

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 92 (1974)
Heft: 20: Baumaschinen und Baugeräte

Artikel: Die Verwendung von Pumpbeton
Autor: Brugger, Martin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72367>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

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

Die Verwendung von Pumpbeton

Von **Martin Brugger**, Zürich

DK 666.97.033.13

1. Einleitung

In letzter Zeit begegnet man auf grösseren Baustellen des Hoch- und Tiefbaus in zunehmendem Masse Betonpumpen, die Frischbeton durch eine Rohrleitung an die gewünschte Stelle befördern.

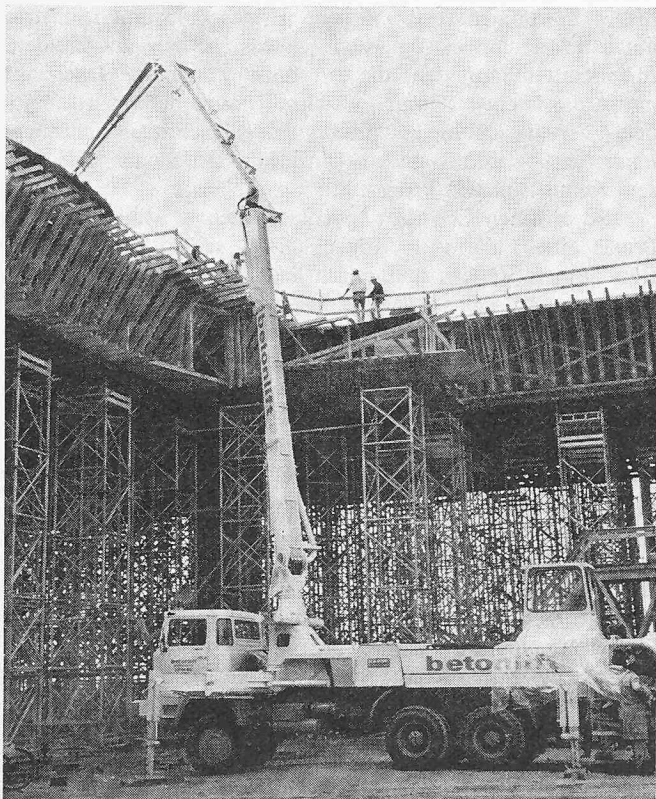
Noch vor rund 10 Jahren fand diese seit den dreissiger Jahren bekannte Betonfördermethode in der Regel nur für Tunnel und Stollenauskleidung Anwendung. Diese Pumpanlagen waren meistens nicht sehr beweglich, störungsanfällig und vermochten nur Beton mit hohem Slump, zusätzlichem Zement und Sandanteil in Rohrleitungen mit weitem Innendurchmesser zu transportieren.

Dank bisheriger technischer Verbesserungen hat sich der Anwendungsbereich von Betonpumpen stark erweitert, namentlich bei eingegengten (z. B. innerstädtischen) oder weitläufigen Baustellen. Dabei kann im Vergleich zum herkömmlichen Behälter- oder Bandtransport der Beton öfters mit rund einem Drittel weniger Personen und in kürzerer Zeit eingebracht werden. Pumpbeton lässt sich heute auf Distanzen von 100 bis 400 m horizontal bzw. 30 bis 90 m vertikal und in einer Menge von 30 bis 70 m³/h befördern. Allerdings lohnt sich die Verwendung einer modernen Auto-Betonpumpe mit Ausleger (Bild 1), deren Ankaufspreis um die 250 000 Fr. beträgt, in der Regel nur für grössere Baustellen, wo täglich mindestens 80 m³ Beton eingebracht werden und wo namentlich die hohe Beweglichkeit dieser Förderanlage zur Geltung kommen kann.

2. Betonpumpen

Noch vor zehn Jahren mochten es etwa drei grosse Fabriken gewesen sein, die eine kleine Zahl von Pumpenmodellen herstellten. Heute beliefern an die 20 Firmen den Markt mit einem vielseitigen Sortiment.

Bild 1. Moderne Betonpumpe auf Lastwagen montiert



Die neueren Modelle sind meistens auf Fahrzeugen und Anhängern installiert. Ihre Leistungsfähigkeit wird durch einen drehbaren, hydraulisch gelenkten Ausleger, an dem die Förderleitung montiert ist, erhöht. Die Reichweite variiert je nach Modell bei gestreckter Armlänge zwischen 15 und 20 m horizontal, 20 und 30 m vertikal und einer Tiefe (ohne Endschlauch) von 7 bis 8 m.

Am verbreitetsten sind zur Zeit die Kolben- und Squeeze-druckpumpen. Die ersteren (Bild 2), meistens mit zwei Förderkolben versehen, arbeiten in der Weise, dass der eine Kolben beim Zurückgehen Beton vom Aufnahmetrichter in den Förderzylinder saugt, während der andere den Beton nach vorn in die Förderleitung presst.

