

Praktischer Einsatz von Fertigteilen bei Pfeilern und Tragwerken

DI Kurt Raml

Tragwerksplanung Lackner & Raml, Villach

Einleitung

Wir sind als Planer von Fertigteilbauten seit ca. 5 Jahren mitunter auch in Italien/Südtirol tätig. Der nachfolgende Bericht soll Einblick in den Einsatz von Fertigteilen speziell im Brückenbau geben. Im Unterschied zu Österreich ist der Einsatz von Fertigteilen in Italien weit verbreitet. Hier sei auch vermerkt, dass für Ungarn dasselbe gilt. Es gibt seitens der Normung, welche in Italien den Status eines Gesetzes (Leggi, Decreti e circolari) hat, keinerlei Einschränkungen für die Verwendung von Fertigteilen. Die ausführenden Baufirmen in Südtirol zeigen großes Interesse an Fertigteil-Lösungen. Offensichtlich ist die Schalarbeit, welche für den Ort beton notwendig ist, relativ teuer. Bei kleineren und mittleren Baufirmen ist das Schalmaterial oft nicht vorhanden, oder es fehlt hierfür die Qualifikation. Der Einsatz von Fertigteilen versetzt daher auch kleinere Baufirmen in die Lage, Brückenobjekte zu bauen. Die ansässigen Fertigteil-Firmen bieten vor allem standardisierte Fertigteile an. Ist der Einsatz von solchen Standard-Teilen nicht möglich oder wird eine bessere, weil billigere FT-Lösung angeboten, eröffnet sich für österreichische Unternehmen die Chance Fertigteile nach Südtirol zu exportieren. Oft wird eine Ort betonbrücke geplant, welche durch eine Fertigteil-Variante ersetzt wird. Von solchen Fertigteilen handelt dieser Bericht. Es wird auch angemerkt, dass der freie Warenverkehr in Europa funktioniert, die freie planerische Dienstleistung der Ingenieure jedoch noch nicht richtig vorhanden ist. Das bedeutet, es muss mit den italienischen Ingenieuren immer Übereinstimmung erzielt werden. Es bedarf daher manchmal viel Überzeugungsarbeit und mehrerer FT-Varianten. Dieser Umstand hat jedoch auch eine positive Seite. Es kommt zu eingehenden fachlichen Diskussionen und einer Reflexion des eigenen Standpunktes. Die sicherheitstechnischen Anforderungen vor allem während der Montage spielen eine sehr große

Rolle. Hierauf wird vor allem von der örtlichen Bauaufsicht großes Augenmerk gelegt. Die Zustimmung der ÖBA für die FT-Lösung ist daher ebenfalls Voraussetzung für eine FT-Lösung.

Für alle Bauten in Südtirol muss eine Gesamtdokumentation erstellt werden und beim Amt für Stahl und Stahlbetonbau eingereicht werden. Liegt diese nicht vor, kann die Baustelle vom Amt eingestellt werden.

Als Beispiel für bereits gebaute Brücken wird die Umfahrungsstraße Albeins und die Zufahrtsbrücke zu einem Gewerbepark über die Eisack/Isarco in Franzensfeste beschrieben. Der Bericht beschäftigt sich mit der technischen Umsetzung und praktischen Lösung. Statische Nachweise werden nicht angeführt, da sie den Umfang dieses Berichtes sprengen würden.

