



Bild: Prof. Heinz Brüninghoff

Vor 25 Jahren wurde die berühmte Spannbandbrücke über den Main-Donau-Kanal bei Essing in Betrieb genommen. Seither ist sie ein herausragendes Beispiel für den modernen Ingenieurholzbau.



# Spannende Sanierung

**Brückensanierung, Teil 1** | Derzeit werden an der berühmten Spannbandbrücke über den Main-Donau-Kanal bei Essing die Stützenbauwerke saniert, und die Brücke wird für die nächsten Jahrzehnte fit gemacht. Dabei verlangt die außergewöhnliche Bauart ebenso außergewöhnliche Problemlösungen. Der folgende Beitrag erläutert den Sanierungsablauf und den Stand der Arbeiten.

**Wolfgang Schäfer**

Die Spannbandbrücke in Essing ist ein herausragendes Beispiel für moderne Brückenarchitektur. War sie doch die erste ihrer Art, deren Spannblätter aus Brettschichtholz hergestellt waren. Mit ihrer Länge von etwa 192 Metern war sie damals im Jahr 1987 außerdem die längste Holzbrücke mit diesem außergewöhnlichen statischen System. Erst 2007 wurde sie von der 240 Meter langen Drachenschwanzbrücke in Ronneburg, Thüringen, auf Platz zwei verwiesen. Beide Brücken stammen vom Architekten Richard J. Dietrich aus Traunstein.

Wie bei jeder Brücke, egal, aus welchen Baustoffen sie hergestellt ist, traten in den 25 Jahren ihrer Nutzungszeit auch bei der Essinger Brücke Schäden auf. Diese gilt es nun zu sanieren. Dabei beschränken sich die relevanten Schäden allerdings auf einige wenige Stellen, die nicht ausreichend gegen die Witterung geschützt sind. Besonders hart hat es dabei die jeweils äußeren drei Stützen getroffen. Dort hat sich zwischen den einzelnen Stützenhölzern an den Verbindungsstellen zur Knickaussteifung in Brückenquerrichtung immer wieder Wasser angesammelt, das dann in das Holz eingedrungen ist. Dies wiederum führte dazu, dass das Holz an

diesen Stellen stark geschädigt wurde. Im Zuge der Sanierung wird die Knickaussteifung zukünftig mittels Stahlklammern gewährleistet, die außerhalb der Stützebenen angeordnet werden. Somit kann Regenwasser abtropfen, ohne sich vorher an den Holzbauteilen zu sammeln.

Im Nachgang zu verschiedenen Prüfungen an der Brücke und umfangreichen Überlegungen zur Sanierung entschied man sich, alle Stützenstreben gegen neue Streben auszutauschen. Dabei sollte nicht wie ehemals Brettschichtholz aus Fichte zum Einsatz kommen, sondern mit Bongossi gearbeitet werden. Das Holz wurde aus nach den Regeln des FSC (Forest Stewardship Council) bewirtschafteten Wäldern in Westafrika gewonnen. Der Einschnitt der benötigten Querschnitte erfolgte in einem Sägewerk in den Niederlanden. Dort wurde auch die Sortierung vorgenommen, diese nach den Regeln einer nationalen niederländischen Norm. Für die Zuordnung zur Festigkeitsklasse D 70 wurde die europäische Vorschrift DIN EN 1912 herangezogen. Damit war der Weg gegeben für eine Bemessung der Bauteile nach der deutschen Holzbaunorm DIN 1052.

Die Bauherrschaft beauftragte zur weiteren Sicherung der Qualität das Institut für



Bild: Prof. Heinz Brüninghoff

Die Stützenbauwerke der Spannbandbrücke bestehen aus zahlreichen Streben. Als Material wurde ehemals Brettschichtholz aus Fichte gewählt. Bei der derzeitigen Sanierung sollen sie durch Bongossi-Streben ersetzt werden.