Squeeze-druckpumpen (Bild 3) bestehen aus einem Aufnahmetrichter mit Rührwerk, von dem aus ein flexibler Schlauch in die unter Vakuum stehende Pumpentrommel führt. Zwei gummiüberzogene, am Rotor angebrachte Rollen walzen sich auf dem an der Innenseite der Trommel liegenden Schlauch ab und pressen so den Beton in die angeschlossene Förderleitung. Das Vakuum bewirkt den ständigen Fluss des Betons vom Trichter in den Schlauch.

3. Förderleitungen

Förderleitungen sind heute in Stahl, Aluminium, Kunststoff und Gummi erhältlich. Bei Stahlrohren treten dank der glatten Innenwand geringe Reibungswiderstände und damit Förderdruckverluste auf. Bei Aluminiumrohren sind Fälle bekannt, in denen sich der Beton zusammen mit angeschliffenen Aluminiumteilchen infolge Bildung von Wasserstoff ausdehnte.

Ursprünglich überwogen Förderrohre mit 15 bis 18 cm Innendurchmesser. Mit den moderneren Pumpen lässt sich aber Beton störungsfrei durch kleinere Rohre befördern. Rohre mit 10,2 cm Durchmesser sind heute am häufigsten, da sie – mit Beton gefüllt und in einer Länge von 3 m – von einem Mann noch getragen werden können, während für gleich lange Rohrstücke mit 12,7 cm Durchmesser bereits zwei Mann erforderlich sind.

Aus Tabelle 1 sind für fünf übliche Innendurchmesser von Betonförderleitungen die entsprechenden Daten über Umfang, Fläche, Volumen und Gewicht ersichtlich.

Um den Reibungswiderstand zwischen dem steifen Betonpfropfen, in dessen Querschnitt keine gegenseitige Bewegung stattfindet, und der Rohrleitung zu verringern, ist vor dem ersten Durchfluss von Beton die Innenwandung mit einer Schmierschicht (Film) zu versehen. Man verwendet dazu eine dickflüssige Schlempe aus 2 Teilen Sand, 2 Teilen Zement und Wasser, die vorausgepumpt wird. Dieser Mörtel sollte nur zur

Tabelle 1. Technische Daten für Betonförderleitungen mit verschiedenem Innendurchmesser

	Mass-	Innendurchmesser der Leitung in cm				
	einheit	7,2	10,2	12,7	15,2	17,0
Innenumfang	cm	22,6	32,0	39,9	47,7	53,4
Querschnittsfläche	cm ²	41,0	81,0	127,0	181,0	227,0
Grösstkorndurchmesser (Rundlochweite) für						
zementreichen Beton	mm	25	32	50	64	64
zementarmen Beton	mm	20	25	32	50	50
Betonvolumen in 3 m Leitung	dm ³	12,3	24,3	38,1	54,3	68,1
Gewicht des Betons in 3 m Leitung (2,4 t/m ³)	kg	30	58	91	130	163

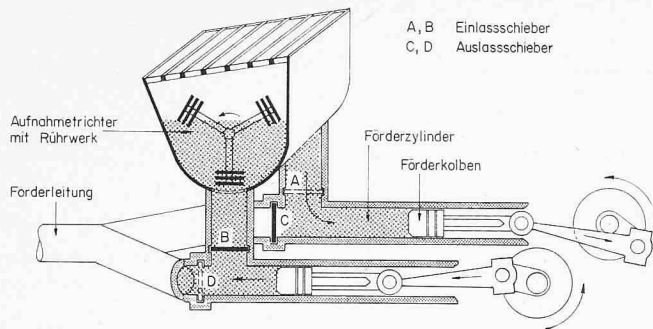


Bild 2. Schematische Darstellung der Kolbenpumpe

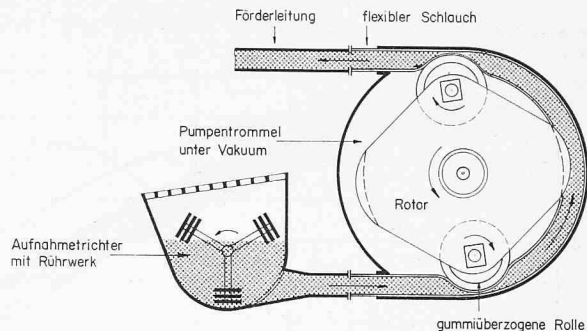


Bild 3. Schematische Darstellung der Squeezerdruckpumpe

Rohrschmierung gebraucht werden. Ausnahmsweise können kleinere Mengen für die Behandlung von Arbeitsfugen dienen.

