



Die fertige Brücke über der Eulach, die den Campus T der ZHAW mit der Kantonsschule Büelrain verbindet.

CPC-Betonplatten

Eine federleichte Betonbrücke

Seit sechs Jahren entwickelt ein Forschungsteam in Winterthur ZH Betonplatten, die nicht mit Stahl, sondern mit vorgespanntem Carbon bewehrt sind. Die erste Brücke mit den sogenannten CPC-Betonplatten überquert nun die Eulach in Winterthur ZH und ist damit die leichteste Betonbrücke der Welt.

Von Pascale Boschung

Vor rund einem Jahr wurde die Sanierung der Eulachbrücke in Winterthur beim Campus T der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) nötig. Die Stahlhauptträger konnten die erforderliche Tragsicherheit nicht mehr aufweisen. «Zwischen den aufliegenden Betonbohlen des Brückendecks lief Regenwasser hinunter und führte über die Jahre zu grossen Korrosionsschäden», wie ZHAW-Professor Josef Kurath erklärt. Anfang 2016 wurde die Brücke daher gesperrt. Das Hochbauamt des Kantons Zürich war offen für innovative Lösungs-

vorschläge, sodass für die neue Brücke prototypisch eine Konstruktion aus Carbon-Betonplatten eingesetzt werden konnte.

Seit vielen Jahren wird das Ersetzen der Stahlbewehrung im Beton durch Carbon erforscht. Die Entwicklungen mit schlaff eingelegten Fasern, Filamenten, Netzen oder Stäben aus Carbon stossen unter dem Namen Carbonbeton bereits auf reges Interesse (siehe Kasten). Vor rund sechs Jahren startete daher die Fachgruppe Faserverbundkunststoffe der ZHAW gemeinsam mit der Silidur AG ein KTI-Projekt (Kommission für

Technologie und Innovation) und entwickelte eine sehr leistungsfähige, dünne Betonplatte, die ausschliesslich mit vorgespanntem Carbon bewehrt ist. «Wir wurden damals von Josef Kurath angefragt, ob wir bei einem Forschungsprojekt mitmachen wollen. Zwar waren wir anfangs noch ein wenig skeptisch, aber nach einem Jahr zeigte sich, dass das Projekt sehr interessant wird», erzählt Philipp Steiner, Geschäftsleiter der Firma in Andelfingen.

Bis heute konnten bereits verschiedene Projekte mit den neuen CPC-Betonplatten als Sekun-

därtragwerk realisiert werden. Dazu zählen unter anderem diverse Beläge für Stege, Treppen und Wege, Balkonplatten, ein Belag für eine historische Brücke und ein neuer Fahrradunterstand für ein Schulhaus. «Mit dem Ersatz der Eulachbrücke konnte jetzt erstmals die volle Leistungsfähigkeit des Werkstoffs in einem komplett eigenständigen Brückentragwerk gezeigt werden», erklärt Kurath.

Schutz vor Witterung

Für die Sanierung der Fussgänger- und Fahrradbrücke über der Eulach wurde eine Modulbrücke der Silidur AG eingesetzt. Dabei handelt es sich um ein fertiges Produkt, das aus der Zusammenarbeit mit der ZHAW entstand. Alle Teile und Elemente wurden im Werk in Andelfingen im CNC-Bearbeitungszentrum aus vorproduzierten, grossformatigen Tafeln ausgeschnitten. Danach wurden die Elemente zusammengesetzt, verklebt und verschraubt. «Für die neue Brücke wurden als Halbfabrikat nur die zum Patent angemeldeten CPC-Betonplatten verwendet», sagt Kurath.

Zuerst wurden die dicken Betonbohlen des alten Brückenwerks und die Geländer vor Ort in Winterthur entfernt, um die beiden Hauptträger zu entlasten. Diese bleiben erhalten und müssen in Zukunft nur noch die Werkleitungen unter der Brücke tragen. Über den alten Trägern fand zudem eine 40 Millimeter dünne Betonplatte mit einem darunter liegenden 32 Zentimeter hohen Rahmen Platz. Für die Längs- und Querstege klebte die Silidur AG je zwei Betonbretter zusammen. In erstere wurde zusätzlich eine Carbonlamelle eingefügt. Die beiden Enden der Stahlträger kürzte man um rund 23 Zentimeter und schaffte so Platz für das neue Auflager. «Den Rest konnten wir eigentlich nur noch mit unseren Platten umhüllen. Theoretisch stülpten wir die Brücke einfach wie einen Tisch über die alte Konstruktion», führt Kurath aus. «Die Stahlträger werden jetzt durch die neue Brücke nicht mehr bewittert und erreichen dadurch die vorgesehene Nutzungsdauer.» Dies aus einem einfachen Grund: CPC-Betonplatten kommen ohne Stahlarmierung aus, sodass keine Korrosionsgefahr besteht und damit der Rest der Brücke geschützt wird.