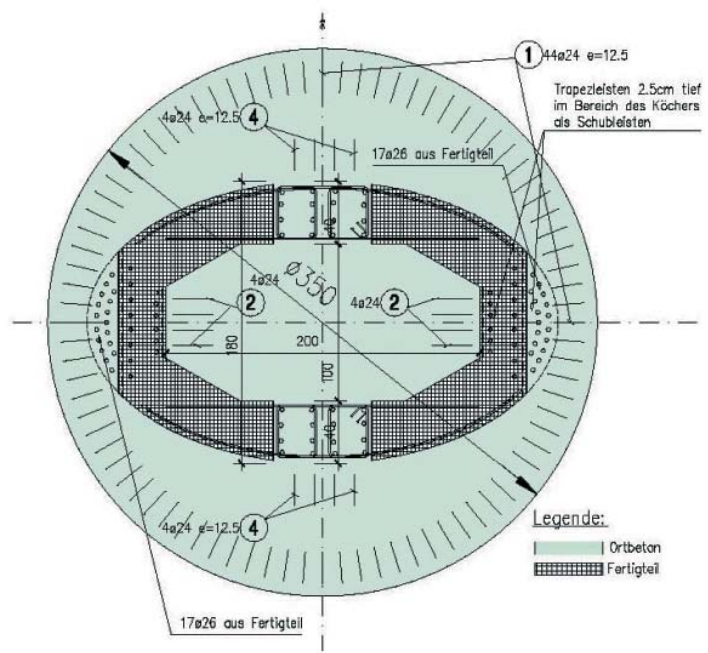
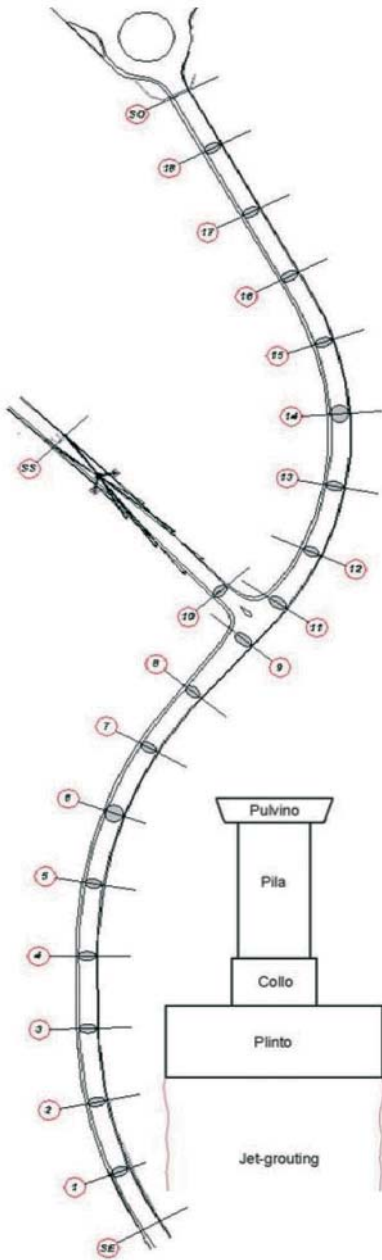
1 Pfeiler der Umfahrungsstraße Albeins

Für die Umfahrungsstraße Albeins wird eine ca. 600 m lange Brücke in Stahlverbund-Bauweise errichtet. Bauherr ist die autonome Provinz Bozen und ausführende Firma die Wipptalerbau GmbH. Das Tragwerk stützt sich auf 18 Pfeilern mit einer Höhe von 6 bis 13 m und liegt direkt neben der Eisack. Die Pfeiler mussten bis zur Hochwasserzeit fertig gestellt sein. Die kurze Bauzeit sprach für eine Fertigteil-Lösung. Die Pfeiler sind aus Fertigteilen + Ort betonverguss hergestellt worden. Der chronologische Ablauf lässt sich mit folgenden Schlagwörtern beschreiben:

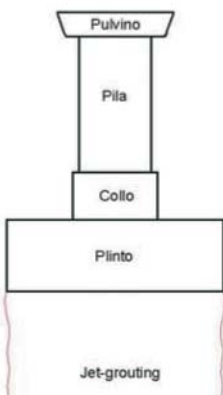
**PLANEN – PRODUZIEREN –
TRANSPORTIEREN – MONTIEREN –
VERGIESSEN**

a) Planung

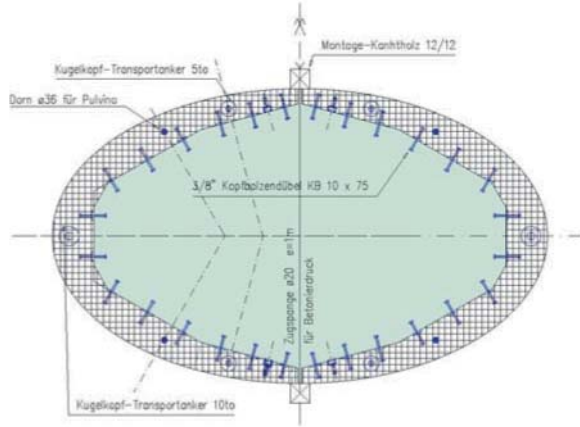
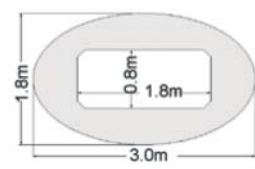
Das ursprüngliche Konzept der Pfeiler war in Ort betonbauweise konzipiert. Auf einer Fundamentplatte (Plinto) wurde ein 2 m hoher kreis-



