

Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Reichel, König und Heunisch, Leipzig

Wildbrücke Völkermarkt aus der Sicht des planenden Ingenieurs

Die mit mehreren Preisen ausgezeichnete Wildbrücke Völkermarkt wurde in den Jahren 2005 bis 2010 von Prof. Lutz Sparowitz und seinem Team am Institut für Betonbau sowie dem Labor für konstruktiven Ingenieurbau der TU Graz entworfen, geplant und als Pilotprojekt umgesetzt. Der nachfolgende Text gibt einen kurzen Überblick über die Konstruktion, Planung und Errichtung der Brücke.

Die Straßenüberführung Wildbrücke Völkermarkt ist als Bogenbrücke konzipiert und besitzt eine Gesamtlänge von 157 m (Fertigstellung Juli 2010). Die zwei parallelen Sprengwerkbögen mit 69 m Spannweite bestehen aus dünnwandigen 6 cm starken (Eckbereiche 10 cm) gefaserten UHFB – Hohlkastenfertigteilstegsegmenten, deren Trockenfugen durch austauschbare, inspizierbare und nachrüstbare externe Spannglieder überdrückt sind. Die Bogenknickpunkte (Knoten), die gleichzeitig als Auflagerpunkte der Fahrbahnplattenständer und zur Verankerung bzw. Umlenkung der externen Spannglieder dienen, besitzen eine Wandstärke von 20 cm. Alle Fertigteilstegmente weisen keinen passiven Betonstahl auf.



Bild 1 Ansicht der Wildbrücke Völkermarkt

Da das Eigengewicht der Bögen selbst gegenüber den weiteren Belastungen sehr klein ist, ergibt sich die optimale Stützlinie als Polygonform, womit sich der Schalungsaufwand für die einzelnen Bogensegmente minimiert. Das Verhältnis von veränderlichen zu den ständigen Belastungen ist um so größer, je leichter die Bauweisen werden, und kann bei Tragwerken, bei denen der Lastabtrag an der Stützlinie orientiert ist, wie hier im Fall des Bogens, zu empfindlichen Beanspruchungen führen. Durch die hohe externe Vorspannung des Bogens wird die Lastausmitte im Bogen gering gehalten und die Biegesteifigkeit bzw. die Stabilität des Bogens beträchtlich erhöht. Diese externe Vorspannung besteht aus einzelnen leicht montierbaren und nachträglich austauschbaren verbundlosen Monoliten, bei denen gegenüber der bauaufsichtlichen Zulassung der Durchmesser der Lasteinleitungsplatten der Anker von 100 mm auf 70 mm reduziert ist. Die externe Vorspannung wird in den Knickpunkten des Bogens durch Übergangselemente - so genannte „Knieelemente“ - umgelenkt. Sie haben eine Wandstärke von 20 cm und dienen weiterhin als Auflagerung für die Bogenständer aber auch als Verankerung und Umlenkung für die externen Spannglieder. Die Bogenständer bestehen aus C70/80, besitzen einen an die Querschnittsform des Bogens angelehnten achteckigen Querschnitt und sind biegesteif mit dem Bogen und der Fahrbahnplatte verbunden.

Die Stützen der Vorlandbrücken und die Fahrbahnplatte bestehen aus Normalbeton. Die Errichtung des leichten Bogens erfolgt durch das Bogenklappverfahren.