Bei gleichbleibender Betonmischung verhalten sich Reibungswiderstand (R), Förderdistanz (L), Innendurchmesser der Leitung (D) und Fördergeschwindigkeit (v) zueinander wie folgt:

- R ist direkt proportional zu L bei unverändertem D und v , d.h. bei Verdoppelung von L verdoppelt sich auch R
- R ist direkt proportional zu v bei unverändertem L und D , d.h. bei Verdoppelung von v verdoppelt sich auch R
- R ist umgekehrt proportional zu D bei unverändertem L und v , d.h. bei Verdoppelung von D sinkt R auf die Hälfte.

In Bild 5 wird der Reibungswiderstand in Abhängigkeit von der Förderleistung und dem Innendurchmesser der Leitung dargestellt.

Gelangt ein Betonpropfen aus einem geraden Rohrstück mit einheitlichem Durchmesser in einen Rohrbogen oder ein Rohrstück mit kleinerem Durchmesser, so erfordert die Biegung bzw. Deformierung eine zusätzliche Energie, um die innere Reibung zwischen Kies, Sand und Zement zu überwinden. Da die Fördermenge pro Zeiteinheit (Förderleistung) beim Passieren eines Rohrstückes mit reduziertem Durchmesser keine Änderung erfährt, so wird sich demzufolge die Geschwindigkeit im Verhältnis der Eintritts- zur Austrittsfläche erhöhen. Beispielsweise steigt die Geschwindigkeit um das 5fache beim Übergang von einem Förderzylinder mit einem Durchmesser von 23 cm in eine 10,2-cm-Leitung, wobei nur ein entsprechend zusammengesetzter plastischer Beton

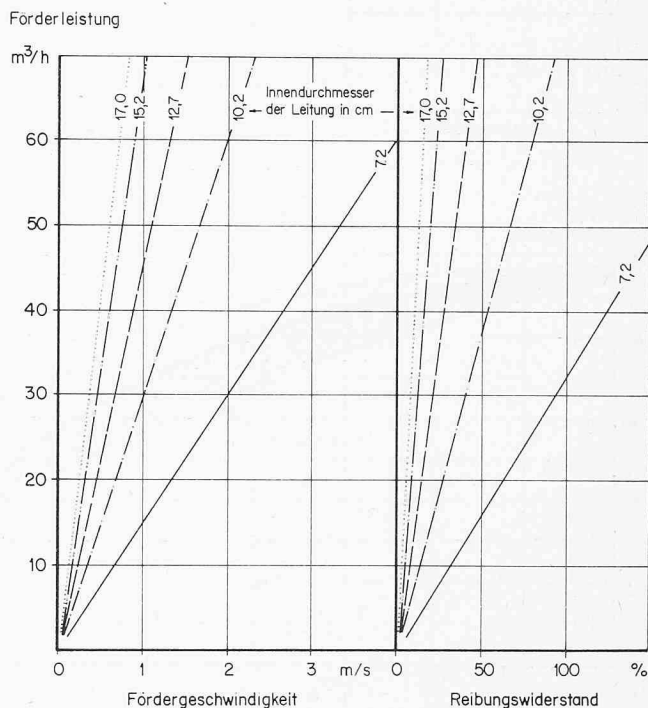


Bild 4 und 5. Links. Fördergeschwindigkeit in Abhängigkeit von Förderleistung und Innendurchmesser der Leitung

Rechts. Reibungswiderstand in Abhängigkeit von Förderleistung und Innendurchmesser der Leitung

Bild 6. Diagramm für die Bestimmung der Förderleistung einer Betonpumpe

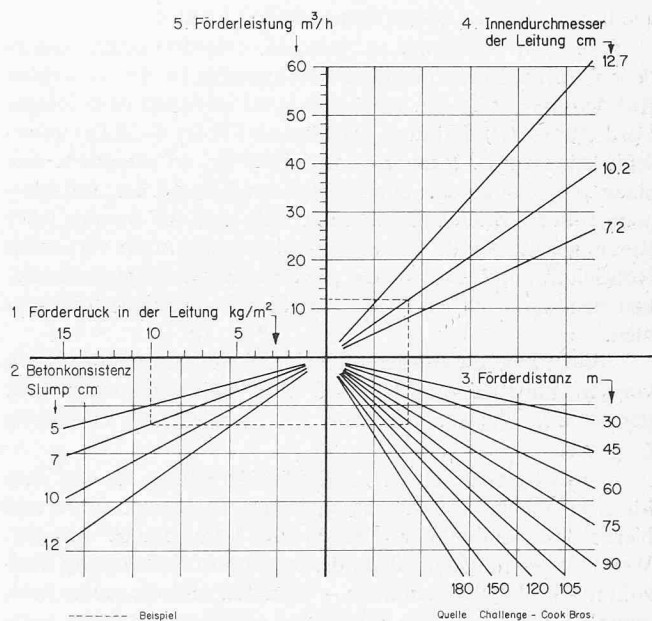
Beispiel für die Benützung dieses Diagramms:

