

Holz-Beton-Verbund-Verkehrsbrücken

Für Brückenbauwerke mit Spannweiten bis ca. 40 m stellen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen nach langjährigen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten inzwischen überzeugende Alternativen dar. Dabei werden die gestalterischen Vorzüge des Holzbaus mit den aus dem Holz-Beton-Verbundbau resultierenden Vorteilen bezüglich der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und des Holzschutzkonzeptes kombiniert. Holz-Beton-Verbundbrücken überzeugen sowohl durch herausragende technische Eigenschaften als auch durch hohe Wirtschaftlichkeit und können daher als Alternativen für gängige Brückenkonstruktionen aus Stahl oder Stahlbeton angesehen werden. Nachdem im europäischen Ausland seit Anfang der 1990er Jahre imposante Fußgänger-, Radweg- und Verkehrsbrücken in Holz-Beton-Verbundbauweise erstellt wurden, konnte vor einiger Zeit auch in Deutschland die erste Holz-Beton-Verbund-Verkehrsbrücke fertig gestellt werden. Grund genug, das Thema im folgenden Artikel eingehend zu erörtern.

Anwendung und Vorteile im Brückenbau

Holz-Beton-Verbundbrücken gehören der Gruppe der Verbundtragwerke an, wobei die Teilquerschnitte Holz und Beton über zusätzliche eingebrachte Verbindungsmittel zu einem Hybrid mit im Vergleich zu den Teilquerschnitten verbesserten Eigenschaften zusammengefügt werden. Grundsätzlich bestehen folgende Ausführungsvarianten von Holz-Beton-Verbundbrücken:

- Bei kürzeren Spannweiten die Lösung als gedrungene Plattenbrücke, wobei sowohl Brett-schichtholzplatten, blockverleimte Brett-schicht-holzträger oder nebeneinander angeordnete Rundholzbalken zum Einsatz kommen können.
- Bei kürzeren bis mittleren Spannweiten der Ansatz als Balkenkonstruktion und oben liegender Betonfahrbahn mit vergrößerter statischer Höhe.
- Bei großen Spannweiten die Variante mit einem

Holzspriegelwerk, auf das die Betonfahrbahn aufgesetzt wird.

Durch die Kombination und die schubsteife Verbindung der Teilquerschnitte Holz und Beton weisen Holz-Beton-Verbundbrücken im Allgemeinen folgende Eigenschaften auf:

- Die Betonplatte der Verbundbrücke wird als (abriebfeste) Fahrbahn genutzt.
- Durch Einbindung in das Verbundtragwerk – über die schubsteife Verbindung mit dem Holz – wird die Betonfahrbahn zusätzlich für den Lastabtrag (Übernahme der Druckspannungen) herangezogen.
- Innerhalb der Betonfahrbahn ist die Querlastverteilung leicht herstellbar.
- Die seitlich auskragende Betonplatte schützt die Holzkonstruktion vor direkter Bewitterung und erhöht somit die Dauerhaftigkeit.
- Das Holz übernimmt im Verbundquerschnitt einen Teil der auftretenden Zugspannungen, womit Bewehrungszulagen in der Betonplatte reduziert werden können.
- Das Holz liefert weiterhin Ästhetik, Natürlichkeit und Optik.
- Als Ganzes reduzieren sich durch den Verbundansatz auftretende Verformungen, die Schwingungsanfälligkeit sowie die Konstruktionshöhe der Brücke.

Autoren:
 Dipl.-Ing. (TU) Dipl.-Ing. (FH)
 Oliver Bletz
 Prof. Dr.-Ing. Leander Bathon
 Fachhochschule Wiesbaden
 Fachbereich Architektur und
 Bauingenieurwesen
 Holzbaulabor

Anzeige

IDEAL FÜR SCHÖNERE FASSADEN





MIT INTHERMO SYSTEMATISCH ZUM ERFOLG.