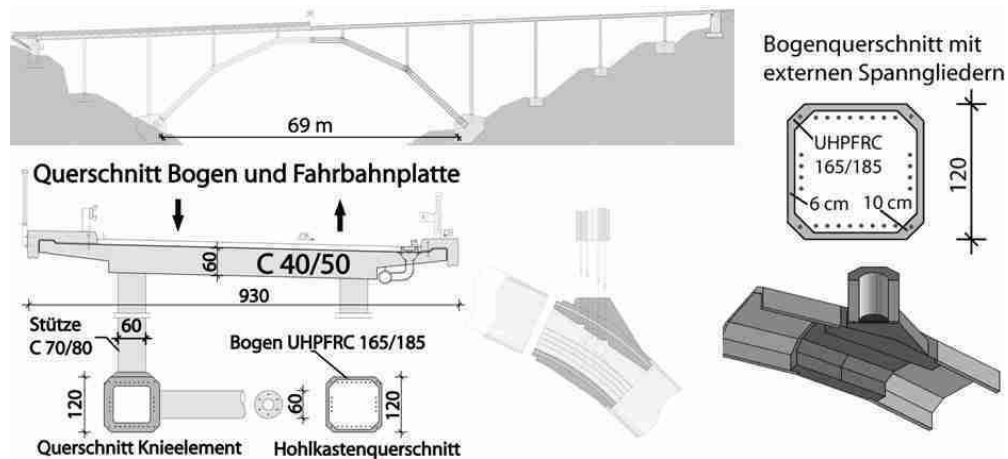


Bild 2 Konstruktionsübersicht der Wildbrücke Völkermarkt



Bild 3 Bauzustände

Die damals vorhandene Normung in Österreich deckte weder die Bemessung von UHFB noch die Bemessung von verbundlos vorgespannten Segmentträgern ausreichend ab. In Frankreich und Japan existierten damals erste vorläufige Richtlinien zur Anwendung und Bemessung von UHFB. In Australien gab es eine vorläufige Richtlinie, die die Anwendung des Premix Ductal für vorgespannte Betonträger regelte. In Deutschland war ein Sachstandsbericht UHFB Ultrahochfester Faserbeton in Arbeit, der einen guten Überblick über den damaligen Stand des Wissens gab und auch Hinweise zur Bemessung enthielt. Zur Bemessung der Segmentfugen wurde der damalige Entwurf der deutschen Empfehlungen für Segmentfertigteilterbrücken herangezogen. Die vorgenannten Quellen lieferten die Grundlagen zur Vorgehensweise bei der Bemessung des Bogens. Jedoch musste die Bemessung weiter durch zusätzliche Großversuche im Maßstab 1:1 und viele weitere Kleinversuche abgesichert werden.

Die Großversuche im Maßstab 1:1 sollten die Bemessung des Bogens an der maximal beanspruchten Stelle absichern. Dabei wurde das Tragverhalten an der Einspannstelle des Bogenkämpfers und zugleich am 1. Knieelement im Versuch simuliert. Das Lastregime deckt dabei alle Schnittgrößen (Moment, Normalkraft, Querkraft) an den beiden maßgebenden Stellen vom Gebrauchslastniveau bis hin zu den Bemessungslasten, beaufschlagt mit einer Materialsicherheit von 1,5, und darüber hinaus bis zur Versagenslast ab. Bei einem Referenz- und einem Abnahmeversuch konnte gezeigt werden, dass die Tragfähigkeit weit über dem

Bemessungslastniveau inklusive der Materialsicherheit liegt, aber auch die Kriterien im Gebrauchszustand erfüllt sind.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Groß- und Kleinversuche wurden zusätzlich komplexe dreidimensionale lineare und nichtlineare FEM-Berechnungen zur Ermittlung der Beanspruchungen und Spannungen in den Fertigteilknotensegmenten durchgeführt. Infolge ihrer komplexen Geometrie, der Spannkrafteinleitungen und der Umlenkkräfte aus den Spanngliedern stellen diese hochgradige Diskontinuitätsbereiche dar, die solche Untersuchungen unabdingbar machen.

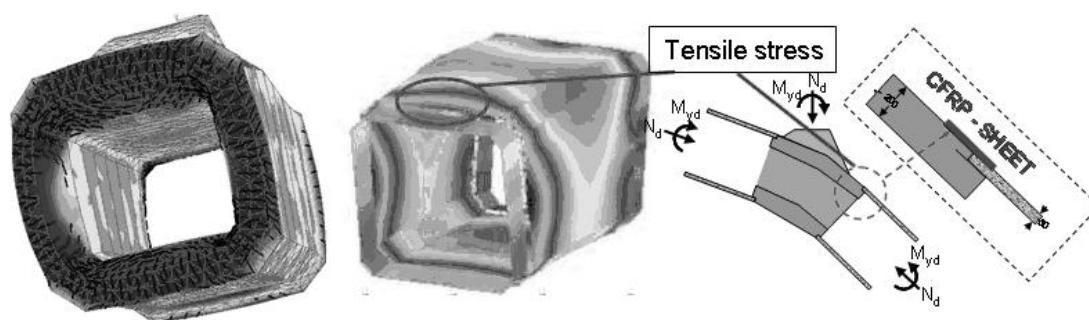


Bild 4 Nichtlineare Traglastanalyse

Die wesentlichen Festbeton- und mechanischen Eigenschaften sind in Tafel 1 wiedergegeben.

Tafel 1 mechanische Eigenschaften des verwendeten UHFB

charakteristische Druckfestigkeit f_{ck} ($\phi/h = 150/300$ mm)	≥ 165 MPa
Elastizitätsmodul E_{cm}	≥ 50.000 MPa
charakteristische Biegezugfestigkeit $f_{ctk,flex,0,5mm}$ (nach DBV-Richtlinie)	≥ 18 MPa
charakteristische Erstrisszugfestigkeit f_{ctk}	≥ 7 MPa
charakteristische Nachrisszugfestigkeit f_{ctk}	≥ 7 MPa
charakteristischer Reibungskoeffizient der Fugenstirfläche μ_k	$\geq 0,20$
Ebenheit der Segmentstirfläche	$\pm 0,1$ mm

Eine umfangreiche Beschreibung zum Entwurf, Planung und Errichtung der Wildbrücke Völkermarkt kann [1] und [2] entnommen werden.

[1] Reichel, M.; Sparowitz, L.; Freytag, B.: Wildbrücke Völkermarkt – vorgespanntes Bogentragwerk aus UHFB-Segmentfertigteilen. Teil 1 – Entwurf und Bemessung. - in: Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011) 11

[2] Reichel, M.; Sparowitz, L.; Freytag, B.: Wildbrücke Völkermarkt – vorgespanntes Bogentragwerk aus UHFB-Segmentfertigteilen. Teil 2 – Bauausführung, begleitende Forschung und Qualitätssicherung. - in: Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011) 12