**Zeitschrift:** Cementbulletin
**Herausgeber:** Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
**Band:** 66 (1998)
**Heft:** 4

**Artikel:** Vielseitig verwendbarer Transportbeton
**Autor:** Hermann, Kurt
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-153836

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 14.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Vielseitig verwendbarer Transportbeton

**Zwei Drittel des in der Schweiz verbrauchten Zements gehen in die Transportbetonproduktion.**

Im Jahr 1903 liess der Hamburger Regierungsbaumeister a. D. Jürgen Hinrich Magens (1857–1925) einen Kubikmeter stationär hergestellten Beton zu einer 11 km entfernten Baustelle transportieren. Als Transportmittel für den ersten dokumentierten Transportbeton diente ein von Pferden gezogenes Spezialfahrzeug. Damit der Beton während des Transports nicht erhärtete, wurde er auf Gefriertemperatur abgekühlt [1]. Magens liess sein Verfahren patentieren. Das verhinderte aber nicht, dass es in Europa in Vergessenheit geriet und erst auf dem Umweg über die Vereinigten Staaten wieder auf unseren Kontinent gelangte.
Das erste Schweizer Transportbetonwerk wurde 1933 in Betrieb genommen. Heute werden rund 90 % des Transportbetons in Anlagen von Mitgliedern des Verbands Schweizerischer Transportbetonwerke (VSTB) hergestellt, wobei 1996 über 67 % des in der Schweiz verbrauchten Zements verarbeitet wurden. Produziert wurden rund 8,3 Mio. $m^3$ Transportbeton, was einem Verbrauch von 1,18 $m^3$/Einwohner entsprach. In *Tabelle 1* sind Zahlen zur Transportbetonproduktion in ausgewählten Ländern zusammengestellt.
In der Schweiz, aber auch in Frankreich, Deutschland und Österreich werden 100 % des Transportbetons nach dem Zentralmischverfahren hergestellt: Der fertig gemischte Frischbeton wird bei der stationären Mischanlage mit geeigneten Fahrzeugen (Kipplastwagen, Muldenfahrzeuge oder Fahrmischer) übernommen und zur Baustelle transportiert. Vor allem in warmen Ländern wie Italien wird Transportbeton in entsprechend ausgerüsteten Fahrmischern während der Fahrt zur Baustelle oder direkt auf der Baustelle gemischt. Die folgenden Angaben beziehen sich auf zentral gemischten Transportbeton.

## Voraussetzungen für den Erfolg

Transportbetonwerke sind dank moderner Ausrüstungen in der Lage, eine Vielzahl verschiedener Betonsorten herzustellen und so auch auf nicht alltägliche Wünsche von Kunden einzugehen. Damit aber dauerhafte Bauwerke entstehen können,

Foto: Willi Ingold, Solothurn

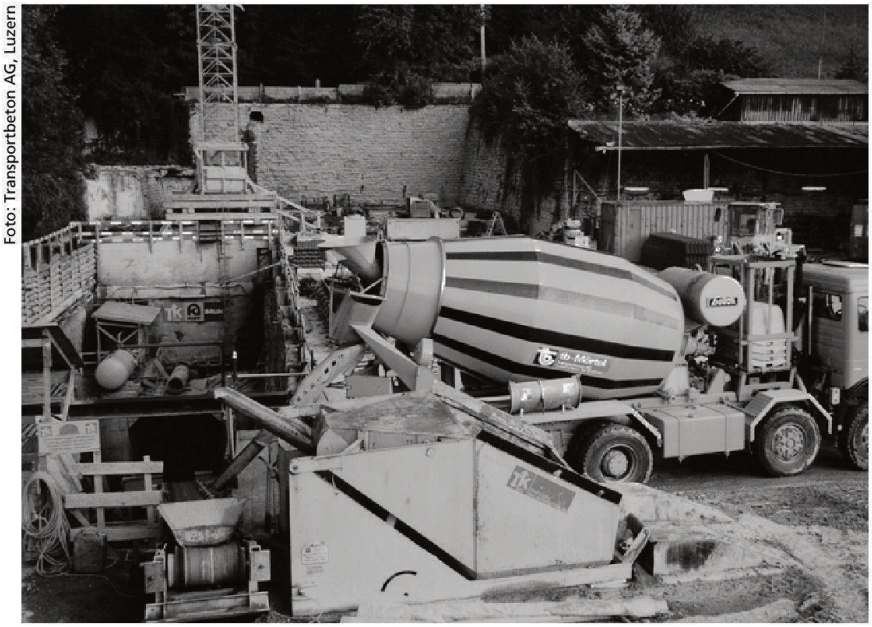
**Über kurze Strecken können auch Kipplastwagen zum Betontransport eingesetzt werden.**

