BERATENDE INGENIEURE

FACHMAGAZIN FÜR PLANEN UND BAUEN

VBI

3/4 2015

VERKEHRSPROJEKTE

WERTERMITTLUNG

RISIKOMANAGEMENT

Innkanalbrücke Töging

Brückenschlag nach Maß

VON CHRISTIAN BRENSING

Die 90 m lange Stabbogenbrücke über den Innkanal fügt sich ohne übertriebene konstruktive Gesten in das Landschaftsbild mit dem schnell dahinfließenden Innkanal ein. Insbesondere das „intelligente Tragkonzept" trug dem VBI-Mitgliedsunternehmen BPR Dr. Schäpertöns + Partner, München, eine Auszeichnung ein. BI stellt das Bauwerk vor.

Historie und Umfeld

Der Innkanal ist eine 23 km lange künstliche Wasserstraße, die 1919–1922 gebaut wurde und das Wasserkraftwerk Töging versorgt. Zahlreiche Brücken queren den Kanal, so auch zwei Trogbrücken aus Eisenbeton über den sogenannten Unterwasserkanal, einen 3 km langen Abschnitt unterhalb des Kraftwerks, bevor der Kanal wieder in den Inn fließt. Die Bausubstanz dieser beiden Brücken, die für landwirtschaftlichen Verkehr und von Radfahrern des Inntal-Radwegs genutzt wurden, war erneuerungsbedürftig. 2010 beschloss der Bauherr, die Verbund Innkraftwerke GmbH, den Ersatz beider Brücken durch eine neue Brücke. Deren Standort liegt 10 m kanalabwärts neben der ersten Brücke des Unterwasserkanals und verfügt über ideale Anbindungen zu Straßen und Wegen.

An dieser Stelle hat der Unterwasserkanal einen trapezförmigen Querschnitt mit circa 7 m Tiefe, ist 57 m breit und wird beidseitig jeweils von 3,50 m bis 4,50 m breiten Bermen bzw. Wartungswegen gesäumt. Zwischen den Böschungsoberkanten misst der Einschnitt circa 85 m. Der Wasserstand bei einem 100-jährigen Hochwasser liegt ungefähr 2 m unter der Böschungsoberkante. Über diesem forderte der Bauherr ein Freibord von 1 m. Auf Grund dieser Anforderungen wurde der zu überführende Weg leicht angehoben, um für die Brückenkonstruktion genügend Raum über dem Freibord zu schaffen. Zugunsten der vielen Radfahrer, die den Weg nutzen, beschränkte man außerdem die Längsneigung auf maximal 6 %. Die im Bauwerksbereich entstehende Kuppe wurde mit 750 m Radius ausgerundet.

Entwurfsvarianten

Entgegen der Bauart der alten Brücken mit vier Pfeilern sollte die neue Brücke den Kanal stützenfrei queren. Gemäß dem Wunsch des Auftraggebers erarbeiteten die Münchner Ingenieure von BPR Dr. Schäpertöns + Partner im Rahmen der Vorplanung drei Varianten:

1. Eine stützenlose Brücke mit Einfeld-Träger und einer Stützweite von etwa 75 m. Diese Variante hätte bei dem gewünschten Freibord ein obenliegendes Tragwerk erfordert.
2. Ein Zweifeld-Träger mit einem Strompfeiler.
3. Eine stützenlose Stabbogenbrücke mit aufgeständerter Fahrbahn in Verbundbauweise.

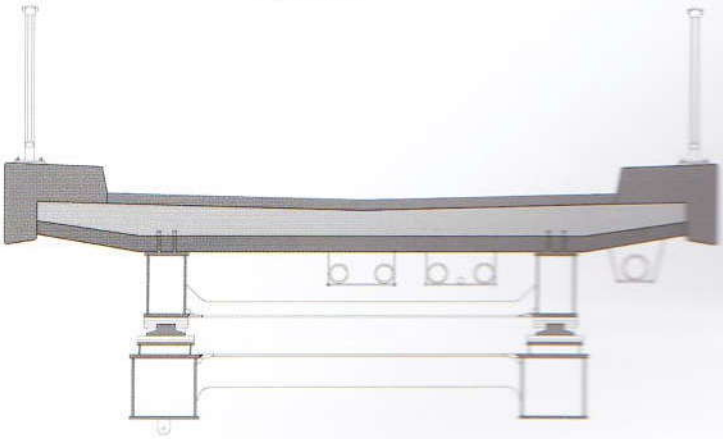
Eine Kostenschätzung für diese drei Varianten ergab, dass ein obenliegendes Tragwerk hinsichtlich der Kosten für Herstellung und Unterhalt zu unwirtschaftlich wäre und die dritte Variante mit untenliegendem Bogen im Vergleich zu Ausführungen mit einem oder zwei Strompfeilern nur geringfügige Mehrkosten verursacht. Zudem hat das sehr schlanke, flache Bogentragwerk der dritten Variante Vorteile in Bezug auf die gegebenen Bodenverhältnisse. Das Tragwerk, das den Bogenschub über Rückstreben zu den Fahrbahnträgern leitet, kommt

