Schaumbetone

Autor(en): **Hermann, Kurt**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **60-61 (1992-1993)**

Heft 22

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-153785

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

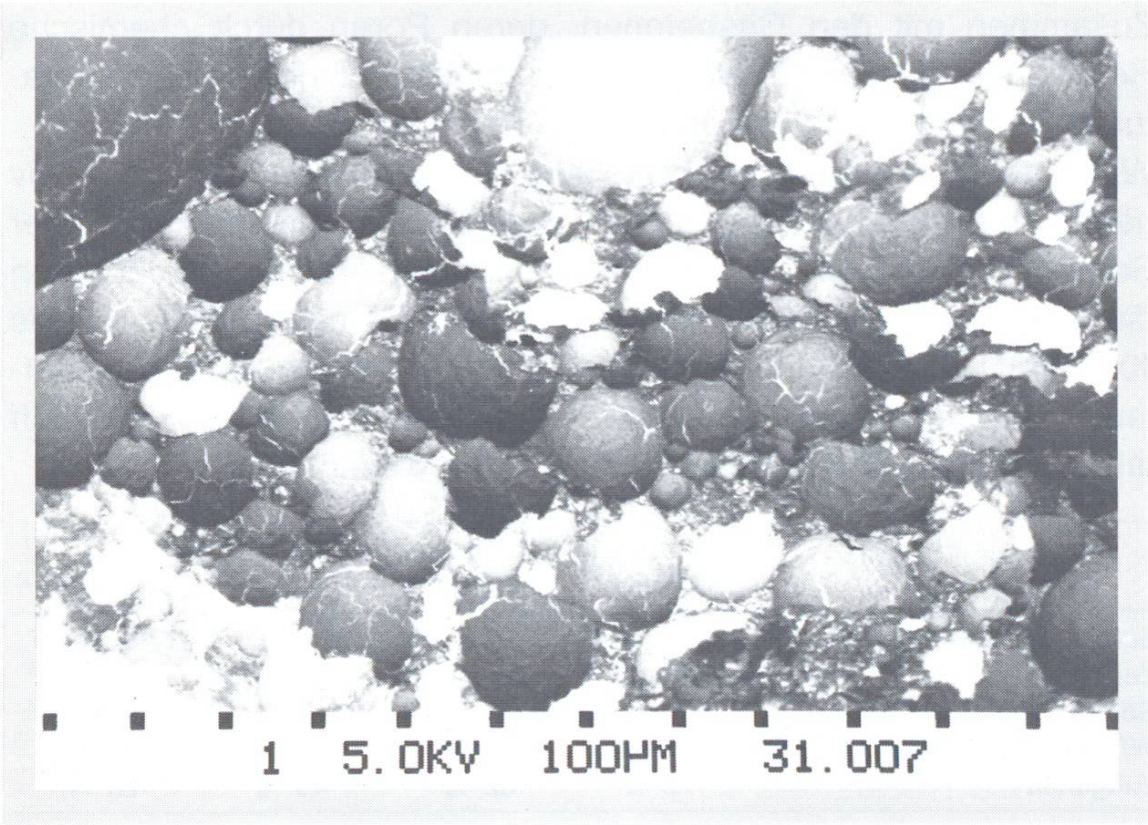
CEMENTBULLETIN

OKTOBER 1993 61. JAHRGANG NUMMER 22

Schaumbetone

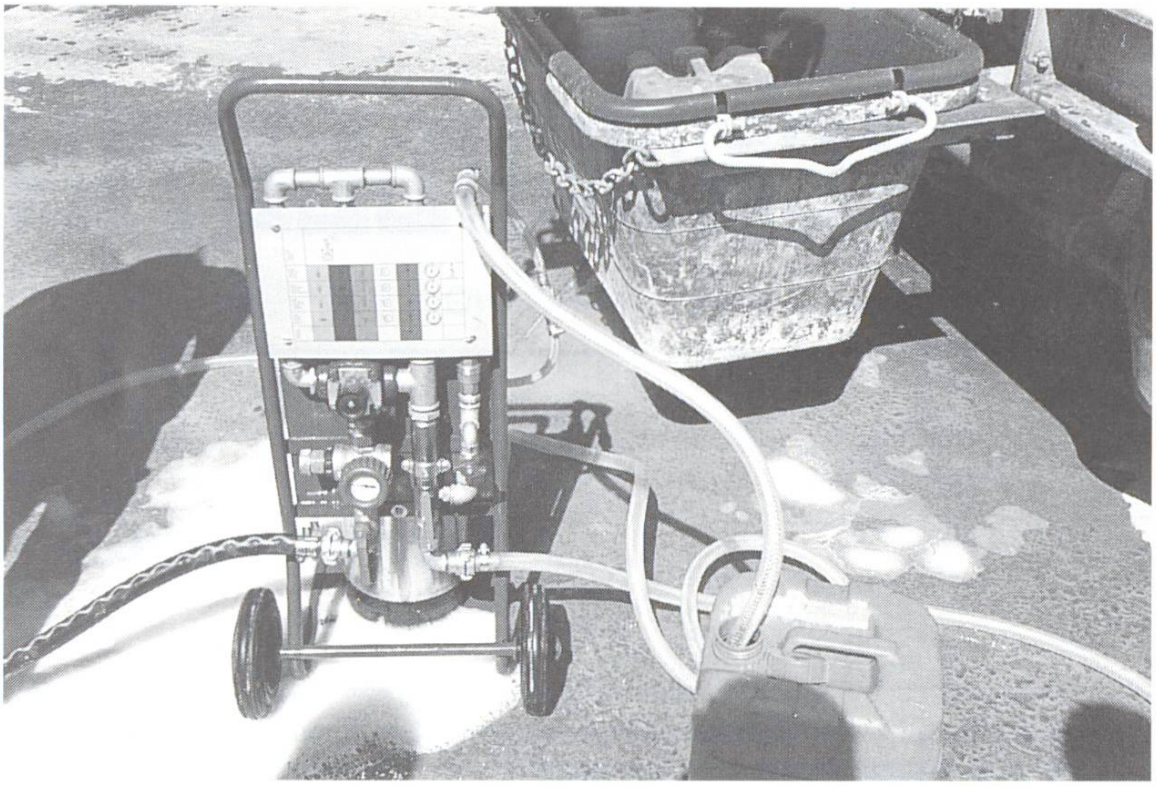
Die Kombination von niedriger Dichte und Druckfestigkeit mit guten thermischen und akustischen Isoliereigenschaften verleiht Schaumbetonen interessante Einsatzmöglichkeiten.

Schaumbetone sind – entgegen dem gängigen Sprachgebrauch – eigentlich Schaummörtel: Sie sind zementgebundene Werkstoffe niedriger Dichte, die aus einer Matrix von Zementstein mit oder ohne Feinzuschlägen sowie künstlich eingebrachten, gleichmässig verteil-



Aufnahme von Schaumbeton unter dem Rasterelektronenmikroskop. (Fotos: Meynadier AG)

2



Einfaches Gerät zur Herstellung von Schaum.

ten Luftblasen bestehen. Ihre Rohdichten liegen zwischen 400 und 1800 kg/m^3; sie gehören damit zu den Leichtbetonen. Nicht so in der Schweiz, denn gemäss Norm SIA 162 haben Leichtbetone zwar Rohdichten unter 2000 kg/m^3, sie werden aber «ganz oder teilweise unter Verwendung von Leichtzuschlagstoffen hergestellt». Schaumbetone sind in der Schweiz nicht normiert.

Schaumbetone werden auch Schaumporenbetone, Porenleichtbetone, Zellenleichtbetone oder rheoplastische Leichtbetone genannt. Zusammen mit den Gasbetonen, deren Poren durch chemische Reaktionen zwischen Treib- und Bindemitteln bei höheren Temperaturen erzeugt werden, gehören sie zu den Porenbetonen.

