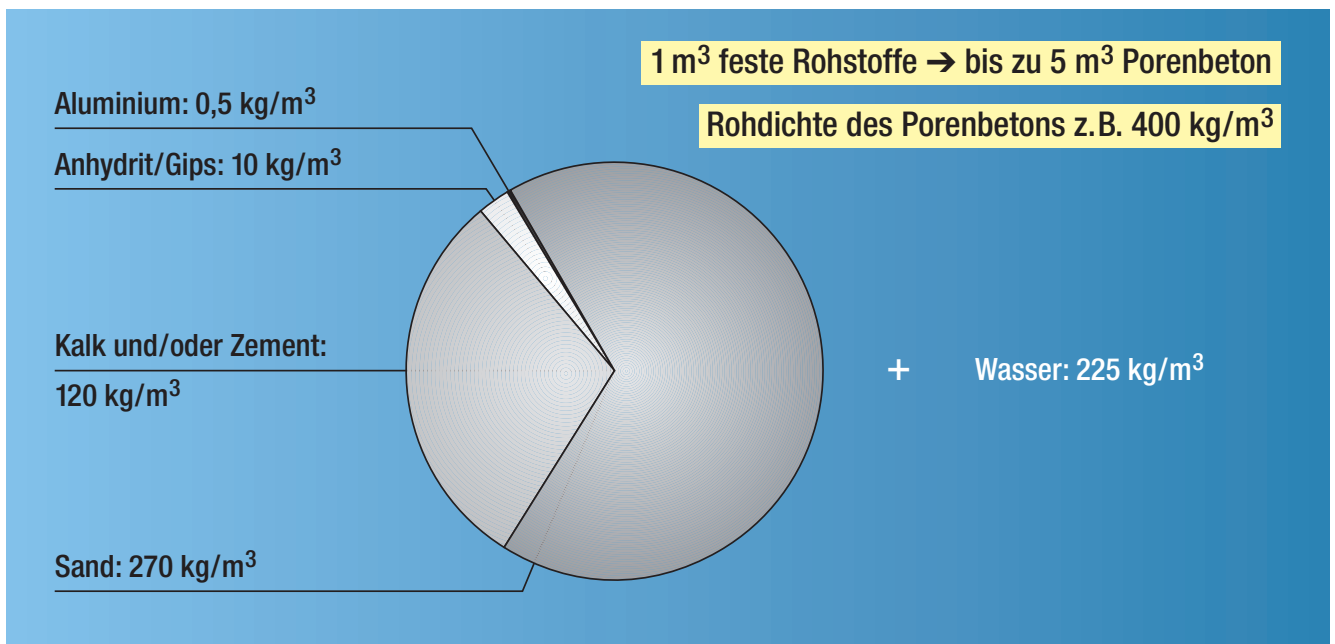


BILD 4 Rezepturbeispiel

1988 schlossen sich die Porenbetonproduzenten mehrerer europäischer Länder zum Verband der Europäischen Porenbetonindustrie eaaca zusammen u.a., um die Erarbeitung europäischer Normen mit zu gestalten. Heute gehören dem eaaca die Länder Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, England, Estland, Finnland, Frankreich, Italien, die Niederlande, Österreich, Polen, Schweden, die Slowakei, Slowenien, Tschechien, die Türkei und Ungarn an. An mehr als 100 Produktionsstandorten werden in diesen Ländern jährlich mehr als 18 Mio. m<sup>3</sup> Porenbeton hergestellt.

In Deutschland produzierten im Jahr 2004 28 Porenbetonwerke 3,4 Mio. m<sup>3</sup> unbewehrte Porenbetonprodukte und 250.000 m<sup>3</sup> bewehrte Montagebauteile. Im Mauerwerksbau bedeutet dies einen Marktanteil von fast 19%. Die bekanntesten Markennamen für Porenbetonprodukte sind Celcon, Hebel, Porit und Ytong.

Der hochwärmedämmende Massivbaustoff ist heute auf der ganzen Welt verbreitet – in allen Klimazonen. Denn angesichts des Zwangs zum Energie sparenden Bauen und Wohnen, gewinnt der sommerliche Wärmeschutz eine ebenso große Bedeutung wie der winterliche. Dazu kommt, dass die für die Herstellung benötigten Rohstoffe fast überall oberflächennah in der Erdkruste vorkommen und weltweit zur Verfügung stehen.

- [1] Weber, H., Hullmann, H.: Porenbetonhandbuch 5. Auflage, Bauverlag Wiesbaden 2002,
- [2] Gundlach, H.: Dampfgehärtete Baustoffe, Bauverlag Wiesbaden und Berlin 1973
- [3] Zernikow: DRP 502 vom 2.7.1877
- [4] Michaelis, W.: DRP 14195 vom 2.6.1881
- [5] Hoffmann, E.: DRP 55919 von 1889
- [6] Aylesworth, J.W., Dyer, F.A.: US Patent 1.087.098 von 1914
- [7] Eriksson, J.A.: DRP 404 677 vom 17.3.1923, DRP 447 194 vom 12.6.1924, DRP 454 744 vom 19.8.1924
- [8] Ein halbes Jahrhundert Hebel-Porenbeton, Firmenfestschrift 1993
- [9] Bundestagsdrucksache 8568, 26. März 1952
- [10] Archiv des Bundesverbandes Porenbetonindustrie e.V.