▲ Innkanalbrücke Töging

▲ Montage Pendelstütze

▲ Ansicht und Längsschnitt

▼ Querschnitt



▲ Einhub Stahlbogen

▲ Bogenschlag per Kran

ohne große Kämpferfundamente, tiefe Baugruben und teure Baugrubenverbauten aus. Die Rückstreben gleichen die Horizontalkräfte als Zugbänder wieder aus. Die Vertikalkräfte werden von Bohrpfählen aufgenommen, wobei an den Enden das Eigengewicht der Widerlager als Auflast günstig wirkt.

Dass sein Büro mit dem Entwurf beauftragt wurde, hat eine eigene Vorgeschichte, wie Dr. Schäpertöns erläutert: „Seit Jahren haben wir zunächst für die Eon Wasserkraft zahlreiche Brücken über Inn und Innkanal bewertet, neu konzipiert sowie Sanierungen geplant und überwacht. Es hat uns deshalb sehr gefreut, auch nach dem Verkauf der 13 Wasserkraftwerke am Inn durch Eon vom neuen Eigentümer Verbund Innkraftwerke den Planungsauftrag für die Neuplanung dieser Brücke bekommen zu haben."

Gestaltung und technische Details

Die schlanken Tragelemente Bogen, Stützen und Fahrbahnträger sowie das sich daraus ergebende flache Profil sind die entscheidenden Kriterien dieses Neubaus. Ohne übertriebene konstruktive Gesten fügt sich die Brücke in das Landschaftsbild mit dem schnell dahinfließenden Innkanal ein. Zwischen zwei unmittelbar am Kanalufer angeordneten Betonkämpfern spannen zwei Stahlbögen in einem Radius von 94 m und verändern dabei ihren Rechteckquerschnitt kontinuierlich von b / h = 500 mm / 500 mm im Scheitel zu b / h = 1000 mm / 300 mm an den Bogenenden. Die Schlankheit der Stahlbögen beträgt im Verhältnis Stützweite zu Querschnittshöhe l / h = 134 bis 223. Das Stichmaß der Bögen, in den Systemlinien gemessen, beträgt 6,15 m. Bezogen auf die Bogenstützweite von 66,90 m (die lichte Weite zwischen den Widerlagern beträgt 82,30 m) ergibt das ein Verhältnis von etwa f / L = 1 / 11.

Rechteckige, gelenkige Stahlstützen ohne jegliche Diagonalverstrebungen verbinden die Stahlbögen mit den Fahrbahnträgern. Beide Fahrbahnträger bestehen aus je einem dichtgeschweißten Stahl-Hohlkastenträger mit b / h = 300 mm / 500 mm. Stahlbeton-Halbfertigteile mit Ortbetonergänzung bilden die Fahrbahn. Sie erhielten Aussparungen zur Aufnahme von Kopfbolzendübeln, die den Verbund zwischen Stahlträger und Fahrbahn herstellen. In der Brückenmitte beträgt die Konstruktionshöhe 80 cm. Die Fahrbahnbreite misst 4 m und hat ein V-Profil mit 2,5 % Querneigung zur besseren Entwässerung, auf entsprechende Leitungen wurde aus Effizienz- und Kostengründen verzichtet.

Das optisch schlichte leichte Erscheinungsbild der Brücke wird auch durch die Anordnung und Dimensionierung der Widerlager beeinflusst. Die Kämpferfundamente der Stahlbögen wurden als flache Betonkonsolen ausgebildet, die in der Verlängerung der Bogenlinie weitgehend unter dem Gelände verschwinden. So wird die Querschnittsfläche des Kanaleinschnitts durch die Unterbauten nur minimal beeinflusst. Auch die quaderförmigen Widerlager der beiden Längsträger, die zudem den Bogenschub über Rückstreben zu den Fahrbahnträgern aufnehmen, sind an den Böschungsoberkanten zurück- und hochgesetzt.