müssen verschiedene Spezialisten zusammenarbeiten. Ihre Verantwortlichkeiten und Aufgaben sind in der Norm SIA 162 «Betonbauten» [3] geregelt. In einem «Cementbulletin» wurde darauf eingegangen [4]. Ebenfalls bereits im «Cementbulletin» behandelt wurden die Frischbetonkontrollen, die ein sehr wichtiger Mosaikstein auf dem Weg zum dauerhaften Betonbauwerk sind [5].
Betone, an die keine besonderen Anforderungen gestellt werden, also beispielsweise ein Beton B 35/25, bereiten im allgemeinen weder bei der Herstellung, noch beim Transport und beim Einbringen Probleme. Bei Transportbetonen mit besonderen Eigenschaften ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass Schwierigkeiten auftreten. Stichwörter sind beispielsweise Transportdistanz und Transportdauer, Betontemperatur, Luftporengehalt oder Konsistenz bzw. Verarbeitbarkeit.

## Schnell produziert – schnell verarbeitet

Wie lange Transportbeton nach dem Mischen der Ausgangsmaterialien transportiert und noch verwendet werden darf, darüber gehen nicht nur die Meinungen von Produzenten und Anwendern auseinander: Auch die relevanten Vorschriften in den Normen verschiedener Länder sind recht uneinheitlich. Theoretisch kann diese Zeitspanne dank betontechnologischer Vorkehrungen über einen grossen Bereich erstreckt werden. Aus ökologischen und/oder ökonomischen Gründen wird aber je länger je mehr der weitgehende oder vollständige Verzicht auf Zusatzmittel gefordert. Dies ist in vielen Fällen möglich – wenn der Frischbeton schnell verarbeitet werden kann. Der VSTB propagiert denn auch in einer kürzlich erschienenen Broschüre [6] den Einsatz von Zusatzstoffen und Zusatzmitteln nach der Devise: «Nur soviel wie nötig – sowenig wie möglich».
Aufgrund von Erfahrungen sollte die Zeit zwischen der Herstellung und dem Einbringen des Frischbetons unabhängig von der Betonzusammensetzung möglichst kurz sein. (Praktiker sprechen von maximal 60 Minuten.) Nach DIN 1045 beträgt sie beim Betontransport im Fahrmischer beispielsweise maximal 90 Minuten, allerdings nur bei günstigen Witterungsbedingungen; wesentlich kürzer ist sie beim Betontransport in Mulden oder Kippfahrzeugen. Bei höheren Temperaturen muss sie ver-

Foto: Transportbeton AG, Luzern



**Moderner Fahrmischer.**

Foto: Kurt Hermann, TFB

**Transportbeton ist zu jeder Jahreszeit einsetzbar – auch im Winter, wenn die notwendigen Vorkehrungen getroffen werden [18].**

kürzt werden, bei Beton mit Verzögerer darf sie jedoch «angemessen überschritten werden» [7].

## Konsistenzverbesserungen

Die exakte Steuerung der Konsistenz von Frischbeton über einen grösseren Zeitraum ist schwierig. Vor allem bei längeren Transportstrecken lassen sich unplanmässig verlängerte Fahrzeiten nicht immer vermeiden. Und im Sommer kann sich auch die Wärme negativ auf die Konsistenz auswirken. Das Resultat: Der Transportbeton ist bei der Ankunft auf der Baustelle nicht mehr oder nur noch schlecht verarbeitbar. Die Versuchung, dieses Problem durch die Zugabe von Wasser zu lösen, ist gross. Tatsächlich gibt es Länder – Beispiele sind USA und Frankreich – wo eine Wasserzugabe in dieser Situation unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt ist [8]. In der Schweiz (und auch in Deutschland und Österreich) ist sie aber untersagt, was leider nicht heisst, dass sie in jedem Fall unterbleibt.

