

# Einige Beispiele der Kombination von Stahl und Beton im Brückenbau

Autor(en): **Hajdin, Nikola**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 3: **Pierre Dubas zum 60. Geburtstag**

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75707>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

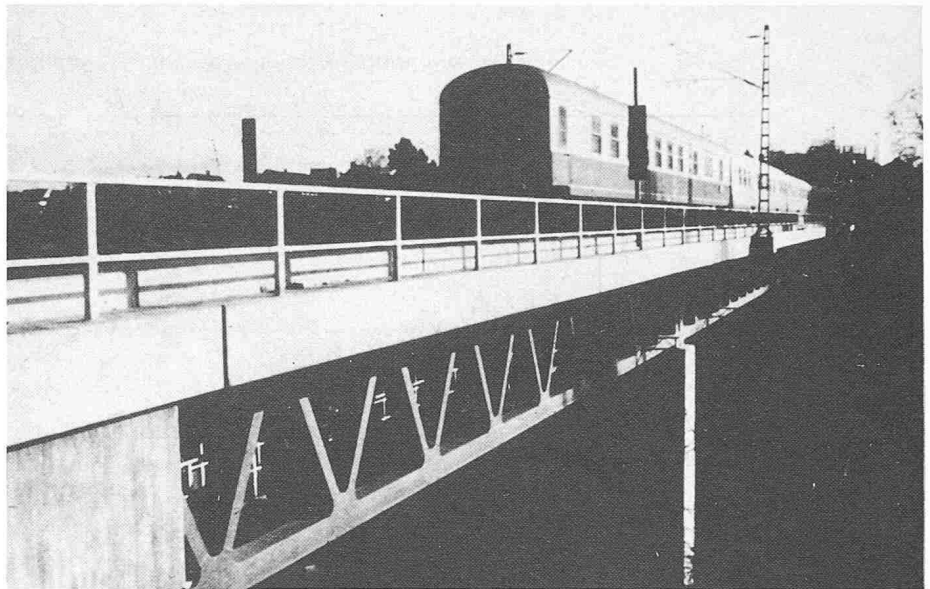
übernommen, deren Schwerpunkt (resultierende Dübelkräfte) in der gleichen Höhe liegt.

Die unmittelbare Belastung des Obergurtes führt zu (örtlichen) Biegebeanspruchungen, die durch den Stahlbetonquerschnitt aufgenommen werden.

Als Beispiel für eine solche Konstruktion ist eine Aufnahme des Nesenbachviaduktes, Stuttgart, in Bild 10 zu sehen [5].

Bild 10 (rechts). Nesenbach-Viadukt

Adresse des Verfassers: Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Roik, Ruhr-Universität Bochum, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Lehrstuhl II, Universitätsstr. 150, D-4630 Bochum 1.



## Einige Beispiele der Kombination von Stahl und Beton im Brückenbau

Von Nikola Hajdin, Belgrad

Der Artikel befasst sich mit drei in Jugoslawien ausgeführten Verbundkonstruktionen, die der Verfasser innerhalb der letzten 20 Jahre entworfen hat. Die Beispiele zeigen einige nichtklassische Kombinationen von Stahl und Beton.

### Einführung

Klassischer Verbund zwischen Beton und Stahl wird üblicherweise bei den Brücken in Form von stählernen Hauptträgern zusammen mit einer Betonfahrbahnplatte ausgeführt. Die Eigenschaften dieser Materialien bieten jedoch mehrere andere Möglichkeiten der Kombination, welche unter bestimmten Umständen sehr geeignet sind. Im Laufe von mehr als 20 Jahren habe ich mit meinen Mitarbeitern eine Reihe verschiedener Verbundbrücken projektiert. Davon werden im folgenden drei Beispiele erläutert, welche der Konzeption nach von den herkömmlichen Lösungen abweichen.