Eine Betonmischung aus gerollten Zuschlagsstoffen mit einer Konsistenz von 7 cm Slump soll durch eine Rohrleitung von 10,2 cm Durchmesser in den 5. Stock eines Gebäudes mit einem Förderdruck von 10 kg/cm² gepumpt werden. Die Rohrleitung verläuft von der Pumpe aus 15 m horizontal, dann 15 m vertikal und schliesslich noch 30 m horizontal. Am Ende dieses 60 m langen Stahlrohres befindet sich ein 8 m langer flexibler Entleerungsschlauch. Wie gross ist die Förderleistung?

Von der ersten Position Förderdruck (10 kg/cm²) im Diagramm geht man hinunter zur zweiten Position Betonkonsistenz, Slump (7 cm), dann horizontal zur dritten Position Förderdistanz (91 m), die sich ergeben aus 45 m horizontaler Lage und der zur Berücksichtigung der Betongewichtssäule in der Steigleitung und des grösseren Reibungswiderstandes in flexiblen Schläuchen doppelter Länge sowohl der senkrechten Rohrleitung, 30 m, wie des flexiblen Schlauches, 16 m), dann hinauf zur vierten Position Innendurchmesser der Leitung (10,2 cm) und endlich horizontal zur gesuchten fünften Position Förderleistung, im vorliegenden Fall 12 m³/h

Das Diagramm lässt sich nach Belieben zur Bestimmung anderer variabler Grössen verwenden

Betonmischung aus gebrochenen groben Zuschlagsstoffen würden einen um 12 % höheren Förderdruck erfordern



Rückstand in
Gewichtsprozenten

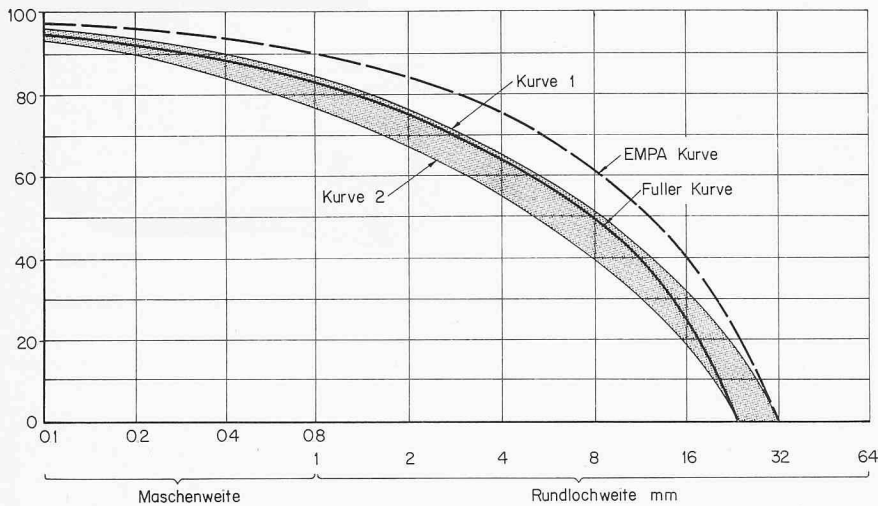


Bild 7. Der für die Förderrohre mit 10,2 cm Innendurchmesser zweckmässige Bereich der Sieblinien von Kies-Sand-Gemisch mit einer Körnung von 0 bis 32 mm ist als schraffierte Fläche zwischen den Kurven 1 und 2 angegeben

Rückstand in
Gewichtsprozenten

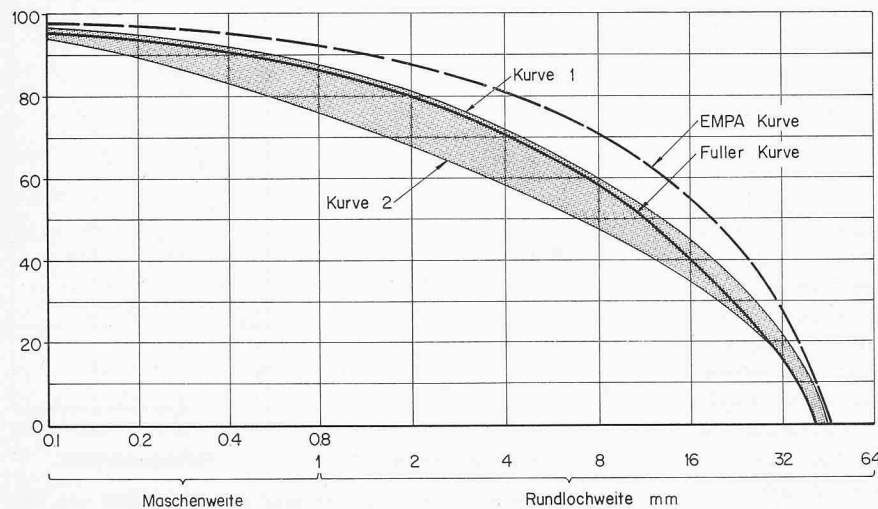


Bild 8. Der für die Förderrohre mit 12,7 cm Innendurchmesser zweckmässige Bereich der Sieblinien von Kies-Sand-Gemisch mit einer Körnung von 0 bis 50 mm ist als schraffierte Fläche zwischen den Kurven 1 und 2 angegeben