Tragende Halbschalen

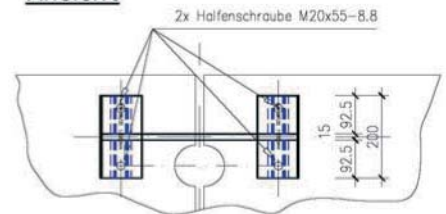


Sezione Pila

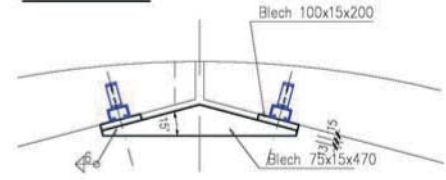


Nichttragende Halbschalen

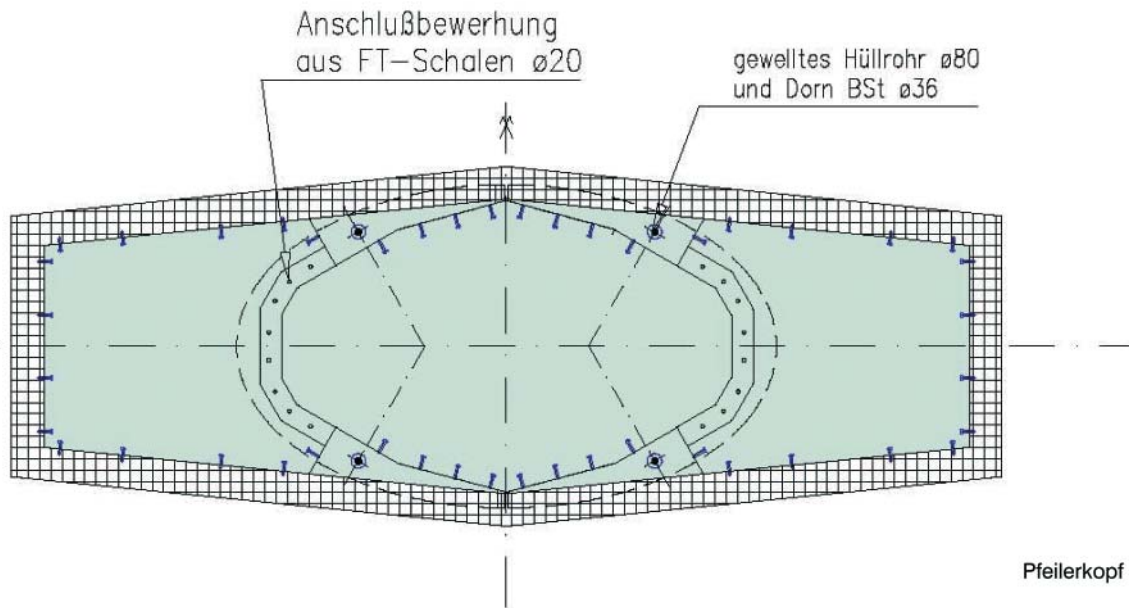
Ansicht



Draufsicht



Verbindung der Halbschalen am Pfeilerkopf



förmiger Sockel (Collo) betoniert, darauf die eigentliche elliptische Hohlstütze (Pila) mit dem Pfeilerkopf (Pulvino). Die Hauptachse der Ellipse ist 3 m lang, die Nebenachse 1,8 m. Als