Die Brückenplatte der Konstruktion ist mit speziell angefertigten Senkkopfmutter aus Edelstahl verschraubt und über die gesamte Länge verklebt. «Diese Verschraubungstechnik wurde

FORTSETZUNG AUF SEITE 18



Bild: Silidur AG

Alle Teile und Elemente wurden im CNC-Bearbeitungszentrum in Andelfingen ausgeschnitten und verschraubt.



Bild: Silidur AG

Die Unterseite der neuen Eulachbrücke besitzt einen Rahmen, der die Stahlträger vor Regenwasser schützt.



Bild: Pascale Bösching

Die Verantwortlichen: (v. l.) Professor Josef Kurath, Forschungsleiterin Antje Sydow und Philipp Steiner, Geschäftsleiter der Silidur AG.



Seitenansicht der fertigen Brücke über der Eulach: Die Stahlhauptträger werden von allen Seiten abgeschirmt.



Die Brücke wird vom Tieflader auf die vorbereiteten Auflager gehoben



An der Schnittstelle des Geländers lässt sich die Bewehrung durch schwarze Punkte erahnen.

ebenfalls in Zusammenarbeit mit der ZHAW entwickelt», wie Philipp Steiner erklärt.

Rekord mit Gewicht gebrochen

Mit ihrem jetzigen Gesamtgewicht von 3200 Kilogramm exklusive Geländer bricht der neue Übergang in Winterthur sogar einen Rekord: Die Eulachbrücke ist die leichteste Betonbrücke der Welt. «Mit zirka 190 Kilogramm auf einem Quadratmeter nutzbare Fläche ist die Konstruktion extrem leicht. Das entspricht etwa dem Gewicht einer leichten Stahlbrücke», weiss Kurath. Eine vergleichbare konventionelle Betonbrücke wäre etwa viermal schwerer. So konnten für die Sanierung auch Kosten und Zeit eingespart werden, da die Last auf die bestehenden Auflager auf rund 70 Prozent reduziert wurde.

Neben der Planung der Eulachbrücke wurde zudem ein Grossversuch konzipiert, in dem zum einen das Zusammenwirken der einzelnen Elemente getestet und zum anderen ein Experiment zur maximalen Belastung der Brücke durchgeführt wurde. Testobjekt stellte ein Steg als einfacher Balken dar, der eine Spannweite von 4,3 Metern besass. Der Test wurde so ausgelegt, dass im Träger der gleiche Belastungszustand entsteht, wie er sich bei der Brücke entwickeln würde. Mit einem hydraulischen Druckzylinder testete die Fachgruppe Faserverbundkunststoffe die maximale Tragkraft des Balkens. Bei einer Bruchfestigkeit von 88,55 Kilonewton respektive 8855 Kilogramm Krafterwirkung wurden die Erwartungen sogar um rund 10 Prozent übertroffen. ■



CPC-Platten

CPC-Betonplatten sind mit dünnen vorgefertigten Carbonlitzen bewehrt und kommen ohne Stahlarmierung aus. So können selbst tragfähige, dünne Betonplatten hergestellt werden. Sie erreichen zudem die gleiche Tragfähigkeit wie konventionelle Platten, sind jedoch bis zu 80 Prozent dünner. Nur die Kosten bleiben gleich: So kostete die Eulachbrücke rund 30 000 Franken (ohne Geländer), was im Vergleich zu einer Stahlbrücke etwa auf das gleiche hinausläuft. Einziger Hersteller der CPC-Betonplatten ist die Silidur AG in Andelfingen. Der Werkstoff kann im Format 2,38 x 10 Meter und in den Dicken 24 und 40 Millimeter gefertigt werden. Spezialanfertigungen in anderen Plattendicken sind ebenfalls möglich.

Die Fachgruppe Faserverbundkunststoffe wird auch nach der Entwicklungsphase der Produktion der CPC-Betonplatten begleitet und weitere Material- und Bauteilprüfungen durchführen. Unter anderem werden laufend weitere Tests zur Biegung, Querkraft und hohen physikalischen Dauerbelastungen und Ermüdung durchgeführt. (A)