



- Verkehrsmonitoring an Autobahnbrücke
- Mureinwirkungen auf Massivbrückenüberbauten
- Trockenfugen bei modulare Segmentbrücken
- Druckfestigkeit unter hohen Dehnraten
- 3D-gedruckte Stahlfaserbetonbauteile – Beschuss- und Freifallversuche
- UHFB-Overlay auf Radwegbrücke
- Straßenbrücke aus Carbonbeton



Inhalt **Beton- und Stahlbetonbau 9/23**

Zum Titelbild:

Im westfälischen Beckum fand unlängst eine bautechnische Premiere statt: Hier wurde das erste 3D-gedruckte Modulbau-Gebäude aus zementfreiem Beton errichtet. Ein Projekt mit dem Potenzial einer zukunftssträchtigen Fertigungsmethode, steht doch der 3D-Druck für Fortschritt am Bau, wie derzeit kaum ein anderes Verfahren. Mit dem Bau des hier abgebildeten „Tiny Houses“ auf dem Areal einer Beckumer Bikerbahn realisierten MC-Bauchemie, die Röser GmbH und das Planungsbüro MENSE-KORTE darüber hinaus ein Projekt, das sich durch die Verwendung nachhaltiger Baustoffe beim Druck auszeichnet. So konnten ca. 70% der CO₂-Emissionen im Vergleich zu zementösen Mörtelprodukten eingespart werden. Gemeinsam schafften es die drei Unternehmen, dieses visionäre Bauvorhaben in 18 Monaten umzusetzen. (Foto: MENSE-KORTE)
Bericht siehe S. A4f

118. Jahrgang
September 2023, Heft 9
ISSN 0005-9900 (print)
ISSN 1437-1006 (online)

Peer-reviewed journal

Die Beton- und Stahlbetonbau ist im Journal Citation Report von Clarivate Analytics (vormals Thomson Reuters) sowie in Scopus von Elsevier gelistet.

Impact Factor 2022: 1,1
CiteScore 2022: 2,2

Wiley Online Library

<http://wileyonlinelibrary.com/journal/best>

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

www.ernst-und-sohn.de/beton-und-stahlbetonbau

EDITORIAL

Alexander Steffens

635 **Das Ziel ist Klimaneutralität**

AUFSÄTZE

Marcel Nowak, Oliver Fischer, Thibault Tepho, Uwe Willberg

636 **Verkehrsmonitoring an einer Autobahnbrücke**
Datenerfassung zur lokalen Verkehrscharakteristik als Grundlage für objektspezifische Verkehrslastmodelle

Caroline Friedl, Susanna Wernhart, Christian Scheidl, Dirk Proske

649 **Mureneinwirkungen auf Massivbrückenüberbauten**

Martin Rettinger, Ali Lounis, Alex Hückler, Mike Schlaich

662 **Druckversuche zur Ermittlung der Tragfähigkeit von ebenen und feinverzahnten Trockenfugen für modulare Segmentbrücken**

Oliver Mosig, Birgit Beckmann, Manfred Curbach, Steffen Marx

676 **Einfluss des Wassergehalts auf die Druckfestigkeit von Beton unter hohen Dehnraten**

Vahan Zohrabyan, Raphael Zöllner, Simon Gradic, Thomas Braml

685 **Potenzial von 3D-gedruckten Stahlfaserbetonbauteilen zum Schutz kritischer Infrastruktur – Beschuss- und Freifallversuche**

BERICHTE

Bernhard Sagmeister, Michael Reichel, Michael Huß, Michael Mayer

697 **UHFB-Overlay auf Fuß- und Radwegbrücke Karl-Heine-Bogen in Leipzig**

Enrico Lorenz, Alexander Peter, Sebastian May, Thomas Bösche

705 **Planung und Neubau einer Straßenbrücke aus Carbonbeton**
Carbonbeton „The Next Step“

BETON- UND STAHLBETONBAU aktuell VERANSTALTUNGSKALENDER

Produkte & Projekte

A4 Zum Titel
A6 Abdichtungstechnik
A14 Infrastrukturbau
A21 Sichtbeton und Betontechnik

Erstes zementfreies Tiny House aus gedruckten Fertigteilen setzt ökologische Maßstäbe



Beckum/NRW – Im westfälischen Beckum wurde das erste 3D-gedruckte Modulbau-Gebäude aus zementfreiem Beton errichtet. Ein innovatives Projekt, welches das Potenzial einer zukunfts-trächtigen Fertigungsmethode unterstreicht.



Bild 1 Der zementfreie Druckmörtel muss ein thixotropes Verhalten aufweisen, das heißt, solange dem Material Energie zugeführt wird, ist es verformbar und pumpbar, ohne Energiezufuhr hingegen ist es standfest.

Der 3D-Druck steht für Fortschritt am Bau wie kaum ein anderes Verfahren. Er ermöglicht nicht nur die Umsetzung individueller Geometrien und Bauteile aus Beton, die mit konventioneller Schalungstechnik nicht möglich wären, sondern optimiert auch Fertigungsprozesse und beschleunigt den Digitalisierungsprozess in der Bauindustrie. Mit dem Bau eines 3D-gedruckten Tiny Houses in NRW konnte nun ein Projekt realisiert werden, das zusätzlich auf die Verwendung nachhaltiger Baustoffe beim Druck setzte. Gemeinsam schafften es die auf 3D-gedruckte Fertigteile spezialisierte Röser GmbH aus Laupheim, der inter-



Bild 3 Der Transport der Einzelsegmente erfolgte mit einem geschlossenen Innenbordlader zum Einsatzort in Beckum.

nationale Entwickler und Hersteller bauchemischer Produkte MC-Bauchemie sowie das Planungsbüro MENSE-KORTE aus dem Münsterland, dieses visionäre Bauvorhaben in 18 Monaten umzusetzen.

