

UHPC-Pilotprojekt Beimerstetten – Möglichkeiten der Ertüchtigung orthotroper Fahrbahnplatten

Die Rheinbrücke Maxau im Zuge der B 10 bei Karlsruhe muss infolge Ermüdung mittelfristig ertüchtigt werden. Eine Machbarkeitsstudie hatte im Jahr 2011 ergeben, dass die Verstärkung der orthotropen Fahrbahnplatte am besten durch das Aufbringen einer dünnen Schicht aus ultra-hochfestem Beton erreicht wird. Um eigene Erfahrungen mit dem so genannten UHPC-Verfahren machen zu können, wurde diese in Deutschland bislang nicht umgesetzte Verstärkungsmethode vorab des Einsatzes an der Rheinbrücke Maxau an einem kleineren Bauwerk pilothaft angewandt. Die Wahl fiel dabei auf die Bahnbrücke Beimerstetten im Zuge der L 1239.

1 Ausgangspunkt

Die Rheinbrücke Maxau, eine Schrägseilbrücke aus Stahl, ist im Jahr 1966 mit je zwei Fahrstreifen pro Fahrtrichtung für den Verkehr freigegeben worden. Im Rahmen der damaligen Planungen wurde davon ausgegangen, dass maximal ca. 33.000 Fahrzeuge das Bauwerk pro Tag befahren werden. Tatsächlich sind es heute an Werktagen bis zu 82.000 Fahrzeuge mit einem Schwerverkehrsanteil von ca. 9%. Diese Verkehrsentwicklung hat bereits in den 1990er Jahren zu ersten Ermüdungsrissen an den Schweißnähten geführt. Ein in diesem Zusammenhang beauftragtes Gutachten kam im Jahr 1997 zum Ergebnis, dass die Risse kein unmittelbares Standsicherheitsproblem darstellen. Auf Grundlage einer Betriebsfestigkeitsuntersuchung kam das Gutachten jedoch auch zu dem Ergebnis, dass das Bauwerk mit der anstehenden Umnutzung des Standstreifens als dritte Fahrspur noch eine Restnutzungsdauer von 15–20 Jahre habe. Danach sei mit größeren Schäden zu rechnen, die unter Teil- und/oder Vollsperrung der Brücke zu sanieren wären. Dass diese Aussagen nicht nur von theoretischer Natur waren, beweisen 600 im Jahr 2007 aufgetretene Schweißnahtrisse, die unmittelbar im Rahmen einer Sofortmaßnahme saniert werden mussten.

Um zu untersuchen, wie die mit einer Dicke von lediglich 12 mm besonders relevante orthotrope Fahrbahnplatte so ertüchtigt werden kann, dass sie den künftigen Verkehrsbeanspruchungen gewachsen ist, hatte das Regierungspräsidium Karlsruhe eine im Jahr 2011 veröffentlichte Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben. Auf Grundlage eines durchgeführten Vergleichs von vier Verstärkungsmethoden empfahl die Machbarkeitsstudie das UHPC-Verfahren als vorteilhafteste Methode für die Verstärkung der Rheinbrücke Maxau zur weiteren Anwendung.

2 UHPC-Verfahren

Beim UHPC-Verfahren kommt ein hochfester, mit Fasern und Stahlstäben bewehrter Beton (Ultra-High Performance Concrete) zum Einsatz, dessen Druckfestigkeiten zwei- bis dreimal höher sind als die der üblicherweise im Brückenbau zum Einsatz kommenden Betone. Der UHPC wird dabei als Verbundwerkstoff in einer Schichtdicke von lediglich 6,5 cm auf die Stahlfahrbahnplatte aufgebracht. Durch die Verklebung von UHPC und Stahl wird in Verbindung mit der zweilagigen Bewehrung in Längs- und Querrichtung eine stabilisierende Wirkung erreicht, die entscheidend die Lebensdauer der ermüdungsanfälligen Stahlbauteile sowie deren Verbindungsmittel in Form von Schweißnähten sowie Schraub- und Nietverbindun-