### Verbundkonstruktion und Stahlkonstruktion mit orthotroper Platte zusammen als einheitliches statisches System

Eine der ersten Verbundkonstruktionen in Jugoslawien war die Strassenbrücke über den Fluss Theiss bei Za-

balj. Am dafür ausgeschriebenen anonymen Wettbewerb erlangte der vom Verfasser erarbeitete Entwurf den ersten Preis.

Vorgesehen war, die aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg noch erhaltenen Pfeiler für den neuen Brückenschlag wieder zu verwenden. Deren Tragfähigkeit jedoch war zufolge der früher niedrigeren Verkehrslasten begrenzt, weshalb im Wettbewerb auch verlangt wurde, dass die Gesamtbelastung, insbesondere in der Hauptöffnung (vgl. Bild 1), möglichst niedrig gehalten werden soll.

Die Hauptmerkmale der dafür erarbeiteten Lösung sind die folgenden: Die beiden Hauptträger sind bei konstanter Querschnittshöhe statisch als Durchlaufträger ausgebildet und weisen im Mittelfeld eine maximale Spannweite von 106 m auf. Diese Öffnung sowie etwa die Hälfte der beidseitig angrenzenden Spannweiten ist zum Erreichen der geforderten Gewichtsminimierung mit einer Stahltragkonstruktion mit orthotroper Fahrbahnplatte überspannt. Rund 28 m vom Pfeiler 3 bzw. 3' entfernt – im Bereich relativ kleiner Biege-

momente – erfolgt der Übergang von der orthotropen Platte zur Verbundkonstruktion. Die konstruktive Ausbildung des Zusammenschlusses ist dabei derart gewählt, dass die Übertragung aller auftretenden Schnittkräfte ohne bedeutende lokale Beanspruchungen möglich wird. Im Bereich der Verbundausbildung wird das System durch Längskabel in der Fahrbahnplatte und durch Absenken über den Mittelstützen (1 und 2 bzw. 1' und 2') vorgespannt (Bild 1).

Dank der gewählten Ausbildungsart konnte einerseits im Bereich der kritischen Flusspfeiler das angestrebte Lastminimum erzielt und andererseits in den Nebenöffnungen die kostengünstigere Verbundausbildung angewendet werden, ohne dass dabei die Vorteile eines einheitlichen statischen Systems verlorengingen. Statisch interessant ist, dass das Kriechen und Schwinden der Fahrbahnplatte des Verbundabschnittes die Beanspruchungen des orthotropen Brückenteils, zufolge der Änderung der statisch unbestimmten Grössen, beeinflussen. Die Inverkehrsetzung der Brücke erfolgte im Jahre 1961.

### Brücken mit untenliegender Fahrbahnplatte

Zwei Eisenbahnüberführungen in der Stadt Ljubljana stellen eine ungewöhnliche Gruppe vorgespannter Verbundkonstruktionen dar. Obwohl es sich – gemessen an den Spannweiten – um eher bescheidene Tragwerke handelt, sind diese Konstruktionen hinsichtlich der Art des Verbundes sowie der stati-