Während Schaumbetone beispielsweise in den Niederlanden relativ häufig verwendet werden [1–4], konnten sie sich bisher in der Schweiz nicht in grösserem Umfang durchsetzen. Zu Unrecht, denn die Kombination von niedriger Dichte und Druckfestigkeit (0,5 bis 10 N/mm^2) mit guten thermischen und akustischen Isoliereigenschaften sowie guter Pump- und Verarbeitbarkeit ergibt einen Werkstoff mit vielfältigen interessanten Einsatzmöglichkeiten.

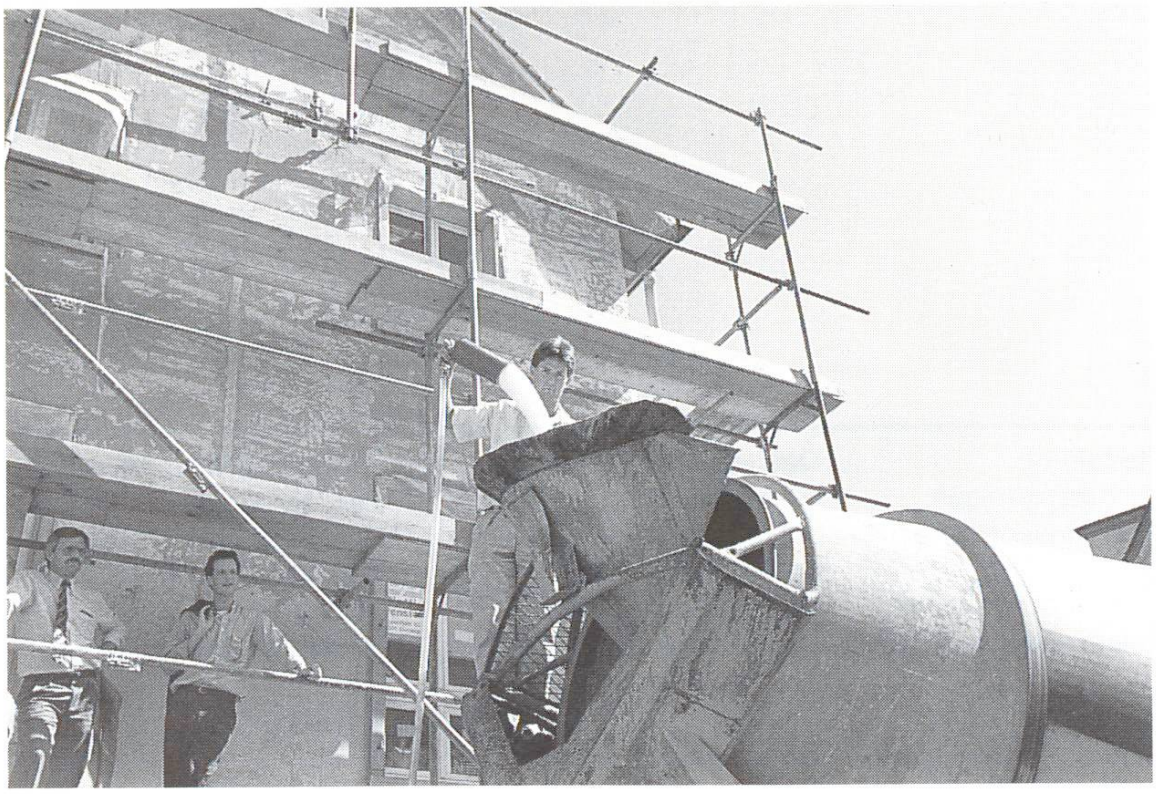
	Schaumbetondichte trocken			
	360 kg/m^3	*760 kg/m^3*	*1180 kg/m^3*	*1550 kg/m^3*
Schaumbetondichte feucht	500 kg/m^3	900 kg/m^3	1300 kg/m^3	1700 kg/m^3
Zement	300 kg/m^3	320 kg/m^3	360 kg/m^3	400 kg/m^3
Sand	–	420 kg/m^3	780 kg/m^3	1130 kg/m^3
W/Z-Wert von Basismischung	0,5–0,6	0,5–0,6	0,5–0,6	0,5–0,6
Luftgehalt	78 %	62 %	45 %	28 %

Tabelle 1 Mögliche Zusammensetzungen von Schaumbetonen [5].