1. Variante zum Ortbetonpfeiler, wurden 2 tragende Halbschalen vorgeschlagen, welche im kreisförmigen Sockel (= Ortbetonköcher) einbetoniert werden. Die Schnittkräfte im Pfeiler wurden der Hauptstatik entnommen. Da um die starke Achse am Pfeilerfuß ein Moment von knapp 10.000 kNm zu übertragen war, wurden aus dem Fertigteil 17 ø 26 als Anschluss in den Ortbetonsockel vorgesehen. Die Übertragung des Momentes mit Köcherwirkung alleine war mit Hilfe der Köcherbemessung nach Leonhard nicht nachzuweisen. Der Pfeilerkopf wurde aus einem Teil konzipiert, welcher nach Montage ausgegossen wird. Aufgrund großer Widerstände seitens des Projektanten wurde dann eine

2. Variante mit 2 nichttragenden Halbschalen entworfen. Der entstehende Hohlraum wurde vor Ort bewehrt und mit Beton ausgegossen. Der Pfeilersockel (collo) wurde weggelassen. Zur Schubübertragung vom Ortbeton in das Fertigteil wurden im FT-Werk Dübelbänder eingelegt. Nach dem Entschalen wurden die luftseitigen Kopfbolzendübel aufgeschossen. Nach dem Montieren des Pfeilerkopfs wurde dann der gesamte Pfeiler ausgegossen. Die offenen Seiten der Halbschalen

wurden mit Zugstangen im Abstand von 1 m vor Ort verbunden. Direkt unter dem Pfeilerkopf wurden die Halbschalen miteinander verbunden. 4 Dorne ø 36 ragen am Pfeilerkopf aus den Halbschalen und verbinden damit den Pfeilerkopf mit den Halbschalen. Der Pfeilerfuß wurde mittels 3 Ankerstangen ø 39 auf der Fundamentplattform aufgesetzt. Der Betonierdruck am Pfeilerfuß kann je nach Betoniergeschwindigkeit (= Steiggeschwindigkeit) bis zu 100 kN/m² betragen. Die Halbschalen müssen daher entsprechend gut bewehrt werden. Die Betongüte wird durch die Anforderung an die Frost-Tausalzbeständigkeit (Expositionsklasse XF4) mit C30/37 begrenzt. Die Betondeckung kann für das Fertigteil auf 3 cm reduziert werden. Als Bewehrungsstahl wurde feB44k nach italienischer Norm verwendet. Der Pfeilerkopf besteht aus einem Teil mit Wandstärke 15 cm, welcher nach der Montage ebenfalls ausgegossen wird.

b) Produktion

Es wird lediglich die Variante mit den nichttragenden Halbschalen beschrieben, da diese realisiert wurde.

a) Für die Halbschalen wurde eine Stahlschale mit äußerer und innerer Schale gebaut. Die Wandstärke der elliptischen Halbschalen beträgt 12-20 cm. Die Einfüllseite des Betons ist der relativ schmale Schenkel. Der

Beton muss daher mit der entsprechenden Konsistenz eingefüllt werden, gleichzeitig wird außen gerüttelt. Der Tragwerksplaner muss daher produktionsgerecht planen und folgende Fragen lösen: Wie wird die Schalung aufgestellt? Wo wird der Beton eingefüllt? Wie wird gerüttelt und verdichtet? Wo ist die Abzugseite? Wie wird die Bewehrung eingesetzt? Kann die Luft beim Betonieren entweichen? Der Bewehrungskorb wurde im Biegewerk mit Stabstahl hergestellt und dann in die Halbschale gesetzt. Am Ende wurden die Kopfbolzendübelbänder eingesetzt. Nach dem Aushärten des Betons (1 Tag) wird das Fertigteil aus der Schalung gehoben. Hierbei ist es wichtig, dass die Transportanker vom Tragwerksplaner richtig gesetzt sind (in Bezug auf den Schwerpunkt des Teiles), und das Fertigteil auch auf diese Belastung mit dem noch jungen Beton ausgelegt ist. Risse können in dieser Phase sehr leicht auftreten. Sämtliche Einbauten müssen im Fertigteilplan daher enthalten sein.