eine solche Deformation störungsfrei aushält. Bei Rohrbogen ist der Reibungswiderstand je nach Radius bis 3 mal so gross wie in der gleichen Länge einer geraden Leitung.

Beton in die Höhe zu pumpen, erfordert einen zusätzlichen Förderdruck, der dem Betongewicht in der vertikalen Rohrleitung entspricht. Allgemein wird zwischen dem totalen Förderdruck (P) und dem spezifischen Förderdruck (p) unterschieden. Ist z.B. P einer Pumpe 1125 kg, so entspricht dies einem p von 14 kg/cm² in einer 10,2-cm-Leitung. Der erforderliche totale Förderdruck P setzt sich aus der Summe aller Reibungswiderstände, der Betongewichtssäule in der vertikalen Rohrleitung und dem für die gewünschte Fördergeschwindigkeit benötigten Druck (Anteil für kinetische Energie) zusammen.

Bild 4 zeigt die Fördergeschwindigkeit (v) in Abhängigkeit von der Förderleistung (Q) und dem Rohrdurchmesser bzw. der innern Querschnittsfläche (A) gemäss der Gleichung $Q = vA$.

Am wirtschaftlichsten ist die Förderleitung, die auf dem kürzesten Wege von der Pumpe zum Einbauort führt und hierbei ein Minimum an Bögen und Verengungen aufweist. Wenn immer möglich sollten die ersten 3 m Rohrleitung horizontal – in der Pumpenachse – verlaufen und die ganze horizontale Strecke zwischen Pumpe und allfälliger vertikaler Fort-

setzung möglichst lang sein, damit ein Gegengewicht zum Beton in der vertikalen Leitung entsteht. Andernfalls wäre ein Schieber einzubauen, der ein Zurückfliessen des Betons während Pumpunterbrüchen verhindert.

Das Betonieren geschieht am zweckmässigsten vom entferntesten Punkt aus gegen die Pumpe, so dass jeweils nur die äussersten Rohrstücke abgekuppelt werden müssen. Eine gute Verbindung und Zusammenarbeit zwischen dem Personal der Betonmischanlage und der Pumpenbedienung einerseits und der Einbringgruppe andererseits ist eine wichtige Vorbedingung für einen reibungslosen Pumpbetrieb.

Wie die Pumpe, so verlangt auch die Förderleitung stets eine sorgfältige Bedienung und Pflege. Nach jedem Einsatz sind die Rohre zu reinigen.

Für die Bestimmung der Förderleistung einer Betonpumpe kann das Diagramm, Bild 6, nützliche Dienste leisten. Es basiert auf einer Betonmischung aus gerollten Zuschlagstoffen mit einem Grösstkorndurchmesser von 32 mm.

4. Pumpbeton

Eine störungsfreie Beförderung von Pumpbeton stellt an diesen besondere Anforderungen. Unwirtschaftlich wäre es jedenfalls, die Pumpfähigkeit einfach durch Beigabe von mehr Zement und Wasser zu erreichen. Da die Zuschlagstoffe von

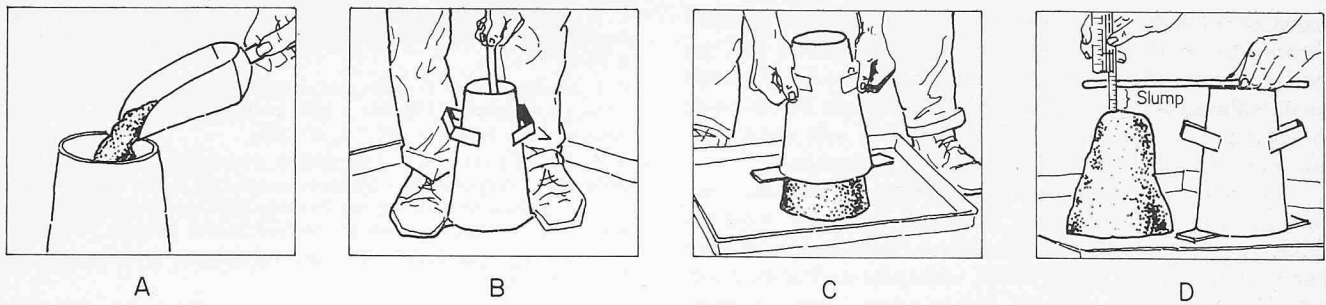


Bild 9. Prüfung der Betonkonsistenz mit Hilfe des Slumpstestes (ASTM Norm C 143-69)