3 Die Bestandteile von Schaumbetonen

Schaumbetone werden dadurch erzeugt, dass ein berechnetes Volumen an vorgeformtem Schaum zu einer Zementpaste oder einer Mörtelmischung gegeben wird. Der Schaum kann beispielsweise durch einen transportablen Schaumgenerator hergestellt werden, der lediglich einen Wasseranschluss mit 2 bar Druck benötigt.
Die Schaummittel sind Proteinhydrolysate oder synthetische Tenside. Sie werden als Konzentrate angeliefert. Im Schaumgenerator werden sie im Verhältnis 1 : 30 bis 1 : 60 mit Wasser verdünnt und mit Luft vermischt. Die Schäume weisen Dichten um 25 bis 80 kg/m^3 auf. Wichtig ist, dass sie die chemischen und physikalischen Kräfte aushalten, die während des Mischens, des Einbringens und der Verfestigung des Betons auf sie wirken.

Die British Cement Association (BCA) empfiehlt, Schaumbetone mit Trockenrohdichten unterhalb 600 kg/m^3 aus Wasser, Zement und Schaum allein herzustellen; möglich ist auch der Zusatz von etwas Flugasche. Höhere Dichten werden durch die Zugabe von Sand mit maximal 5 mm Grösstkorn erreicht, wobei feinerer Sand (0–2 mm) zu grösseren Festigkeiten führt [5]. Brechsand erhöht die Druckfestigkeit ebenfalls, ein Effekt, der sich zudem durch Zugabe von Microsilica, etwa 15 % Sand 0/6 mm oder mehr Zement erzielen lässt [6].
In *Tabelle 1* sind einige typische Schaumbetonzusammensetzungen enthalten. Auffallend sind die relativ hohen Wasserzementwerte. Dadurch wird verhindert, dass die Schäume kollabieren, weil die



Zugabe von Schaum zum Mörtel im Fahrmischer.

Basismörtel ihnen Wasser entziehen. Als Bindemittel eignen sich übliche Portlandzemente, meist in Mengen zwischen 300 und 400 kg/m^3. Hochwertige Portlandzemente mit hoher Anfangsfestigkeit sollen zu höheren Druckfestigkeiten führen [2].

Zusatzmittel wie Verflüssiger, Verzögerer oder Beschleuniger für Betone eignen sich auch für Schaumbetone. Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass sie sich mit dem Schaumbildner chemisch vertragen. Spezielle Stabilisatoren vermindern die Gefahr eines Luftverlustes während der Herstellung und der Verarbeitung von Schaumbetonen. Bei Bauteilen, die permanent Wasser ausgesetzt sind, wird die Verwendung eines Hydrophobierungsmittels empfohlen.

Durch die Zugabe von Fasern – häufig verwendet werden Stahl- sowie alkalibeständige oder kunststoffbeschichtete Glasfasern [7] – lassen sich Rissbildungen bei Schaumbetonteilen beträchtlich reduzieren; zudem nehmen die Druckfestigkeiten wenig und die Biegezugfestigkeiten beträchtlich zu [8].

