

Eine erste Seilkonstruktion im Allgäu

Die Rosenaubrücke über die Iller in Kempten

Einleitung

Die Rosenaubrücke befindet sich im Bereich der Kemptener Altstadt und ist Teil eines Ensembles von insgesamt fünf Brücken, das seinesgleichen sucht. Neben den größten Stempfbetonbrücken der Welt, 1906 errichtet, sind hier auch eine alte Holzgitterfachwerkbrücke aus dem Jahr 1847 und eine Stahlbogenbrücke von 1889 in unmittelbarer Nähe als besondere, denkmalgeschützte Bauwerke zu nennen. Dazu kommt, daß sie in der Baulast von Investoren liegt, die das Areal der ehemaligen Spinnerei und Weberei zu einer Wohnsiedlung umnutzen wollen. – Die Stadt Kempten hatte im Bebauungsplan zunächst eine Sanierung der vorhandenen Brücke zur Auflage gemacht. Aufgrund ihres schlechten baulichen Zustandes, gekennzeichnet durch alters- und witterungsbedingte Schäden sowie Auflösungserscheinungen, und einer außergewöhnlichen Hochwasserproblematik – die alte Werksbrücke aus dem Jahr 1886 wurde bei den Hochwassern 1999 und 2005 ange-



Brückenensemble
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure



Bauwerk von 1886
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

strömt und verursachte einen für die Kemptener Altstadt gefährlichen Aufstau – wurde der Überbau der unter Denkmal stehenden »Eisernen Brücke« im Januar 2006 rückgebaut.

Ihre Neukonstruktion ersetzt die frühere Werksbrücke und dient nun der Verbindung des innerörtlichen und des übergeordneten Fußgänger- und Radwegverkehrs.

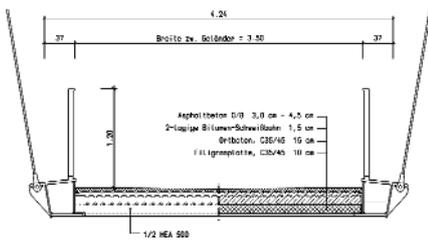
Entwurf

Im Rahmen der Vorentwurfsplanung wurden drei Varianten unter statisch-konstruktiven Aspekten hinsichtlich Gestaltung und des Städtebaus, Gesamtkosten und Unterhalt sowie Abflußquerschnitt untersucht und beurteilt:

- Variante 1: Überbau als Stahlfachwerk, zweifeldrig mit Mittelpfeiler
- Variante 2: Überbau als Stahlfachwerk, einfeldrig
- Variante 3: Überbau als abgespannte Konstruktion, einfeldrig

Als einzig richtige Lösung wurde eine stützenfreie Brücke mit ca. 54 m Stützweite errichtet.

Um aus der Perspektive des Denkmalschutzes und des Städtebaus herauszuarbeiten, welcher verbleibende Typ, Fachwerk- oder Hängebrücke, der »passendere« an dieser Stelle ist, wurde eine Visualisierung der beiden Varianten 2 und 3 durchgeführt. – Der Bauherr, die Stadt Kempten und das Landesamt für Denkmalpflege entschieden sich für die Hängeseilbrücke, also Variante 3.



Querschnitt
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

Durch die hohe Transparenz der Seilkonstruktion bleibt der umliegende denkmalgeschützte Bereich optisch nahezu unberührt: Die Pylonen wurden bewußt in Fortsetzung der Baumreihe auf der Westseite angeordnet, während sich die Gestalt der Brücke auf der Ostseite, wo der zukünftige Platz entsteht, als ein weiches Auslaufen oder Anlanden darstellt. Gleichzeitig erhält ihr Benutzer die Möglichkeit, den Kräfteverlauf zu erleben. Hinzu kommt ferner, daß das vorhandene Ensemble derart durch eine moderne und elegante »eiserne« Brücke ergänzt wird. Um die Hochwassersituation zu entschärfen, wurde die Geländeroberkante der anschließenden Geh- und Radwege außerdem um ca. 1,00 m an den Auflagern und 1,39 m in Brückenmitte angehoben.