Ein toleriertes Verfahren zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit des Transportbetons auf der Baustelle besteht darin, Verflüssiger (BV) oder Hochleistungsverflüssiger (HBV) nachzudosieren [9], wenn entsprechende Vorversuche gemacht worden sind. Bei einigen Produkten wird sogar empfohlen, diese Betonzusatzmittel erst auf der Baustelle in den Fahrmischer zu geben. In jedem Fall muss nach der BV- oder HBV-Zugabe pro $m^3$ Frischbeton während mindestens 1 min gemischt werden (mit Uhr kontrollieren!).

Allerdings: Im Entwurf zur europäischen Norm EN 206, der prEN 206 (Version April 1997) [10], ist folgendes Vorgehen vorgesehen: «Falls die Konsistenz bei Lieferung des Betons steifer als festgelegt und der Beton noch in einem Fahrmischer ist, darf die Konsistenz durch die Zugabe von Wasser und/oder Zusatzmitteln, z. B. Fliessmitteln, auf den festgelegten Wert unter der Voraussetzung gebracht werden, dass die Grenzwerte des Wassers oder Zusatzmittels, die nach Leistungsbeschreibung und dem jeweils festgelegten, höchstzulässigen Wasserzementwert erlaubt sind, nicht überschritten

| Land | Produktionsstart | Anlagen | Transportbetonproduktion [Mio. m³/a] | Betonverbrauch [m³/Kopf] | Anteil Transportbetonindustrie an Zementverbrauch [%] | Zentralmischung/ Fahrmischermischung[1] | Durchschnittlicher Transportweg [km][1] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deutschland | 1903 | 2 630 | 64,4 | 0,79 | 55 | 100/0 | 15 |
| Frankreich | 1933 | 1 586 | 28,5 | 0,51 | 41 | 100/0 | 15 |
| Grossbritannien | 1930 | 1 150 | 20,9 | 0,40 | 50 | 20/80 | 5 |
| Italien | 1962 | 2 400 | 60,8 | 1,10 | 44 | 1/99 | 15 |
| Niederlande | 1948 | 185 | 8,0 | 0,50 | 52 | 70/30 | 32 |
| Österreich | 1961 | 331 | 9,1 | 1,20 | 44 | 100/0 | 19 |
| Schweden | 1932 | 210 | 2,2 | 0,25 | 62 | 100/0 | 30 |
| Schweiz | 1933 | 300 | 8,3 | 1,18 | 67 | 100/0 | 10 |
| USA | 1913 | 10 000 | 192 | 0,74 | | | |

[1] Diese Angaben beziehen sich nur auf die Mitglieder der Ermco (Europäischer Transportbetonverband).

**Tab. 1 Ausgewählte Zahlen aus dem Jahr 1996 zur Transportbetonindustrie, zusammengestellt von der Ermco, dem europäischen Transportbetonverband [2].**

werden. Die Mengen des jeweils in den Fahrmischer zugegebenen Wassers oder Zusatzmittels müssen in jedem Fall auf dem Lieferschein vermerkt werden.»
Man beachte, dass der festgelegte W/Z-Wert nicht überschritten werden darf. Dies ist verständlich, bewirkt doch eine Wasserzugabe von 10 l/m³ Frischbeton eine Abnahme der 28-Tage-Druckfestigkeit um 2–4 N/mm² [11, 12].