Eigenschaften von Schaumbeton

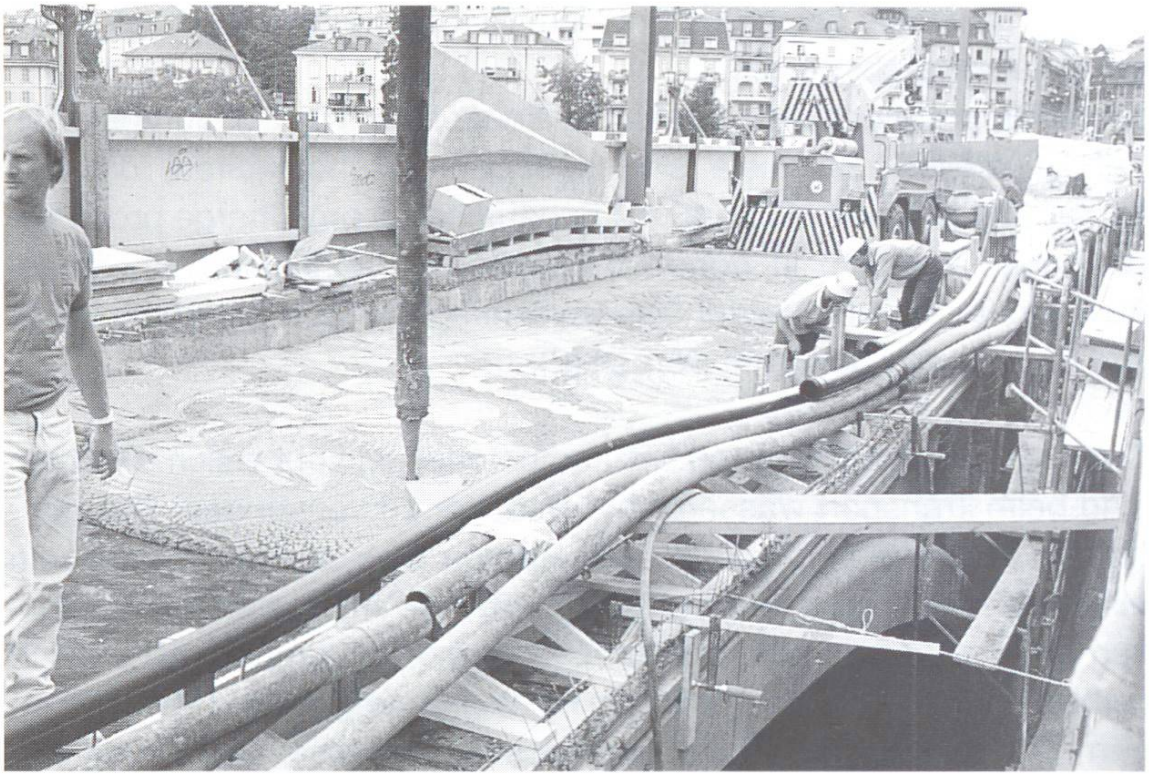
Luftblasen, deren Durchmesser grösstenteils zwischen 0,2 und 0,5 mm liegen, beanspruchen 30 bis 80 % des Volumens von Schaumbetonen (siehe *Tab. 1)*. Ihr Anteil am Gesamtvolumen bestimmt weitgehend die Rohdichte, und diese kann zwischen sehr weiten Grenzen – 400 bis 1800 kg/m^3 – variieren. Die Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Schaumbetonen ist deshalb ein schwieriges Unterfangen. Dies ist auch aus *Tabelle 2* ersichtlich, in der die Druckfestigkeit, der Elastizitätsmodul, die Wärmeleitfähigkeit und das Schwindmass von Schaumbetonen in Abhängigkeit von den Trockenrohdichten aufgelistet sind.

Zu den wichtigen physikalischen Eigenschaften von Schaumbetonen gehören:

Trockendichte (kg/m^3)	*Druckfestigkeit* (N/mm^2)	*E-Modul* (kN/mm^2)	*Wärmeleitfähigkeit* (W/mK)	*Schwindmass* (%)
400	0,5– 1,0	0,8– 1,0	0,10	0,30–0,35
600	1,0– 1,5	1,0– 1,5	0,11	0,22–0,25
800	1,5– 2,0	2,0– 2,5	0,17–0,23	0,20–0,22
1000	2,5– 3,0	2,5– 3,0	0,23–0,30	0,15–0,18
1200	4,5– 5,5	3,5– 4,0	0,38–0,42	0,09–0,11
1400	6,0– 8,0	5,0– 6,0	0,50–0,55	0,07–0,09
1600	7,5–10,0	10,0–12,0	0,62–0,66	0,06–0,07

Tabelle 2 Einige typische Eigenschaften von Schaumbetonen [5].

