

Verbindendes Element der grenzübergreifenden Gartenschau Fuß- und Radwegbrücke über den Rhein zwischen Kehl und Strasbourg

Die jüngste Rheinbrücke stellt das verbindende Element der grenzübergreifenden Gartenschau dar. Sie setzt sowohl in ingenieurmäßiger als auch in architektonischer Hinsicht neue Maßstäbe.



Visualisierung
© Structure et architecture Marc Mimram

Einleitung

Die Städte Kehl und Strasbourg werden im Sommer 2004 eine grenzübergreifende Gartenbauausstellung, »Le jardin des deux rives« (Garten der zwei Ufer), veranstalten. Für eine Fuß- und Radwegverbindung zwischen den Ufern wurde 2000 für den Standort »Themengärten« ein Wettbewerb ausgeschrieben, den der Pariser Architekt und Ingenieur Marc Mimram mit einer Schrägseilbrücke mit 123 m Mittelöffnung gewann. Auf Drängen der Stadt Strasbourg wurde die Brücke später in die Mitte des Ausstellungsgeländes ca. 500 m südlich der bestehenden Europabrücke verschoben, worauf die Rheinschiffahrtskommission wegen der jetzt näher gerückten Straßen- und Eisenbahnbrücke eine Vergrößerung der Mittelöffnung auf 183 m forderte.

Entwurf

Die Spannweiten betragen im Bereich des Vorlandes $3 \times 14,40 + 15,71$ bzw. $4 \times 14,40$ sowie im Bereich der Hauptbrücke $43,72 + 183,37 + 43,72 = 270,81$ m. Der Überbau besteht aus zwei Stegen in Stahl-Beton-Verbundbauweise, die durch biegesteif angeschlossene Querträger und Verbandsstreben verbunden sind. Der Gehsteig A (Nutzbreite 2,50 m) verbindet die Rheinufer und ist im Grundriss gerade und in der Ansicht gekrümmt. Das maximale Längsgefälle beträgt 18 %. Der an die Vorlandbrücke angeschlossene und damit flachere Steg B für Fußgänger und Radfahrer (Nutzbreite 3,00 m) verbindet die hochwasserfreien Bereiche. An der Hauptbrücke verläuft er im Grundriss gekrümmt, der maximale Abstand der Stege ist in Brückenmitte. Dort sind sie durch eine ca. 300 m² große Plattform verbunden; diese bietet einen schönen Blick entlang dem Rhein und lädt zum Verweilen ein.

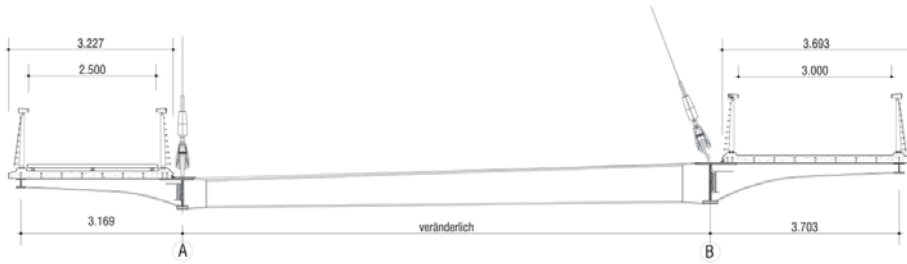
Während der Steg B eine übliche, in sich verankerte Schrägseilbrücke darstellt, ist das Rückhalte-kabel von Steg A im Uferwiderlager verankert. Folglich erhält dieser Steg zwischen den mittleren Seilen eine Zugkraft von ca. 5 MN. Der zentrisch gezogene Steg wurde dort mit einer vollen Stahlplatte unter der Gehbahn versehen, um die Rissbreiten wirkungsvoll zu beschränken.

Die Überbauten bestehen jeweils aus einem Hauptlängsträger (Höhe 0,8 m bzw. 1,0 m) in der Seilebene und einem Nebenträger, die durch Konsolen verbunden sind. Dieser Gitterrost ist mit einer 15 cm dicken Betonplatte versehen, in die das Gesims integriert ist. Der Überbau ist nur in Querrichtung am Pylon durch einen Gabelbaum gelagert und in diesem Bereich durch eine Schrägstrebe gestützt.

