



Foto: Solidian GmbH

Weltweit erste Brücke aus Carbonbeton in Albstadt, Baujahr 2015

Textilbeton

Vom Labor auf die Baustelle

von **Bärbel Rechenbach**

Textilbeton für neue Bauwerke ist bisher bauaufsichtlich noch nicht eingeführt. Sein Einsatz bedarf noch der Zustimmung im Einzelfall. Dennoch schafft es der neue Verbundbaustoff langsam aber sicher aus den Forschungslabors in die Planungsbüros und auf die Baustelle. In vielen Baubereichen wird er künftig dem Stahlbeton die Schau stehlen. Spätestens in 20 Jahren soll es soweit sein.

Visionären Wissenschaftlern der technischen Universitäten in Dresden, Aachen und Chemnitz ist es zu verdanken, dass auch textile Materialien Beton verstärken können. Die Idee ist fast 25 Jahre alt. In zwei Sonderforschungsbereichen der DFG wurden die Grundlagen gelegt. Heute beweisen unterschiedlichste Bauwerke in der Praxis, dass Bewehrungen aus Glasfaser- oder Carbonmatten neue Gestaltungsmöglichkeiten im Betonbau ermöglichen. Zudem sind diese wirtschaftlich und sparen wertvolle Rohstoffe.

Anstelle von Betonstahl dienen dabei Matten aus Textilfasern für die Bewehrung. Dazu werden einzelne Fasern auf speziellen Textilmaschinen zu einem Netzwerk verwebt. Die festen, hochsteifen, aber leichten Gewebe können die auf das Bauteil einwirkenden Zugkräfte aufnehmen. Der neue Baustoff ist sowohl stabil als auch nachhaltig.

Argumente, die das Baden-Württembergische Traditionsunternehmen Groz-Beckert bereits 2005 in die Waagschale warf, um die Stadtväter am Firmenstammsitz in Albstadt

von einem mutigen Vorhaben zu überzeugen: Der Bau einer Fuß- und Radwegbrücke aus Textilbeton im Stadtteil Lautlingen. Die bisherige Stahlbetonbrücke wies nach 30 Jahren große Frost- und Tausalzschäden auf und war dringend zu erneuern. Die Stadt übernahm für den Neubau jene Kosten, die auch beim Bau einer herkömmlichen Brücke mit Stahlbeton entstanden wären: 600.000 €. Die Mehrkosten von über 1 Million € steuerte Groz-Beckert bei und setzte mit diesem Pilotprojekt weltweit Zeichen. Denn mit 97 m Spannweite wurde die bislang weltweit längste Fußgängerbrücke in Textilbeton gebaut.

Schwäbischer Textilbeton für einzigartige Brücken

Die Textilbetonbrücke wurde 2010 in Betrieb genommen und ist technisch und architektonisch immer noch einzigartig. Sie entstand aus sechs Fertigteilen mit einer Länge von jeweils 17,20 m bei einer Überbauhöhe von nur 43,5 cm und einer Stützweite von 15,05 m. Die extrem schlanke Konstruktion von H:L = 1:35 wirkt äußerst filigran. In Epoxidharz getränkte Textilien wirken hier als Bewehrung für Stege

und Kappen. Nur 200 t schwer, wiegt sie nur halb so viel wie eine vergleichbare Stahlbetonbrücke. Dem Bau vorausgegangen waren umfangreiche Nachweise zur Statik. Das Forschungsteam um Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger am Institut für Massivbau und Institut für Bauforschung der RWTH Aachen unternahm zahlreichen Versuche, um die geforderte Tragfähigkeit im Grenzzustand und viele Vorteile gegenüber Stahlbetonbauteilen zu bestätigen. Die Statik für die bauliche Umsetzung erstellte dazu die H+P Ingenieure GmbH Aachen, seit zwei Jahren VBI-Mitglied.

Schnell erkannte das traditionsreiche Familienunternehmen Groz-Beckert, welche Potenziale in ihren Bewehrungsmatten für Textilbeton liegen. Als Weltmarktführer in der Fertigung industrieller Maschinennadeln, Präzisionsteile, Feinwerkzeuge und textiler Flächen verfügt es über immenses Know-how. Weitsichtig gründete man 2013 das Tochterunternehmen solidian GmbH. Die wiederum verfügt über eine eigene Forschungsabteilung und arbeitet parallel mit externen wissenschaftlichen Einrichtungen und Ingenieurbüros gemeinsam, um Textilbeton noch praxistauglicher zu gestalten. Roland Karle, Geschäftsführer bei solidian, nennt Textilbeton sein „Baby“, dass jetzt schnell am Markt groß werden soll. „Textilbeton stellt eine Revolution dar. Der neue Baustoff kann in Zukunft sehr viele Probleme lösen. Wir brauchen mutige Fürsprecher, damit die noch ‚schleichen-