5



Verfüllen von Hohlräumen unter der zukünftigen Fahrbahnplatte auf einer Brücke in Lausanne.

- niedrige Druckfestigkeiten (0,5 bis 10 N/mm^2) [5]
- niedrige E-Module (0,8 bis 12 kN/mm^2) [5]
- niedrige Wärmeleitzahlen (0,1 bis 0,7 W/mK) [5]
- relativ grosse Schwindmasse (0,1 bis 0,4 %) [5]
- gute Frostbeständigkeit [9]

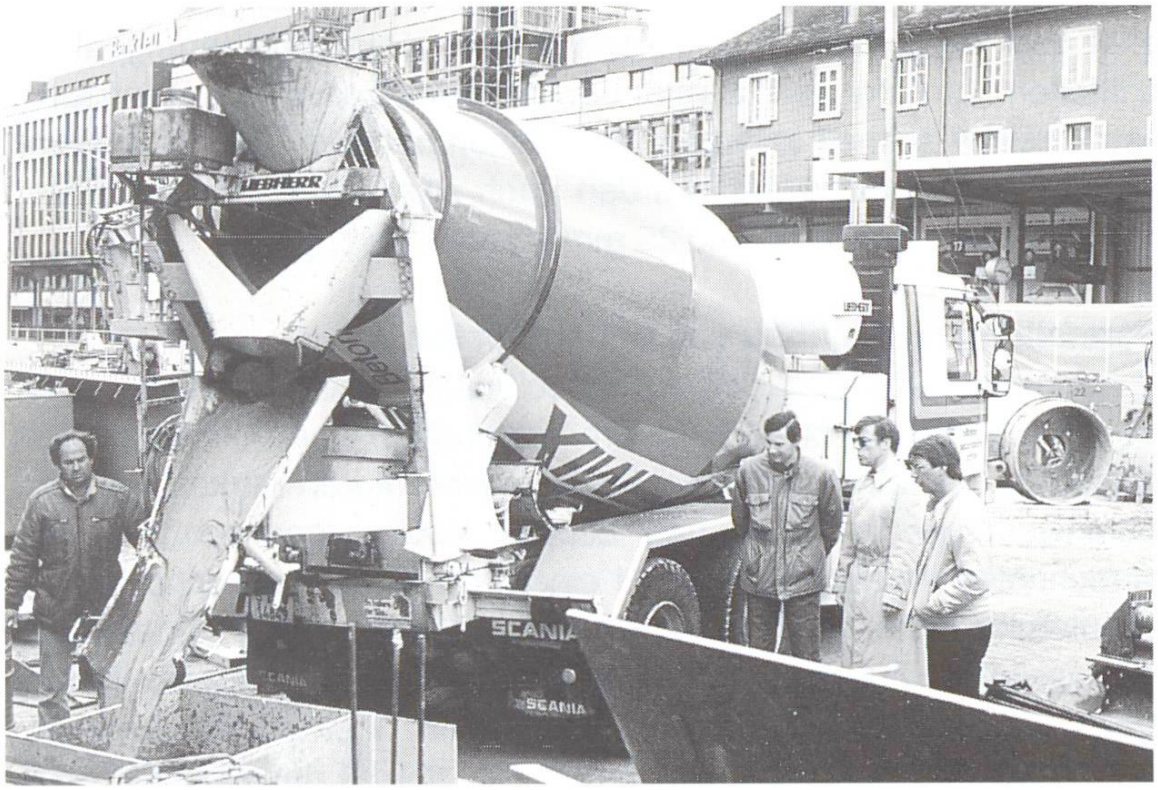
Schaumbetone sind gegenüber Feuchtigkeitseinflüssen stabil, nehmen aber leicht Wasser auf, wenn sie kein Hydrophobierungsmittel enthalten. Ihre grosse Porosität bewirkt, dass Carbonatisierungsprozesse relativ schnell ablaufen: An Schaumbetonen mit Dichten zwischen 500 und 800 kg/m^3 wurden nach zwei Jahren Carbonatisierungstiefen zwischen 60 und 25 mm gemessen [2].