Tiny House für Biker

Das Tiny House befindet sich auf dem Areal einer Beckumer Bikerbahn. Mit seinem großen Lagerraum samt überdachtem, offenem Eingangsbereich bietet das Minihaus den Kindern und Jugendlichen vor Ort genug Platz, um Werkzeuge und Gerätschaften der Sportanlage unterzubringen. Auch von außen überzeugt das Tiny House. Seine ellipsenförmige Fassade wölbt sich nach außen und verläuft direkt in die vertikale Struktur der inneren Schale. Ein besonderes Design, das so nur im 3D-Druckverfahren möglich ist.

Fertigteile aus dem 3D-Drucker

Bevor mit dem Druck des Minihauses begonnen werden konnte, wurde mithilfe einer Modellierungs-Software das Design entwickelt. Zudem wurden zahlreiche Materialversuche unternommen, um die richtige Zusammensetzung für die Anforderungen des Tiny Houses zu finden. Das fertige Konzept wurde



Bild 2 Die Technik bei der Röser GmbH in Laupheim stammt von Technologieführern aus dem Betonbau – der 3D-Drucker ist eine Kooperation von COBOD und PERI.

**Bild 4**

Auf der Baustelle mussten die Fertigteile nur noch auf die Betonfertigteilplatte gestellt und mit Ankern untereinander verbunden werden.

im nächsten Schritt direkt in die sogenannte Slicer-Software des Druckers übertragen. So konnten dann am 3D-Druck Standort der Firma Röser in Laupheim die Einzelsegmente des Minihauses gedruckt werden. Auf einem geschlossenen Innenbordlader wurden sie daraufhin über 500 Kilometer von Laupheim bis nach Beckum transportiert. Eine echte Herausforderung bei der speziellen Größe und Form der Betonbauteile. „Auf den ersten Blick widerspricht der lange Transportweg der angestrebten CO₂-Reduzierung, allerdings wollten wir gleich bei der Premiere die Fertigteile bewusst diesem Stresstest unterziehen“, so Dennis Bräunche, Technischer Außendienst bei Röser. Auf der Baustelle mussten die Fertigteile nur noch auf eine Betonfertigteilplatte gestellt und mit Ankern untereinander verbunden werden. So konnte bereits innerhalb weniger Stunden das Minihaus an seinen Besitzer übergeben werden.

Zementfreier 3D-Druckmörtel mit 70 % weniger CO₂-Emissionen

Die MC-Bauchemie forscht schon seit vielen Jahren in den Bereichen 3D-Druck und nachhaltige Lösungen für die Beton- und Bauindustrie – beste Voraussetzungen für das Projekt in Beckum. So war es das erklärte Ziel der Projektbeteiligten, ein Produkt zu entwickeln, das die statisch erforderlichen Eigenschaften sowie das für den 3D-Druck notwendige Verarbeitungsverhalten bietet und gleichzeitig die CO₂-Emissionen signifikant reduziert. Um den Anforderungen eines hochwertigen 3D-Druckes zu genügen, muss das eingesetzte Material ein thixotropes Verhalten aufweisen. Das heißt, solange dem Material Energie zugeführt wird, ist es verformbar und pumpbar, ohne Energiezufuhr hingegen ist es standfest. Zum Einsatz kam

der spezielle 3D-Trockenmörtel MC-PowerPrint GeCO₂, der neben einer guten Pumpfähigkeit auch die nötige Thixotropie und Standfestigkeit aufweist, um nach mehreren Drucklagen ohne Verformung durch das Eigengewicht ein schönes und gleichmäßiges Druckbild zu ermöglichen. Als Bindemittel wird bei MC-PowerPrint GeCO₂, alternativ zum Zement, ein additives System aus Hüttensand und Flugasche eingesetzt. „Insgesamt können durch den Einsatz von alternativen Bindemitteln, die auf industriellen Nebenprodukten basieren, ca. 70 % der CO₂-Emissionen im Vergleich zu zementösen Mörtelprodukten eingespart werden“, unterstreicht Kai Markiefka, Produktmanager bei MC, die deutliche Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks.

Zukunftsweisender Baustandard

Das Projekt in Beckum war ein voller Erfolg, der nur durch die gute Zusammenarbeit und Innovationsbereitschaft aller Beteiligten realisiert werden konnte. „In Zukunft gilt es, weitere Potentiale des Gebäudedruckverfahrens zu erarbeiten, um das Drucken von Gebäuden als zukunftsweisenden und nachhaltigen Baustandard zu manifestieren“, erklärt Waldemar Korte vom Planungsbüro MENSE-KORTE, „so können wir bald immer größere Gebäudetypologien mit unterschiedlichsten Nutzungen umsetzen. Außerdem ist es entscheidend, Druckmörtel immer weiter zu optimieren und diversifizieren, um noch mehr Nachhaltigkeit im Bauprozess zu erreichen.“

www.mc-bauchemie.de; www.roeser-gmbh.de;
www.mense-korte.de



Bild 5 Bevor mit dem Druck des Minihauses begonnen werden konnte, wurde mithilfe einer Modellierungs-Software das Design entwickelt.



Bild 6 Bevor mit dem Druck des Minihauses begonnen werden konnte, wurde mithilfe einer Modellierungs-Software das Design entwickelt.

(Fotos: 1 MC-BAUCHEMIE; 2 RÖSER IV GMBH; 3 – 6 MENSE-KORTE)