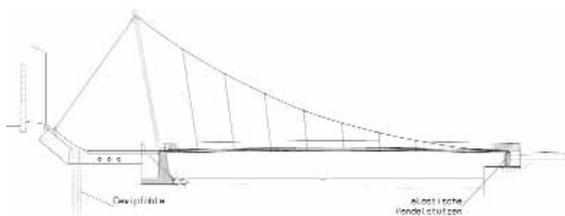


Ansicht
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

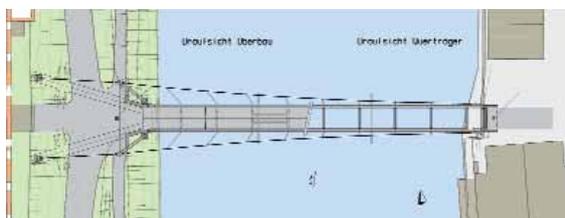
Tragkonstruktion

Als Querschnitt wurde eine robuste und dauerhafte Betonfahrbahn mit seitlichen Stahlhohlkästen gewählt. Der Vorteil ist, daß trotz stützenfreier Überspannung der Iller nur eine sehr geringe Fahrbahnplattendicke benötigt wird, was einen maximalen Durchflußquerschnitt ermöglicht. Der als selbstverankerte Hängeseilbrücke ausgeführte Überbau weist eine Stützweite von ca. 54,00 m auf, die Breite zwischen den Geländern mißt 3,50 m. In Längsrichtung handelt es sich um einen Verbundträger, bestehend aus den Stahlhohlkästen und der Betonfahrbahnplatte, im Querschnitt umfaßt er eine Stahlbetonplatte aus Fertigteilen mit Ortbetoneingängung und seitlichen Stahlhohlkästen. Zusätzlich wurden Stahlquerträger alle ca. 5,70 m

angeordnet, um im Bauzustand über einen stabilen Trägerrost zu verfügen und im Endzustand die Fahrbahnplatte im Bereich der Hänger zu verstärken. Die Konstruktionshöhe der Fahrbahnplatte beträgt 25 cm aus 10 cm Fertigteil mit 15 cm Ortbetoneingängung, die dichtgeschweißten Stahlhohlkästen haben eine Höhe von 45 cm. Die 85 mm starken Hauptseile werden jeweils an einen geeigneten Pylon angegeschlossen und über eine Abspannung verankert. Bei einer Pylonhöhe über Gelände von ca. 22,00 m erfolgt die Aufhängung der Fahrbahnplatte über geeignete Hängerseile mit einem Durchmesser von 21 mm und einem Abstand von 5,70 m.



Längsschnitt
© Gerhard Pahl/
Dr. Schütz Ingenieure



Grundriß
© Gerhard Pahl/
Dr. Schütz Ingenieure



»Unterseite«
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

Die technischen Daten dieses Überführungsbauwerks sind:

- Brückenklasse: 3,50 kN/m² gemäß DIN-Fachbericht 101 oder ein Einzelfahrzeug mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 5 t
- Statisches System: selbstverankerte Hängebrücke
- Stützweiten: 53,86 m
- Lichte Weite: 53,04 m
- Lichte Höhe: ca. 4,00 m (Normalwasserstand)
- Kreuzungswinkel: 100,00 gon
- Unterkante der Brücke: 665,92 m NN im Auflagerbereich und 666,31 m NN in Feldmitte
- Breite: 3,50 m zwischen den Geländern
- Gesamtlänge: ca. 55,00 m
- Brückenfläche: 188,50 m²



Westliches Widerlager
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

Statische Berechnung

Der Stahlüberbau wurde als ein räumlicher Trägerrost (Stabwerk) modelliert, die Betonfahrbahnplatte dabei als Finite-Element-Platte über Kopplungen an die Hohlkästen und die Querträger angeschlossen. Das heißt, alle Stäbe sind entsprechend ihrer tatsächlichen Geometrie abgebildet worden, und zwar unter Berücksichtigung des Versatzes zwischen Fahrbahnplatte und Stahlhohlkästen.