Herstellung und Einbau von Schaumbeton

Schaumbetone lassen sich auf verschiedene Arten herstellen. Das folgende Verfahren basiert auf den Vorschriften eines Schaummittelanbieters, der auch einfache Schaumgeneratoren verkauft [6]: Im Betonwerk werden Sand und Zement trocken gemischt, mit der berechneten Wassermenge und einem Stabilisierungs- und Hydrophobierungsmittel (0,2 % des Zementgewichts) sowie gegebenenfalls weiteren Zusatzmitteln (Superverflüssiger für flüssige Konsistenz, Verzögerer bei Aussentemperaturen über 20 °C) gemischt. Mit Vorteil wird anschliessend bereits ein Viertel der vorgesehenen Schaummenge zum Mörtel gegeben. Der Rest des Schaums wird

auf der Baustelle beigefügt. Vor dem Einbau muss unbedingt genügend aufgemischt werden.
Erhältlich sind auch Anlagen für die Herstellung von Schaumbetonen auf Baustellen. Beispiele sind spezielle Mischeinheiten, die aus Mörtel und Schaum bis zu 10 m^3 Schaumbeton pro Charge produzieren, oder Anlagen, in denen Schaumbeton kontinuierlich erzeugt wird, indem die Ströme der Basismischung und des Schaums vereinigt und intensiv gemischt werden [2].

Die Konsistenz von frischen Schaumbetonen ist sehr weich. Deshalb sind beim Transport wasserdichte Behälter zu verwenden. Schaumbetone lassen sich mit Rutschen, Rohren oder dichten Krankübeln einbauen. Sie können auch gepumpt werden, am besten mit Schnekken-, Rüssel- oder Rockpumpen; Flachschieberpumpen eignen sich nicht. Die Einfüllhöhe sollte 50 cm nicht übersteigen, und Verdichtungen mit Vibratoren sind zu unterlassen (teilweise Zerstörung der Luftporen). Nachbehandlungen sind nur bei extremen Witterungsverhältnissen notwendig.
Bei voluminösen Schaumbetonanwendungen ist zu berücksichtigen, dass während der Hydratation beträchtliche Temperaturerhöhungen auftreten können [2]. Schichtstärken von über einem halben Meter sollten in mehreren Lagen betoniert werden. Damit nicht Porenverluste durch Störung von Lagen im Grünzustand auftreten, muss die oberste Schicht vor dem Erstarrungsbeginn der untersten Lage eingebracht werden [6].



Schaumbeton lässt sich direkt vom Mischfahrzeug aus einbauen.

7 Anwendungen von Schaumbetonen

Eigenschaften wie niedrige Dichte, gute Fliessfähigkeit, gute Wärme- und Schallisolation sowie hoher Feuerwiderstand eröffnen Schaumbetonen zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Einige wichtige Beispiele sind [6]:

- Leichte, wärmedämmende Ausgleichs- und Schutzschichten auf Decken und Dächern. Dank der Pumpfähigkeit gelangt der Beton auch an Orte, die mit anderen Baustoffen nur schwer zugänglich sind, was vor allem bei Altbausanierungen geschätzt wird.
- Wärmedämmschichten im Hoch- und Tiefbau: Unterbauten von Stallböden, Wintergärten und beheizten Schwimmbädern, Frostschutzschichten unter Fahrbahnen.
- Verfüllmasse für Leitungskanäle, Arbeits- und Baugruben, da Schaumbetone von selbst in Vertiefungen hineinfliessen und nicht lagenweise eingebracht und verdichtet werden müssen wie Erdbaustoffe. Ihre Tragfähigkeit ist mit derjenigen von gewachsenen Böden vergleichbar und damit ausreichend. Schaumbetone, können mit Pickel oder Abbauhammer wieder leicht entfernt werden. Sie eignen sich deshalb auch zur sicheren Fixierung von erdverlegten Rohrleitungen durch Umhüllung.
- Auffüllen von ausser Betrieb gesetzten Kanalisationsleitungen, erdverlegten Öltanks, Kellern und Bunkern, wenn Wert auf hohlraumfreie Verfüllungen gelegt wird. Schaumbetone lassen sich so fliessfähig herstellen, dass bis zu 100 m lange Kanalabschnitte vollständig aufgefüllt werden können, wenn die geometrischen Verhältnisse (Durchmesser, Gefälle) günstig sind.