*Jedes noch so schöne Haus kommt früher oder später „in die Jahre“. Zur Erneuerung von Fassaden älterer Fertighäuser und Holzrahmenbauten kommt für echte Holzbauprofis nur ausgesuchte Qualität in Frage: Das diffusionsoffene Wärmedämm-Verbundsystem INTHERMO überzeugt rundum durch erstklassigen Schutz vor Kälte, Hitze, Feuchte, Brand und Schall. Seine tausendfach bewährte Holzfaserdämmplatte INTHERMO HFD-Exterior Solid und das abgestimmte Putzprodukte-Sortiment lassen Sie vom wachsenden Modernisierungsmarkt in hohem Maße profitieren. Interesse? Rufen Sie uns an: **Fon 0 61 54/71-16 69.** Wir informieren Sie gern näher.*

INTHERMO GmbH · Roßdörfer Straße 50 · D-64372 Ober-Ramstadt
 info@inthermo.de · www.inthermo.de



INTHERMO
 Systemlösungen für den Hausbau

Tabelle 1: Beispiele für Verbindungssysteme auf Basis von Holz-Stahl-Klebeverbindungen

<p>Senkrecht eingeklebte gebogene Bewehrungsstäbe</p>  <p>Foto: Fromm</p>	<p>Senkrecht eingeklebte abgewinkelte Bewehrungsstäbe</p>  <p>Foto: aus [6]</p>	<p>Geneigt eingeklebte abgewinkelte Bewehrungsstäbe</p>  <p>Foto: aus [5]</p>	<p>Eingeklebte Streckmetalle</p>  <p>Foto: Bahmer</p>
---	---	--	---

Verbindungssysteme

Zur Herstellung des Verbundes zwischen Holz und Beton sind in der Vergangenheit diverse Verbindungssysteme für den Brückenbau entwickelt und eingesetzt worden. Da an Konstruktionen im Brückenbau im Vergleich zu Konstruktionen im Hochbau (für den die Holz-Beton-Verbundbauweise ursprünglich entwickelt wurde) höhere Anforderungen bestehen, müssen die eingesetzten Verbindungsmittel entsprechend verbesserte Eigenschaften aufweisen. Dies betrifft neben der Tragfähigkeit auch die Steifigkeit, die Duktilität sowie die Dauerfestigkeit der Verbindungssysteme. Verbindungssysteme sollten hohe Schubkräfte übertragen können und gleichzeitig so steif sein, dass sie unter Beanspruchung nur möglichst geringe Relativverschiebungen zwischen den Teilquerschnitten Holz und Beton zulassen. Im Bruch-

zustand sollten sie nicht spröde versagen, sondern ein duktileres Systemverhalten mit einem sich lang ankündigendem Versagen aufweisen. Letztlich müssen Verbindungssysteme im Brückenbau wiederholt auftretenden Beanspruchungen widerstehen (Dauerfestigkeit). Infolge dieser vier Anforderungskriterien haben sich eingeklebte Stahlbauteile als besonders effiziente Verbindungsmittel herausgestellt (Tabelle 1). Dabei kamen bis dato senkrecht oder geneigt eingeklebte Bewehrungsstähle (im Beton gerade, aufgebogen oder abgewinkelt verankert) sowie eingeklebte Streckmetalle (HBV-Schubverbinder) zum Einsatz. Weiterhin wurden auch Holz-Beton-Verbundbrücken mit mechanischen Verbindungsmitteln wie z.B. eingeschlitzten und verdübelten Stahlplatten, Stahlplatten mit aufgeschweißten Kopfbolzendübeln (und zusätzlichen Stahlknaggen

an der Unterseite) oder mit Gewindestangen verstärkte Kerven zum Einsatz (Tabelle 2). In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass in Deutschland bisher kein Holz-Beton-Verbindungssystem durch das Deutsche Institut für Bau-technik eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Anwendung im Straßenbrückenbau (unter ermüdungsrelevanten Beanspruchungen) besitzt.