## Anspruchsvolle Transportbetone

Neben den üblichen Routineanwendungen werden auch laufend Transportbetone produziert und eingebracht, die nicht alltägliche Eigenschaften aufweisen. Ein erstes Beispiel sind die

*Kantonsbetone*

Verschiedene Kantone stellen an Betone für bestimmte Bauvorhaben definierte Anforderungen. So wird im Kanton Luzern für Kunstbauten ein Beton B 45/35 mit unter anderem folgenden Eigenschaften vorgeschrieben:

- Zementgehalt 350 kg CEM I pro m³
- frostbeständig und wasserdicht
- Wasserzementwert bei Verarbeitung maximal 0,45
- Temperatur bei Verarbeitung maximal 25 °C
- Konsistenz nach Walz bei Abgabe auf der Baustelle zwischen 1,12 und 1,16 (Kranbeton) bzw. zwischen 1,08 und 1,12 (Pumpbeton)
- Mikroluftporengehalt ≤ 3 %

Weitere Vorschriften betreffen die Zuschlagstoffe.
Ohne Verflüssiger (BV) oder Hochleistungsverflüssiger (HBV) sowie Luftporenmittel (LP) kann ein derartiger Beton nicht hergestellt werden. Probleme bei längeren Transportzeiten und/oder erhöhten Aussentemperaturen sind vor allem beim Luftporengehalt und bei der Konsistenz zum Zeitpunkt der Verarbeitung beobachtet worden.

*Gekühlter Frischbeton*

Die extrem schlanken, maximal 32 m hohen Betonpfeiler einer Autobahnbrücke über die Saale in Deutschland sollten möglichst schrumpfrissfrei sein. Um dies zu erreichen, sollte die Einbautemperatur möglichst niedrig gehalten werden, damit die pro Arbeitsgang benötigten 750 m³ Transportbeton auf den gleichen Hydratationszeitpunkt gebracht werden konnten. Dazu wurde jede Fahrmischercharge von maximal 30 °C auf 10–12 °C heruntergekühlt. Als Kühlmittel diente flüssiger Stickstoff von –196 °C, der exakt dosiert über eine Lanze in den Transportbeton in der langsam drehenden Trommel eingedüst wurde. Die Kühlzeit betrug etwa 10–15 Minuten, je nach Ausgangstemperatur. Auf dem Weg zur Betonpumpe wurde weiter gemischt, um einen vollständigen Temperaturausgleich zu erzielen [13].

*Hochfester Beton*

Die Herstellung von hochfestem Transportbeton wurde unter anderem in Deutschland untersucht [14, 15]. Für freistehende, stark bewehrte Stützen wurde die in *Tabelle 2* zusammengefasste Betonzusammensetzung gewählt. Die Transportdistanz betrug 7 km bzw. 30 min (Stadtverkehr). Während dieser Zeit nahm das Ausbreitmass um 8–10 cm ab. Durch die Zugabe von HBV wurde es auf der Baustelle wieder auf 54 cm erhöht. Die Druckfestigkeit entwickelt sich folgendermassen: 56 N/mm² nach 3 Tagen, 72 N/mm² nach 7 Tagen, 87 N/mm² nach 28 Tagen und 94 N/mm² nach 56 Tagen.

| | |
|---|---|
| CEM I 42,5 R | Z = 450 kg/m³ |
| Zuschlag | |
| – Sand 0/2 | 35 Masse% |
| – Kies 2/8 | 20 Masse% |
| – Kies 8/16 | 45 Masse% |
| Silicastaub (Slurry, 50% Wasser) | S = 45 kg/m³ |
| Zusatzmittel: | |
| – BV | 2,7 l/m³ |
| – HBV | 10,8 l/m³ |
| – VZ | 1,8 l/m³ |
| Wasserbindemittelwert (W/Z+S) | 0,33 |