Bild: Schmees &amp; Lühn

Die Länge der stählernen Hilfsstützen kann um einige Zentimeter variiert werden. Zwischen die beiden Stahlplatten im unteren Bereich der Stützen werden für den Lastwechsel während des Stütztauschs Druckkolben eingesetzt

Holzbau der TU Delft, nach der Sortierung im Sägewerk für jedes Bauteil mit Schwingungsmessungen den Elastizitätsmodul festzustellen. Bei insgesamt 180 Bauteilen mit Querschnitten von  $22 \times 22$  cm und Längen von bis zu neun Metern wurden nach der Auswertung der Messungen lediglich drei Stück aussortiert und ersetzt. Die Bauteile wurden nummeriert, die Bezeichnungen später im Holzbauwerk in die Oberflächen gefräst. Somit können auch im fertigen Bauwerk die Stützen jederzeit identifiziert und die Ergebnisse der maschinell unterstützten Sortierung zugeordnet werden.

### Stützensanierung unter erschwerten Bedingungen

Aufgrund des statischen Systems ist es bei der Brücke in Essing nicht trivial, die Stützen auszutauschen. Denn die inneren Kräfte im Spannband der Brücke sind zu 90 % Zugkräfte. Lediglich ein Zehntel der Lasten werden in Form von Biegemomenten abgetragen. Die Sanierungsaufgabe ähnelt im Kleinen dem Austauschen einer Zeltstange bei einem klassischen Hauszelt, ohne dass sich das Zelttuch entspannt oder auch nur minimale Falten wirft. Daher ist es notwendig, die Lagerkräfte auf Hilfskonstruktionen zu übertragen, ohne dass es beim Ausbauen der ursprünglichen Stützen zu neuen Verformungen kommt.

Da die Hilfsstützen nur neben den vorhandenen Stützen am Fundament und an den Zugbändern verankert werden können, mussten die Lastzustände beim Wechsel der Stützenbelastung genau berechnet und die Vorspannung der Hilfsstützen an den verschiedenen Stellen genau vorgegeben werden.

Die Planer entwarfen für die Hilfskonstruktion Stützen aus Stahl-I-Profilen. In den unteren Bereichen sind die Hilfsstützen verschieblich ausgebildet; sie können um einige Zentimeter verlängert oder verkürzt werden. Zusätzlich sind dort jeweils zwei Stahlplatten eingeschweißt, zwischen die die Druckkolben eingesetzt werden können. Mittels dieser Druckkolben werden die Stützenkräfte von den Fichtenholzstützen auf die Hilfsstützen übertragen. Die Brücke wird während der Änderung der Lastzustände genau beobachtet und mithilfe von speziellen Messeinrichtungen überwacht.

## KONSTRUKTION

### Spannband aus neun Einzelbändern

Das statische System der Spannbandbrücke von Essing ähnelt dem eines Seils, das an beiden Enden gehalten und dazwischen über drei Stützen geführt wird. Dabei besteht die Laufplatte aus neun einzelnen Brettschichtholzträgern (22 × 65 cm), die zu drei Dreiergruppen zusammengefasst sind. Die Spannweiten zwischen den Lagern betragen etwa 30, 36, 86 und 40 Meter. Daraus ergibt sich die Gesamtlänge der Brücke zu rund 192 Metern. Die lotrechten Einwirkungen aus Eigengewicht und Verkehr werden zu 90 % als Normalkräfte in das Spannband übertragen. Lediglich 10 % führen zu Biegemomenten. An den Betonwiderlagern werden die Zugkräfte von jeweils drei Tragbändern über Stahlkonstruktionen in den Beton eingetragen. Die seitliche Aussteifung der Konstruktion wird über eine kreuzweise angeordnete doppelte Diagonalschalung auf der Oberseite und kreuzweise angeordnete Diagonalstreben an der Brückenunterseite erreicht.

Insgesamt entsteht so eine Art Kasten mit hoher Torsionssteifigkeit. Diese verhindert vor allem, dass durch starken Wind angeregte Schwingungen das Bauwerk schädigen.

