





Pumpbarkeit von Frischbeton

Forschung | Alles fließt?

Seit 1. Dezember 2015 betreut die Forschungsgemeinschaft Transportbeton (FTB) das Forschungsvorhaben „Zielsicheres Pumpen von Beton“. An der TU Dresden liefen dazu in den vergangenen Wochen die praktischen Versuche.

Viele Argumente sprechen dafür, Transportbeton auf der Baustelle mittels Pumpe zu fördern und einzubringen: Seien es komplexe Anforderungen im Rahmen von Bauvorhaben, bei denen Beton in extreme Höhen bzw. über sehr lange Strecken gepumpt wird, oder die reine Wirtschaftlichkeit, die den Ausschlag dafür gibt, dass auf die Bereitstellung von Kran und Betonkübel verzichtet wird. Im Jahr 2015 wurden rund 42 Prozent der in Deutschland insgesamt verbauten 47,2 Mio. Kubikmeter Transportbeton gepumpt. Dabei hat der Anteil des Pumpbetons in der Vergangenheit kontinuierlich zugenommen. Ein Trend der sich in den kommenden Jahren aller Voraussicht nach verstärken wird.

Mehr Betonarten – mehr Herausforderungen

Allerdings bringt der Einsatz von Betonpumpen auch hohe Herausforderungen an das Material und dessen Verarbeitbarkeit mit sich. Geltende Vorschriften und Regelwerke zur Beurteilung der Pumpbarkeit von Beton stammen aus Zeiten, als lediglich wenige Betonarten mit einander stark ähnelnden Zusammensetzungen und rheologischen Eigenschaften verwendet wur-

den. Bei modernen Betonsystemen, in denen neben Zement, Wasser und Gesteinskörnung auch hochwirksame Zusatzmittel und Zusatzstoffe zur Anwendung kommen, können Schergrenze und Viskosität in einem sehr breiten Spektrum variieren. Außerdem beeinflussen betontechnologische Parameter, wie Mischintensität, Temperatur oder Alter das rheologische Verhalten der Mischungen und somit deren Pumpbarkeit. Weitere maßgebliche Einflüsse auf die Pumpbarkeit resultieren aus der zum Pumpen verwendeten Maschinenteknik, wie z. B. Rohrdurchmesser, Krümmungen, Querschnittsreduzierungen, Förderlänge.

Forschungsaktivitäten – Meilensteine

An der Technischen Universität Dresden wird zur „Zielsicheren beton- und maschinentechnischen Gestaltung des Pumpens von Frischbeton“ seit längerem Forschungsarbeit geleistet. Egor Secieru, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baustoffe der TU Dresden, forscht seit 2013 unter der Leitung von Prof. Viktor Mechtcherine und ist federführend verantwortlich für das derzeit laufende Projekt. Er beschreibt dessen Ziele folgendermaßen: „Unser Forschungsvorhaben soll praxisgeeignete >



Das von der FTB betreute Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) wird über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 18361 N gefördert.

www.transportbeton.org

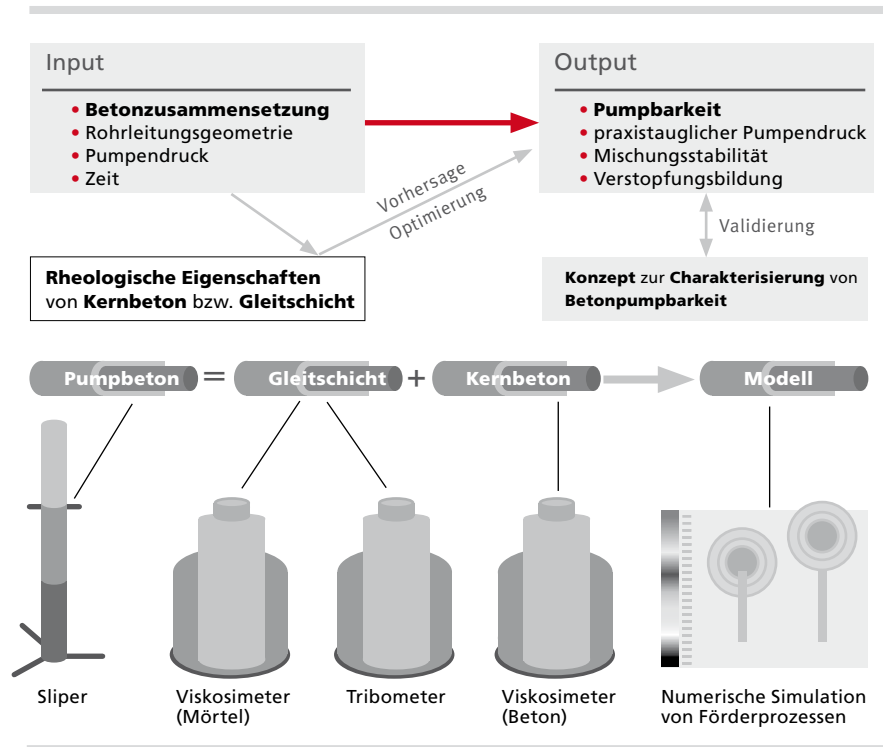


Methoden zur Charakterisierung von Betonförderprozessen in Pumpleitungen sowie zur Optimierung der stofflichen Zusammensetzung von Betonen hinsichtlich der Pumpbarkeit zur Verfügung stellen. Wir wollen erst einmal grundsätzlich kennenlernen, welches Material durch die Rohrelemente fließen kann, und uns damit auseinandersetzen, dieses in die verschiedenen Betonarten zu klassifizieren. Im Endergebnis sollen valide Hinweise zur Vorhersage deren Pumpbarkeit gegeben werden können“. Dafür wurde ein Untersuchungskonzept entwickelt, dargestellt in Bild 1. Nicht zu vergessen die Maßgabe, dass der gepumpte Frischbeton am Ende der Rohrleitung die geforderten konstruktiven Eigenschaften aufweisen muss.

