

Multihybrides Tragwerk

Stahl-UHFB als Verstärkung eines bestehenden Betontragwerkes Ferland, Kärnten, 2013

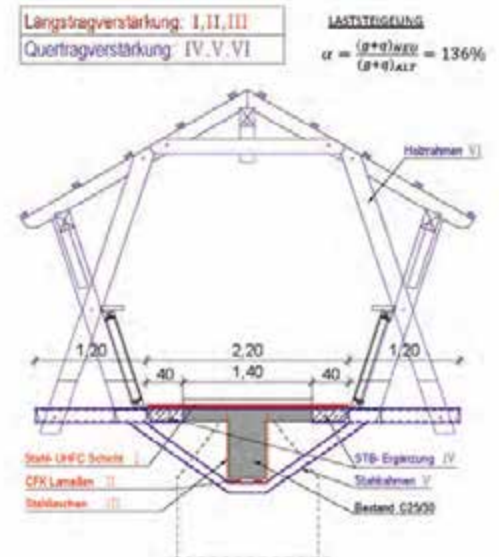
Text | Michael Olipitz, Ingenieurkonsulent für Bauwesen
Bilder und Pläne | © Michael Olipitz, Ingenieurkonsulent für Bauwesen



Querrahmen in Stahl und Holz



Einbringen der 3 cm dicken UHFB-Schicht



Verstärkungsmaßnahmen in Längs- und Querrichtung

Das Besondere bei Bestandstragwerken und deren Sanierung liegt in der Verwendung mehrerer Materialkombinationen in Längs- und Querrichtung, die eine tragende Funktion aufweisen, so auch bei der „Kleinen Griebbrücke“ in Kärnten, Gemeinde Ferlach. Bei der in die Jahre gekommenen Geh- und Radwegbrücke aus Beton handelt es sich um einen schlaff bewehrten, fünffeldrigen, einzelligen Plattenbalkenquerschnitt (Länge ca. 50 m, Breite 1,80 m, Höhe 0,77 m). Nach Teilabbruch der desolaten Fahrbahnplatte im Randbereich wurde die Brücke auf eine Durchgangsbreite von 2,20 m verbreitert und mit einem Holzdach im sogenannten „Carnicastil“ versehen. Dazu war es notwendig, das Tragwerk sowohl in Längs- als auch Querrichtung zu verstärken.

In Längsrichtung wurde das Tragwerk an der Unterseite mittels aufgeklebten CFK-Lamellen und an der Fahrbahnoberseite durch 3 cm UHFB – Ultra-Hochleistungs-Faserfeinkorn-Beton – ergänzt. Auch die Querkrafttragwirkung musste aufgrund der erhöhten Lasteinwirkung (Laststeigerung $\alpha = 136\%$) durch Anbringen zusätzlicher Stahlflaschen erhöht werden. In Querrichtung wurde die Fahrbahnplatte verbreitert und durch Stahlrahmenelemente im Verbund zur Aufnahme des Holzrahmens ergänzt. Die Holzrahmenkonstruktion wurde im zimmermannsmäßigen Stil errichtet und weist durch die wabenförmige Form auf die in dieser Region heimische „Carnicabiene“ hin, ein Umstand, der sich aus der Konstruktion ergeben hat und zu einem Synonym der Region geworden ist.

Dieser Aufsatz beschreibt die ingenieurmäßige Betrachtung der multihybriden Ertüchtigungsmaßnahmen und deren Umsetzung. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der Anwendung des UHFB als Schutz- und Tragschicht und deren Besonderheiten in der Verarbeitung – eine Anwendung, die erstmals in Kärnten durchgeführt wurde.

Beim Bestandstragwerk handelt es sich um einen einfachen Plattenbalkenquerschnitt, der vor allem in den Randbereichen der Platte einen sehr desolaten Zustand aufwies. Aufgrund des Umstandes, dass keine Pläne vorlagen, mussten Balken und Platte sowie die bestehenden Pfeiler hinsichtlich ihrer Betonqualität und Bewehrungsführung untersucht werden. Als Vorichtsmaßnahme für einen eventuellen Einsatz von geklebten Lamellen wurde die Haftzugfestigkeit der Balken untersucht.