Überdeckt ist die Brückenoberseite mit einer wasserdichten Abdichtung aus zwei Lagen Bitumenbahnen und einer darüber liegenden Blechabdeckung. Darauf wurden Lagerhölzer aufgelegt, die den Laufbelag aus Bongossi-bohlen tragen. Befestigt wurde der Bohlenbelag lediglich an den Zangenhölzern des Geländers. So konnte ein Durchstoßen der Abdichtungsebenen durchgehend vermieden werden.

Das Geländer der Brücke ist ein System aus dreieckigen, zangenverstärkten Vertikalelementen mit Füllungen aus Stahldrahtgittern. Ein räumliches Diagonalenfachwerk stabilisiert den Handlauf. Alle Holzteile des Geländers sind aus Lärchenholz hergestellt.

### Stabwerksbündel als Stützenbauwerk

Die ursprünglichen Stützenbauwerke der Brücke bestehen aus einzelnen Brettschichtholzstreben (22 × 22 cm) aus Fichtenholz. Die Streben beschreiben jeweils ein Dreieck in das zur Knickaussteifung wiederum ein Dreieck aus Brettschichtholzbalken einbeschrieben ist. Jeweils zwei solcher Dreiecksstrukturen stützen ein Zugband. Wie

auch die Zugbänder sind jeweils drei dieser doppelten Stabwerksstrukturen zu einem Bündel zusammengefasst. Dabei wurden die einzelnen Stützen ursprünglich über Edelstahlformteile und Nagelplatten in den Drittelpunkten miteinander verbunden, um ein Ausknicken der Einzelhölzer in Brückenquerrichtung zu vermeiden.

Bisher wurde jeweils ein Stützendrilling pro Stützenbauwerk demontiert und durch Bongossi-Stützen ersetzt. Dabei war die Vorspannung der Hilfskonstruktionen derart genau eingestellt, dass sich die Bol-

zen der vorhandenen Stützenkonstruktion teilweise mit der Hand oder höchstens mit einem herkömmlichen Maulschlüssel herausdrehen ließen. Während der Arbeiten wurde die Brücke mehrfach

## BAUTAFEL

### Auftraggeber

Wasser und Schifffahrtsamt Nürnberg  
[www.wsa-nuernberg.wsv.de](http://www.wsa-nuernberg.wsv.de)

### Architektur

Büro für Ingenieur-Architektur  
Richard J. Dietrich, Traunstein  
[www.dietrich-ingenieur-architektur.de](http://www.dietrich-ingenieur-architektur.de)

### Tragwerksplanung

Ingenieurbüro Brüninghoff  
und Rampf, Ulm  
[www.brueeninghoff-rampf.de](http://www.brueeninghoff-rampf.de)

### Prüfingenieur

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter,  
München  
[www.bauart-konstruktion.de](http://www.bauart-konstruktion.de)

### Werkplanung

HSW-Ingenieure, Bad Oeynhausen  
[www.hsw-ingenieure.de](http://www.hsw-ingenieure.de)

### Bauausführung Holzbau

Schmees & Lühn Holz- und  
Stahlgenieurbau GmbH, Fresenburg  
[www.schmees-luehn.de](http://www.schmees-luehn.de)



Bild: Schmees &amp; Lühn

Für den Anschluss an die Spannbänder wählten die Tragwerksplaner die vorhandenen Verankerungspunkte des unteren Diagonalverbands.



Bild: Schmees &amp; Lühn

Nachdem die Hilfsstützen eingebaut und die schadhaften Fichtenstützen entlastet waren, konnten sie ohne hohen Kraftaufwand abgebaut werden.



Bild: Schmees &amp; Lühn

Besonders an den Verbindungen zur Knickaussteifung zwischen den einzelnen Stützen weist das Holz starke Schäden auf.

vermessen, um ungeplante Verformungen auszuschließen. Die Sanierung der übrigen Stützteile soll bis zum Jahresende 2011 abgeschlossen sein.