Dipl.-Ing. Daniel Schäfer, der bei BPR Dr. Schäpertöns + Partner mit der Entwurfsaufgabe und der statischen Berechnung betraut war, definiert die Gesamtphilosophie des Entwurfs und einige technische Details wie folgt: „Das gesamte Bauwerk ist im Endzustand monolithisch ausgebildet. Die integrale Tragstruktur erforderte genaue Überlegungen zu den Knotenpunkten von Betonbauteilen und Stahlbau. Die Zwangskräfte an allen Anschlusspunkten wurden unter sicheren Annahmen aber realistisch ermittelt und die Detailpunkte sorgfältig konstruiert. Die Form des Bogenquerschnitts wurde iterativ optimiert und sie erfüllt mit veränderlicher Bauhöhe, Breite und Blechstärke verschiedenste Anforderungen. Neben der ausreichenden Tragsicherheit für die Regelbelastung erzielt man eine ausreichende Steifigkeit zur Vermeidung von Stablitätsversagen. Gleichzeitig ist der Bogen aber flexibel genug, um Zwangskräfte und unbeabsichtigte Einspannungen, die sich aus der integralen Bauweise ergeben, gering zu halten. Eine möglichst einfache Werksfertigung des Bauteils wurde bei der Profilgestaltung gleichzeitig bedacht. Die Formoptimierung sorgt dafür, dass kein Nachweiskriterium dominiert und sichert damit den wirtschaftlichen Einsatz des Stahlmaterials."

Fertigung und Aufbau

Generell zeichnet sich der Stahl- und Stahlverbundbrückenbau durch einen hohen Vorfertigungsgrad aus. So auch bei der Innkanalbrücke für die zahlreiche Einzelteile bei der Stahlbaufirma in Wegscheid gebaut, beschichtet und bereits dort zusammengefügt wurden. Per Tieflader wurden die bis zu 33 m

▲ Veschlosserung Kämpfer

Alle Abbildungen: BPR Dr. Schäpertöns + Partner GmbH

langen Stahlteile 180 km weit zur Baustelle transportiert. Der Spezialtransport erfolgte unter Polizeibegleitung und dauerte rund fünf Stunden.

Auf der Baustelle wurden zunächst die beiden Bogenhälften parallel zum Kanal aufgestellt und auf dem Widerlager der alten Brücke verschweißt. Die in drei Transporteinheiten aufgeteilten Stahlträger des Fahrbahnüberbaus (insgesamt circa 91 m) wurden in ähnlicher Art und Weise bearbeitet. Ein 400-t-Raupenkran mit einem 70 m hohen Gittermastausleger und 135 t Zentralballast hob die Brückenteile auf die in Ortbetonbauweise ausgeführten Unterbauten. Auf Grund des entworfenen Tragsystems waren weder ein Baugrubenverbau noch größere Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Die Einweihung und Freigabe der neuen Innkanalbrücke für den Verkehr fand am 7. September 2012 statt. Etwa ein Jahr später waren auch die letzten Reste der beiden Vorgängerbrücken verschwunden.

Fazit

Die von BPR Dr. Schäpertöns + Partner über die Jahre entwickelten Fußgängerbrücken weisen gewisse Gesetzmäßigkeiten und Erkennungsmerkmale auf, die Bernhard Schäpertöns in seinem 2010 veröffentlichen Buch „Zwei Brücken" beschreibt. Das Wesen einer gelungenen Brücke, die den Ort prägt, an dem sie steht", habe etwas Magisches, heißt es dort. Mit anderen Worten: Struktur schafft Raum. In der Laudatio für die Auszeichnung, die der Innkanalbrücke beim Ingenieurpreis des Deutschen Stahlbaus 2015 in der Kategorie Brückenbau zu Teil wurde, klingt dies so: „Besonders das intelligente Tragkonzept der Umlenkung des Bogenschubes in das in der Fahrbahnplatte liegende Zugband und die damit erforderliche Rückverankerung durch Zugpfähle gefällt. Das Zugband als Stahlverbundüberbau mit Betonfertigteilelementen und Ortbeton ergibt eine Vielzahl von Bauzuständen, welche bei der Berechnung berücksichtigt werden mussten. Auch die Details sind überzeugend ausformuliert. Diese technisch innovative Lösung demonstriert die Leistungsfähigkeit des Stahl- und Stahlverbundbrückenbaus."

Autor:
Christian Brensing,
CBE-enterprises, Berlin

Literatur

Bernhard Schäpertöns: Zwei Brücken. Jovis Verlag, Berlin 2010, ISBN 978-3-86859-083-8.

▲ Absetzen Fahrbahnträger

▲ Brückenrohbau aus Bogen und Längsträgern