

1 Bauweise

Holz und Beton werden im Brückenbau mit dem Ziel kombiniert, eine im Vergleich zu reinen Holzbrücken tragfähigere und dauerhaftere Brücke zu errichten. Die Holz-Beton-Verbundbauweise eignet sich insbesondere für Straßenbrücken im Stützweitenbereich zwischen 10 und 30 m. Eine Holz-Beton-Verbundbrücke besteht aus massiven Holz-Hauptträgern, welche mit einer Stahlbeton-fahrbahnplatte nachgiebig verbunden sind (Bild 1).

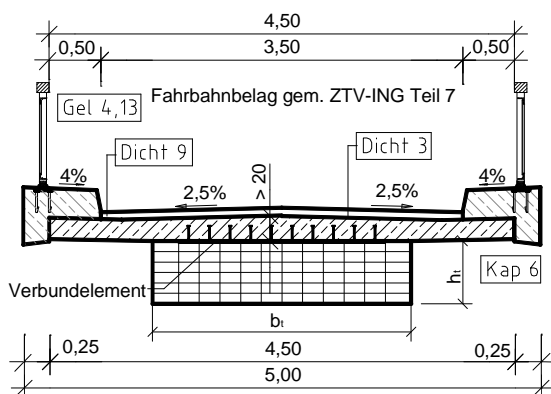


Bild 1: Querschnitt einer Holz-Beton-Verbundbrücke (Einspurige Wirtschaftswegüberführung)

Eine optimale Ausnutzung der positiven Materialeigenschaften beider Baustoffe im Hybridbauteil wird erreicht, wenn der Beton in der Druck-

zone und das Holz in der Zugzone des Querschnittes angeordnet werden.

Durch spezielle Verbundelemente wird ein Zusammenwirken von Holzträgern und Betonplatte bei der Lastabtragung ermöglicht, wodurch diese Hybridtragwerke höhere Steifigkeiten und Tragfähigkeiten als konventionelle Holzbrücken aufweisen.

Die Holz-Beton-Verbundbauweise weist eine Reihe von konstruktiven Vorteilen im Vergleich zu konventionellen Holzbrücken auf. Die Betonplatte bietet dem darunter liegenden Holz einen idealen konstruktiven Schutz, wodurch sich die Lebensdauer für solche Brückenbauwerke verdoppelt bis verdreifacht und die Unterhaltungskosten deutlich sinken. Die Betonplatte erleichtert zugleich die Aufnahme der hohen Achslasten und Horizontallasten aus dem Straßenverkehr. Sie ermöglicht die Anwendung der im Betonbrückenbau bewährten Konstruktionsdetails für Schrammborde, Geländer, Fahrzeugrückhaltesysteme, Fahrbahnübergänge und die Ausführung der bituminösen Abdichtung ohne zusätzlichen ingenieurtechnischen Adaptionaufwand.

Im Vergleich zu reinen Betonbrücken sind Holz-Beton-Verbundüberbauten deutlich leichter und damit effizienter in ihrer Gesamttragfähigkeit. Die konstruktiv erforderliche Schlankheit von Holz-Beton-Verbundbrücken ist im Stützweitenbereich zwischen 10 und 30 m mit der Schlankheit konventioneller Massivbrücken vergleichbar.

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bestätigen der Holz-Beton-Verbundbauweise gute Marktchancen. Die Substitution von Stahl und Beton durch Holz ist ein wesentlicher ökonomischer Vorteil aufgrund der extremen Preissteigerungen auf dem Stahlmarkt.

Neben dem Wirtschaftlichkeitsaspekt sprechen vor allem ökologische und ästhetische Gesichtspunkte für einen massiven Holzeinsatz. Einerseits können mit hybriden Lösungen vielgestaltige Bauwerksformen realisiert werden, die hohen architektonischen Ansprüchen an Ingenieurbauwerke genügen. Andererseits ist die Verwendung von Holz als nachwachsendem Rohstoff von großem öffentlichem Interesse. Die Holz-Beton-Verbundbauweise ist eine moderne, innovative Konstruktionsmethode, die die Krite-

rien der Nachhaltigkeit exzellent erfüllt. Insbesondere bei Ausführung der Hybridbrücken mit blockverleimten hölzernen Hauptträgern wird ein massiver Holzabsatz ermöglicht.

