Fortschritte im Betonbau

Autor(en): **Brux, G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 30-31

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85777

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

Fortschritte im Betonbau

Unter diesem Thema lud der Niederländische Betonverein (Betonvereinigung, BV) am 19. November 1987 zu seinem 30. Betontag nach Utrecht ein. Über 1400 Fachleute aus Belgien, Deutschland, Dänemark, Grossbritannien und den Niederlanden folgten der Einladung. Neben technischen Problemen wie Beton für Bauwerke des Brücken-, Tunnel- und Wasserbaus und Fortentwicklungen des konstruktiven Betons wurden aktuelle Fragen der Verwendung von Flugasche im Beton (Portlandflugaschezement) und grosser Betonfertigteile sowie der Formgebung von Betonbauwerken behandelt.

Prof. Dipl.-Ing. *J. Buijs*, Rotterdam, gab einen Rückblick über 60 Jahre Betonvereinigung [1] und 25 Jahre Beton-/Mörtelkontrolle (BMC) (Fremdüberwachung für 3 Zement-, 2 Werktrokkenmörtel-, 44 Mauermörtel- und 179 Transportbetonwerke) und berichtete über die Tätigkeit der Betonvereinigung und deren Gliederungen [2]. Sie richtete zahlreiche Fachtagungen (u.a. über Bauen mit Fertigteilen, Flugasche in Mörtel und Beton [3], kolloidalem Beton im Wasserbau [4; 5]) und Baustellenbesichtigungen aus. Neu sind die Lehrgänge über Qualitätssicherung im Betonstrassenbau. Erwähnt wurden Forschungsberichte der dem Betonverein angeschlossenen Gesellschaft für Bauforschung und Bauvorschriften (CUR/VB) [6] über: Kühlen von Beton [7]; Kunststoffe für die Beschichtung von Betonstahl und für Hüllrohre im Spannbeton [8]; Wasseraufnahme von Leichtbeton [9]; Portlandflugaschezement in Estrichen [10]; Flugasche in Spritzbeton [11]; Betonmechanik mit Beispielen für nichtlineare Berechnung mit Computerprogramm [12]. Weiter wurden erwähnt: eine Schrifttumsammlung über Verwendung alternativer Zuschläge für Beton [13]; ein Erfahrungsbericht über kolloidalen Beton im Wasserbau [14]; zwei Empfehlungen (Spritzbeton im Trockenspritzverfahren [15]; Flugasche als Füllstoff für Mörtel und Beton [16]). – Die Betonvorschriften VB 1974/84 [6; 17] werden überarbeitet: Betontechnologie VBT (1988), Betonausführung VBU (1989), Entwurf und Berechnung (1990).

Wettbewerbe

Zum elften Mal wurde in den Niederlanden ein Betonkanuwettbewerb ausgetragen (23. Mai 1987 in Delft) mit Teilnehmern auch aus Belgien und Polen [18], wobei die Bootsbauer ihr Boot im Wettkampf selbst führen mussten. Das leichteste Kanu wog 33 kg. Zehn Teilnehmer kamen mit Surfbrettern aus Ferrozement und Glasfaserbeton an den Start (Mindestgewicht 32 kg); sie waren ebenso schnell wie solche mit Surfbrettern aus Kunststoff.

Beim Wettbewerb um möglichst leichte 15-cm-Betonwürfel im Bereich von 35 bis 50 N/mm² Druckfestigkeit [19] erfüllten nur drei Teilnehmer die Bedingungen; sie hatten eine Rohdichte von 1,108 bis 1,770 t/m³ und erreichten beim Abdrücken im Beisein der Tagungsteilnehmer eine Druckfestigkeit von 40,39 bis 47,87 N/mm². Die Hersteller der Würfel mit dem besten Festigkeits-Gewichtsverhältnis (3825, 3003 und 2326 mm) wurden ausgezeichnet.