### Windaussteifung muss während der Arbeiten gewährleistet sein

Im Vorfeld der Arbeiten mussten die Windverbände an den Stützenbauwerken und die unteren Diagonalverbände der Spannbänder teilweise demontiert werden. Nur so war ein Arbeiten an den Brückenstützen überhaupt möglich. Damit die Brücke während der Sanierungsarbeiten dennoch ihre Windsteifigkeit behält, wurde sie an beiden Seiten mittels Stahlseilen abgespannt. Teilweise konnten die Handwerker dabei auf vorhandene Poller am Ufer der Altmühl zurückgreifen, die als Ankerpunkte für die Schifffahrt vorgesehen sind. Diese Poller sind derart bemessen, dass sie die Lasten aus der Windbeanspruchung der Brücke aufnehmen können. An zwei Stellen waren solche Poller nicht vorhanden. Dort wurden provisorische Betonwiderlager aus ausbetonierten Betonringen zur Verankerung hergestellt.

### Hervorragendes Aussehen auch nach 25 Jahren

Neben den genannten Schäden lassen sich bei der Spannbandbrücke jedoch auch zahlreiche positive Beobachtungen machen: So befinden sich beispielsweise die Keilzinkungen der Spannbänder in einwandfreiem Zustand. Dabei ist zu bedenken, dass die Brettschichtholzblätter seinerzeit in mehreren Teilen auf die Baustelle geliefert wurden. Dort wurden sie dann unter provisorischen Klimazelten miteinander verleimt. „Ich war bereits damals von der Leistungsfähigkeit moderner Keilzinkungen überzeugt“, sagt Professor Heinz Brüninghoff, der damals wie heute mit der Tragwerksplanung beauftragt wurde. Es habe beim Bau der Brücke einige Skeptiker bezüglich der Keilzinkungen gegeben. Die Zeit habe allerdings gezeigt, dass sie, richtig ausgeführt, tragfähig und sehr dauerhaft seien, so Brüninghoff.

Ebenso ist auch die Geländerkonstruktion einwandfrei erhalten. Zwar sei man ursprünglich davon ausgegangen, das Geländer nach etwa 20 Jahren austauschen zu müssen, jedoch habe man sich

da im positiven Sinne vertan, erinnert sich Brüninghoff. Das Gelände bedarf lediglich regelmäßiger kleinerer Wartungsarbeiten. Ein Austausch ist noch lange nicht notwendig.

Zu den gut erhaltenen Bauteilen zählt auch der gesamte Bohlenbelag an der Oberseite der Brücke. Hin und wieder wurden im Zuge der jährlichen Begehung einige Bohlen ausgetauscht. Die Abdichtung unterhalb der Bongossi-Bohlen ist hingegen seit 25 Jahren einwandfrei erhalten. An keiner Stelle ist es bisher zu Schäden durch eindringendes Wasser gekommen. Lediglich die außen liegenden Spannbänder weisen an ihren Außenseiten Wetterspuren auf. Daher wurden die Bänder vor einigen Jahren mit Holzwerkstoffplatten verkleidet. Allerdings sind die Balkenenden an den Wetterseiten der Widerlager stark geschädigt. Hier wurde, wie bei den Stützen ebenfalls, bisher auf eine Abdeckung verzichtet. Die Sanierung



Bild: Schmees & Lühn

Die neuen Bongossi-Streben wurden alle einer Schwingungsprüfung unterzogen. Eingefräste eindeutige Nummern sollen ein Vertauschen unter Baustellenbedingungen sicher ausschließen.

dieser Bereiche soll im Herbst durchgeführt werden und zum Jahresende 2011 beendet sein. BAUEN MIT HOLZ wird dabei sein und auch über diesen spannenden Teil der Arbeiten berichten. **I**



Bild: Schmees & Lühn

Bislang ist jeweils ein Drittel jedes Stützenbauwerks saniert. Dabei passten die neuen Bongossistützen einwandfrei an die vorgesehenen Positionen.