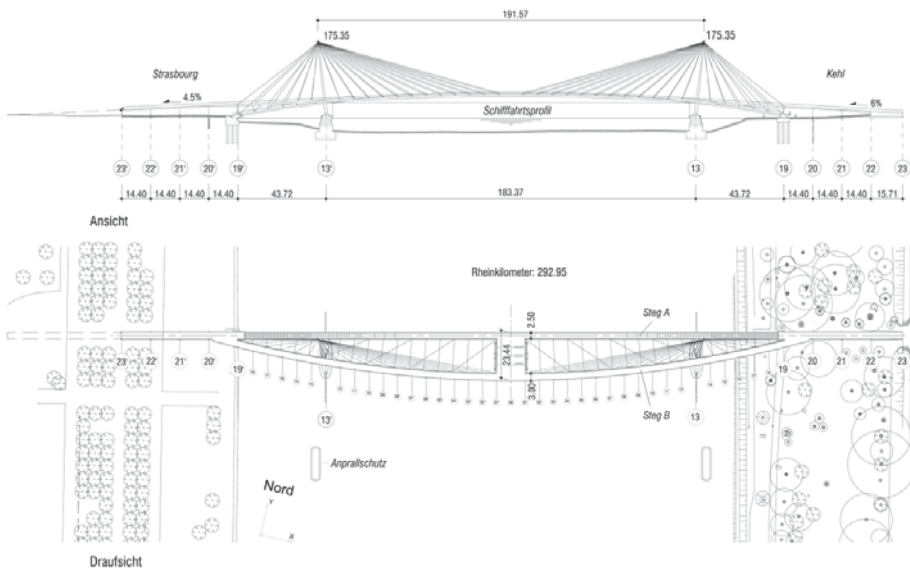
Die Pylone sind entgegen dem Überhang von Steg B sowie Richtung Ufer geneigt und mittels Fußplatte und Spannankern in die Strompfeiler eingespannt. Die vollverschlossenen Seile werden mittels Gabelseilköpfen in zwei Platten am Pylonkopf eingehängt. Die ersten Seilpaare zum Land und zur Flussmitte haben Durchmesser von 139 mm bzw. 102 mm, die weiteren Seile von 60 mm und 84 mm. Der Durchmesser der normalen Seile wurde auf der Basis einer Umweltverträglichkeitsstudie zum Schutz von Vögeln auf mindestens 60 mm festgelegt (Erkennbarkeit), sie sind daher teilweise nur gering ausgenutzt. Dies bereitet nicht nur verschiedene technische Probleme, z.B. die Begrenzung des Seildurchhanges, sondern macht den vermeintlichen Vogelschutz auch zu einem teuren Argument. Im Übrigen sind bisher keine Vogelopfer zu beklagen gewesen.



Lageplan
© Landesgartenschau Kehl 2004 GmbH



Querschnitt neben Pylon
© Structure et architecture Marc Mimram/Leonhardt, Andrä und Partner



Übersicht
© Structure et architecture Marc Mimram/Leonhardt, Andrä und Partner



Die uferseitigen Horizontalkräfte von Steg B als Reaktion auf die Abtriebskraft aus dessen Überhang werden bis zur ersten Achse der Vorlandbrücke zurückgehängt, wo sie von einem kräftigen, ebenfalls auf Pfählen gegründeten Rahmen aufgenommen werden. Der so genannte Tukan am Uferwiderlager wird dadurch zu einem sehr komplexen Bauteil, das neben der Verankerung der Rückhaltekegel gegen die Druckkraft im Steg B und die Weiterleitung der Lasten in den Baugrund auch die Aufnahme der Horizontalkräfte in Brückenquerrichtung realisieren muss. Andererseits ist zur Vermeidung von Temperaturzwängen eine Längsverschieblichkeit der Stege nötig. Die Lager am Steg A dagegen sind teils abhebenden Kräften in Kombination mit großen Verschiebewegen ausgesetzt; hierzu dienen gegeneinander verspannte Kalottenlager.

Die Uferwiderlager zur Auflagerung und Seilverankerung sind auf Pfählen gegründet. Die Flusspfeiler hingegen stehen auf Flachfundamenten von 25 m × 11 m. Sie wurden auf Schiffsanprall bemessen und die Seitenfelder des Überbaus durch vorgelagerte Anprallschutzbauwerke gesichert.