Alle zwei Jahre wird vom Betonverein und der Stiftung ENCI der *Betonpreis* für Betonbauwerke in den Niederlanden – je besonders für Betonbauwerke aus dem Wohnungs-, Industrie-, Brükken- und Wasserbau – vergeben, die in Entwurf, Ausführung und Aussehen hohen Ansprüchen genügen [20; 21]. Der Preis besteht aus einer Betonplakette, die während der Tagung übergeben und danach am Bauwerk angebracht wird. Ausgezeichnet wurden unter anderem aus der Gruppe der «Industriebauten» die Überbauung des Messegebäudes in Rotterdam mit einem Verwaltungsgebäude (Bild 1), der Neubau für die Niederländische Mittelstandsbank (NMB) in Amsterdam-SO als Beispiel moderner Formgebung mit farbigem Beton und Stahlbeton-Fertigteilen [22; 23] und ein Silo (700 m³) mit Spritzbetonkuppel in Odiliapeel [24] (Bild 2) und aus der Gruppe «Brücken und Viadukte» die 12 km langen Brükken zur Insel Bahrain und die 180 m lange Eisenbahnbrücke der neuen Flevo-Linie (NS) über die Autobahn A1 – seitlich betoniert und dann eingeschoben (2×3300 t).

Grenzen für Beton wachsen

Prof. Dipl.-Ing. *A. Glerum*, Delft, weist nach, dass Beton durch Forschung und Entwicklung auch auf anderen als den herkömmlichen Gebieten vermehrt angewandt wird und eine Verbesserung in den bekannten Bereichen stattfindet; «die Grenzen für Beton wachsen» [25] also und seine Anwendung vertieft sich, und zwar ökonomisch und politisch (1992: EG-Markt mit 420 Mio. Einwohnern; Euronormen), infrastrukturell (Infrastrukturprogramme; Kanaltunnel, Hochgeschwindigkeitsbahnen) und technologisch (Flugasche, Zuschläge aus Abbruchmaterial; Dauerhaftigkeit: beim Oosterschelde-Sturmflutwehr sind mindestens 200 Jahre zugesichert).

Eisenbahntunnel Rotterdam

Dipl.-Ing. *H. Versnel*, Utrecht, brachte Einzelheiten über den «Eisenbahntunnel Rotterdam von der Planung bis zur Verwirklichung» [21; 26]. Er soll die beiden über 100 Jahre alten zweigleisigen Eisenbahnbrücken über die Mass und den Koningshaven (Hubbrücke) ersetzen. Der etwa 3 km lange Tunnel wird viergleisig ausgeführt. Der Höhenunterschied zwischen dem Hauptbahnhof und dem zu unterquerenden U-Bahnhof an der alten Maasbrücke beträgt 19 m und die Tunnelrampen sind 250 m (1,7%) und 550 m (2,5%) lang. Der 1012 m lange Mittelabschnitt wird aus vier Teilstücken von 115/23/9 m und vier von 138/26/9 m Grösse erstellt, die im Baudock Barendrecht vorgefertigt (wu-Beton B 30, 5 cm Betonüberdeckung), zur 35 km entfernten Einbaustelle durch Kanäle geschwommen und dort in eine vorbereitete Rinne abgesenkt werden. Der Tunnelbauplan ist bereits festgestellt sowie die Aufgaben und Kosten unter den Beteiligten – N.V. Nederlandse Spoorwegen (NS), Wasserstrassenverwaltung und Stadt Rotterdam – verteilt. Mit den Bauarbeiten wurde im April 1987 begonnen. Man rechnet mit einer Bauzeit von sieben Jahren und mit Baukosten in der Höhe von 540 Mio. SFr.

Konstruktiver Beton

Prof. Dipl.-Ing. *A.S.G. Bruggeling* Delft, entwickelte für «konstruktiven Beton» ein Modell, mit dem Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton einfach entworfen und bemessen werden können. Dabei wird die Vorspannung, die auch durch Spannkabel ausserhalb des Betonquerschnitts wirken kann [27; 28], als äussere Belastung berücksichtigt. Dieser Gedanke wird anhand von Beispielen aus der Praxis erläutert.