Der relativ gute Erhaltungszustand der Balken mit einer rechnerischen Biegetragfähigkeit von $M_{Rd} = 312 \text{ kNm}$ sowie der Zustand der Pfeiler mit der unbeschädigten Integrität des Balkens führten zur Entscheidung, das vorhandene Tragwerk zu belassen und Verstärkungsmaßnahmen durchzuführen.

Im Bereich der negativen Momente fiel die Wahl auf eine neuartige UHFB-verstärkte Aufbetonschicht. Der wesentliche Vorteil liegt in der Verwendung der Aufbetonschicht als Schutz- und Tragschicht mit geringem zusätzlichem Gewicht. Durch die Möglichkeit, herkömmlichen Bewehrungsstahl mit dem

UHFB in einer Tragrichtung zu Stahl-UHFB zu kombinieren, gelingt es, die Biegetragfähigkeit wesentlich zu steigern. An allen vier Pfeilern wurde auf Balkenbreite die vorhandene obere Bewehrung bis auf 6 cm Tiefe freigelegt und durch zusätzlichen Bewehrungsstahl 5 Ø 16 mm und UHFB ergänzt. Damit konnte die Biegetragfähigkeit im Bereich der Pfeiler um mehr als das Doppelte gesteigert werden. Die Verstärkung mit UHFB ohne zusätzliche Bewehrung in einer Stärke von 3 cm ermöglicht neben der Erhöhung des Tragwiderstandes zudem die Verbesserung der Dauerhaftigkeit.

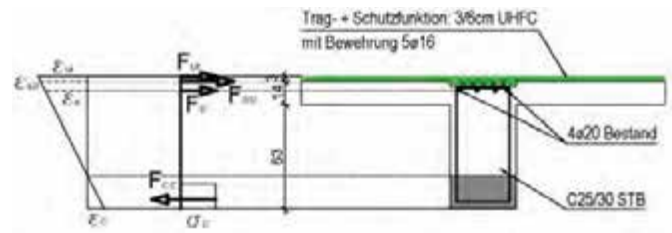
Der Wunsch des Bauherrn nach Überdachung der Brücke im „Carnicastil“ erforderte eine über die Gehwegbreite von 2,20 m hinausgehende Tragwerksverbreiterung. Der Übergang vom Betontragwerk zum Holzrahmen erfolgt mittels Stahlelementen. Im Abstand von 3,63 m sind Querrahmen derart angeordnet, dass eine Kollision mit den Pfeilern vermieden wird. Die Querrahmen in Stahl sind über Schrägstiele mit dem Balken aus Stahlbeton verbunden. Damit können die Umlenkkräfte aus den Schrägstielen direkt über Stahllaschen und durchgekonterte Schraubenbolzen in den Hauptträger eingeleitet werden. An der Fahrhahnoberseite befindet sich ein Zugband aus Flachstahl $b = 200 \text{ mm}$, $t = 10 \text{ mm}$, sodass das Kraftdreieck des Stahlrahmens geschlossen wirkt. Durch die UHFB-Schicht ist das Zugband geschützt. Die Fahrhahnoberverbreiterung von je 40 cm wurde dazu genutzt, um die Stahlrahmen als Einbauteile vorzusehen. Ein Versetzen der Stahlteile auf der Baustelle mit anschließendem Vergießen mit Beton vermied kostenintensive Anpassungen der Einbauteile. Ein durchlaufender Stahlwinkel L 30.3 als Abschluss der Fahrhahnoberplatte vereinfacht das Abziehen der UHFB-Schicht. Die Entscheidung für den Einsatz von UHFB lag in der mehrfachen Nutzung der günstigen Eigenschaften sowohl als Tragwerksverstärkung (Stahl-UHFB) als auch als Schutzschicht (UHFB).