Montage

Die Herstellung der Vorlandbrücken erfolgte durch Montage des Stahlskeletts und nachfolgendes Herstellen der Betonplatte. Die Hauptbrücke wurde im Freivorbau hergestellt, wobei die einzelnen Schüsse von ca. 22 m Länge an Land vormontiert und bereits mit Betonplatte versehen wurden, was ein Gewicht von ca. 120 t ergab. Die Schüsse der Randfelder wurden von Land mittels 600-t-Raupenkran eingehoben und die Schüsse zur Stromseite mittels 250-t-



Pylon: Übersicht, Seilverankerung, Gabelbaum
© Structure et architecture Marc Mimram/Leonhardt, Andrä und Partner



Einhebung des Mittelstückes vom Ponton mittels Litzenhebern
© Leonhardt, Andrä und Partner

Schwimmkran. Wegen des hohen Gewichtes der Mittelplattform konnte diese nicht durch den Schwimmkran montiert werden. Das verbleibende Schlussstück von ca. 55 m Länge und 24 m Breite wurde mit einer Unterspannung versehen, auf einem Ponton eingeschwommen und mittels hydraulischer Litzenheber an den auskragenden Brückenarmen hochgezogen. Unter der Last von insgesamt 620 t senkten sich die Vorbauspitzen dabei um ca. 90 cm. Durch die Unsymmetrie in Längsrichtung ergaben sich bei der Montage Verformungen in Querrichtung entgegen dem Überhang von Steg B von ca. 30 cm, die durch eine entsprechende Werkstattform berücksichtigt wurden.

Für die Freivorbauontage mussten die Stege im Uferbereich in Längsrichtung festgesetzt werden. Im Steg A, der im Endzustand verschieblich ist, baute sich eine Druckkraft von ca. 7 MN auf. Beim Ablassen der Pressen nach Verschweißen der Mittellücken lagerte sich diese in die erwartete Zugkraft im Mittelteil des Steges um. Zum Einheben des Mittelstückes am 1. Februar 2004 war eine Schifffahrtssperrung von 12 Stunden verfügbar. Bis zum Ausbau der Unterspannung wurde die Schifffahrt an dieser vorbeigeführt.

Anfälligkeit gegen Wind

Die aeroelastische Anfälligkeit der Brücke resultiert aus der Konfiguration des aus zwei scharfkantigen Stegen zusammengesetzten Querschnitts sowie der recht geringen Torsionssteifigkeit. Die Gefahr von Torsions-Galloping wurde auf der Basis von Windkanalversuchen festgestellt. Die Einsatzgeschwindigkeit der nur schwach gedämpften Brücke liegt unterhalb des Bemessungswindes von 36 m/s. Es wurde daher eine Sonderlösung zur Schwingungsdämpfung entwickelt, bei der in Brückenquerrichtung liegende Wippen als Tilgerelemente wirken. Diese mit Massen belegten und über ein Feder-Dämpfer-System mit der Brücke verbundenen Bauteile wurden auf die ersten zwei Torsionseigenformen abgestimmt. Die Nachweise der Wirksamkeit wurden anhand von Computersimulationen geführt.

Schlussbemerkung

Dass die sehr komplexe Brücke in nur 16 Monaten rechtzeitig zur Eröffnung der Gartenschau am 23. April 2004 fertig gestellt werden konnte, ist dem reibungslosen Zusammenwirken aller Beteiligten zu verdanken.

Guido Morgenthal
Reiner Saul

Bauherren

Stadt Kehl
Communauté Urbaine de Strasbourg

Entwurfsverfasser

Structure et architecture Marc Mimram, Paris
DSTV-Mitglied Leonhardt, Andrä und Partner GmbH, Stuttgart

Prüfingenieur

Dipl.-Ing. Dr.-Ing. e.h. Reiner Saul
Dr. Dipl.-Ing. MSc MPhil Guido Morgenthal

Bauausführung

Arbeitsgemeinschaft
Bilfinger Berger Freiburg GmbH
DSTV-Mitglied Ingenieur- und Brückenbau Niesky GmbH