de Revolution‘ in Gang kommt. In Albstadt haben wir mit unseren Stadtvätern Glück. Sie stehen von Anfang an hinter uns.“ Das bestätigt Bauamtsleiter Bernd Michael Abt: „Wir haben dafür guten Grund. Albstadt liegt im Tal zwischen zwei Flüssen. Über 160 Brücken gehören zur Stadt, von denen die meisten überholungsbedürftig sind. Bekanntlich ist das ein landesweites Problem. Frost und Tausalze hinterließen rostige Spuren. Als Stadt benötigen wir für Neubau und Sanierung kostengünstige und nachhaltige Lösungen. Deshalb schwören wir auf Textilbeton in und aus Albstadt und fördern zugleich unsere traditionelle Textilindustrie. Mittlerweile gibt es hier schon vier Brücken mit Textilbeton. Eine ist attraktiver und spektakulärer als die andere.“

Die jüngste befindet sich im Stadtteil Ebingen und ist die weltweit erste aus kohlefaserbewehrtem Beton (solidian GRID).

Erreichte die erste, mit Glasfasermatten armierte Brücke eine Zugfestigkeit von 1.000 N/mm^2 , sind es bei der neuesten Fuß- und Radwegbrücke schon 3.000 N/mm^2 . Allerdings braucht der Carbonbeton in Deutschland noch die bauaufsichtliche Zulassung. Deshalb ging dem Bau wieder eine Zustimmung im Einzelfall voraus bis hin zum Zerstören eines Probekörpers beim Hersteller Max Bögl. Als Versagenslast wurden zuvor 60 t berechnet. Die Probebrücke versagte dann erst bei 62 t. Seit gut einem Jahr schmückt auch diese Brücke die Stadt.



Foto: Fibroboton

Jüngste Bosporusbrücke mit Textilbeton aus Deutschland

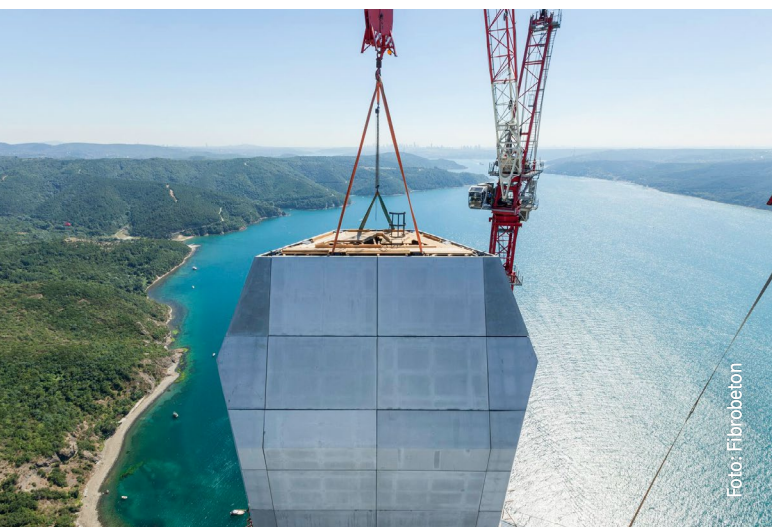


Foto: Fibrobeton

Maximales Plattengewicht: 110 kg/m²



A-Pylone mit Vorhangfassade
in über 300 m

Foto: Fibrobeton

Brückenpylone müssen Windlasten von 300 kg/m² widerstehen.

Ihr Querschnitt in Trogform wurde monolithisch vorgefertigt. Die Konstruktion gilt mit nur 7 cm dünnen Trogwänden und 9 cm dünnen Gehwegplatten als sehr schlank. Die Betondeckung beträgt nur 15 mm. Das Gewicht verringerte sich mit 14 t um mehr als die Hälfte gegenüber einer vergleichbaren Stahlbetonbrücke. Der Belag konnte entfallen. Solidian-Chef Karle. „Wir haben beim DIBt eine bauaufsichtliche Zulassung für diesen Brückentyp beantragt und wollen damit im Straßenbrückenbau Fuß fassen.“ Für diese Brücke erhielt die Albstädter Firma den Innovationspreis der Zuliefererindustrie Betonbauteile 2016.