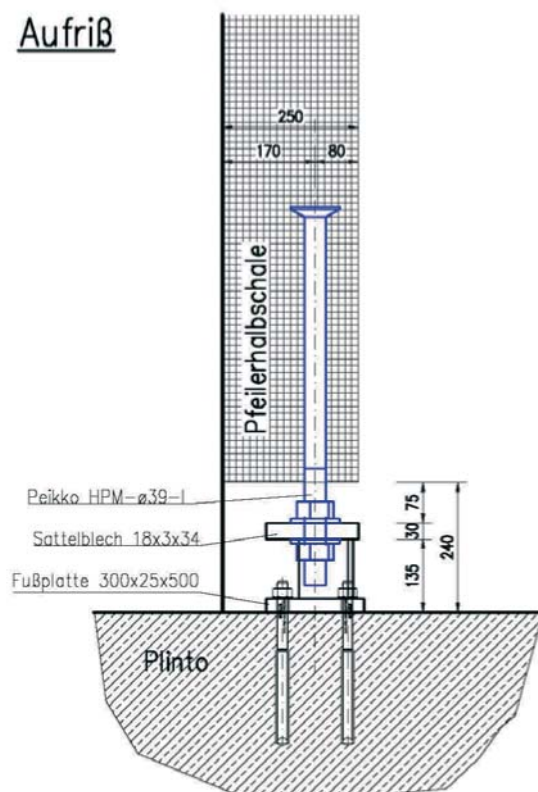
- b) Für den Pfeilerkopf wurde ebenfalls eine Stahlschalung mit äußerer und innerer Schale hergestellt. Die Wandstärke ist 15 cm.

c) Transport

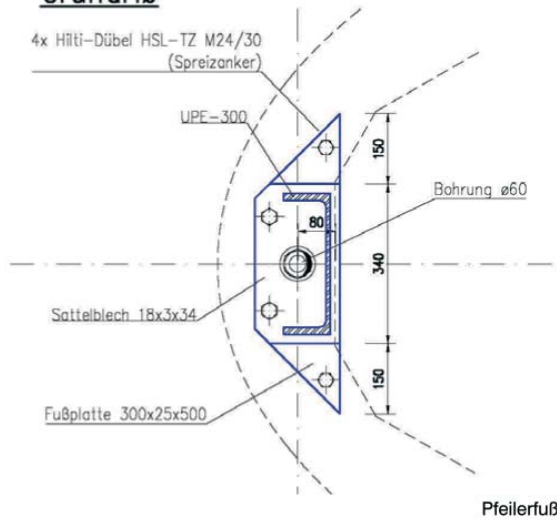
Der Transport vom Werk zur Baustelle hat selbstverständlich auch Einfluss auf die Planung. Gewicht und Länge des Fertigteiles spielen bei den Kosten eine wesentliche Rolle, vor allem dann, wenn ein Begleitfahrzeug notwendig wird. Wird über Landesgrenzen hinweg transportiert, so gelten meist unterschiedliche Vorschriften. Wenn ein Begleitfahrzeug erforderlich ist, so kann es passieren, dass der Begleiter in Österreich keine italienische Lizenz besitzt. Ergo muss das Begleitfahrzeug an der Grenze gewechselt werden. Bei Ankunft auf der Baustelle muss der Autokran für die Entladung und Montage bereitstehen (Koordination des Geräteeinsatzes).

d) Montage

Die Montage vor Ort sollte immer unmittelbar dem Transport folgen. Eine Zwischenlagerung von Fertigteilen ist zu kostspielig. Hebezeuge müssen rechtzeitig vor Ort sein. Für die Montage einer Pfeilerhalbschale wurden 3 Gewindestäbe $\varnothing 39$ vorgesehen, welche im Fertigteil einbetoniert sind. Auf der Fundamentplatte



Grundriß



Pfeilerfuß



Pfeilerkopf

wurden Stahl-Auflagersättel angedübelt, auf denen die Ankerstäbe ruhen. Das gesamte Fertigteilgewicht wird über diese 3 Stäbe abgetragen. Eine Höhenjustierung wurde mit den 3 Gewinden ebenfalls rasch erreicht. Das Anziehdrehmoment zum Kontern mit dem Drehmomentenschlüssel betrug 2,2 kN. Nach Justierung der beiden Halbschalen wurden diese auf der Pfeilerkrone mittels eines Stahlteiles und HTA-Schienen im Fertigteil verbunden. Die Spannstangen im Abstand von 1 m verbinden die offenen Ellipsenschenkel. Am Pfeilerfuß wurde auch orthogonal dazu eine Stange zur Verbindung der beiden Schalen angebracht. Im Schalplan, der sämtliche Details und Maße des gesamten Pfeilers enthält, muss auch eine Montageanleitung enthalten sein. Der Pfeilerkopf wird anschließend mit dem bereits montierten umlaufenden Sicherheitsgeländer auf den Pfeiler gehoben. Die Hüllrohre der 4 Anschlussdorne werden vergossen und anschließend wird

der Bewehrungskorb eingehoben. Der gesamte Montagevorgang hat ca. 3 Stunden gedauert. Nach Aushärtung (1 Tag) des Vergussbetons für die Hüllrohre wurde der Pfeiler ausbetoniert.