Ausführungsbeispiele

Für Holz-Beton-Verbundbrücken liegen aus der jüngeren Vergangenheit einige zum Teil imposante Anwendungsbeispiele vor, wobei sowohl Balken- als auch Plattenkonstruktionen sowie Holzsprengwerke zum Einsatz gekommen sind. Die Mehrzahl dieser Brücken wurde in den deutschen Nachbarländern (Schweiz, Luxemburg, Frankreich, Österreich), in Skandinavien sowie in Übersee (USA, Brasilien, Kanada und Aus-

tralien) erbaut. Auf internationaler Ebene wurden mit dem Nordic Timber Bridge Project (Skandinavien, 1996 bis 2002) sowie dem Emerging Timber Bridge Program to So Paulo State (Brasilien, 2001 bis 2005) zwei Forschungsprojekte erfolgreich durchgeführt, die die Verwendungsmöglichkeiten des Werkstoffs Holz im Brückenbau wesentlich vorangetrieben haben. Das Ergebnis dieser Forschungsprojekte war eine Vielzahl erbauter Holz-Beton-Verbund-Straßenverkehrsbrücken in diesen Ländern (z.B. Vihantalmibücke in Finnland). Im deutschsprachigen Raum stellt die Schweiz bei der Erstellung von Holz-Beton-Verbundbrücken eine Vorreiterrolle dar. So wurden im Schweizer Kanton Freiburg eine Reihe von Holz-Beton-Verbund-Schwerlastbrücken (Fahrverkehr bis 40 Tonnen) im Rahmen des Neubaus der Umfahrungsstraße H189 der Gemeinde Bulle erbaut [6].

Tabelle 2: Beispiele für Verbindungssysteme auf Basis von mechanischen Verbindungen




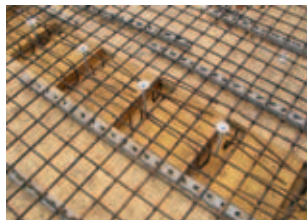
<p>Eingeschlitzte verdübelte Stahlplatten</p>  <p>Foto: Fromm, Flury</p>	<p>Stahlplatte mit Kopfbolzendübeln und Stahlknagge</p>  <p>Foto: aus [7]</p>	<p>Stahlplatte mit Kopfbolzendübeln</p>  <p>Foto: aus [7]</p>	<p>Kerven mit Gewindestangen</p>  <p>Foto: Weiß</p>
--	---	--	---

Tabelle 3: Ausführungsbeispiele für Holz-Beton-Verbundbrücken

<p>Name: Le Sentier Ort: Gemeinde Chenit/Schweiz Baujahr: 1991 Länge: 13,00 m Breite: 4,00 m Typ: Rundholzbalken mit oberseitiger Betonfahrbahn Fotos: Jung</p>		
<p>Name: Kaylbrücke Ort: Kaxl / Luxemburg Baujahr: 2006 Länge: 9,70 m Breite: 4,00 m Typ: Vollvorgefertigte BS-Plattenbrücke inklusive Betonfahrbahn und Geländer Fotos: aus [1]</p>		
<p>Name: Unidobrücke Ort: Purkersdorf bei Wien / Österreich Baujahr: 2007 Länge: 17,60 m Breite: 3,92 m Typ: BS-Fischbauchträger mit oberseitiger Ortbetonfahrbahn Fotos: aus [2]</p>		
<p>Name: Le Léchère Ort: Bulle / Schweiz Baujahr: 2005 Länge: 28,20 m Breite: 9,30 m Typ: BS-Balkenbrücke mit oberseitiger Ortbetonfahrbahn Fotos: aus [6]</p>		
<p>Name: Günscharüelbachbrücke Ort: Klosters – Serneus / Schweiz Baujahr: 2003 Länge: 24,10 m Breite: 3,50 m Typ: BS-Sprengwerk mit aufgelegten Betonfertigteilplatten und Ortbetonschicht Fotos: aus [3]</p>		