Bild 1 Bahnbrücke Beimerstetten



Bild 2 Vorbereitete Bewehrungslage

gen erhöht. Darüber hinaus besitzt der UHPC aufgrund seines speziellen Gefüges extrem wenige Kapillarporen und damit hervorragende dichtende Eigenschaften, die weitere Abdichtungsmaßnahmen in Form klassischer Brückenabdichtungen mit Bitumenschweißbahnen und Asphaltichtungsschichten entbehrlich machen. Die Verstärkungsmaßnahme erfolgt somit im Verhältnis zum derzeitigen Fahrbahnaufbau mit Blick auf das Einbaugewicht und die Einbauhöhe nahezu neutral, was einer der wesentlichen Vorteile der UHPC-Bauweise darstellt. So können im Ergebnis mit einem Mehrgewicht von lediglich 0,5 KN/m² die Spannungen aus lokalen Einflüssen in der Fahrbahntafel und in den Steifen um den Faktor 4–5 reduziert werden. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der UHPC-Bauweise besteht darin, dass die durch die Baumaßnahme verursachten Verkehrsbeeinträchtigungen deutlich geringer ausfallen, als dies bei der Umsetzung einer konventionellen Verstärkungsmethode der Fall wäre. So geht das Land derzeit davon aus, dass die Ertüchtigung der Rheinbrücke Maxau mit einer Fläche von 10.160 m² in einem Zeitraum von ca. 9 Monaten unter Aufrechterhaltung des Verkehrs in Form einer 4+0-Verkehrsführung sowie zusätzlich 12–16 tageweise Vollsperrungen durchgeführt werden kann. Die Vollsperrungen, die während der Betonage und der ersten Abbindephase des UHPC erforderlich sind, sollen dabei zur weiteren Minimierung der Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst am Wochenende erfolgen.

Das UHPC-Verfahren wird schon seit dem Jahr 2003 in den Niederlanden angewandt. Es wurden dort bisher 12 Großbrücken mit diesem Verfahren saniert. Die grundsätzliche Eignung des Verfahrens zur Verstärkung ist somit nachgewiesen. Um jedoch konstruktive Details erproben und eigene Erfahrungen im Hinblick auf die anspruchsvolle Bauausführung machen zu können, hat das Land Baden-Württemberg zusammen mit dem Bund beschlossen, das UHPC-Verfahren vor dem geplanten Einsatz an der Rheinbrücke Maxau an einem kleineren Bauwerk



Bild 3 Rüttelbohle vor Betonage

als Pilotprojekt anzuwenden. Die Wahl fiel dabei auf die Bahnbrücke Beimerstetten im Zuge der L 1239 nördlich von Ulm.

3 Pilotprojekt Beimerstetten

Die Bahnbrücke Beimerstetten hatte sich als Pilotprojekt angeboten, da hier ohnehin eine Instandsetzungsmaßnahme geplant war und das Bauwerk von seinem Alter und seiner Konstruktion her der Rheinbrücke Maxau vergleichbar ist. Vor diesem Hintergrund lassen die sich dort gewonnenen Erkenntnisse in betontechnologischer Hinsicht sowie hinsichtlich der Verstärkungswirkung nahezu vollständig auf die Rheinbrücke Maxau übertragen. Unterschiede ergeben sich aus den nicht vergleichbaren Größenverhältnissen beider Projekte, die zu anderen Bauabschnitten, Bauzeiten und logistischen Rahmenbedingungen bei Materialanlieferung, Aufbereitung und Beschickung, Verdichtung sowie bei der Betonnachbehandlung führen. Diesbezüglich kann jedoch auf die mehrjährigen Erfahrungen in den Niederlanden aus der Rheinbrücke Maxau vergleichbar großen Projekten zurückgegriffen werden. Die Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg steht hierzu seit mehreren Jahren in engem



Bild 4 Anlieferung des UHPC

Kontakt mit der holländischen Straßenbaubehörde Rijkswaterstaat und hat die Realisierung vergleichbarer Projekte wie z. B. zuletzt die Verstärkung der Scharbergbrüg bei Elsloo im Zuge der A 76 vor Ort begleitet.