Prüfungsablauf

- A zeigt die Einbringung des Frischbetons in die Prüfform. Als solche dient ein 30,5 cm hoher, aus 2 mm dickem Blech bestehender Mantel eines Kegelstumpfes, der oben 10,0 cm und unten 20,0 cm Innendurchmesser aufweist. Der Beton wird in 3 volumenmässig gleich grosse Schichten eingefüllt
- B Jede Schicht wird durch Stochern mit einem vorne gerundeten Stahlstab von 16 mm Durchmesser verdichtet. Pro Schicht sind 25 Eindringungen erforderlich
- C Nachdem die Prüfform etwas über den oberen Rand gefüllt worden ist, wird der überragende Beton abgestrichen und die Prüfform vorsichtig hochgezogen
- D Anschliessend wird ohne Verzug der Slump, d. h. die Setzung des Betonkuchens gemessen

Landesteil zu Landesteil variieren, können Pumpbetonmischungen nicht normiert werden; dagegen lassen sich doch einige allgemeine Richtlinien aufstellen.

Unter den Zuschlagstoffen für Pumpbeton spielt der Feinstsand (kleiner als 0,2 mm) eine wichtige Rolle. Zusammen mit Zement und Wasser bildet er den Schmierfilm zwischen Rohrwandung und Betonpfropfen und beeinflusst so den Reibungswiderstand. Feinstsand kleiner als 0,2 mm samt Zement wird im folgenden als Mehlkorn bezeichnet.

Die Mehlkornmenge einer Pumpmischung richtet sich nach dem Grösstkorndurchmesser, der Form der Zuschlagstoffe (rund oder gebrochen) und der Betonsorte. Bei einer Körnung von 0 bis 32 mm sollten 300 bis 400 kg/m³ Mehlkorn und bei einer solchen von 0 bis 15 mm 350 bis 450 kg/m³ vorhanden sein. Für gebrochene Zuschlagstoffe gilt die obere Gewichtsgrenze, da ihre grössere Oberfläche mehr Feinmörtel zur Umhüllung benötigt.

Weil Pumpbeton in der Regel einen höheren Sandanteil (siehe Bild 7 und 8) und Slump erfordert als Beton mit herkömmlicher Fördermethode, verlangt er normalerweise auch eine etwas höhere Zementdosierung.

Der Einfluss von Rohrdurchmesser und Betonsorte (zementreich oder zementarm) auf den Grösstkorndurchmesser der Zuschlagstoffe geht im einzelnen aus Tabelle 1 hervor.

Wenn Beton mit zu grossen Grösstkorndurchmesser und zu hohem Anteil von Grobkies verwendet wird, etwa in der Absicht, Zement zu sparen, sind Pumpschwierigkeiten zu erwarten. Aus Bild 7 und 8 gehen die zweckmässigen Bereiche der Sieblinien für Förderrohre mit 10,2 und 12,5 cm Durchmesser bei Körnungen von 0 bis 32 mm bzw. 0 bis 50 mm hervor. Danach lässt sich Beton mit einer Sieblinie der Zuschlagstoffe zwischen Kurve 1 und 2 gut pumpen. Die Sieblinie von gebrochenen Zuschlagstoffen (Bruchkies und Splitt) lehnt sich an die Kurve 2 an.

Mit der Wasserdosierung wird die Konsistenz des Pumpbetons entscheidend beeinflusst. Betonmischungen mit einem Slump von 5 bis 12 cm lassen sich gut befördern. Dagegen führen bei flüssigem Beton Rohrverstopfungen infolge Entmischung und bei steifem Beton hohe Reibungswiderstände zu Pumpschwierigkeiten.

Durch Verwendung von Zusatzmitteln (Plastifizierer oder Filler) gelingt es namentlich bei schwierigen Förderwegen und bei Betonmischungen mit zu geringem Mehlkornanteil den Frischbeton geschmeidiger zu machen.

Plastifizierer («Betonverflüssiger») erlauben eine Herabsetzung der Anmachwassermenge bei gleichbleibendem Slump mit entsprechender Erhöhung der Druckfestigkeit oder eine Erhöhung der Plastizität bei gleichbleibendem Wasser/Zement-Faktor ohne Herabsetzung der Druckfestigkeit. Für Transportbeton sind verzögernd wirkende Plastifizierer geeignet.