Weiterhin existieren zum Teil spektakuläre Holz-Beton-Verbundbrücken in den Schweizer Gebirgslandschaften (z.B. Ronatobelbrücke, Crestawaldbrücke, Punt la Resgia). Nach Wissen der Autoren wurden dagegen in Deutschland mit der Skifahrerbrücke in Klingenthal sowie der in diesem Bericht beschriebenen Brücke über das Schwarzwasser im Erzgebirge lediglich zwei Holz-Beton-Verbundbrücken erstellt. Tabelle 3 zeigt exemplarisch eine Auswahl erbauter Holz-Beton-Verbundbrücken, die die Vielfalt der möglichen Ausführungsvarianten verdeutlichen soll. In [1] ist

zudem eine weitere Zusammenstellung mit älteren Holz-Beton-Verbundbrücken zu finden.

Baublauf, Konstruktionshinweise, Holzschutz

Hinsichtlich der Ausführungsvarianten und des Bauablaufs bestehen bei Holz-Beton-Verbundbrücken – wie Tabelle 3 und Tabelle 4 belegen – diverse Möglichkeiten. Im Rahmen einer sorgfältigen Projektierung sollten diese Varianten unter den jeweils vorliegenden Randbedingungen analysiert und gegeneinander abgewogen werden. Auf einen ange-

messenen Holzschutz ist in jedem Falle zu achten, wobei durch die Art der Konstruktion bereits ein wesentlicher Teil des Holzschutzes erfüllt werden kann (die oben angeordnete Betonplatte schützt das Holz vor direkter Bewitterung).

Weitere Hinweise:

- Da für Holz-Beton-Verbundbrücken kein explizites Regelwerk existiert, sind im Wesentlichen die eingesetzten Baustoffe tangierenden Normenwerke zu berücksichtigen (z.B. DIN 1052:2004 für Holz, DIN 1074:2006 für Holzbrücken, DIN 1045-1:2001 für Stahlbeton,

EF  TE
 seit 1845

Dämmstoffnagel TYP II



AUF HOLZ 

Dämmstoffschraube DS patentiert



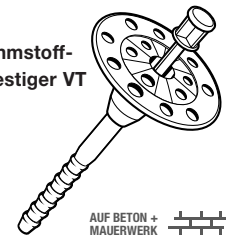
AUF HOLZ 

Dämmstoffschraube DPS patentiert



AUF HOLZ 

Dämmstoffbefestiger VT



AUF BETON + MAUERWERK 

Dämmstoffschraube DK
 DGBM-Nr.
 203 20600.2



AUF HOLZ 

FRIEDR. TRURNIT
 GmbH

Rahmedestr. 161 · D-58762 Altena
 TEL +49(0)23 52 / 95 96 96
 FAX +49(0)23 52 / 59 05
 Friedr.Trurnit-GmbH@t-online.de
 http://www.Trurnit-Friedr.de

DIN Fachbericht 102:2003 für Betonbrücken, DIN Fachbericht 101:2003 für Einwirkungen auf Brücken).

- Bei Brücken mit kleineren Spannweiten besteht die Möglichkeit zur Vollvorfertigung im Werk und der anschließenden Verlegung auf der Baustelle mit einem Lastenkrane.
- Bei Brückenkonstruktionen mit größeren Spannweiten kommen in der Regel vorgefertigte Balkenquerschnitte aus Brettschichtholz inklusive eingebrachter Verbindungsmittel zum Einsatz, die ebenfalls mit einem Kran in die Zielposition eingehoben werden. Bei Anwendungen in schwer zugänglichen Gegenden kann der Einsatz eines

Lastenhelikopters erforderlich werden.

- In der Regel erfolgt bei Plattenbrücken eine Ort betonierung auf den Holzplattenelementen bzw. bei Balkenbrücken auf einer zusätzlich eingebrachten Holzverschalung oder Teilfertigelementen aus Stahlbeton.
- Beim Betoniervorgang lassen sich aus dem Stahlbetonbau bewährte Konstruktionen wie z.B. Schrammborde mit in das Brückenbauwerk einbeziehen. Die obere Abdichtung der Betonfahrbahn kann durch aus dem Stahlbetonbau bewährte Abdichtungssysteme, z.B. Abdichtungsschichten auf PUR-Basis verbessert werden.