Erwartungsgemäß konnte das Pilotprojekt in Beimerstetten die positiven Erfahrungen aus den Niederlanden bestätigen. Dabei kam in Beimerstetten als hochfester Beton das Produkt FERROPLAN® B105 der Firma Contec International GmbH, Bad Waldsee mit einem Stahlfasergehalt von 80 kg/m³ und einer Druckfestigkeitsklasse C90/105 zum Einsatz. Für die Wahl war besonders entscheidungsrelevant, dass der FERROPLAN® B105 bei insgesamt 9 der 12 bislang in den Niederlanden durchgeführten Verstärkungsmaßnahmen erfolgreich angewandt und diese Anwendungen auch wissenschaftlich sehr eng begleitet wurden, so dass für dieses Produkt bereits eine breite und belastbare Daten- und Erfahrungsgrundlage vorliegt. Da sich jedoch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung bislang nicht auf die Herstellung tragender Bauteile im Sinne des EC 2 erstreckt, wurde für die Anwendung des FERROPLAN® B105 an der Bahnbrücke Beimerstetten eine Zustimmung im Einzelfall erteilt. Zum Einbau der UHPC-Verstärkung wurde zunächst die bestehende Deck- und Schutzschicht entfernt. Das Deckblech wurde dann auf einen Reinheitsgrad SA 2^{1/2} kugelgestrahlt und unmittelbar im Anschluss mit einem Primer vorbehandelt. Nach dem Aufkleben der Niederhalter für die Bewehrung wurde auf das Deckblech zur Herstellung einer hohen Verbundwirkung eine 3 mm dicke Epoxidharzschicht aufgetragen, die mit kalziniertem Bauxit abgestreut wurde. Nach dem Abhärten dieser Schicht konnte die tragende Längs- und Querbewehrung mit einem Durchmesser von 12 mm und in einem Raster von 7,5 cm eingebaut werden. Vor dem Betonieren musste die gesamte Bewehrung in der Höhe überprüft und mittels höhenverstellbarer Abstandhalter so eingestellt werden, dass die Betondeckung 20–25 mm betrug. Der hochfeste Beton FERROPLAN® wurde dann in einer Schichtdicke von 6,5 cm eingebaut und nach frühestens 36 Stunden durch Kugelstrahlen für das Aufbringen eines Dünnschichtbelags vorbereitet. Die Ausführung eines Dünnschichtbelags in Form einer mit Bauxit abgestreuten Epoxidharzbeschichtung wurde zur dauerhaften Sicherstellung einer ausreichenden Fahrbahngriffigkeit vorgesehen. Alle Arbei-

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

Sie wünschen **Sonderdrucke** von **einzelnen Artikeln** aus einer Zeitschrift unseres Verlages?

Bitte wenden Sie sich an: Janette Seifert
Verlag Ernst & Sohn
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Tel +49(0)30 47031-292
Fax +49(0)30 47031-230
E-Mail Janette.Seifert@wiley.com



www.ernst-und-sohn.de/sonderdrucke

1009106_dp



Bild 5 Einbau des UHPC



Bild 6 Fertiger Betonierabschnitt

ten erfolgten dabei unter definierten klimatischen Bedingungen innerhalb eines Schutzzelts. Zudem wurden die Arbeiten wissenschaftlich durch die Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Karlsruhe begleitet. Die bauausführende Firma Leonhard Weiss wurde durch die ÖBP Stuttgart bei der Herstellung des FERROPLAN® unterstützt. Durch diese gutachterliche Begleitung konnten zentrale Einflussgrößen für die bauliche Umsetzung des UHPC-Verfahrens identifiziert und ein geeignetes Qualitätssicherungskonzept für nachfolgende Anwendungen entwickelt werden. Zudem haben Belastungsversuche an zu Schuttlungs- und Qualifizierungszwecken hergestellten Probestplatten klar bestätigt, dass das UHPC-Verfahren eine deutliche Aussteifung der Fahrbahnplatte bewirkt und somit eine Verlängerung