Fertigteilbau

Nach Prof. Dipl.-Ing. *A.J. Hogeslag*, Delft, hat die «Entwicklung beim Bauen mit Fertigteilen» [29; 30] in den Niederlanden zu immer grösseren Abmessungen der Betonfertigteile geführt und zu entsprechenden Anpassungen der Fertigung (Grossschalungen; Gleitfertiger für Deckenplatten) und Logistik beim Lagern, Transport und Einbau. So wurde der Blumenmarkt in Aalsmeer bei Amsterdam mit Verwaltungsgebäude und Parkhäusern (10 000 m² NF) aus 7500 Betonfertigteilen im Raster 16,80×20 m (u.a. Deckenträger mit 30 bis 40 m Spannweite und 5000 m² Extrudier-Deckenplatten) bei 5000 Transporten in 495 Tagen erbaut. Flexibles Bauen mit grossen, tragenden, aussteifenden Fassadenteilen und Deckenplatten mit grösserer Spannweite als 15 m (Bild 3) ermöglicht Gebäude bis zu 20 Stockwerken mit grossen, stützenfreien Räumen und wiederverwendbaren Wänden, was für spätere Nutzungsänderung des Gebäudes günstig ist [29; 31]. Es sind konstruktive Verbindungen für Fertigteile entwickelt worden, auch demontable Trockenverbindungen. In den Niederlanden bestehen im Wohnungsbau die Decken zu 80% aus Stahlbetonfertigteilen, die tragenden Wände jedoch kaum.

Flugasche im Beton

Prof. Dr. *J.M.J. Bijen*, Delft, sprach über «Flugasche im Beton» [32]. Seit Wiedereinführung der Steinkohle zur Elektrizitätserzeugung Ende der 70er Jahre fallen in den Niederlanden grosse Mengen Flugasche an (1980 0,5 Mio. t), von denen 80% in Mörtel und Beton verarbeitet werden [32], und zwar

- für *Zement* als Grundstoff bei der Portlandzement-Klinkerbereitung,



Bild 1. Überbauung des 40 Jahre alten Messegebäudes in Rotterdam mit einem 21stöckigen Verwaltungshochhaus (World Trade Centre) als aufgeständerte Stahlbetonkonstruktion

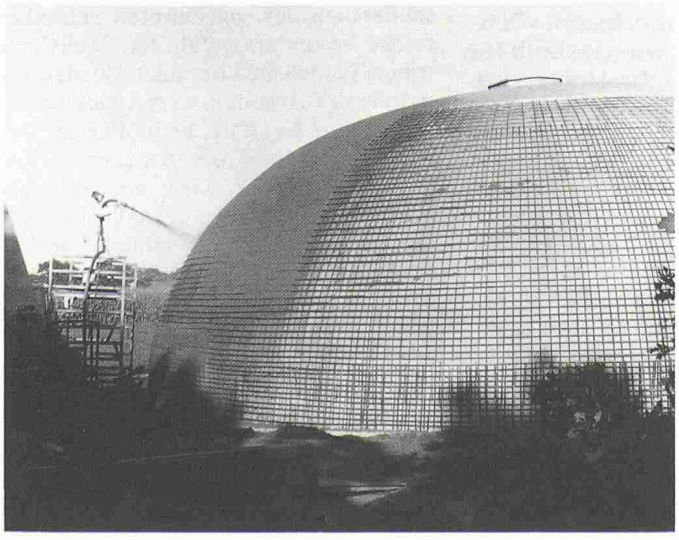


Bild 2. Silo mit 6 m hoher Kuppel (15 m ∅) aus Stahlfaserspritzbeton auf aufblasbarer Schalung erstellt



Bild 3. Halle mit freitragenden Deckenplatten über 15 m Länge – gefertigt mit Gleitfertiger

als Beimischung zum Portlandzement (max. 5% FA) und für Portlandflugaschezement [34] beim Mahlen der Zementklinker (bis 25% FA),
- als *Füllstoff* (Zusatzstoff) für fehlenden Zuschlag im Feinkornbereich und teilweisen Ersatz für Zement, sowie
- als Grundstoff beim Herstellen von *Leichtbetonzuschlägen* (Lytag) [3; 35; 36].