Auch das Aufbringen einer zusätzlichen Asphalt schicht als Fahrbahnbelag ist denkbar.

- In Anlehnung an DIN Fachbericht 104:2003 (Verbundbrücken) bestehen Restriktionen an das bei Holz-Beton-Verbundbrücken einsetzbare Material. Es sollte Beton verwendet werden, der mindestens der Festigkeitsklasse C30/37 entspricht, die Festigkeitsklasse C50/60 jedoch nicht überschreitet.
- Aufgrund der Anwendung im frei bewitterten Außenbereich (Nutzungs klasse 3) sollten Holzarten mit höheren Resistenzklassen eingesetzt werden. Eingesetzte Konstruktionsteile aus Stahl müssen gegen Korrosion geschützt sein.
- Die seitlich über die Holzelemente herausragende Betonplatte sorgt für einen effizienten Schutz der Holzkonstruktion vor direkter Bewitterung. Tropfnasen an der Unterseite der seitlich auskragenden Betonplatte reduzieren die direkte Befeuchtung der Holzkonstruktion.
- Durch eine Auflagerung der Brückenkonstruktion über die Betonplatte lassen sich Quereindrückungen des Holzes im Auflagerbereich vermeiden. Weiterhin wird durch eine solche Konstruktion das Holz im randnahen Bereich vor direkter Befeuchtung (stehendes Wasser) geschützt.
- Die Schlankheit (Verhältnis der Konstruktionshöhe zur Spannweite der Brücke) einer Holz-Beton-Verbundbrücke liegt – wie Untersuchungen gezeigt haben [7] – in einer vergleichbaren Größenordnung wie Brückenkonstruktionen aus Stahl oder Stahlbeton.

Aktuelle Forschung und Entwicklung

In Deutschland wird derzeit an mehreren Forschungseinrichtungen an der Weiterentwicklung der Holz-Beton-Verbundbauweise für die Anwendung im Brückenbau gearbeitet. Thematische Schwerpunkte liegen in der Untersuchung ausgewählter Verbindungsmittel hinsichtlich des Systemverhaltens unter einer Langzeitbeanspruchung bei variierenden Klimabedingungen sowie der Ermüdungsfestigkeit bei wiederholt auftretenden Beanspruchungen. In einem kürzlich abgeschlossenen Forschungsvorhaben an der Bauhaus Universität Weimar wurde z.B. das Verbindungsmittel „Stahlplatte mit aufgeschweißten Kopfbolzendübeln“ untersucht und aufgrund der positiven Untersuchungsergebnisse als für den Brückenbau geeignetes Verbindungssystem eingestuft [7]. Als Besonderheiten dieses Verbindungsmittels sind die relativ einfache Herstellung sowie die gut erfassbare Beschreibung der Bemessungssituation zu nennen. Das Verbindungsmittel nutzt anerkannte und langjährig bewährte Prinzipien zur Kraftübertragung (holzseitig liegt das Versatzprinzip vor, während betonseitig auf das aus dem Stahlverbundbau bekannte Verbindungsmittel Kopfbolzendübel zurückgegriffen wird). An der Universität Stuttgart wird zur Zeit in einem laufenden FuE-Vorhaben die Ermüdungsfestigkeit von Holz-Beton-Verbundträgern im Straßenbrückenbau erforscht, wobei die Verbindungsmittel „Kerfe“ bzw. „kreuzweise geneigt eingeklebte Bewehrungsstäbe“ untersucht werden [5]. An der Fachhochschule Wiesbaden werden weiterhin in einem seit 2006 laufendem Forschungsvorhaben „eingeklebte Streckmetalle“ als