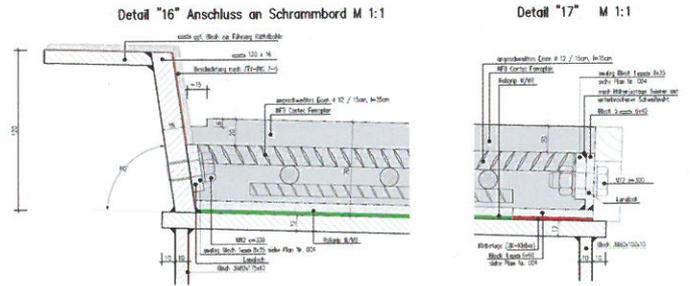
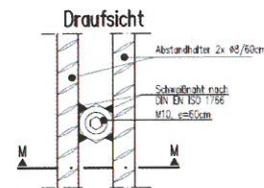
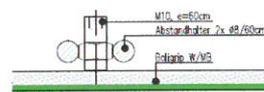


Bild 7 Anschluss Schrammbord

Detail "11" Abstandhalter M 1:1



Detail "10" Niederhalter M 1:1

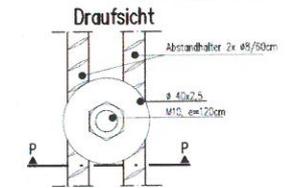
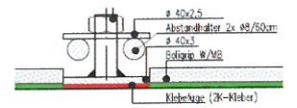


Bild 8 Abstands- und Niederhalter

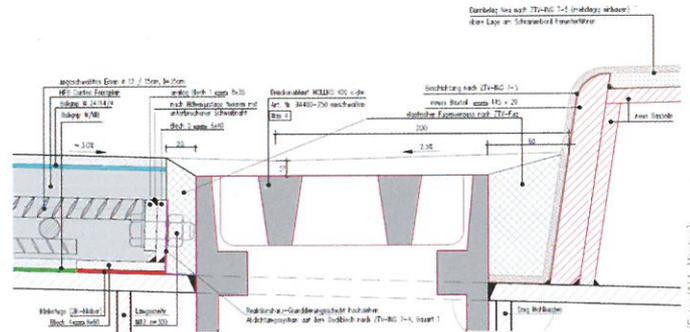


Bild 9 Anschluss Brückenablauf

der Restnutzungsdauer der Rheinbrücke Maxau um weitere 40-50 Jahre technisch möglich ist. Die Zielsetzungen, die mit dem UHPC-Pilotprojekt Beimerstetten verbunden waren, wurden damit in vollem Umfang erreicht.

4 Ausblick

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt in Beimerstetten werden nun von der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg in enger Abstimmung mit dem Bund alle weiteren planerischen Schritte hin zur Ausschreibungsreife der Ertüchtigungsmaßnahme an der Rheinbrücke Maxau durchgeführt. Es wird derzeit von einer Umsetzung der Maßnahme im Jahr 2018 und Baukosten von ca. 10 Mio. € für die Verstärkungsmaßnahme ausgegangen. Gegenüber einem Ersatzneubau an gleicher Stelle können so ca. 40 Mio. € eingespart werden. Das UHPC-Verfahren ist damit auch eine sehr wirtschaftliche Möglichkeit zur Ertüchtigung bestehender Stahlbrücken, so dass das Verfahren künftig auch in Deutschland eine breitere Anwendung finden dürfte.

Ministerialrat Dipl.-Ing. Marcel Zembrot, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, Stuttgart

www.contec-international.de

Klebearmierung
 Nachträgliches Verstärken von Stahlbeton durch Stahl- und Kohlefaserlamellen, CFK-Folien

Ihre Sicherheit: 30 Jahre Erfahrung

Laumer
 BAUTECHNIK

Bahnhofstraße 8 | 84323 Massing | 08724 / 88 - 0 | www.laumer.de