

Zwischenbericht der Forschungsarbeiten

Forschung | Zielsicheres Pumpen von Frischbeton

Die Forschungsgemeinschaft Transportbeton (FTB) betreut seit 2015 das Forschungsvorhaben „Zielsicheres Pumpen von Beton“. 2016 wurden dazu durch die TU Dresden zahlreiche praktische Versuche durchgeführt. (Wir berichteten in TB-iNFO 65.) Egor Secieru, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baustoffe der TU Dresden, ist für das Projekt federführend verantwortlich. Wir sprachen mit ihm über die wesentlichen Zwischenergebnisse des Forschungsprojektes.

Interview | Egor Secieru

Herr Secieru, können Sie als Projektverantwortlicher eine kurze Zusammenfassung zum bisherigen Stand Ihres Forschungsvorhabens geben?

Egor Secieru: In den Phasen 1 (Laborversuche) und 2 (Pumpversuche) fanden Untersuchungen an insgesamt 18 Betonen statt. Ihre stofflichen Merkmale und Konsistenzklassen wurden gemeinsam mit den Industriepartnern aus der FTB-Betreuungsgruppe „Pumpen von Beton“ festgelegt. Als Hauptparameter bei der Auswahl der Normal- und Hochleistungsbetone dienten die Konsistenzklasse, der Leimgehalt, der Einsatz sowohl verschiedener Zusatzstoffe (Flugasche, Kalksteinmehl, Stahlfasern) als auch Zusatzmittel (Fließmittel, Luftporenbildner). Die rheologische Charakterisierung aller Frischbetone erfolgte mit dem ConTec Viskosimeter (S. 34, Bild 1) und dem Tribometer (Bild 2). Mit dem Gleitrohrreometer, auch „Sliper“ genannt (Bild 3), wurden Messergebnisse zum effektiven Pumpendruck und der resultierenden Fördermenge ermittelt und diese anschließend auf die reale Pumpstreckengeometrie skaliert.

Wie kann man die praktische Pumpstrecke beschreiben?

Es wurde eine fest installierte Pumpstrecke mit einer Länge von zirka 160 m aufgebaut (S. 35, Bilder 4–8). Die Rohrdurchmesser variierten be-

absichtigt zwischen 125 bis 100 mm. Die Förderstrecke wurde an ausgewählten Stellen mit insgesamt acht Druck- und drei Temperatursensoren ausgestattet. Der Förderstrom konnte mit dem am Ende der Strecke eingebauten Durchflussmessgerät exakt erfasst werden. Als Pumpe diente eine Autobetonkolbenpumpe. Maßgebliche technische Unterstützung leisteten die projektassoziierten Firmen aus dem Mitgliederkreis der FTD.

Kommen wir noch einmal kurz auf die Zielsetzung des Forschungsvorhabens zurück.

Das Pumpen als Fördermethode ist ja nicht neu. Dennoch treten im Tagesgeschäft leider immer wieder Störungen auf, beispielsweise Stopfer mit hohen Schadenskosten, zeitliche Ausfälle im Bauablauf oder gar Personenschäden. Dem entgegenzuwirken ist mehr als Motivation. Der Pumpvorgang ist ganzheitlich zu betrachten, angefangen von der maschinentechnischen Gestaltung über die Betonoptimierung und die Witterungsbedingungen bis letztlich zu der Überwachung vor Ort – und einem für die absehbare Zukunft geeigneten Monitoring. Darüber hinaus besteht unsere Absicht darin, uns in allernächster Zukunft in das Bauen-4.0-Konzept mit digitalisierten Prozessabläufen einzubringen.

Wie wirken sich unterschiedliche Betone auf das Pumpverhalten aus? Gibt es da wirklich plausible Unterschiede?

Ja, das ist ein Knackpunkt und entspricht genau der Fragestellung unseres Forschungsvorhabens. Moderne Betone mit niedrigem Wasserzementwert unter 0,40 nehmen bekanntlich einen immer breiteren Raum ein. Dazu zählen auf jeden Fall die Hochleistungsbetone inklusive der selbstverdichtenden Betone. Schlüsselwort ist hier die Nachhaltigkeit von der Rohstoffauswahl und -einsparung bis hin zur Dauerhaftigkeit solcher speziellen Betone. Eine enorme Herausforderung für das Pumpen besteht darin, einerseits durch Zugabe hocheffizienter Fließmittel deren Verarbeitbarkeit zu gewährleisten und andererseits die größtenteils hochviskosen Betone durch die Schlauchleitungen gefördert zu bekommen. Bei herkömmlichen Betonen gestaltet sich dieser Prozess einfacher, da man durch variierte Konsistenz die erforderliche Pumpfähigkeit steuert.

Egor Secieru



Egor Secieru, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baustoffe, Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden, promoviert und forscht seit 2013 unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Viktor Mechtcherine auf dem Forschungsgebiet der Betonrheologie. Zu seinen Forschungsgebieten zählen die rheologische Charakterisierung von Frischbeton, die Optimierung der Betonpumpbarkeit und Hochleistungsbetone. Fachlich ist er darüber hinaus in das Netzwerk C³-Carbon Concrete Composites eingebunden.