Anzeige



Basismaschinen für alle Holzbaubetriebe

Abbundmaschinen • Zuschnittautomaten
Hobelmaschinen • Portalbearbeitungszentren
Plattenbearbeitungsautomaten
Massiv-Holz-Mauer Fertigungslinien
Transport- und Sortiersysteme
Bamtec® - Bewehrungsschweißautomaten

Die rationellste Lösung der Massivholzbearbeitung



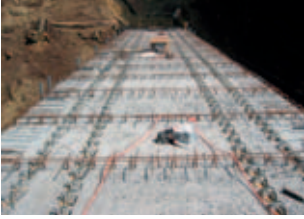





Abbundmaschine K2i / K3i

Vollautomatischer Abbund und Zuschnitt für Querschnitte von 20 x 50 mm bis 300 x 450 mm (Opt. 625 / 900 mm). Allseitig bearbeitbar, auch Rundhölzer für Blockhäuser und Spielplatzgeräte.

<p>Hans Hundegger Maschinenbau GmbH Kemptener Str. 1 D-87749 Hawangen</p>	<p>Tel. +49 (0) 8332 92330 Fax +49 (0) 8332 923311 info@hundegger.de www.hundegger.de</p>
--	---

Tabelle 4: Konstruktionsdetails für Holz-Beton-Verbundbrücken

<p>Einheben einer voll vorgefertigten HBV-Plattenbrücke</p>  <p>Foto: aus [1]</p>	<p>Einheben der vorgefertigten Träger aus Brettschichtholz</p>  <p>Foto: aus [3]</p>	<p>Einsatz eines Lastenhubschraubers</p>  <p>Foto: aus [3]</p>
<p>Ortbetonierung der Betonfahrbahn auf Holzverschalung</p>  <p>Foto: aus [6]</p>	<p>Ortbetonierung der Betonfahrbahn auf vorgefertigten Stahlbetonplattenelementen</p>  <p>Foto: aus [3]</p>	<p>HBV-Brücke mit in das Verbundtragwerk integrierten Schrammborden</p>  <p>Foto: Weiß</p>
<p>Auflagerung der Holz-Beton-Verbundbrücke über die Betonplatte</p>  <p>Foto: aus [1]</p>	<p>Ausbildung einer Dehnfuge</p>  <p>Foto: aus [1]</p>	<p>Konstruktiver Holzschutz durch seitlichen Überstand der Betonfahrbahn und Tropfnasen</p>  <p>Foto: Bathon</p>

Verbindungsmittel untersucht. Schwerpunkte der Untersuchungen lagen in der Entwicklung, Konstruktion und Bemessung der Auflagerung von Holz-Beton-Verbundbrücken über die Betonplatte sowie in der Untersuchung des Ermüdungsverhaltens des Verbindungsmittels unter Variation der Materialeigenschaften. Die positiven Forschungsergebnisse konnten inzwischen in zwei ersten Pilotprojekten umgesetzt werden. Dabei wurde bei der Fuß- und Radwegbrücke im luxemburgischen Kayl erstmals die Auflagerung über die Betonplatte umgesetzt [1]. Mit der Unidobrücke wurde weiterhin die erste Holz-Beton-Verbund-Straßenverkehrs-

brücke erbaut, die eingeklebte Streckmetalle als Verbindungsmittel nutzt [2]. Letztlich sei noch das abgeschlossene Forschungsvorhaben „Musterzeichnungen als Grundlage zur ZTV-ING 9-3 für Holzbrücken“ erwähnt, in dem bewährte Brückenkonstruktionsdetails in einer Art Brückenkatalog zusammengefasst sind [4]. Dort sind neben zahlreichen Ausführungsdetails zu Holzbrücken auch Hinweise zu Holz-Beton-Verbundbrücken zu finden.