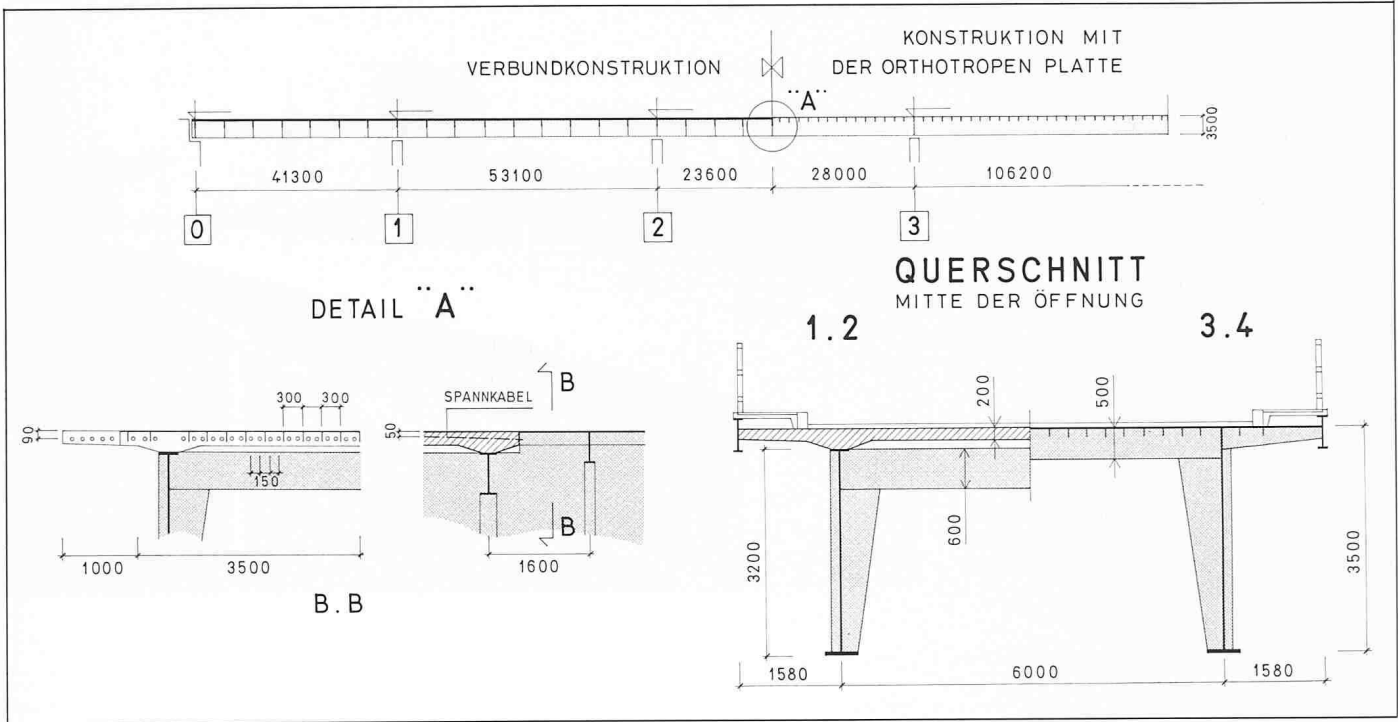


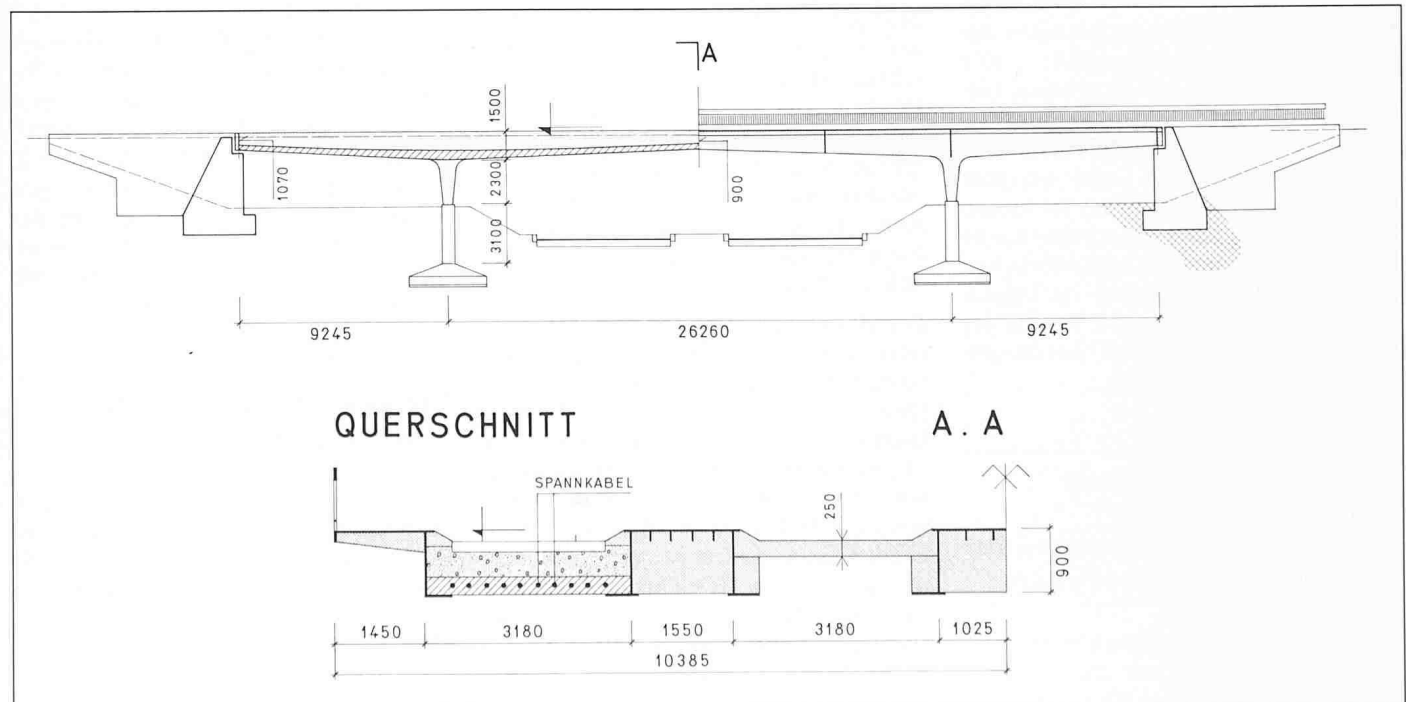
Bild 1. Längs- und Querschnitt sowie Detailausbildungen der Strassenbrücke über den Fluss Theiss bei Zabaly

schen Konzeption interessant. Sowohl verkehrstechnische wie auch ästhetische Gründe verlangten für den genannten Zweck Konstruktionen mit möglichst geringer Bauhöhe bei konventionellem Überbau (Schotterbett) des Eisenbahntrassees (Bild 2). Der Brückenquerschnitt ist so aufgebaut, dass der Obergurt der Hauptträger auf die gleiche Höhe wie die Schiene zu liegen kommt. Entgegen der üblichen Praxis liegt dabei die Fahrbahnplatte unten, wodurch sich die für das Schotterbett, die Schwellen und Schienen erforderliche Bauhöhe (total

90 cm) gewinnen liess. Konsequenterweise musste daher die Vorspannung der Betonplatte im Feldbereich erfolgen, wobei die Spannkabel (System Fressinet) derart angeordnet sind, dass diese die durch die positiven Biegemomente hervorgerufenen Zugspannungen abdecken. Das Tragsystem erfährt während des Bauablaufs verschiedene statische Systeme. Die Montage der stählernen Hauptträger erfolgte in zwei Teilen, und zwar jeweils das Seitenfeld mit der Hälfte des Mittelfeldes, wodurch ein einfacher Balken mit einseitigem Krag-

arm entstand. Die durch den grossen Kragarm hervorgerufene Abhebekraft beim Widerlager wird in dieses zurückverankert. Der Zusammenschluss erfolgt anschliessend mittels eines geschweissten Stosses. Für die Vorspannung der Fahrbahnplatte werden die beiden Auflager der Stützen horizontal frei beweglich gehalten, womit ein Durchlaufträger im Verbund ohne Rahmenwirkung entsteht. Durch hydraulisches Anheben dieser beiden Stützen wird das ganze System zusätzlich noch vorgespannt. Durch die Einspannung der Stahlstützen wird

Bild 2. Verbundbrücke mit untenliegender Fahrbahnplatte für eine Eisenbahnüberführung in Ljubljana