„Unsere Carbonfaser“, berichtet Karle stolz weiter, „befindet sich auch in den 322 m hohen, einzigartigen A-förmigen Pylonen der neuesten türkischen Bosphorusbrücke ‚Yavuz-Sultan-Selim‘, die im vergangenen Sommer übergeben wurde.“ Die Pylone der über 1.400 m langen Hänge- und Schrägseilbrücke zeichnen sich durch eine besondere textile Vorhangfassade aus. Mit einem anderen Material wäre diese Gestaltung technisch unmöglich gewesen. Denn Höhe, Gewicht und extrem hohe Windlasten von bis zu 300 kg/m² verlangten nach einer speziellen Statik. Die Fassadenplatten durften nicht mehr als 110 kg/m² wiegen. Ingenieure von solidian entwickelten eigens dafür 30 mm dünne Platten (jeweils 3 m x 4,5 m), mit Glas- und Carbonmatten verstärkt, die im türkischen Fertigteilwerk „Fibrobeton“ hergestellt wurden.

Weltweit größte textile Sandwichfassade

Textilbeton erobert in jüngster Zeit auch zunehmend den Hochbau. Die mit 1.600 m² weltweit größte Sandwichfassade aus diesem Material befindet sich im Mannheimer Büropark an dem viergeschossigen Gebäude Eastsite VIII. Auch sie entstand als Gemeinschaftswerk von Wissenschaftlern, Ingenieuren, Architekten und Fertigteilwerk und birgt erneut innovative Lösungen. Die Vorsatzschale des Bürohauses enthält tragende, alkali-resistente (AR) Glasfasertextilien, die nicht korrodieren. Daher erübrigte sich passiver Korrosionsschutz. Durch die neuartige Bewehrung ließ sich allein die äußere Betonschale von üblichen 100 auf 30 mm mindern und dadurch auch die Betonmenge auf etwa 30 %. Das ergab zudem einen Raumgewinn von 30 m².

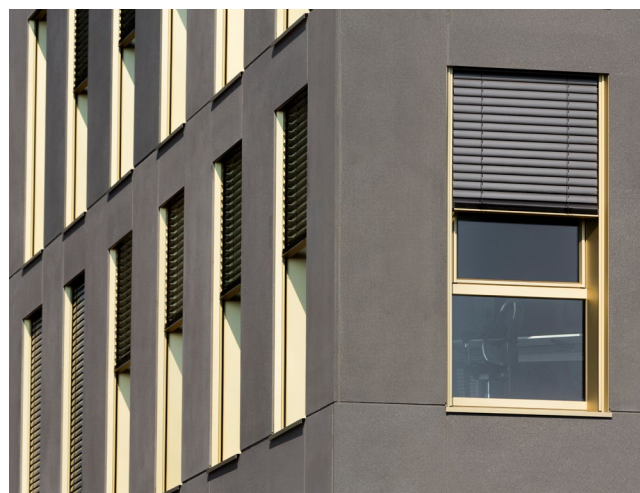


Foto: B.A.U. GmbH & Co. KG.

Detailansicht der Sandwichfassade



„Eastside VIII“ im Büropark Mannheim

Foto: B.A.U. GmbH & Co. KG.

Die leichten, dünnen Elemente mit hoher Tragfähigkeit bieten hier eine zwei- bis dreimal höhere Festigkeit als Stahlbeton. Die Außenschale enthält 950 kg Glasfaserarmaturen. Bei einer klassischen Stahlbetonfassade wären 2.900 kg Stahl erforderlich gewesen. Das „Sandwich“ aus Innen- und Außenschale verfügt über eine 160 mm EPS-Wärmedämmung. Innen- und Außenschale sind über ein Schubgitter aus epoxidharzgetränktem AR-Glasfasern miteinander verbunden. Wärmebrücken lassen sich so vermeiden.

In experimentellen Untersuchungen der RWHT Aachen musste auch bei diesem Projekt zuvor die Tragfähigkeit nachgewiesen werden, um der Forderung des Bauherrn nach rissfreien Platten im Gebrauchszustand gerecht zu werden. Das gelang. Alle Ergebnisse dieses Projekts fließen nun in Planung und Bau weiterer Gebäude des Büroparks mit ein. Textilbeton wird so die moderne Silhouette des Parks mitbestimmen.