Neben den genannten Vorteilen gibt es einen Problempunkt, der in der Berechnung und konstruktiven Durchbildung von Holz-Beton-Verbundbauteilen zwingend zu beachten ist. Holz und Beton weisen ein differentes zeit-, temperatur- und feuchteabhängiges Materialverhalten auf. Das unterschiedliche Kriech- und Schwindverhalten der Baustoffe und das differente Verhalten unter Temperaturbeanspruchung bewirken in dem System Zwängungen und Schnittgrößenumlagerungen. Damit besteht ein direkter Einfluss auf die Tragfähigkeit solcher Verbundkonstruktionen.

2 Entwicklungsgeschichte

Die Entwicklung der Holz-Beton-Verbundbauweise im Brückenbau begann Mitte der dreißiger Jahre des vergangenen Jahrhunderts in Oregon, USA. In den Jahren 1934 bis 1954 wurden in Oregon ca. 200 Brücken in Holz-Beton-

Verbundbauweise errichtet. Einige dieser Bauwerke dienen bis heute als Straßenüberführung!

Im europäischen Raum gab es neben Frankreich, Österreich und Italien vor allem aus der Schweiz und Finnland bedeutende Impulse zur Entwicklung dieser Hybridbauweise. Aufgrund der nationalen Ressourcen wird die Holz-anwendung im Bauwesen in diesen Ländern besonders protegiert. In der Schweiz entstanden in den vergangenen 20 Jahren mehrere interessante Tragwerke mit Spannweiten von bis zu 45 m. In Finnland wurde im Rahmen eines großen Forschungsprojektes ein Typenprojekt für Holz-Beton-Verbundbrücken mit 4,50 ... 8,50 m Breite und Stützweiten von 10 ... 30 m entwickelt und in zahlreichen Holz-Beton-Verbundbrücken kurzer und mittlerer Spannweiten umgesetzt. Das erste Pilotprojekt in Deutschland entstand im Jahr 2008 mit der Birkbergbrücke Wippra (Bild 2).



Bild 2: Pilotprojekt in Deutschland – Die Birkbergbrücke Wippra

3 Berechnung

Die statische Berechnung von Holz-Beton-Verbundbrücken kann in Anlehnung an DIN EN 1995-1-1 bzw. DIN 1052 als nachgiebig verbundener Biegeträger erfolgen.

Um das Trag- und Verformungsverhalten von Holz-Beton-Verbundbrücken wirklichkeitsgetreu abbilden zu können, ist die realitätsnahe Erfassung der Steifigkeiten der Teilquerschnitte und Verbundelemente notwendig. Diese Steifigkeiten unterliegen neben der natürlichen materialbedingten Streuung einer Vielzahl äußerer Einflüsse, wobei sich insbesondere das differente zeit- und klimaabhängige Verhalten der Baustoffe

auf die interne Schnittgrößenverteilung wesentlich auswirkt. Zur Vereinheitlichung der praktischen Berechnung werden in den Normen vereinfachte Steifigkeitsansätze vorgeschlagen, die auf der pauschalen Abminderung mit Teilsicherheitsfaktoren und Kriechbeiwerten beruhen.

Eine einfache und praxistaugliche Möglichkeit zur Berechnung von Holz-Beton-Verbundbrücken bietet die Modellierung des innerlich hochgradig statisch unbestimmten Systems als Stabwerk. In den Stabwerkssystemen werden die Teilquerschnitte als Gurte abgebildet, während die Modellierung der Verbindungsmittel über Federsteifigkeiten bzw. fiktive Trägheitsmomente der Gurtverbindungselemente erfolgt.

4 Verbundelemente

Das Trag- und Verformungsverhalten der Holz-Beton-Verbundbrücke wird neben der Steifigkeit der Betonplatte und der Holzträger wesentlich durch die Steifigkeit und Tragfähigkeit der Verbundfuge bestimmt. Um die hohen Schubkräfte, die aus den Straßenver-

kehrslasten resultieren, übertragen zu können, sind steife und hochtragfähige Schubfugen erforderlich.

Die bisher in Deutschland bauaufsichtlich zugelassenen Verbindungsmittel wurden für den Einsatz in Holz-Beton-Verbund-Geschossdecken entwickelt. Für den Einsatz im Straßenbrückenbau weisen diese Bauteile zu geringe Traglasten und Steifigkeiten auf. Aufgrund ihres Last-Verformungsverhaltens sind für den Brückenbau besonders solche Verbindungsmittel geeignet, die das Formschlussprinzip zur Kraftübertragung im Holz nutzen (z. B. Dübelleiste, Kerven, Schubnocken – Bild 3).