Vom Labor – Zur Praxis

Die Pumpbarkeit von Frischbeton ist an sich keine direkt messbare physikalisch definierte Größe.

ße, sondern ein Sammelbegriff für verschiedene rheologische Eigenschaften des Betons, z. B. seine Viskosität und Fließgrenze sowie die innere Reibung, die in Summe das Verhalten des Frischbetons beim Mischen, Fördern, Einbringen und Verdichten über die Zeit beeinflussen. Um das Verhalten von Frischbeton vorrangig im Labor zu charakterisieren und für die Zukunft praxisorientierte Empfehlungen geben zu können, werden heutzutage in der Forschung zusätzlich zu den traditionell-etablierten empirischen Methoden, wie z. B. Ausbreitmaß und Setzverhalten, komplexe und präzise Geräte, wie Viskosimeter und Tribometer, eingesetzt. Dadurch wird eine deutlich differenziertere Erfassung der Materialeigenschaften, d. h. der an der Rohrwandung entstehenden Gleitschicht und des Kernbetons, ermöglicht. In der Praxis sind diese Geräte jedoch nicht immer anwendbar, da sie zu aufwendig und nicht für jede Betonart geeignet sind. Im Gegenzug müssen daher einfache und dennoch aussagekräftige >





Erste Auswertungen sind vielversprechend, die weitere Ergebnisphase bleibt sehr spannend.

Messtechniken entwickelt werden, um die Voraussetzungen für eine praktische Anwendung zu bieten. Einen wichtigen Schritt in diese Richtung ging die TU Dresden mit der Entwicklung des Gleitrohr-Rheometers im Rahmen der Dissertation von Dr. Knut Kasten. „Mit diesem praxistauglichen Gerät kann man die Druckverhältnisse und die hieraus resultierenden Bewegungszustände im Frischbeton am freien Ende einer Betonförderleitung nachbilden. Aus den Messdaten lässt sich für jede Betonförderleitung eine Beziehung zwischen Pumpdruck und Fördermenge aufstellen und auf die Geometrie der Förderleitung übertragen“, so Secrieru.

Alles fließt!

Ein Hauptziel der o. g. Arbeit im Forschungsprojekt der TU Dresden ist die Prüfung verschiedener bereits existierender Methoden für die Vorhersage der Pumpbarkeit unterschiedlicher Arten von Frischbeton. Hierfür wurden Normalbetone, jeweils mit runder und gebrochener Gesteinskörnung, mit und ohne Zusatzstoffen und Zusatzmitteln sowie leistungsfähige Sonderbetone, u. a. selbstverdichtende und Stahlfaserbetone, eingesetzt. Die Betonauswahl erfolgte unter Einbeziehung am Projekt beteiligter Praxispartner der Transportbetonindustrie.

Für die großmaßstäblichen Pumpversuche wurde eine fest installierte Pumpstrecke einer Länge von zirka 160 m mit drei Umlenkungen aufgebaut. Die Rohrdurchmesser variierten zwischen 125 mm bis 100 mm am Streckenende. Als Pumpe diente eine Autobetonkolbenpumpe. Die Förderstrecke wurde an ausgewählten Stellen mit insgesamt acht Druck- und drei Temperatursensoren ausgestattet. Der Betonförderstrom konnte mit dem am Ende der Strecke eingebauten Durchflussmessgerät exakt erfasst werden.

„Nachdem zwölf unterschiedliche Betone in einem Volumen von über 100 m³ über die Förderleitung praxisiert gepumpt wurden, haben wir ausreichend Daten für eine zukünftige Modellentwicklung zur Vorhersage der Betonpumpbarkeit gesammelt. Erste Auswertungen sind vielversprechend, die weitere Ergebnisphase bleibt sehr spannend“, so beschreibt Secrieru die Tatsache, dass die auf den Weg gebrachten intensiven Forschungsleistungen zur Thematik noch lange nicht abgeschlossen sind. Es seien nicht nur unmittelbar die direkten

Schadenskosten, also durch Verstopfung zerstörte Pumpleitungen, die mit zirka 2,3 Mio. €/Jahr viel Geld kosten, sondern auch die Verzögerungen durch Baustopps, die Verschmutzung von Objekten oder gar Personenschäden, die die Erforschung der Pumpfähigkeit von Beton zu einer präsenten Thematik machen.

Stand der Arbeiten

Die Pumpversuche sind im September erfolgreich abgeschlossen worden. Nun beginnt die TU Dresden mit der Auswertung der gewonnenen Daten. Die Zwischenergebnisse werden im 1. Quartal 2017 vom projektbegleitenden Ausschuss beraten. Basierend auf den kritischen Analysen der Laborexperimente und Pumpversuche wird ein Konzept zur Charakterisierung des Pumpverhaltens von frischen Betonen entwickelt. Wir werden weiter berichten •