Pavillon Aachen

Foto: H+P Ingenieure

Einsatzvielfalt noch längst nicht ausgereizt

Bei all dem steht fest: Die Einsatzvielfalt des Textilbetons ist längst nicht ausgereizt. Darin sind sich Wissenschaftler und Ingenieure einig, entwickeln und entwerfen immer neue Ideen. Dr. Wolfgang Roeser, H+P Ingenieure GmbH: „Wir haben auch den Schalenbau wieder neu entdeckt. In einem gemeinsamen Projekt mit der RWTH Aachen wurde für einen neuartigen Campus-Pavillon eine doppelt-gekrümmte Tragstruktur aus textillbewehrtem Beton entworfen, die aus vier großformatigen Betonschalen besteht. Der Einsatz von Carbonfasern ermöglichte 7 m x 7 m große und 5 cm dicke Schalen, die mittig auf jeweils einer Fertigteilstütze aus Stahlbeton aufliegen.“

Eine bislang weltweit einmalige Lösung. Der wie in einer Vitrine auf dem Campus ausgestellte Pavillon bietet den Studenten des Aachener Fachbereichs Bauingenieurwesen täg-

lich nicht nur einen schönen Anblick vor ihrem Lehrgebäude, sondern zugleich ein unmittelbares Studienobjekt.

Autorin**Bärbel Rechenbach**

Freie Baufachjournalistin, Berlin

Beteiligte Planerbüros:

H+P Ingenieure GmbH (Hegger+Partner), Aachen
Knippers Helbig Advanced Engineering GmbH, Stuttgart
solidian GmbH, Albstadt
stockwerk GmbH, Mannheim,
Fischer Architekten, Mannheim
kbp köhler beraten+planen GmbH, Wiesbaden

Die Zukunftswerkstatt

... heißt C³ – Carbon Concrete Composite und bezeichnet einerseits das derzeit größte Forschungsprojekt im deutschen Bauwesen und andererseits das Konsortium, das in den nächsten Jahren für eine Revolution beim Bauen mit Beton sorgen will. Das Potenzial ist offensichtlich. Für den bislang erreichten Stand der Dinge erhielten die C³-Initiatoren um die Dresdner Professoren Curbach, Offermann und Cherif (siehe BI 1-2/2017, S. 10) Ende 2016 den Deutschen Zukunftspreis. Eine kleine Sensation, noch nie zuvor hatte es im Land der Auto- und Maschinenbauingenieure eine Bauinnovation auch nur auf die Liste der Nominierten geschafft.

Das Bundesforschungsministerium fördert das Projekt C³ im Rahmen von „Zwanzig20“ mit bis zu 45 Mio. Euro. Hinzu kommen ca. 15 Mio. Euro Eigenmittel der beteiligten Partner des interdisziplinären Konsortiums, das hinter C³ steht. Dieses besteht inzwischen aus über 150 Partnern, darunter Ingenieurbüros, Baufirmen und Maschinenbauer.

Gemeinsames Ziel: Carbonbeton zum High-Performance-Baustoff der Zukunft entwickeln. Gründe dafür gibt es genügend: Um den Stahl vor Korrosion zu schützen, sind dicke Betonschichten notwendig. Die Herstellung von Beton verbraucht enorme Mengen des knappen Rohstoffes Sand, und die Zementherstellung ist mit hohen CO₂-Emissionen verbunden. Carbon dagegen rostet nicht. Das Baumaterial kann aus jedem anderen Stoff produziert werden, der Kohlenstoff enthält.

Noch sind die Kosten der größte Nachteil des Baustoffs Carbonbeton. Während ein Kilogramm Stahlbeton in der

Herstellung etwa 1 Euro kostet, sind es bei einem Kilogramm Carbonbeton etwa 20 Euro. Da der Carbonbeton in der Praxis jedoch Materialeinsparungen von etwa 75 % ermöglichen wird, relativieren sich die teuren Herstellungskosten. Und auch in Hinblick auf Langlebigkeit, Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit hat Carbonbeton so viele Vorteile, dass die höheren Herstellungskosten gerechtfertigt scheinen. Außerdem arbeiten Forscher unter anderem in Augsburg und Dresden an Verfahren, um die Herstellung des Verbundwerkstoffes wirtschaftlicher zu gestalten.

In Dresden nutzen die Wissenschaftler zwei Methoden zur Herstellung superschlanker Carbonbetonplatten: Das sogenannte Laminieren und das Gießen. Beim Laminieren werden abwechselnd hauchdünne Betonschichten mit flexiblen, leichten Carbongittern übereinander gebracht. Beim Gießen wird die Betonmischung in eine vorgefertigte Form gegossen, die mehrere Carbongitter enthält, die wiederum durch spezielle Abstandshalter voneinander getrennt werden. Die Abstandshalter sind eine patentierte Eigenentwicklung der TU Dresden. Beim Düsenverfahren, das Forscher an der Universität Augsburg entwickelt haben, werden die Fasern zielgerichtet in den Beton gespritzt.

Inzwischen wird in Dresden das erste „Carbonbetonhaus“ Deutschlands geplant: 2019 soll es auf dem Campus der Technischen Universität Dresden stehen. Für das zweigeschossige Referenzobjekt sind Baukosten in Höhe von etwa 2 Mio. Euro veranschlagt.