Verraten Sie uns doch etwas über Ihre bisherigen Ergebnisse.

Es ist uns gelungen, die rheologischen Eigenschaften sowohl von Kernbeton als auch der entstehenden Gleitschicht an der Rohrwandung zu bestimmen. Die optimierten analytischen (siehe beton 1+2, 2016) und numerischen Modelle wurden erfolgreich für Normalbetone und ebenfalls für Hochleistungsbetone verifiziert. Wie man aus den unterschiedlichen >



Rheologische Geräte: Viskosimeter (1), Tribometer (2) und Sliper (3).



Farbtönungen in Bild 9 erkennt, bewegt sich der Kernbeton im Falle eines Normalbetons als Pfropfen, beim selbstverdichtenden Beton tritt neben der Scherung der Gleitschicht auch die des Kernbetons auf.

Diese Modelle sind zunächst für senkrechte nach oben führende und horizontale Streckenführungen anwendbar. Das bezieht sich z. B. auf die Vorhersage des Druck-Fördermenge- P - Q -Verhältnisses für Normalbeton (Bild 10) und selbstverdichtenden Beton (Bild 11). Das Pumpen in Richtung nach unten stellt einen Sonderfall dar, da man kurzzeitig einen künstlichen Pfropfen vor dem zu fördernden Beton „einbauen“ muss, um das „freie“ Fließen des Pumpbetons zu verhindern. Dieses Thema war nicht Gegenstand unseres Projektes.

Ihre Ausführungen machen uns neugierig. Was bedeuten sie nun konkret für die zielsichere betontechnische Gestaltung von Frischbeton und sind damit alle diesbezüglichen Fragestellungen vom Tisch?

Zunächst kann die Betonpumpbarkeit für den abgesteckten Untersuchungsrahmen unserer Forschung vorhergesagt werden. Dafür sind keine aufwendigen großmaßstäblichen Pumpversuche mehr notwendig – ein nicht geringer

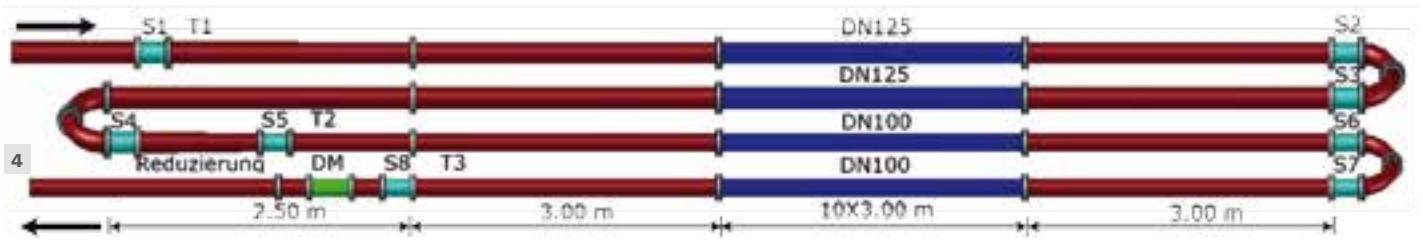
Erfolg für die Transportbetonindustrie. Allerdings muss der Aspekt der Betonstabilität über den gesamten Pumpprozess Eingang finden. Fachkollegen des Institutes für Baustoffe an der Leibniz Universität Hannover widmen sich aktuell dieser Aufgabenstellung. Es besteht nicht nur eine Synergiekooperation, sondern eine ergänzende Ergebniszuführung in unser Projekt, die die Abrundung und Aufwertung auf einer qualitativ höheren Stufe zulässt.

Sind spezielle Anforderungen an die maschinentechnische Gestaltung bzw. die Pumpenbediener bei Variation der Betone zu beachten?

Selbstverständlich. Jeder Beton benötigt neben der Erfahrung des Pumpenbedieners einen angepassten Pumpprozess. Vereinfachend erklärt: Flüssigere Betone sind stabilitätsanfällig und benötigen sorgfältige Betreuung vor allem beim Einpumpen. Steifere Betone hingegen sind als mischungsstabiler zu sehen. Allein daraus begründen sich die speziellen Anforderungen. Eine Liste mit ganz praktischen Empfehlungen ist in Vorbereitung.

Wann und wo werden diesbezügliche Forschungsergebnisse publiziert werden?