In den Niederlanden hat sich Schaumbeton auch als Ersatz von Bodenmaterial bewährt, besonders wenn dieses weich ist [2–4]. Da das Gewicht des Schaumbetons (Rohdichte etwa 600 kg/m^3) und der darauf aufgebauten Konstruktionen (Strassen, Eisenbahnlinien, Gebäude) mit dem Gewicht des ausgebauten Bodenmaterials vergleichbar sind, finden nur minime Setzungen statt. Als leichte Tragschicht mit hoher Entwässerungskapazität (Darcy-Permeabilität 30 cm/Std.) eignet sich Schaumbeton mit einer Rohdichte um 650 kg/m^3. Durch Überdecken der Schaumbetonlage mit Kies oder künstlichem Rasen lassen sich damit Landhockey-, Fussball- und Tennisfelder anlegen [4].

Erwähnenswert ist auch, dass sich eine deutsche Firma auf den Bau von Häusern mit Schaumbetonelementen spezialisiert hat. Zehntausende von Wohneinheiten, aber auch Schulen, Spitäler und Industriebauten wurden in Afrika, Südostasien und Südamerika mit Produkten und Technologien dieses Unternehmens erstellt.

Kurt Hermann

8 Literatur

[1] «Constructieve eigenschappen en wateropname van schuimbeton», CUR-rapport **160**, Gouda (1992).

[2] «Schuimbeton... daar zit wat in», Betoniek **7** [28], 1–8 (1988).

[3] «Schuimbeton voor verhardingsconstructies», Betoniek **6** [23], 1–5 (1985).

[4] *van Dijk, S.*, «Foamed concrete», Concrete, Juli/August 1991.

[5] «Foamed concrete – Composition and properties», herausgegeben durch die British Cement Association (1991).

[6] «Barracell», Informationsblätter der Meynadier AG, Zürich.

[7] «Guide for cellular concrete above 50 pcf, and for aggregate concrete above 50 pcf with compressive strengths less than 2500 psi», ACI Manual of Concrete Practice **1993** [5], 523.3R-1 bis 523.3R-18.

[8] *Thiede, H.*, «Glasfaserverstärkter Schaumbeton», Beton **29** [12], 427–428 (1979).

[9] *Widmann, H.*, und *Enoekl, V.*, «Schaumbeton – Baustoffeigenschaften, Herstellung», Betonwerk+Fertigteil-Technik **1991** [6], 38–44.

Redaktion
Dr. Kurt Hermann
TFB, Lindenstrasse 10
5103 Wildegg
Telefon 064 57 72 72
Telefax 064 53 16 27

Das «Cementbulletin»
erscheint einmal monatlich
Jahresabonnement:
Schweiz: Fr. 25.–
Übriges Europa: Fr. 50.–
Restliches Ausland: Fr. 80.–

Vertrieb/Abonnemente
Frau M. Winter
Zürichsee Medien AG
Seestrasse 86, 8712 Stäfa
Telefon 01 928 52 23
Telefax 01 928 52 00

Herausgeber
TFB, Lindenstrasse 10
5103 Wildegg
Telefon 064 57 72 72

Druck
Zürichsee Druckereien AG
Seestrasse 86
8712 Stäfa

Copyright
TFB
Lindenstrasse 10
5103 Wildegg