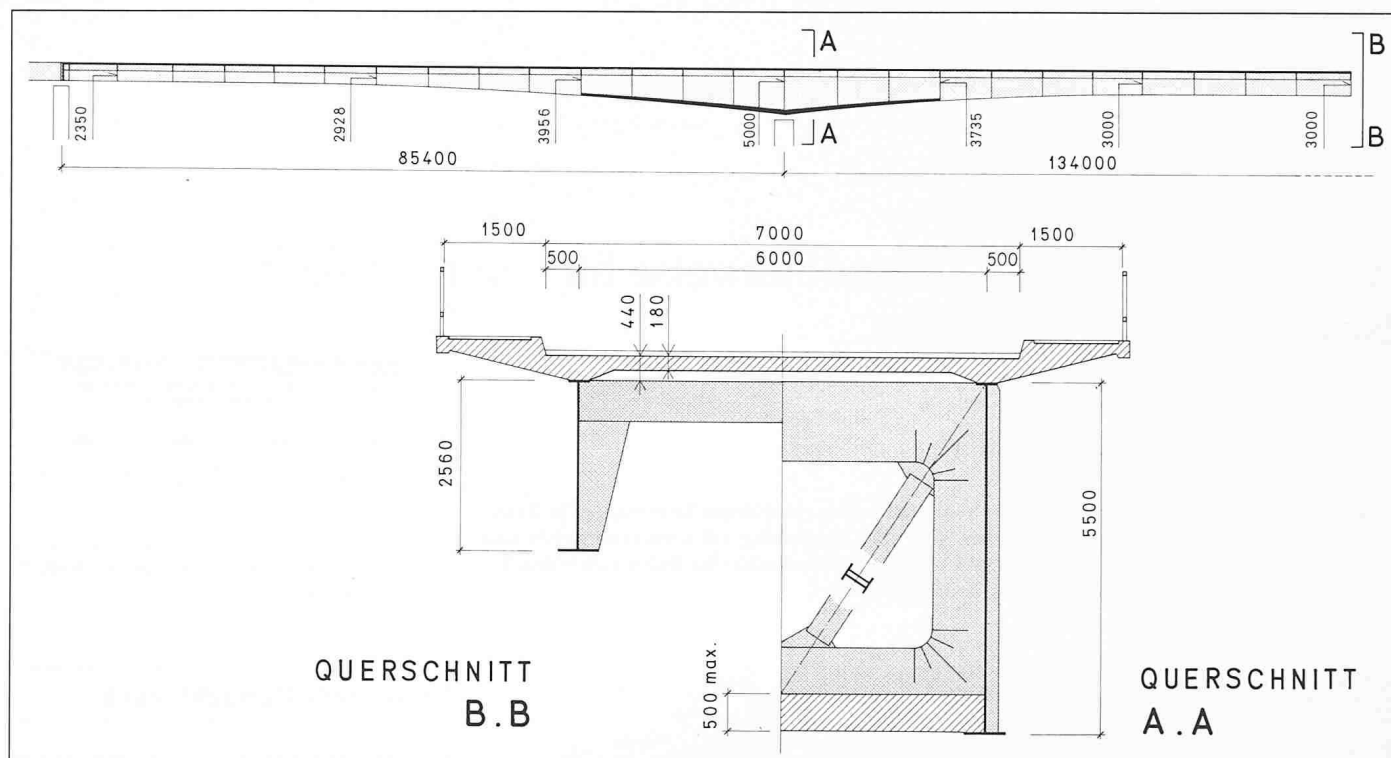


Bild 3. Strassenbrücke in Verbundbauweise mit Druckplatte im Stützenbereich über die Save bei Orašje

schliesslich die Verkehrslast mittels eines Rahmentragwerkes abgetragen. Der aufgezeigte Bau wurde im Jahre 1964 fertiggestellt.

Optisch lässt die durch die gewählte Ausbildung ermöglichte Schlankheit des Bauwerkes keine Eisenbahnüberführung vermuten und gliedert sich deshalb gut ins Stadtbild ein.