Ultra-Hochleistungs-Faserbeton ist ein Verbundwerkstoff aus Zement, Zusatzstoffen, Gesteinskörnung (= als Premix bezeichnet), Wasser, Zusatzmittel (Fließmittel) und Stahlfasern, dessen Zugverhalten sich durch ein anfangs elastisches, dann Verfestigungs- und schließlich durch ein Dehnungsentfestigungs-Verhalten auszeichnet. Dieses Verhalten ist insbesondere im Verbundsystem Stahl-UHFB-Stahlbeton von Bedeutung, da beim Erhärten Zugspannungen bis zu $6\text{--}8 \text{ N/mm}^2$ infolge Schwinden und Verformungsbehinderung durch den Stahlbeton-Untergrund ohne nennenswerte Rissbildung aufgenommen werden können. Entsprechend kann davon ausge-

Querrahmen in Stahl und Holz



Tragmodell der Verstärkungsmaßnahmen in Längsrichtung über Stütze



gangen werden, dass im UHFB unter Gebrauchsspannung keine sichtbaren Risse auftreten, und die eingangs erwähnte geringe Permeabilität des Werkstoffes garantiert werden kann.

Die Mischanweisung sah in einer ersten Stufe das Mischen der halben Menge Premix mit der Gesamtmenge der Flüssigkeiten vor. Nach dem Binden der Flüssigkeit wurde nach und nach die 2. Hälfte des Premix beigemischt und nach einer Mischdauer von fünf bis zehn Minuten wurden der Matrix kontinuierlich Fasern zugegeben. Die Konsistenz der Gesamtmatrix ist anfangs mehlig, geht mit zunehmender Mischdauer in eine körnige und schließlich in eine breiige Konsistenz über. Die Gesamtmischdauer beträgt 15 Minuten. Der Antransport von der Mischstelle zum Einbauort erfolgt mittels Schubkarren. Vor dem Einbau ist die gesamte Fahrhahnoberfläche mit einer Mindestauflage von ca. 3 mm mittels Hochdruckwasserstrahlen vorzubereiten und entsprechend vorzunässen, um einen idealen Verbund zwischen UHFB-Schicht und Stahlbeton zu garantieren. Nach dem groben Verteilen mithilfe eines Rechens konnten mit einem Vibrobalken die nur mehr sehr gering vorhandenen Luftporen entweichen und eine plane kompakte Schicht mit Schichtstärken von 3 bis 4 cm aufgebracht werden. Zügig wurde die fertiggestellte Betonoberfläche mit Quarzsand eingestreut, da sich die Oberfläche rasch verfestigt. Der Quarzsand verhindert das Hervortreten von Stahlfasern an die Oberfläche und verbessert im späteren Gebrauch die Benutzbarkeit. Es ist anzumerken, dass Korngrößen $> 3 \text{ mm}$ als Streugut vorteilhafter sind.

Die Entscheidung, Bestandsobjekte zu erhalten und zu verstärken, erfordert die Kenntnis von Anwendungsmöglichkeiten und eine vielseitige Betrachtung der Vor- und Nachteile. Das bedeutet zwar einen erhöhten Planungsaufwand und vermehrtes Risiko für den Planer, hat aber zumeist den Vorteil einer ressourcenschonenden und damit nachhaltigen Lösung. Wesentliche Voraussetzungen sind das Verständnis und die Bereitschaft des Bauherrn, dieses Risiko mitzutragen.

Projektdaten:

Adresse: Kärnten, Gemeinde Ferlach | Bauherr: Gemeinde Ferlach | Planung: SDO ZT GmbH | Ausführung: Baumeister Ogris Bau GmbH, Holzbau Gasser |

Autor:

DI Dr. techn. Michael Olipitz, Ingenieurkonsulent für Bauwesen, Graz www.olipitz.com