

WILD-Brücke – UHPC in der Praxis als Ergebnis der Forschung

Die WILD-Brücke Völkermarkt ist weltweit die erste mittelgroße Straßenbrücke mit einer Haupttragkonstruktion (Bogen) aus UHPC. Bei einer Gesamtlänge von 157m überspannt ein Bogenpaar (Abbildung 1) etwa 70m. Die Bögen werden aus zwei Typen von Fertigteilen über Kontaktstöße zusammengesetzt. Das sind Stäbe mit achteckigem Kastenquerschnitt (Wandstärke 6cm) und Knieknoten mit einer Wandstärke von 20 cm. Über externe zentrische Spannritzen werden die Segmentfugen überdrückt, wodurch die Biegesteifigkeit erhöht und die Stabilität des Bogens gewährleistet wird [1], [2], [3]. Der vorliegende Beitrag soll einen Überblick über die Forschungsarbeiten geben, die dieses beeindruckende Pilotprojekt ermöglicht haben.



Abbildung 1 Umsetzung des Projekts WILD-Brücke

UHPC ist ein high-tech-Werkstoff und muss bei seiner Herstellung und Verarbeitung auch als solcher betrachtet und behandelt werden. Deshalb nahmen die wissenschaftlichen Untersuchungen bei der **Verarbeitung von UHPC** ihren Ausgang. Die rheologischen Eigenschaften beeinflussen die Qualität der Verarbeitung und in weiterer Folge die lokalen mechanischen Eigenschaften des Bauteils erheblich. Im Rahmen von experimentellen Untersuchungen wird der Zusammenhang zwischen dem Ausbreitfließmaß und der Neigung zur Fasersedimentation in der Mischung ermittelt. Weiters wird die Auswirkung des Befüllvorgangs auf die Faserorientierung und -verteilung sowie die Festigkeit analysiert [4]. In dieser Phase des Projekts war es sehr wichtig, den Zusammenhang zwischen Schalungssteifigkeit und **Schwindrissbildung** aufgrund der Schwindbehinderung der, für die Herstellung des Hohlquerschnitts erforderlichen Innenschalung, zu untersuchen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden Versuchskörper in Bauteilgröße mit reduzierter Länge hergestellt. Anhand dieser konnte sowohl die herstellungstechnische als auch die statisch-konstruktive Machbarkeit der Wildbrücke veranschaulicht werden.

In einem Großversuch [5], der den Bereich des Kämpferknotens mit dem Anschluss des untersten Stabes beinhaltet, wurde die Kombination aller interagierenden **Tragmechanismen** im Labor untersucht. Dafür wurden die ungünstigsten Design-Schnittkräfte aus der Brückenstatik auf die Versuchskörper aufgebracht und darüber hinaus um den Faktor der Materialsicherheit gesteigert. Mit mehr als 50 Sensoren wurde das globale Tragverhalten erfasst und viele, theoretisch bekannte, lokale Phänomene konnten messtechnisch bestätigt werden. Alle Projektbeteiligten (der Bauherr, die bauausführenden Firmen, die Planer und der Prüfer) waren anwesend und konnten das Verhalten des Versuchskörpers beim Durchlaufen eines für zwei maßgebende Querschnitte repräsentativen Lastpfads beobachten. So lieferte dieses Experiment nicht nur die gewünschten technischen Aussagen, sondern stärkte auch das Vertrauen in den kühn anmutenden Entwurf.

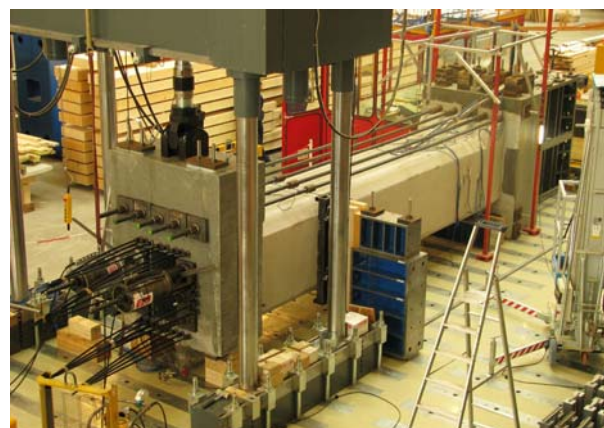


Abbildung 2 Versuchsaufbau Großversuch

So lieferte dieses Experiment nicht nur die gewünschten technischen Aussagen, sondern stärkte auch das Vertrauen in den kühn anmutenden Entwurf.