Mit dem Verbrauch von 94% ihrer Flugasche sind die Niederlande die weltbesten Abfallstoffverwerter. Hierzu haben ein umfangreiches Forschungsprogramm (Einfluss von Flugasche im Beton auf das rheologische Verhalten, den Festigkeitsverlauf, die Dauerhaftigkeit, Gesundheit und Umwelt) [37; 38] und die CUR-Empfehlung über «Flugasche als Füllstoff in Mörtel und Beton» [16] beigetragen.

Betonbrutalisten

Nach Prof. Dipl.-Ing. *D. Dicke*, Delft, sind «Betonbrutalisten» Konstrukteure und vor allem Architekten, die die funktionalen, tragenden Teile des Bauwerks und den verwendeten Baustoff zeigen, zum Teil sogar besonders herausstellen (Tragwerke ausserhalb des Gebäudes; Waschbeton) [39-41]. Das kann für die laufende Überwachung und Unterhaltung der Konstruktion günstig sein, nicht aber für den Menschen, der in den Räumen Stille und Geborgenheit sucht, dort Funktionalität findet und auf Kälte stösst. Beispiele aus dem Wohnungs-, Verwaltungs- und Industriebau bekannter Architekten aus Europa und den USA zeigen das im Vergleich zu Vorschlägen für menschengerechtes Bauen mit Beton.

G. Brux

Literatur

[1] Betonwerk+Fertigteil-Technik (BFT) 53 (1987) Nr. 12, S. 862-863
[2] Norm-Magaz. 10 (1987) Nr. 11, S. 21-23
[3] Cement 39 (1987) Nr. 9, S. 39 und Nr. 10, S. 36 (Rotterdam 27.10.1987)
[4] Cement 39 (1987) Nr. 10, S. 37 (Lelystad 4.11.1987)
[5] Cement 40 (1988) Nr. 2, S. 40
[6] BFT 54 (1988) Nr. 1, S. 93
[7] CUR/VB-Rapport 128, 1987, Cement 39 (1987) Nr. 12, S. 48
[8] CUR/VB-Rapport 129, 1987, Cement 39 (1987) Nr. 11, S. 43-44
[9] CUR/VB-Rapport 131, 1987
[10] CUR/VB-Rapport 132, 1987
[11] CUR/VB-Rapport 133, 1987
[12] CUR/VB-Rapport 134, 1987, Cement 39 (1987) Nr. 9, S. 42-47
[13] CUR/VB-Rapport 87-1, 1987, Cement 39 (1987) Nr. 11, S. 44
[14] CUR/VB-Rapport 87-2, 1987, Cement 40 (1988) Nr. 2, S. 40
[15] Cement 39 (1987) Nr. 9, Beilage
[16] Cement 39 (1987 Nr. 11, Beilage
[17] Cement 39 (1987) Nr. 11, S. 46-49
[18] Cement 39 (1987) Nr. 9, S. 39
[19] Cement 39 (1987) Nr. 10, S. 37
[20] Cement 39 (1987) Nr. 12, S. 32-35
[21] Cobouw 131 (1987) Nr. 216, S. 9
[22] Schweizer Ingenieur und Architekt 105 (1987) Nr. 5, S. 103-104, Bild 3
[23] Cement 40 (1988) Nr. 2, S. 30-35
[24] Cement 39 (1987) Nr. 7, S. 24-27
[25] Cement 39 (1987) Nr. 12, S. 8-11
[26] F-Bouwkunde en Civile techniek 25 (1987) Nr. 10, S. 13-17
[27] Cement 39 (1987) Nr. 12, S. 56-59
[28] Cement 40 (1988) Nr. 2, S. 20
[29] Cement 40 (1988) Nr. 2, S. 8-14
[30] Cobouw 131 (1987) Nr. 216, S. 11
[31] Cement 39 (1987) Nr. 12, S. 60-63
[32] BFT 53 (1987) Nr. 11, S. 764-768
[33] Cement 38 (1986) Nr. 10, S. 10-13
[34] Cement 33 (1981) Nr. 12 (Goesses, L.H.; Brouns, S.J.P.)
[35] Cement 38 (1986) Nr. 11, S. 50-53
[36] Cement 39 (1987) Nr. 6, S. 18-21
[37] Cement 39 (1987) Nr. 9, S. 48-51
[38] Stevin-Rapport, TH Delft Nr. 1/2-9.87 und Nr. 25-12.87
[39] Arch. Rev. 103 (1954) S. 274-275 und 104 (1955) S. 142-145; 355-361
[40] *Banham, R.:* Brutalismus in der Architektur. Karl Krämer Verlag, Stuttgart, 1966, S. 10-192
[41] Bouw 101 (1967) S. 890-893