e) Vergießen

Vergießen des Betons als SCC-Beton, um eine gute Verdichtung zu ermöglichen. Der Pfeiler war in ca. 3 Stunden betoniert.



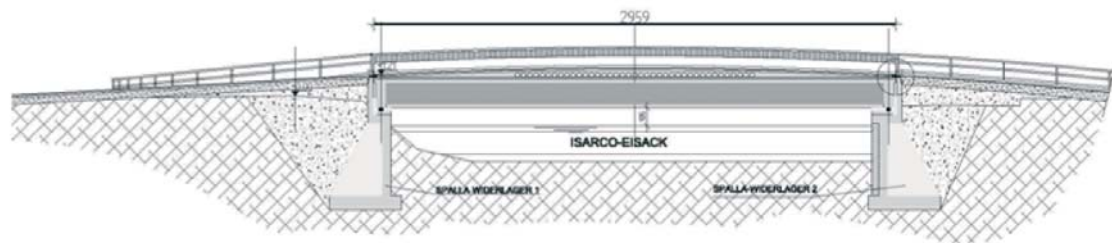
2 Zufahrtsbrücke zur Gewerbezone „Kirchacker“ in Franzensfeste

Über die Eisack ist von der Hauptstraße SS12 eine ca. 30 m lange einfeldrige Massivbrücke geplant. Die ausführende Baufirma ist in der Folge an uns herangetreten, eine Alternative komplett in Fertigteile zu erarbeiten. Das bestehende Projekt war mit standardisierten Trägern geplant. Die Fahrbahn und das hochgezogene Schrammbord jedoch in Ort beton. Das Ziel war es die Brücke so weit herzustellen, dass als letzter Arbeitsschritt nur mehr der Betonverguss blieb.

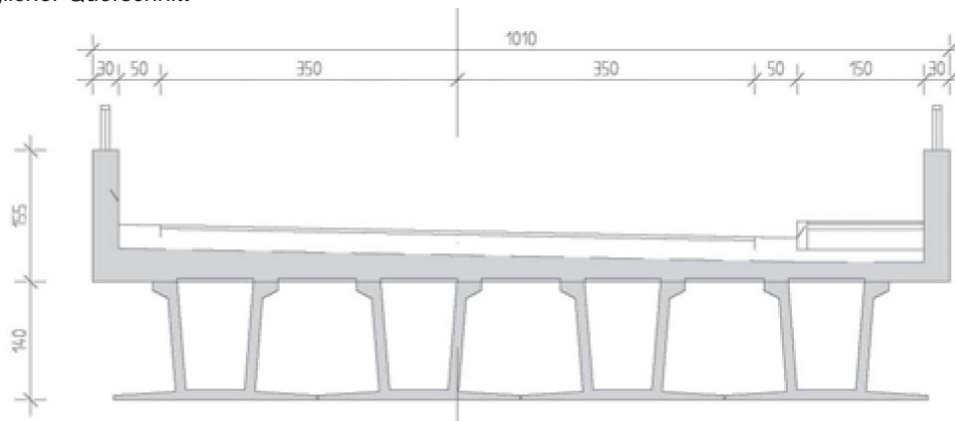
a) Planung

In Italien sind die Belastungsannahmen für Straßenbrücken in 3 Kategorien eingeteilt. Wobei grob gesagt die Kategorie II und III lediglich prozentuelle Abminderungen der Belastung sind. Für Kategorie I (per i ponti I categoria) wird ein 15 m langes Fahrzeug mit 3 x 200 kN Achslast im Abstand von 1,5 m auf die Brücke gestellt; der restliche Fahrstreifen mit 30 kN/m. Die Verkehrslasten werden noch mit dem Schwingbeiwert $\Phi = 1,4 \cdot (L-10)/150$ multipliziert. Als Querschnitt wurden 10 vorgespannte, leicht gebogene Längsträger mit Betongüte