Filler, d. h. mehlfeine mineralische Zusatzmittel wie Steinmehl, Flugasche und hydraulischer Kalk erhöhen bei ungenügendem Gehalt des Betons an natürlichem Mehlkorn die Plastizität. Steinmehl weist den Nachteil auf, dass es nicht genormt und nur in feinem Zustand verwendungsfähig ist. Flugasche ist ein Abfallprodukt mit Kohlen betriebener thermischer Kraftwerke; sie ist in der Schweiz teurer als Zement und deshalb in der Verwendung unwirtschaftlich. Als sehr geeignet hat sich dagegen der genormte hydraulische Kalk erwiesen, dessen Preis rund 15% unter dem des Zements liegt. Eine Dosierung zwischen 20 und 50 kg/m³ hat sich als zweckmässig erwiesen, bei dieser tritt keine Verminderung der Druckfestigkeit auf.

Ein störungsfreies Einbringen von Qualitätsbeton mit Pumpen kann nur durch eine regelmässige und zuverlässige Kontrolle der Betoneigenschaften erreicht werden. Dazu empfiehlt sich auf grösseren Baustellen die Einrichtung eines Betonlabors, zu dessen Aufgaben vor allem gehören:

- die Herstellung von Versuchsmischungen, anschliessend deren Prüfung hinsichtlich ihrer Pumpfähigkeit unter den auf der Baustelle herrschenden Bedingungen,
- die Überwachung der Materialaufbereitung und Betonherstellung (regelmässige Kontrolle der Waagen, Dosiergeräte und Mischzeit),
- die Überwachung der Betonkonsistenz mittels Slumpstest (da dieser in der Schweiz zwar bekannt, aber offenbar noch wenig angewendet wird, versucht Bild 9 den 4teiligen Arbeitsvorgang näher zu erläutern),
- die Kontrolle der Transportzeit von Frischbeton,
- die Ausführung von Siebanalysen bei Zuschlagstoffen und Frischbeton,
- die Herstellung von Betonprüfkörpern beim Bauwerk zur Ermittlung der Druckfestigkeit sowie schliesslich
- die statistische Auswertung der Prüfergebnisse.

5. Schlussbemerkungen

In der Schweiz werden heute nach einer Schätzung der Technischen Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizeri-

schen Zementindustrie in Wildegg 35% des gesamten Zementverbrauches in Transportbeton geliefert, wovon rund 10% gepumpt werden dürften. Demgegenüber weisen die USA mit ihrem höheren Mechanisierungsgrad gegenwärtig bereits einen Anteil des Pumpbetons am Transportbeton von rund 30% auf. Für das Jahr 1970 wird sogar mit 40% gerechnet.

Die schweizerische Bauwirtschaft dürfte dieser in den Vereinigten Staaten festgestellten Entwicklung folgen, wenn es gelingt, die bisher vielfach aufgetretenen Qualitätsmängel beim Pumpbeton und die häufig damit verbundenen Pumpschwierigkeiten zu beheben. Mängel, die in erster Linie auf ungenügende Ausbildung und Erfahrung der an der Verwendung von Pumpbeton Beteiligten zurückzuführen sind.

Literatur

- American Concrete Institute (ACI): Recommended Practice for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete. 1973, ACI 304-73.
- American Concrete Institute: Placing Concrete by Pumping Methods. «ACI Journal», 1971, p. 327-345.

- C. W. Donnelly: Concrete Pumping. «Construction Methods and Equipment», January issue 1972, p. 62-71, and February issue 1972, p. 88-96.
- E. L. Fowler and E. F. Holmgren: Expansion of Concrete Pumped Through Aluminium Pipeline. «ACI Journal», 1971, p. 950-953. Discussion «ACI Journal», 1972, p. 357-360.
- H. Stamm, Direktor der Technischen Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie (T. F. B.): Der Einfluss von mehlfineinen Stoffen auf die Betonqualität mit spezieller Berücksichtigung des Transportbetons. Vervielfältigter Bericht, 1972, 5 S.
- T. F. B.: Die Zusammensetzung von Pumpbeton. «Cementbulletin», Juli 1972, 4 S.
- R. E. Tobin: Hydraulic Theory of Concrete Pumping. «ACI Journal», 1972, p. 505-510.
- R. Weber: Anforderungen an den Transportbeton im Hinblick auf Fördern, Einbringen und Verdichten. «Beton», 1968, S. 298-306.
- Direkte Mitteilungen der T. F. B. in Wildegg (AG) und der Firma Schwing GmbH, Wanne-Eickel (Bundesrepublik Deutschland).

Adresse des Verfassers: *Martin Brugger*, Ingenieur-Techniker HTL, in Firma Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG, Postfach, 8022 Zürich.