**Tab. 2 Zusammensetzung eines hochfesten Transportbetons (B 85 nach DIN) [15].**

*Langzeitverzögerter Beton*
Dank den Entwicklungen auf dem Gebiet der Betonzusatzmittel sind theoretisch und praktisch sehr grosse Zeitintervalle zwischen Herstellung und Verarbeitung von Frischbeton realisierbar geworden. Verantwortlich dafür sind sogenannte «Stabilisatoren», die weit wirkungsvoller als Verzögerer (VZ) in das Frühstadium der Zementhydratation eingreifen. Im Gegensatz zu konventionellen VZ, die normalerweise 3 bis 24 Std. wirken, können Betonmischungen mit Stabilisatoren während mehreren Tagen stabilisiert werden. Mittels eines «Aktivators» lässt sich die Stabilisierung jederzeit durch kurzes Durchmischen aufheben [16]. Hauptanwendungsgebiete von stabilisierten Betonen sind Spritzbetone. Für Transportbeton relevant sind Nassspritzbetone. Beschrieben ist beispielsweise eine Anwendung in Deutschland, bei der langzeitverzögerter Spritzbeton für die Vortriebssicherung und die Herstellung der Aussenschale eines Tunnels in der Nähe von Bonn verwendet wurde [17]. Der Beton wurde in einem 18 km entfernten Transportbetonwerk gemischt. Bei seiner Ankunft auf der Baustelle betrug das Ausbreitmass jeweils 38–42 cm. Wenn Beton im Tunnel gebraucht wurde, wurde das Ausbreitmass des Betons durch das Beimischen eines Verflüssigers auf 45–50 cm erhöht, dann wurde im Dichtstrom durch eine Betonpumpe zur Spritzdüse gefördert. Der Aktivator (Beschleuniger) wurde dort über eine automatisch gesteuerte Dosieranlage beigefügt. Abgesehen davon, dass jederzeit Frischbeton zur Verfügung stand, wurde auch die Tatsache geschätzt, dass die Rohrleitungen und Schläuche des Spritzmobils nur bei längeren Unterbrüchen entleert und gereinigt werden mussten. (Langzeitverzögerte Betone werden auch bei der Realisierung von Alptransit eine Rolle spielen.)

*Kurt Hermann, TFB*

## Literatur


[1] «Die Wiege stand in Hamburg – Jürgen Hinrich Magens erfand 1903 den Transportbeton», Beton **44** [3], 160–162 (1994).
[2] «Report of members activities 1996–1997», European Ready Mixed Concrete Organization (Ermco).
[3] Norm SIA 162: «Betonbauten» (Teilrevision 1993).
[4] **Hermann, K.**, «Zusammenarbeit von Fachleuten», Cementbulletin **62** [5], 3–7 (1994).
[5] **Hermann, K.**, «Frischbetonkontrolle» Cementbulletin **61** [18], 1–8 (1993).
[6] VSTB-Broschüre: «Beton: umweltfreundlicher Baustoff mit umweltschonender Herstellung».
[7] DIN 1045: «Beton und Stahlbeton – Bemessung und Ausführung» (Ausgabe 1988).
[8] **Takeyama, M.**, «Present technology of ready-mixed concrete and future prospects», Magazine of Concrete Research **48** [176], 199–209 (1996).
[9] **Hermann, K.**, «Zusatzmittel: BV und HBV», Cementbulletin **62** [10], 3–7 (1994).
[10] prEN 206: «Beton – Eigenschaften, Herstellung und Konformität» (Entwurf April 1997).
[11] Norm SIA 162/1: «Betonbauten – Materialprüfung» (Ausgabe 1989).
[12] **Krell, J., Dahlhoff, U.**, und **Vissmann, H.-W.**, «Temperaturabhängigkeit von Betoneigenschaften – Anpassen der Betonzusammensetzung erforderlich», Beton **44** [11], 668– 670 (1994).
[13] **Goldstein, W.**, und **Rühr, U.**, «1A-Beton durch Stickstoffkühlung», Strassen- und Tiefbau **44** [2], 24 (1996).
[14] **Budnik, J.**, und **Wassmann, K.**, «Hochfester Transportbeton B 85 – Technische Voraussetzungen, Betontechnologie und Qualitätssicherung», Beton **47** [4], 189–193 (1997).
[15] **Chipczynska, E., Ehrlich, N.**, und **Lietzmann, M.**, «Praktischer Einsatz von Mikrosilika», Beton **46** [10], 604–605 (1996).
[16] **Hermann, K.**, «Zusatzmittel: VZ», Cementbulletin **62** [12], 3–7 (1994).
[17] **Krüger, G.**, «Langzeitverzögerter Transportbeton für Spritzbeton», Beton **48** [1], 26–29 (1998).
[18] **Hermann, K.**, «Betonieren bei tiefen Temperaturen», Cementbulletin **66** [1], 3–7 (1998)