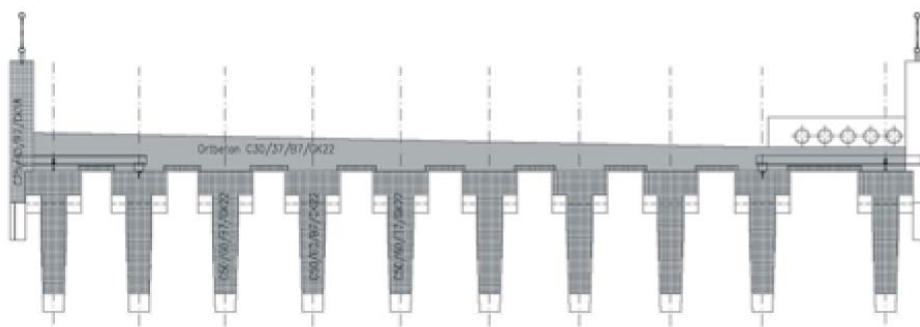
Ansicht Brücke



Ursprünglicher Querschnitt



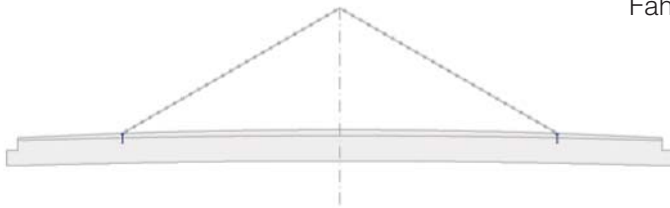
Komplette FT-Lösung



C50/60 gewählt. Die schalungsmäßige Überhöhung betrug 20 cm. Die zusätzlich durch die Vorspannung entstehende Überhöhung wird durch das Aufbringen des Ortbetons wieder eliminiert. Die Vorspannung wurde im Spannbett mit 1-cm²-Litzen der Güte 1570/1770 hergestellt. An den Widerlagern wurde ein Endquerträger angeordnet, in dem die Längsträger lagern. Das Fertigteil des Endquerträgers hat die Form eines Troges mit Schlitzten auf einer Längsseite für die Längsträger. Der Endquerträger lagert auf 4 Elastomerlagern von RW. Es wurden 4 Querrippen zur Querverteilung und Stabilitätssicherung für die Montage ausgebildet.

b) Produktion

Die 30 m langen Längsträger sind im Spannbett mit 24 Litzen vorgespannt betoniert worden. Für die seitliche Stabilisierung wurde die Gurtplatte an den Rändern stark bewehrt (3-mal $\varnothing 26$). Die Vorspannkraft aller Litzen betrug ca. 2.400 kN. Die kritischste Phase für den Träger ist das Entschalen im Werk, da der Beton noch nicht die endgültige Festigkeit erreicht hat. Vor allem bei den Transportankern können Risse entstehen, da hier zusätzlich zur Vorspannung ein Moment auftritt. In diesem Bereich muss auch der Steg mit Längsseisen gut bewehrt werden.



c) Transport

Bei überlangen Fertigteilen muss ein Begleitfahrzeug vorhanden sein. Der Träger muss gegen kippen zuverlässig gesichert sein.



d) Montage

Als Erstes wurden die Widerlagerbalken eingerichtet und versetzt, anschließend wurde der erste Träger eingehoben, dann der zweite. Danach wurden die 4 Querrippenteile versetzt und die beiden Träger zusammengespannt, sodass ein seitliches Auskippen vermieden wird. Auf diese Weise werden alle Längsträger verlegt und die Deckenplatten auf den Träger gelegt. Der Endquerträger wird sodann bis auf die Fahrbahnplatten-Unterkante ausbetoniert. Die Randleisten werden am Schluss mit 2 U-Schienen, welche aus dem Fertigteil ragen, montiert.



e) Betonieren

Verlegen der Bewehrung und Ausgießen der Fahrbahn mit C30/37/XF4