Betonstrassenbau mit Baumaschinen in den USA

DK 625.843 : 624.002.5

Auf einer Studien- und Ferienreise durch die USA hatte der Verfasser zufällig Gelegenheit, einen Ausschnitt aus dem amerikanischen Strassenbau zu erleben.

Betonstrassen sind ja bekanntlich auch nach Ansicht der Amerikaner nicht teurer in der Herstellung, aber im Unterhalt billiger. Die bessere Sicht bei Dunkelheit und Regen sowie der kürzere Bremsweg werden besonders geschätzt.

Ein Verwandter, der bei einer grossen Baufirma in Omaha im Staat Nebraska für den Einkauf der wirtschaftlichsten Baumaschinen verantwortlich ist, zeigte ihm, wie mit modernsten Maschinen Betonstrassen sozusagen wie Autos am Fliessband hergestellt werden.

Am besten zeigen die nachfolgenden Bilder, wie grosszügig und rationell die Aufgabe in den USA angepackt wird.

Adresse des Verfassers: *Fritz Schär*, Schöngrundstr. 63, 4600 Olten.

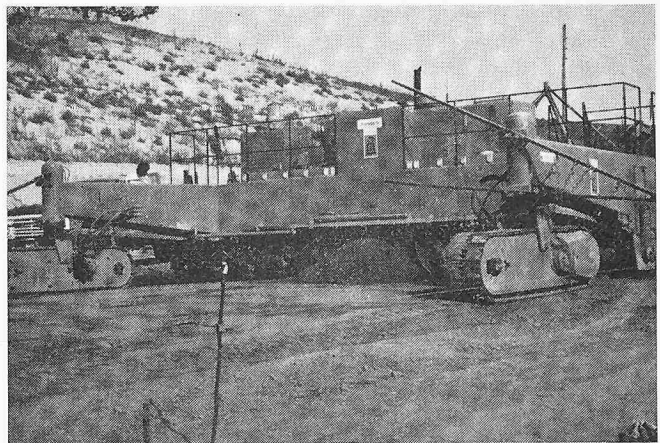


Bild 1. Betonstrassenbaumaschine bei der Ausgleichsverteilung des Unterbaumaterials. Automatisch gesteuert und geführt von einem Nylonseil, das mit 100 kg Zug gespannt etwa alle 150 m gestützt ist

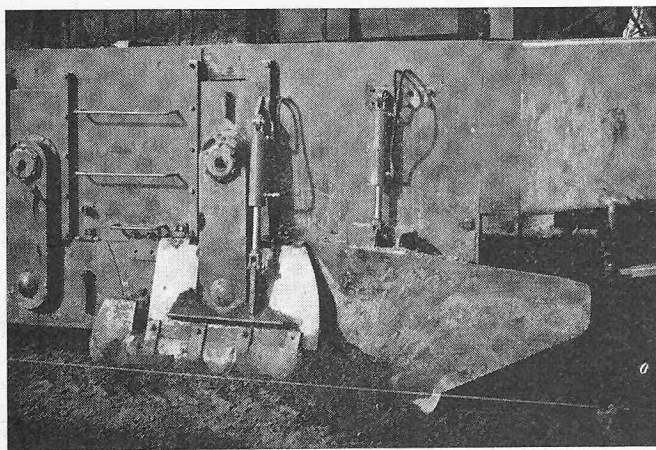


Bild 2. Das bei der Ausgleichsverteilung überflüssige Untergrundmaterial wird von der Maschine nach dem Strassenrand abgeschoben

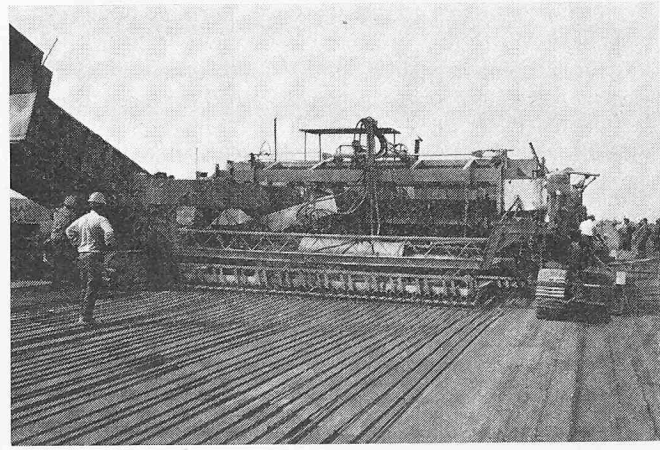


Bild 3. Die Betonverteilmaschine übernimmt Beton vom Zufuhrfahrzeug. Über ein Gummiband wird der Beton der Verteilmaschine in der Mitte der zukünftigen Strasse geführt. Die Verteilmaschine ist durch eine Vorrichtung ergänzt, welche dem Beton automatisch und kontinuierlich den Armierungsstahl zuführt