Holz-Beton-Verbundbrücke über das Schwarzwasser

Im sächsischen Johanngeorgenstadt wurde im Jahr 2004 die private Erschließungsbrücke über den Fluss

Schwarzwasser erstellt [8], [9]. Der Neubau dieser Ersatzbrücke wurde erforderlich, weil die alte Erschließungsbrücke im Zuge eines Hochwassers im August 2002 stark beschädigt wurde (insbesondere die Widerlager wurden unterspült). Die an der Planung und Ausführung beteiligten Personen entschieden sich beim Neubau für eine Holz-Beton-Verbundbrücke. Die Brücke über das Schwarzwasser besitzt eine Spannweite von 13,04 m und eine Breite von 4,72 m (Fahrbahnbreite 3,00 m). Sie ist für einen Verkehr bis 2,8 Tonnen ausgelegt. Die Haupttragkonstruktion der Brücke besteht in Längsrichtung aus zwei Bogenträgern aus

Brettschichtholz GL18h, die zwischen zwei bewehrten Betonwiderlagern (Betonstützwänden) eingesetzt sind. In Quertragrichtung liegt eine Holz-Beton-Verbundkonstruktion bestehend aus Querträgern und Betonplatte vor.

Die beiden Bogenträger besitzen jeweils eine Breite von 32 cm sowie eine Höhe von 50 cm. Über Stabdübel-Schlitzblech-Verbindungen sind an den Bogenträgern in Feldmitte sowie in Abständen von Feldmitte ± 220 cm jeweils Edelstahl-Rundstahlstangen $\varnothing 36$ mm angebracht, an denen Querträger aus Brettschichtholz hängen. Diese Querträger stellen die Zugtragelemente der in Querrichtung gespannten Holz-Beton-Verbundkonstruktion dar. Sie weisen Querschnittsabmessungen $b/h = 35/40$ cm sowie eine Länge von 4,32 m auf und sind aus GL28h gefertigt. Auf der Oberseite dieser Querträger sind in definierten Abständen jeweils 9 Kerfen mit einer Tiefe von 5 cm eingelassen. Jede Kerfe ist mit einer Bohrung versehen, durch die jeweils eine Gewindestange $\varnothing 36$ mm geführt wird inklusive applizierter Lastverteilungsplatte, Unterlegscheiben und Muttern. Die Kerfen mit den eingebrachten Gewindestangen dienen hierbei als Verbindungsmittel für die Holz-Beton-Verbundkonstruktion (siehe Tabelle 2). Zu den Widerlagern hin sind zwei weitere Querträger ($b/h = 35/40$ cm, $l = 368$ cm) über Dübel Typ C1 und Winkelverbinder bündig an die Bogenträger angeschlossen. Bei diesen beiden Querträgern liegen aufgrund der im Vergleich zu den drei mittleren Querträgern reduzierten Spannweite nur jeweils 7 Kerfen mit einer Tiefe von 5 cm vor. Zwischen den Querträgern werden während der Bauphase

zusätzlich mehrere Längsbalken sowie eine Schalungsebene bestehend aus OSB-Platten (bündig abschließend mit der Oberkante der Querträger) eingesetzt. Nach dem Verlegen der Stahlbewehrung wird die Betonplatte gegossen. Es wird eine Beton der Güte C30/37 verwendet. Die Dicke der Betonplatte beträgt 18 cm sowie im Bereich der ausbetonierten Kernen 23 cm. Mit dem Gießen der Betonplatte werden gleichzeitig die 30 cm breiten seitlichen Schrammborde der Brücke hergestellt, wobei ein lichter Abstand zwischen Schrammboden und Bodenträgern von 4 cm vorliegt. Die Brücke krägt neben den Schrammborden jeweils weitere 56 cm aus. Nach dem Aushärten der Betonplatte werden sowohl Längsbalken als auch OSB-Verschaltung entfernt, so dass die reine Holz-Beton-Verbundkonstruktion als Tragwerk sichtbar wird. Abschließend wird oberseitig auf die Betonplatte ein Fahrbelag aus Asphalt in einer Stärke von 6 cm aufgebracht.