Um die Steifigkeit der Abspannung realistisch anzusetzen, wurden auch die Druckbalken vom Abspannseil zum westlichen Widerlager als Stäbe begriffen: Über diese Druckbalken ist die Normalkraft im Überbau mit den horizontalen Komponenten der Abspannseile kurzgeschlossen. Damit müssen die Verpreßpfähle im wesentlichen Vertikalkräfte in den Boden ableiten.

Der gesamte Bauablauf wurde zudem durch ein sukzessives Aktivieren der jeweiligen Tragelemente dargestellt: Im ersten Bauabschnitt wirkt das Eigenge-



Seilverankerung
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

wicht der Stahlhohlkästen mit dem Eigengewicht der Fertigteilelementplatten des Frischbetongewichtes und der Verkehrslast infolge Betonierens auf den reinen Stahlträgerrost. Die Spannungen aus dem Eigengewicht der Stahlhohlkästen und der gesamten Fahrbahnplatte werden in den Stahlträgern eingefroren. Durch Abheben der Konstruktion von den Zwischenstützungen erfolgt dann eine Umlagerung auf den Verbundquerschnitt, was dadurch erfaßt wurde, daß das Eigengewicht der Stahlhohlkästen und der gesamten Fahrbahnplatte durch Ansatz der Auflagerkräfte in den Auflagerpunkten Berücksichtigung findet. Die so ermittelten Schnittgrößen sind für alle Tragwerksteile, die erst während des Anhebevorgangs aktiviert werden, maßgebend. Dies betrifft die Betonfahrbahnplatte, die Pylonen, die Seilkonstruktion und die Abspannung inklusive Druckbalken. – Für die Stahlhohlkästen waren die Spannungen aus dieser Belastung mit jenen aus dem Bauzustand »Betonieren« zu überlagern.

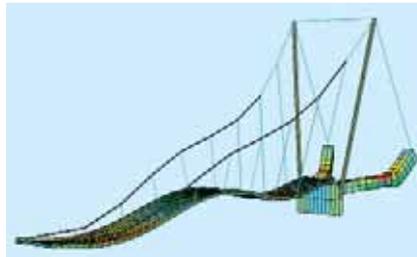


Östliches Widerlager
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

Dynamische Untersuchung

Die Brücke ist aufgrund ihrer Bauweise als leichte und weiche Tragkonstruktion schwingungsanfällig. Deshalb wurde zunächst ein Schwingungstilger optional für den Endzustand vorgesehen.

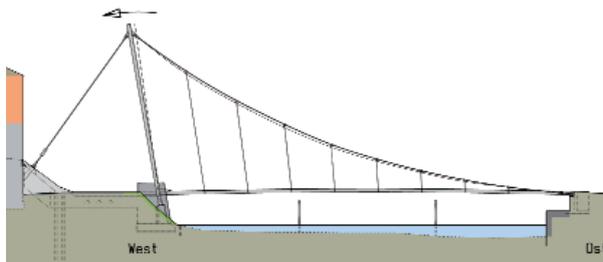
Um allerdings möglichst auf seine Anordnung verzichten zu können, wurden zunächst eine dynamische Berechnung und im Anschluß an die ersten Ergebnisse dann eine Optimierung des Tragwerks durchgeführt: Die ermittelten Beschleunigungen und Verschiebungen für die dynamische Anregung durch Fußgänger oder Läufer lagen dadurch innerhalb der in der relevanten Fachliteratur angegebenen Grenzen; die mit den Programmen ase und dyna errechneten Werte sind hier in einer Tabelle aufgelistet.



