



1 Eulachbrücke-Eckdetail mit Klebungen, Verschraubungen und gefrästen Wassernasen.
2 Fahrradbrücke über die Eulach zwischen ZHAW Campus T und Kantonsschule Bülrain in vorgespanntem Carbonbeton.

Carbonbeton macht Bauen leichter

Die leichteste Betonbrücke der Welt steht in Winterthur. Sie ersetzt eine Fussgänger- und Velobrücke über die Eulach, ist etwa dreimal dünner und fast fünfmal leichter als eine herkömmliche Betonbrücke. Sie besteht aus vorgespannten Carbonbetonplatten CPC.

Text: Werner Aebi // Fotos: Silidur

An der «Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW» in Winterthur, Kanton Zürich, wurden in den letzten sechs Jahren sehr dünne und gleichzeitig sehr starke Betonplatten entwickelt. Dabei wird der Beton nicht mehr mit Stahl, sondern mit Vorspannung und Carbon bewehrt. Aus diesen zum Patent angemeldeten CPC-Betonplatten haben die Bauingenieure der ZHAW

eine innovative Brücke für den Langsamverkehr entwickelt. Die erste Brücke dieses Typs überquert nun die Eulach in Winterthur, zwischen dem Campus T der ZHAW und der Kantonsschule Bülrain. Die neue Brückenplatte aus Carbonbeton ist bei rund $7,8 \times 2,3$ Meter Fläche nur 40 Millimeter dick und weist ein Gewicht von 3200 Kilogramm auf. Zum Vergleich: Eine konventionelle

Stahlbetonbrücke für denselben Zweck würde rund 15 Tonnen wiegen. Mit diesen Daten ist die Carbonbetonbrücke nicht nur die leichteste Brücke der Welt – mit diesem neuen Brückentyp kann auch der Ressourcenverbrauch stark reduziert werden und die Tragstruktur der Brücke kann nicht mehr rosten.

Sanierung mit darüber gestülpter Brücke

Anfang des Jahres 2016 musste die bestehende Fussgängerbrücke über die Eulach gesperrt werden. Eine Sanierung war erforderlich, weil die Stahlhauptträger nicht mehr die nötige Tragsicherheit aufwiesen. Durch die Lücken zwischen den einzeln aufliegenden Betonbohlen des Brückendecks war Regenwasser hinuntergelaufen und hatte über die Jahre zu grossen Korrosionsschäden an den Stahlhauptträgern geführt.

Das Hochbauamt des Kantons Zürich zeigte sich als zuständiger Bauherr offen für innovative Lösungen, sodass die Fachgruppe Faserverbundkunststoffe der ZHAW einen realen Prototyp aus ihren CPC-Platten für diesen Brückenbau realisieren konnte. Zuerst wurden die 120 Millimeter dicken Betonbohlen des alten Brückendecks und die über Konsolen angeschlossenen Geländer entfernt, um die beiden Hauptträger zu entlasten. Die Stahlträger blieben erhalten. Sie wurden aber stark entlastet und tragen in Zukunft nur noch die Werkleitungen. An den Enden wurden die Stahlträger um 225 Millimeter gekürzt. Die so entstandene Lücke bietet Raum für das Auflager der neuen Brücke, die als Tischkonstruktion – ohne die Stahlträger zu berühren – über dieselben gestülpt wurde. Die Stahlträger werden dank der neuen Brücke nicht mehr bewittert und werden dadurch die vorgesehene Nutzungsdauer erreichen.

Die Längsstege des neuen Tragrahmens bestehen jeweils aus zwei miteinander flächig verklebten Betonplatten. Am unteren Rand ist in je eine der Platten eine Tasche gefräst, in die eine Carbonlamelle Sika Carbodur M1014 als zusätzliche Armierung eingeklebt wurde. Für die Querstege wurden ebenfalls jeweils zwei Betonplatten miteinander verklebt, die aber Ausnehmungen für die Durchführung der Werkleitungen aufweisen. Die Verbindung der Längs- und Quer



- 1** Beim Einheben. Die neue, hochschlanke Eulachbrücke «schwebt» über der alten Stahlträgerkonstruktion und übernimmt alle Traglasten.
- 2** Eine CPC-Platte mit 20 Millimeter Dicke; im Querschnitt ist die Carbonarmierung sichtbar.
- 3** An der ZHAW wurden die CPC-Platten intensiv geprüft; im Bild ein quasi-statischer Dreipunkt-Biegeversuch.

träger wie auch der Brückenplatte mit den Stegen erfolgt durch eine vollflächige Klebung über die gesamte Länge und punktuelle Verschraubungen mit speziell angefertigten Edelstahl-Senkkopfmutter M8. Auch diese Verbindungstechnik wurde durch die Fachgruppe FVK in Zusammenarbeit mit der Firma Silidur AG entwickelt. Um die Entwässerung des Brückenbelags zu gewährleisten, ist die Brücke mit etwa 35 Millimeter in Längsrichtung überhöht. Die Oberseite der Längsstege ist in einem leichten Kreis-

bogen mit einem Radius von 218 Meter geschnitten, dem die Deckplatte beim Ablegen während der Montage schon aufgrund ihres Eigengewichts folgte. In dieser vorgekrümmten Form wurde sie mit dem Rahmen fest verbunden. Eine umlaufend eingefräste Nut an der Brückenunterseite dient als Wassertrasse. Aufgrund der Vorspannung ist die Brückenplatte «rissfrei», was die Dauerhaftigkeit der Brücke erhöht. Ein zusätzlicher Belag ist nicht erforderlich.

CPC-Platten als konstruktiver Werkstoff

Die vorgespannten Carbonbetonplatten wurden von der Fachgruppe Faserverbundkunststoff des Departements Architektur und Bauingenieurwesen an der ZHAW und der Silidur AG, Andelfingen, in einem KT geförderten Forschungsprojekt gemeinsam entwickelt. CPC-Platten werden im Format $2,4 \times 10$ Meter, vierlagig, mit 40 Millimeter Gesamtdicke, hergestellt und lassen sich auf Kundenwunsch im Fünffachs-CNC-Bearbeitungszentrum der Silidur AG konfigurieren. Ausser dem einfachen Zuschnitt sind auch komplexe, frei geformte Zuschnitte und Oberflächenbearbeitungen wie Bürste und Fräsen, Bohrungen, Fräsungen und Schlitzungen oder Taschen, Fasen ab CA usw. möglich. Des Weiteren

- kommen CPC-Platten völlig ohne Stahlarmierung aus, sodass keinerlei Korrosionsgefahr besteht und beliebige Zuschnitte im CNC-Bearbeitungszentrum oder auf der Baustelle einfach möglich sind. Die Bewehrung ist an den Schnittkanten quasi unsichtbar und dauerhaft frei von Verfärbungen,
- gewährleistet die feinverteilte Bewehrung kurze Verankerungslängen und die nachträgliche Bearbeitung mit Materialstabilität,
- sind CPC-Platten bei gleicher Tragfähigkeit wie Stahlbeton etwa drei bis vier Mal dünner und reduzieren das Gewicht um bis zu 80 Prozent,
- bleiben die vorgespannten CPC-Platten auch unter Gebrauchslast rissfrei,
- sind sie rutschfest und können ohne weitere Belagsschichten direkt befahren werden und
- der eingesetzte hochwertige Beton ist frost-tausalz-beständig. ■