

WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

UHPC – ein innovativer Hochleistungswerkstoff für Konstruktion und Design

In den letzten drei Jahrzehnten haben einige revolutionäre Entwicklungen der Betonbauweise neue Gestaltungs- und Ausführungsmöglichkeiten eröffnet.

Die Entdeckung des Silikastaubes als Betonzusatzstoff Mitte der 1980er Jahre und die Entwicklung extrem leistungsfähiger Verflüssiger in den 1990er Jahren ermöglichte die Entwicklung vom neuartigen Betonen mit herausragenden Eigenschaften. Wie auch in anderen Bereichen strebte man im Betonbau nach höherer Festigkeit, besserer Dauerhaftigkeit bei einer gleichzeitig leichteren und schnelleren Verarbeitung.

Diese neuen Möglichkeiten führten Anfang der 1990er Jahre in Frankreich und Kanada zur Entwicklung des sogenannten Béton de Poudres Réactives (BPR) oder Reactive Powder Concrete (RPC). Als allgemeiner Ausdruck hat sich im englischsprachigen Raum Ultra High Performance Concrete (UHPC) und im deutschsprachigen Raum der Ausdruck ultrahochfester Beton (UHFB) entwickelt. Gemeint sind damit Betone mit einer Druckfestigkeit, die weit über die höchste genormte Festigkeitsklasse C100/115 hinausgeht. UHPC erreicht derzeit ohne spezielle Nachbehandlungsverfahren eine Druckfestigkeit von rund 200 N/mm². Mit speziellen Wärme-Nachbehandlungsverfahren kann die Druckfestigkeit noch wesentlich gesteigert werden.

Der unbewehrte Beton weist ein sprödes Bruchverhalten auf. Durch die Zugabe von Fasern kann aber ein duktileres Versagen sichergestellt werden und die Biegezugfestigkeit gesteigert werden. Die Entwicklung textiler Bewehrungssysteme schreitet derzeit ebenfalls zügig voran, was weitere, bisher nahezu unmögliche Konstruktionen und Formen erlaubt. Der Einsatz von Geweben aus Kohlenstofffasern erscheint diesbezüglich sehr vielversprechend.

Grundsätzlich sind mit UHPC sehr leichte, aufgelöste und filigran anmutende Konstruktionen möglich, die eher an Stahlbauten erinnern als an massige Betonbauten. In Abbildung 1 sind unterschiedliche Balkenquerschnitte mit gleicher Tragfähigkeit schematisch dargestellt. Der Balken aus UHPC kommt dabei mit der gleichen geringen Bauteilhöhe aus wie der Stahlträger. Herkömmliche Betonbalken hingegen weisen eine wesentlich größere Bauteilhöhe auf.

WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

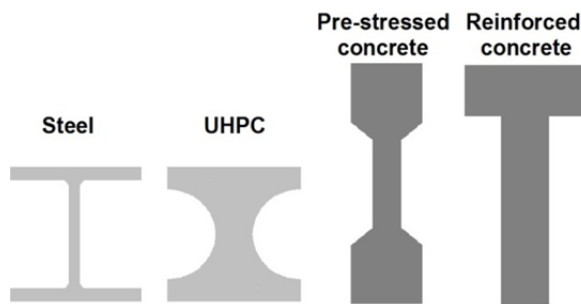


Abbildung 1: Unterschiedliche Querschnitte mit gleicher Tragfähigkeit [Quelle: <http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/images/2co.ce.1.p01.jpg> (04.02.2013)]

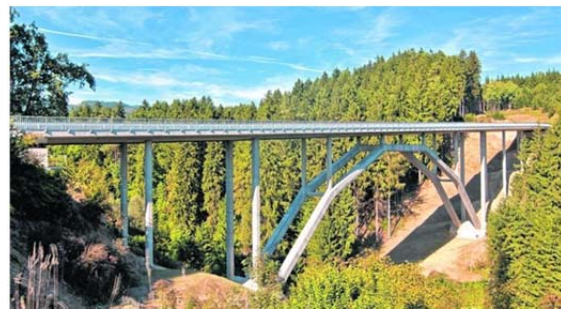


Abbildung 2: WILD-Brücke Völkermarkt [Quelle: http://media05.regionaut.meinbezirk.at/2010/09/28/2514774_web.jpg?1285659944 (04.02.2013)]