Üblicherweise gehen die Zwischen- und Sachbe-



richte dem Projektträger der Fördermaßnahme der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (AiF) zu. Der Sachbericht wird im 1. Quartal 2018 fristgemäß eingereicht werden. Die Ergebnisse stehen damit der ganzen Branche zur Verfügung. Das Fachpublikum habe und werde ich bei Vorträgen auf dem Laufenden halten. Der nächste findet im Rahmen der Veranstaltung „Transportbeton-Tage 2017“ am 7. September 2017 in Augsburg statt. Hinweisen möchte ich ebenfalls auf unsere Veröffentlichungen zum Thema „Pumpen

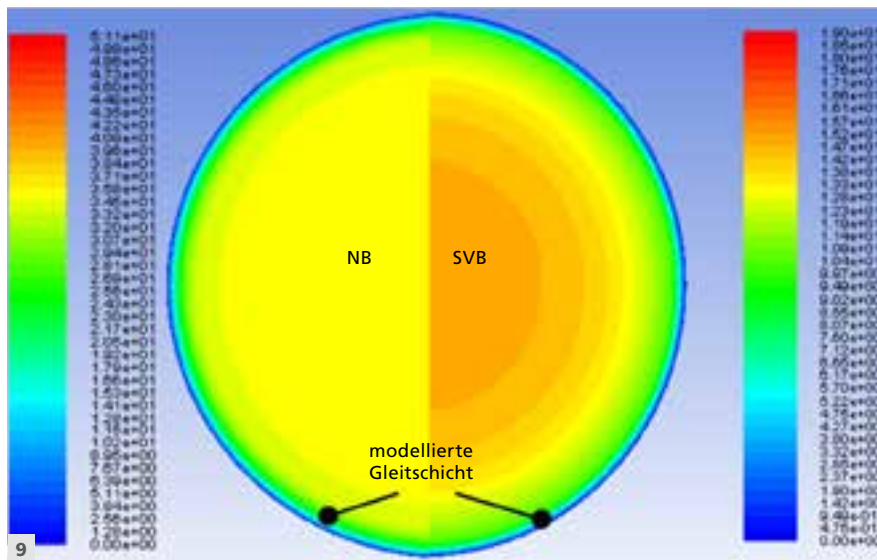
von Beton“ in den Zeitschriften „Bautechnik“, „beton“, „BWI BetonWerk International“ und „Construction and Building Materials“. Nach Promotionsabschluss werde ich die Fachwelt weiter begleiten. Da ist einiges in Planung.

Wie wird es perspektivisch weitergehen?

Als Forscher haben wir die Kompetenz und geeignete Mittel an der Hand, wie moderne Laborausstattung mit computergestützter Technik, die die Charakterisierung der Pumpbarkeit moderner Betonsysteme – bestehend aus einer >

Schematische Darstellung der Pumpstrecke einschließlich der Drucksensoren S1-S8, Temperatursensoren T1-T3 und des Fördermessgerätes FM (4); reale Pumpstrecke (5), eingebaute Drucksensoren (6), Temperatursensoren (7) und Durchflussmessgerät (8).

Geschwindigkeitsprofile in der Rohrleitung, erhalten aus den numerischen Simulationen für einen Normalbeton (NB) und einen selbstverdichtenden Beton (SVB).



Vielzahl von Komponenten – erlaubt. Darin möchten wir die gesamte Wertschöpfungskette einbeziehen, um Nachhaltigkeit für kommende Generationen zu üben und zeitgemäß Wirtschaftlichkeit nachzuweisen. Wir sind sicherlich gemeinsam gespannt auf weitere Meilensteine in der Zukunft des Bauens 4.0. Das von der FTB betreute Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) wird über die Arbeitsgemeinschaft industrieller For-

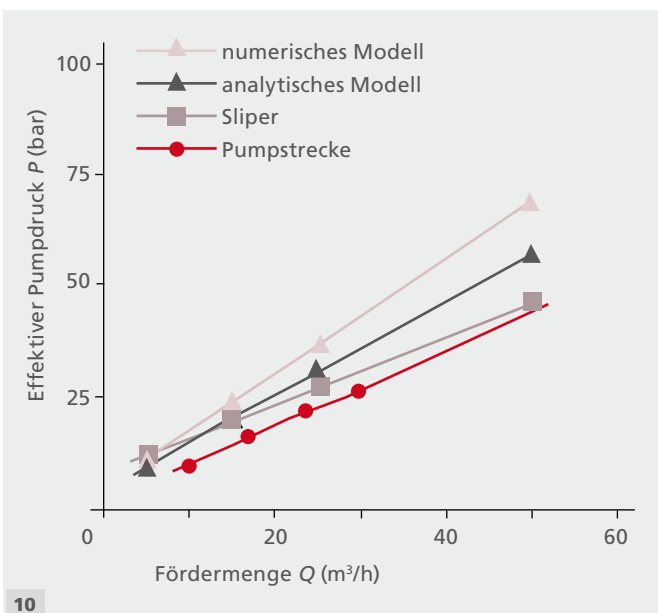
schungsvereinigungen e.V. (AiF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 18361 N gefördert. •

Haben Sie herzlichen Dank.

➔ www.transportbeton.org

Vorhersage des Druck-Fördermenge-P-Q-Verhältnisses für 10 Normalbeton und 11 selbstverdichtenden Beton.

Normalbeton



Selbstverdichtender Beton