Wie in jeder Baukonstruktion gibt es auch bei der WILD-Brücke **Diskontinuitätsbereiche**. Vor allem in den Knieknoten ergeben sich diese aus der Lasteinleitung der Spannglieder (Spannanker, Umlenkkräfte) und den Anschlüssen der Aufständering sowie eines Querriegels. Auch die **Trockenfuge** zwischen den Fertigteilen erzeugt in Abhängigkeit von ihrer Maßgenauigkeit Diskontinuitäten. Untersuchungen dieser Bereiche erfolgen in erster Linie mittels sehr detaillierter FE-Simulationen (Abbildung 4), wobei die gewissenhafte Abstimmung der Stoffgesetze auf die begleitenden Festbetontests (einaxialer Zugversuch, Druckversuch) die Grundlage für zuverlässige Aussagen bilden. Wo es möglich und sinnvoll ist, werden Diskontinuitätsbereiche auch experimentell untermauert, wie dies z.B. für die **Einleitung der Vorspannkräfte** gemacht wird (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3 Versuchsaufbau einer Gruppenverankerung von Spannlitzen

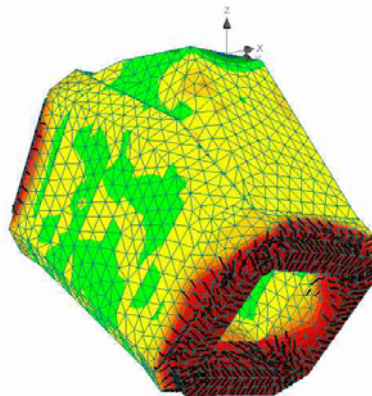


Abbildung 4 FE-Simulation eines Knieknotens

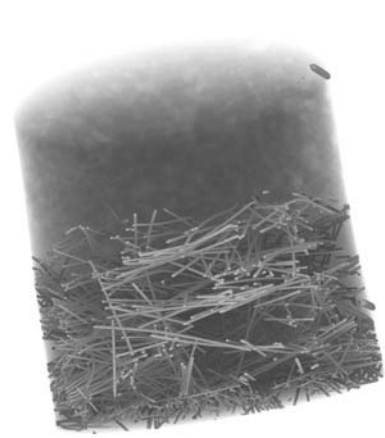


Abbildung 5 Darstellung der Faserorientierung durch Computertomographie

Da beim Bau der WILD-Brücke auf schlaife Bewehrung verzichtet wird, kommt der **Faserorientierung und -verteilung** besondere Bedeutung zu. Deshalb ist die Entwicklung von Prüfverfahren zur Bestimmung des lokalen Fasergehalts und der -orientierung (Abbildung 5) ein großes Ziel im Rahmen dieses Projekts. Derzeit wird die Faserorientierung noch zerstörend, mittels digitaler Bildauswertung an Schnittflächen, bewerkstelligt. Neue theoretische Ansätze liefern nun bei der Auswertung eines Schnittbilds als zusätzliches Ergebnis den lokalen Fasergehalt des Volumens. Für die zerstörungsfreie Erfassung der Faserorientierung sind zwar innovative Konzepte, basierend auf der Messung eines Magnetimpulsspektrums, bereits ausgearbeitet, jedoch fehlen derzeit die personellen und finanziellen Ressourcen zur Umsetzung dieser viel versprechenden Methode.

Abschließend sei noch erwähnt, dass wegen der Dünnwandigkeit des Bogenquerschnitts der Widerstand gegen **hochdynamische Stossbelastungen** durch eventuell herab fallende Gegenstände ebenfalls wissenschaftlich untersucht wird.

Literatur

- [1] Sparowitz, L.: **Anwendung von faserbewehrtem Ultra-Hochleistungsbeton im Brückenbau** - in: Österr. Vereinigung für Beton- und Bautechnik, Betontag 2008, pp. 2-7, Wien 2008
- [2] Zimmermann, W.: **Erstmalige Anwendung von UHPC bei Brücken in Österreich** – in: Tagungsband Strassen- und Brückentag 2008, pp. 87 - 99, Strassen- und Brückentag 2008, Spittal a. d. Drau 2008
- [3] Reichel, M., Sparowitz L.: **UHPFRC Segmentbrücken – Konstruktionsprinzipien, Bemessungsansätze und Machbarkeit** - in: Tagungsband Strassen- und Brückentag 2008, pp. 87 - 99, Strassen- und Brückentag 2008, Spittal a. d. Drau 2008
- [4] Juhart, J.; Freytag, B.; Linder, J.; Sparowitz, L.: **Preparation and Handling of UHPFRC for the manufacture of thin-walled building elements**. - in: Central European Congress on Concrete Engineering, pp. 281-288, Hungary, Visegrád 2007
- [5] Freytag B.: **Großversuch WILD-Brücke -Bauteile und Lasten im Maßstab 1:1 im Labor**- in: Tagungsband Strassen- und Brückentag 2008, pp. 87 - 99, Strassen- und Brückentag 2008, Spittal a. d. Drau 2008