Bisher wurden weltweit bereits mehrere Fußgängerbrücken aus UHPC hergestellt. In Österreich steht die 1. Straßen-Bogenbrücke der Welt aus faserverstärktem UHPC – die WILD-Brücke Völkermarkt (Abbildung 2). UHPC eignet sich besonders für Flächentragwerke, wie die Überdachung der Mautstation Viadukt von Millau in Frankreich zeigt. Für einige Spezialanwendungen, wie zum Beispiel Querkraftanschlüsse für Balkonplatten, wo Bauteile auf Druck beansprucht werden und der Querschnitt möglichst gering sein soll, wird UHPC ebenfalls bereits eingesetzt. Im Maschinenbau findet UHPC für die Herstellung von Maschinenbetten Anwendung.

Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt ist der hohe Fein- und Feinststoffgehalt, aufgrund dessen sich die Oberfläche der Schalung bis ins kleinste Detail abbilden lässt. Strukturierte oder selbst glänzende Oberflächen (ohne Oberflächenbehandlung) sind möglich. Das Einfärben des Betons auch in besonders kräftigen Farbtönen stellt kein Problem dar. Dadurch lassen sich architektonisch anspruchsvolle Bauteile realisieren. In letzter Zeit werden gerade diese Vorzüge von UHPC auch abseits des Bauwesens beispielweise im Designbereich erkannt. Die Herstellung von Sanitäröbekten wie Waschbecken oder Badewannen lässt sich genauso realisieren wie Küchenarbeitsplatten, Betonmöbel für den Innen- und Außenbereich bis hin zu Tableware oder sogar Schmuck (Abbildung 3).



Abbildung 3: UHPC - Farben und Oberflächen [Fotos: J. Kirnbauer]

WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

Die Konsistenz des frischen UHPC kann von nahezu plastisch bis fließfähig eingestellt werden, was eine Verarbeitung durch Gießen, Spritzen oder auch händischen Auftrag ermöglicht. So kann für jede Form die passende Verarbeitungstechnik gefunden werden. In Abbildung 4 sind zwei Skulpturen, die unter der Verwendung von Pneus hergestellt wurden, dargestellt. „Inside/Outside“ entstand durch das Bespritzen eines aufgeblasenen Pneus mit UHPC, beim „Walskelett“ hingegen wurde ein Pneu mit Beton ausgefüllt.



„Inside/Outside“ von Johann Thaller



„Walskelett“ von Roland Stöttner

Abbildung 4: Zwei ausgewählte Objekte bzw. Skulpturen, die im Rahmen des Moduls „Experimenteller Hochbau 2011“ an der TU Wien entstanden sind [Fotos: J. Kirnbauer].

Aus wirtschaftlicher Sicht kann ein Großteil der doch etwas höheren Kosten gegenüber Normalbeton bereits durch den geringeren Materialverbrauch wettgemacht werden. Über die Lebensdauer eines Bauwerks kann sich wegen eines geringeren Erhaltungs- und Sanierungsbedarfs bereits ein geringerer Aufwand ergeben. Je nach Dimension des Bauwerks können auch Flächen- und Raumgewinne aufgrund geringerer Bauteilquerschnitte wirtschaftliche Vorteile bringen.

Das Material UHPC wird laufend weiterentwickelt und immer wieder finden sich neue Anwendungsmöglichkeiten – im konstruktiven Bereich ebenso wie in Architektur und Design.

Kontakt:

Univ.Ass. Dipl.-Ing.

Dr.techn. Johannes Kirnbauer

E206 - Institut für Hochbau und Technologie

FB für Baustofflehre, Werkstofftechnologie und Brandsicherheit

Technische Universität Wien

johannes.kirnbauer@tuwien.ac.at