Die Bilder in Tabelle 5 zeigen die Brücke im Bauzustand. Die BS-Bögen sind provisorisch mit einer Blechabdeckung vor direkter Bewitterung geschützt. Die Hirnholzflächen der Querträger sollen nach Fertigstellung mit einer hinterlüfteten Blechabdeckung versehen werden. Weiterhin ist ein Geländer, das an der Außenseite der Schrammborde angebracht werden soll, vorgesehen.

Fazit

Aus der Brückenbaupraxis liegen zahlreiche beeindruckende Ausführungsbeispiele für Holz-Beton-Verbundbrücken vor. Hierbei muss festgestellt werden, dass ein Grossteil dieser Brücken im Ausland erstellt wurde. Lediglich eine Ski-

Tabelle 5: Holz-Beton-Verbundbrücke über das Schwarzwasser (Fotos: Weiß)

<p>Einheben der Bogenträger mit abgehängter Fahrbahn</p> 	<p>Bogenträger, Querträger und provisorische Längsbalken</p> 	<p>OSB-Schalung und verlegte Bewehrung der Betonfahrbahn</p> 
<p>Abgehängte Fahrbahn (Stabdübel-Schlitzblech-Verbindung)</p> 	<p>Fertiggestellte Holz-Beton-Verbundbrücke</p> 	<p>Zusätzlicher Fahrbelag aus Asphalt</p> 

fahrerbrücke sowie die in diesem Bericht vorgestellte Brücke über das Schwarzwasser wurden nach Wissen der Autoren bis dato in Deutschland erbaut. Es bleibt zu hoffen, dass durch die in der jüngeren Vergangenheit erzielten positiven Forschungsergebnisse künftig auch deutsche Entscheidungsträger dazu ermutigt werden, die Holz-Beton-Verbundbauweise im Brückenbau anzuwenden – denn die ausgeführten Holz-Beton-Verbundbrücken belegen sehr nachdrücklich, wie groß das Anwendungspotenzial dieser Bauweise ist. ■

Literatur & Quellen

[1] Bathon, L.; Bletz, O. (2006): „Holz-Beton-Verbundbrücke in Kayl / Luxemburg“, bauen mit holz, 12/2006, Seite 22-27

[2] Bathon, L.; Bletz, O. (2008): „Holz trifft Beton“, bauen mit holz 6/2008, Seite 28-33

[3] Fromm, J.; von Däniken, P. (2003): „Brückenbau Günscharüelbach Waldweg Palfäm (Klosters), 13. Mai bis 30. Juni 2003“, Präsentationsunterlagen

[4] Gerold, M. (2006): „Musterzeichnungen als Grundlage zur ZTV-ING 9-3 für Holzbrücken“, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben

[5] Kuhlmann, U.; Aldi, P. (2008): „Fatigue of timber-concrete-composite beams: characterisation of the connection behaviour through push-out tests“, Proceedings of the 10th World Conference on Timber Engineering, Miyazaki, Japan

[6] Meyer, L. (2005): „Holz-Beton-Verbundbrücken für den 40t-Verkehr im Kanton Freiburg (Schweiz)“, Veröffentlichungen des 11. Internationalen Holzbauforums, Garmisch-Partenkirchen

[7] Rautenstrauch, K.; Simon, A. (2008): „Weiterentwicklung der Holz-Beton-Verbundbauweise unter Einsatz von blockverleimten Brettschichtholzquerschnitten bei Straßenbrücken“, Forschungsbericht 14275 BR, Bauhaus Universität Weimar

[8] Weiß, R.: „Ausführungsplanunterlagen zur Wiedererstellung der privaten Erschließung – Ersatzneubau Brücke über das Schwarzwasser“, Architekturbüro Weiss, Hecker + Partner GbR, 08344 Grünhain-Beierfeld

[9] Baucon: „Planungsunterlagen Neubau Brücke Schwarzwasser“, Baucon Berlin Kempfer, 10407 Berlin, www.bauconberlinkempfer.de