

Modulbrücken

Fertigteilbauweise für Einfeldbrücken mit kurzer Bauzeit und einfacher Erhaltung

Für den Ersatzneubau einer Bestandsbrücke im Zuge des Wirtschaftsweges „Speelberger Straße“ in Emmerich am Rhein über die 4-streifige Bundesautobahn A 3 realisierte der Landesbetrieb Straßenbau NRW (Straßen.NRW) in Abstimmung mit dem BMVI und dem VM NRW eine Brücke mit modularem Baukonzept. Zielsetzung war eine kurze Bauzeit und geringe verkehrliche Eingriffe auf der unterführten A 3.

Entwicklung und Besonderheiten der Bauweise

Mit der Brücke bei Greißelbach in Bayern, B 299, wurde bereits in 2014 eine erste modulare Segmentbrücke dieser Art (1. Generation) realisiert. Mit den dort gemachten Erfahrungen ist die Bauweise weiterentwickelt und mit der 2. Generation in Rahmen dieses Projekt zur Pilotausführung gebracht worden.

Hauptmerkmal der Bauweise ist die Trennung der Tragsysteme längs/quer sowie eine direkte Befahrbarkeit der Betonfahrbahnplatte. Das Haupttragsystem bildet ein in die Widerlager eingespannter Verbundrahmen als integrales Bauwerk. Die Fahrbahnplatte aus Betonsegmentplatten ist direkt und ohne zusätzliche Abdichtung befahrbar.

Da die Bauweise in einigen Punkten von den allgemein anerkannten Regeln der Technik abweicht, wurden dafür Zustimmungen im Einzelfall und somit vorhabensbezogene Genehmigungen erforderlich. Dies gilt beispielsweise für die folgenden Punkte:

- Einsatz von selbstverdichtendem Beton C60/75 (SVB),
- Graphierte Liniengleitlagerung der Fertigteilsegmentplatten auf den Hauptträgern sowie deren Vorspannkonzent und Fugenausbildung,
- Vorspannung und Lagesicherung der Segmente auf den VFT-Trägern mittels Tellerfedern.

Bauwerksbeschreibung

Das Bauwerk weist eine Stützweite von ca. 39 m auf. Die Konstruktionshöhe des Haupttrag-systems liegt zwischen 2,51 m in der Rahmenecke und 1,18 m in Feldmitte. Zwischen den Geländern beträgt die Bauwerksbreite 8,80 m.

Unterbauten

Mit einem 1,0 m dicken Kiespolster wurde das neue Bauwerk flach auf die Gründung des Vorläuferbauwerks gesetzt. Zwei Flügelscheiben kennzeichnen die Einspannebenen des Rahmens im aufgelösten Widerlager (**Bild 1**).



Bild 1: Flügel-scheiben beim aufgelösten Widerlager

Überbau

Der Lastabtrag des Überbaus erfolgt über zwei getrennte Tragsysteme. Das Haupttragsystem wird über zwei im Werk hergestellte Fertigteilträger mit Teileigengewichtsverbund (VFT) gebildet, die sich aus luftdicht verschweißten Stahlhohlkästen zusammensetzen und auf deren Oberseite ein Betongurt über Verbunddübelleisten integriert wurde (**Bild 2**).



Bild 2: Verbundrahmen als Haupttragsystem

Die VFT-Träger binden biegesteif in die Widerlager ein, indem Spannstabglieder, die am Stahlträger an einer Stirnplatte befestigt sind, in die Flügel-scheiben reichen, dort vorgespannt, verankert und verpresst werden (**Bild 3**).



Bild 3: Verankerung der Stabspannglieder

Auf den jeweils 44 m langen und ca. 79 t schweren Stahlverbundträgern wurden 22 geomet-

risch identische Betonfertigteileplatten mit jeweils 2,66 m Breite und 9,30 m Länge aus hochfestem, selbstverdichtendem Beton C60/75 gleitend bis zum Ende der Flügelwände aufgelegt (**Bild 4**). Eine auf der hinteren Widerlagerwand aufliegende Schleppplatte trägt Längsverformungen des Tragwerks ab und gleicht Setzungen im Hinterfüllbereich aus.