Tunnelvortrieb bei partiell schwierigem Gebirgsverhalten

IV. Kolloquium für Bauverfahrenstechnik in Bochum

Weltweit laufen in der Bundesrepublik Deutschland die umfangreichsten Tunnelbaumassnahmen. Mehrere zum Teil spektakuläre Einbrüche machten Planer und Ausführer auf Schwachpunkte aufmerksam. «Tunnelvortrieb bei partiell schwierigem Gebirgsverhalten» war deshalb für das IV. Kolloquium für Bauverfahrenstechnik an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) [1] am 29.1.1987 ein aktuelles Thema, wozu über 600 Fachleute aus Belgien, der Bundesrepublik Deutschland, China, Frankreich, Grossbritannien, Österreich und der Schweiz nach Bochum kamen.

Allein die Deutsche Bundesbahn (DB) lässt im Zuge ihrer Neubaustrecken jährlich etwa 10 km Tunnel bauen. Bei insgesamt 158 km neu aufzufahrenden Tunneln ereignete sich bei der DB etwa ein Verbruch je 10 km. Nach Prof. Dr.-Ing. *B. Maidl*, Bochum, trafen in allen Fällen Schwächen im Gebirge mit Schwächen in der Ausführung zusammen. Er machte einen Vorschlag für die Abgrenzung der «Neuen Österreichischen Tunnelbauweise (NÖT)» gegen die Spritzbetonbauweise [2]. In den folgenden zwölf Fachvorträgen wurden Schäden im Tunnelbau und ihre Ursachen und Verfahren zum Bewältigen dieser Schäden behandelt sowie projektbezogene Erfahrungen beim Spritzbetonverfahren, maschinellem Vortrieb und Vorausmassnahmen vermittelt.

Schadensursachen und Verfahren

Nach der «Analyse möglicher Ursachen von Schadensfällen und Verbrüchen beim Tunnelvortrieb» für die beiden Bundesbahn-Neubaustrecken mit bis zu 150 m² grossen Ausbruchquerschnitten sind nach Dipl.-Ing. *F. Schrewe*, Mainz, und Dipl.-Ing. *R. Maidl*, Bochum, die Protal- und Anschlagzonen, die Bereiche mit einer Überlagerung bis 30 m und geologische Störzonen einschliesslich der sogenannten Schlotbereiche besonders gefährdet. Mehrfach traten Verbrüche kurz nach Wiederaufnahme der Arbeiten nach Urlaubspausen auf und Nachbrüche im Bereich der freien Stützweite, der gesicherten Kalotte und beim Strassen- und Sohlausbruch. Nie war eine einzige Ursache allein verantwortlich, vielmehr trafen unerwartete geologische Einflüsse mit Schwächen in der Bauausführung und/oder Planungsfehlern zusammen. – Schwächen in der Bauausführung soll eine gezielte Untersuchung der Eigenschaften des Spritzbetons vorbeugen. Deshalb widmete sich Dr.-Ing. *R. Hahlhege*, Ratingen, und Dipl.-Ing. *D. Handke*, Bochum, der «Qualitätskontrolle von Spritzbeton» [3], da die Werte für die Spritzbetoneigenschaften stark streuen (Bild 1). Unter Berücksichti-