### Verbundbrücke mit Druckplatte im Stützenbereich

Zur Zeit des Wettbewerbes (1962) für eine Brücke über die Save bei Orašje waren für die vorgesehenen Spannweiten Lösungen in Beton billiger als reine Stahlausführungen. Unser Entwurf ging deshalb von einem minimierten Stahlbedarf zusammen mit einer zweckmässigen Verwendung von Beton aus, was schliesslich zu einer für diese Zeit ungewöhnlichen Verbundkonstruktion führte. Speziell daran ist die im Stützenbereich im Untergurt angeordnete Betondruckplatte (Bild 3). Als Tragsystem wurde ein Dreifeldträger mit den respektablen Spannweiten von 85 m – 134 m – 85 m gewählt. Die Gesamtbreite der Brücke beträgt 9 m, wobei die beiden Hauptträger einen Abstand von 6 m aufweisen. Deren Höhe variiert zwischen 2,35 m im End-

feld, 3,0 m im Feld der Hauptöffnung und 5,5 m über den Mittelstützen. Die Fahrbahnplatte weist maximal eine Stärke von 20 cm auf und ist über den Stützen, nach Herstellung des Verbundes, vorgespannt.

Im Bereich der negativen Momente, d.h. über den beiden Stützen ist der Querschnitt durch eine Betonplatte im Untergurt auf eine Länge von jeweils 23,29 m + 18,28 m = 41,57 m zusätzlich verstärkt. Diese Platte mit variabler Stärke (max. Stärke 50 cm) ist mit den Unterflanschen sowie dem Steg der Hauptträger mittels Dübeln kraftschlüssig verbunden. Durch diese Querschnittsausbildung konnte im Vorliegenden neben der Stahleinsparung und damit der Reduktion der Gesamtkosten eine Vergrösserung der Gesamtsteifigkeit der Brücke erzielt werden. Die durch diese Druckplatte bedingte Erhöhung der Eigengewichte beeinflusst die Beanspruchungen des Systems und damit den Mehrbedarf an Stahl bzw. Beton nur unwesentlich. Einzig die erhöhten Druckbeanspruchungen im Steg sowie deren ungünstigere Verteilung – hervorgerufen durch das grössere Eigengewicht sowie durch die Vorspannung – kann etwas mehr Material zur Längsaussteifung des Stegbleches verlangen.

Für den Ingenieur von besonderem Interesse an dieser Konstruktion war die

Modellbildung zur rechnerischen Erfassung der verschiedenen Bauzustände sowie zur Nachbildung des Langzeitverhaltens. Letzteres ist hauptsächlich im Stützenbereich von besonderer Bedeutung. Durch die Anordnung der Druckplatte spielt das Kriechen des Betons auch in diesem Bereich eine Rolle, was schliesslich zu Spannungsumlagerungen und damit zu Mehrbeanspruchungen des Stahlträgers führt; ein allerdings unwesentlicher Nachteil dieser Querschnittsgestaltung.

Die Montage der Stahlträger erfolgte von beiden Ufern her. In der Hauptöffnung wurden diese von zwei Hilfsjochen, welche 20 m von den Pfeilern entfernt aufgebaut wurden, unterstützt. Diese provisorische Abstützung wurde erst nach der Herstellung des Verbundes entfernt, wodurch ein grosser Teil des Eigengewichtes vom Verbundquerschnitt aufgenommen wird. Zusätzlich wurde eine Vorspannung des Systems durch ein Absenken der Lager der Mittelpfeiler erreicht. Die Brücke wurde im Jahre 1968 fertiggestellt und dem Verkehr übergeben.

Adresse des Verfassers: Dr. Nikola Hajdin, o. Professor an der Fakultät für Bauingenieurwesen der Universität Beograd, Tetovska 72, YU-11 000 Beograd/Jugoslawien.