Maßgebende Eigenfrequenz
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

Fertigung und Montage

Die Errichtung des Überbaus bedurfte als Besonderheit keines Traggerüsts, denn die bestehenden Pfeiler der alten Brücke ließen sich hier sehr kostengünstig als temporäre Hilfsstützung verwenden.



Anspannen der Abspannseile
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

Anregung	f [Hz]	m	max u_z [mm]	max v_z [m/s]	max a_z [m/s ²]
Gehen außermittig	2,329	1	1,07	0,01	0,10
Gehen außermittig	2,329	6	6,42	0,06	0,60
Laufen außermittig	2,329	1	1,84	0,02	0,34
Laufen außermittig	2,329	3	5,52	0,06	1,02

Maßgebende Eigenfrequenz
© Dr. Schütz Ingenieure

Die rechnerisch ermittelten Werte wurden später durch eine Messung am fertigen Bauwerk überprüft, wobei sich eine sehr gute Übereinstimmung der gemessenen mit den errechneten feststellen ließ. Auch weil das Dämpfungsverhalten des Bauwerks dem rechnerischen Ansatz entsprach, konnte schließlich auf den Einbau eines teuren und zudem unterhaltsaufwendigen Schwingungsdämpfers verzichtet werden.



Montage ...
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

Die Stahlhohlkästen wurden daher werkseitig in zwei Teilen mit Überhöhung hergestellt und angeliefert, der Trägerrost hinter dem östlichen Widerlager montiert und dann auf die zwei vorhandenen Pfeiler der alten Brücke eingehoben. Danach erfolgte das Verlegen der 10 cm dicken und bis zu 2,20 t schweren Fertigteillementplatten, so daß die Ortbetonergänzung ohne aufwendige Schalung aufgebracht werden konnte.

Nach dem Aushärten der Fahrbahnplatte schlossen sich die Montage der Seilkonstruktion auf der bauseitigen Dreifeldbrücke und das Aufrichten der Pylonen an. Die Vorspannung der Hauptseile, an den Abspannpunkten vorgenommen, wurde nun so gewählt, daß sich unter den ständigen Lasten die gewünschte Form des Überbaus einstellte – und der Überbau sich von der provisorischen Lagerung auf den alten Pfeilern abhob. Die alten Pfeiler konnten dann rückgebaut und die Brücke mit Geländer und Belag versehen werden.

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Pahl
Geschäftsführender Gesellschafter
Dr. Schütz Ingenieure,
Kempten

Bauherr:

Eptagon Immobilienholding GmbH & Co. KG
c/o Anterra AG,
Frankfurt am Main

Fünfte Eptagon Immobilien GmbH & Co. KG,
Villingen-Schwenningen

Entwurf und Gesamtplanung:

Dr. Schütz Ingenieure
Beratende Ingenieure im Bauwesen GmbH
Gerhard Pahl, Stefan Wilfer,
Kempten

Prüfingenieur:

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Albrecht,
München

Ausführung:

Matthäus Schmid Bauunternehmen
GmbH & Co. KG,
Baltringen

STS Stahltechnik GmbH,
Regensburg

Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH,
Memmingen



Fertiggestelltes Bauwerk
© Gerhard Pahl/Dr. Schütz Ingenieure

PFEIFER

Die Leichtigkeit des Bauens

Weltweit verlassen sich
Ingenieure und Architekten
bei der Planung, Fertigung
und Montage von Seilbau-
werken auf unsere Kompetenz.

**PFEIFER
SEIL- UND HEBETECHNIK GMBH**

DR.-KARL-LENZ-STR. 66
D-87700 MEMMINGEN
TELEFON 08331-937-285
TELEFAX 08331-937-350
E-MAIL cablestructures@pfeifer.de
INTERNET www.pfeifer.de