Bild 4: Montage der Plattensegmente

Die in voller Bauwerksbreite und in kompletter Fahrbahnplattendicke mit angeformten Kappen gefertigten Plattensegmente sind über Litzen quer vorgespannt und tragen die Lasten in Brückenquerrichtung in die Hauptträger. Die Einleitung der Vertikallasten in das Haupttragssystem erfolgt von den Fahrbahnplatten über eine linienförmige, schwimmende Lagerung mittels Beton-Gleitkufen an der Segmentunterseite auf einem Edelstahlblech auf dem Betongurt der Hauptträger. Zur Minimierung der Reibung sind die Beton-Gleitkufen mit einem Graphitanstrich versehen. Durch die gleitende Lagerung der Fahrbahnplattenelemente beteiligen sich diese nicht an der Haupttragwirkung.

Die Plattensegmente werden in Brückenlängsrichtung durch interne verbundlose Spannglieder zu einer Fahrbahnplatte zusammengespannt, die durch je zwei Stabspannanker zwischen Widerlagerflügel und den Endsegmenten in der Lage gehalten wird. Tellerfedern an den Stabspannankern gewährleisten eine konstante Vorspannkraft und gleichen somit Längenänderungen der Fahrbahnplatte infolge Temperatur oder Kriechen und Schwinden der Betonfahrbahn aus. Die Längsvorspannkraft in der Fahrbahnplatte ist so konzipiert, dass die zwischen den Plattensegmenten aktivierte Reibung Relativverformungen durch ungleiche Belastung ausgleicht. Die Abdichtung der Fugenspalten zwischen den Platten erfolgt durch Dichtprofile, die auch bei Tübingen im Tunnelbau Einsatz finden.

Fahrbahnoberfläche und Brückenausstattung

Die Betonrezeptur der Fahrbahnplatten ist auf gesteigerte Dichtigkeits- und Abrasionsfestigkeit zur Erfüllung hoher Dauerhaftigkeitsanforderungen ausgerichtet. Darüber hinaus gestattet die interne verbundlose Vorspannung eine schnelle und leichte Austauschbarkeit der Plattensegmente im Bedarfsfall, ohne dass das Tragsystem der Brücke aufgelöst werden muss. Auf eine konventionelle Brückenabdichtung oder einen Asphaltbelag kann daher verzichtet werden. Werkseitig werden die Vollplattensegmente mit einem Vorhaltemaß betoniert, so dass eine gute und gleichmäßige Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche durch Kugelstrahlen vor Ort erreicht wird. Brückenkappen mit Gehweg und Schrammbord sind bereits im Fertigteilesegment angeformt und bilden die Befestigungsebene für das mit Verbunddübeln angeschlossene Geländer.

Bauzeit

Durch die Modulbauweise konnten verkehrliche Einschränkungen der unterführten Autobahn auf drei Vollsperrungen reduziert werden: eine Wochenendsperrung für den Abbruch des Bestandsbauwerks und jeweils eine Tagessperrung für das Auflegen der VFT-Träger und der Fahrbahnsegmentplatten.

Die vertraglich vereinbarte Gesamtbauzeit von 5 Monaten wurde eingehalten. Baubeginn war der 23.01.2019, fertiggestellt wurde das Bauwerk am 18.06.2019. Die Verkehrsfreigabe erfolgte im Juli 2019 (**Bild 5**).

Fazit

Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades ermöglicht die Modulbauweise eine sehr kurze Bauzeit mit nur wenigen Sperrpausen betroffener Verkehrswege. Die werkseitige Herstellung der Fertigteile garantiert eine sehr hohe Fertigungsqualität mit geringsten Toleranzen. Erwartet werden geringe Lebenszykluskosten, da einzelne Fahrbahnplattensegmente schnell und einfach austauschbar sind und keine witterungsabhängigen Belags- oder Abdichtungsarbeiten anfallen. Im Bedarfsfall können Fahrbahnplattenelemente schnell und leicht ausgetauscht werden.



Bild 5: Untersicht des fertigen Überbaus

Die Vorteile der dargestellten Bauweise lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- kurze Bauzeit durch hohen Vorfertigungsgrad,
- hohe Fertigungsqualität mit geringsten Toleranzen,
- einfacher Austausch einzelner Fahrbahnplattensegmente,
- geringer Eingriff in den fließenden Verkehr.

Die Kosten für das Pilotprojekt lagen bei ca. 3 Mio. EUR. Eine größere Anwendungsbreite würde zukünftig zu einer Kostenreduktion beitragen.

Projektbeteiligte

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,
- Verkehrsministerium des Landes NRW,
- Landesbetrieb Straßenbau NRW,
- Firmengruppe Max Bögl.