In der Birkbergbrücke wurde zur Schubkraftübertragung ein Stahlbauteil – das Verbundelement Dübelleiste eingesetzt (Bild 4). Die Dübelleiste besteht aus einer im Holz eingelassenen Stahlplatte, auf welche betonseitig Kopfbolzendübel aufgeschweißt sind. So erfolgt die Schubübertragung im Beton analog zu den aus dem Stahlverbundbau bekannten Prinzipien und im Holz nach dem Prinzip des Versatzes.

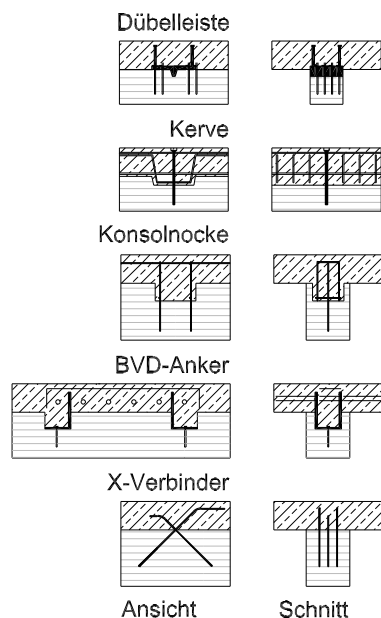


Bild 3: Geeignete Verbindungsmittel für den Straßenbrückenbau

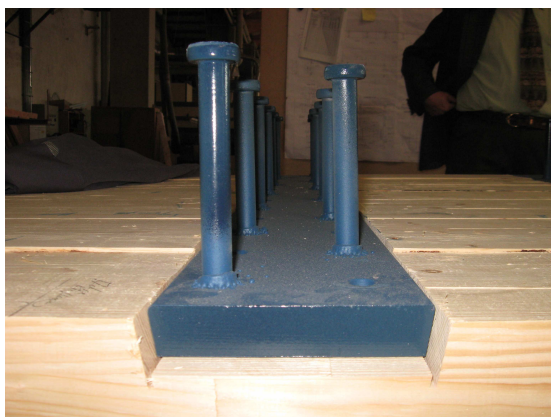


Bild 4: Verbindungsmittel der Birkbergbrücke Wippra – Die Dübelleiste

Geeignete Verbindungsmittel besitzen bisher in Deutschland keine bauaufsichtliche Zulassung, so dass für die Errichtung von Holz-Beton-Verbundbrücken in Deutschland eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich ist.

5 Zusammenfassung

Holz-Beton-Verbundbrücken stellen eine innovative, moderne Systemlösung mit hohem ökologischem Potential dar. Sie sind tragfähiger und dauerhafter als herkömmliche Holzbrücken und daher besonders geeignet für den Einsatz im Straßenbrückenbau. Holz-Beton-Verbundbrücken können neben herkömmlichen Massivbrücken sowohl hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit als auch hinsichtlich des Planungs- und Ausführungsaufwandes und der Wirtschaftlichkeit gleichwertig bestehen. Der massive Einsatz von Holz in diesem neuen Hybridbrückentyp ist ein Schritt auf dem Weg zum umweltbewussten, nachhaltigen Brückenbauen.

6 Literatur

Eine umfangreiche Zusammenstellung weiterführender Literatur zum Thema enthalten die folgenden Veröffentlichungen:

Rautenstrauch, K.; Simon, A.: Weiterentwicklung der Holz-Beton-Verbundbauweise unter Einsatz von blockverleimten Brettschichtholzquerschnitten bei Straßenbrücken, AIF-Forschungsvorhaben 14275 BR, 2008

Simon, A.: Analyse zum Trag- und Verformungsverhalten von Straßenbrücken in Holz-Beton-Verbundbauweise. Dissertation, Bauhaus-Universität Weimar, 2008

Herausgeber:

Qualitätsgemeinschaft Holzbrückenbau e.V.

www.holzbrueckenbau.com

info@holzbrueckenbau.com

Bearbeitung:

Dr.-Ing. Antje Simon

Ingenieurgesellschaft Setzpfandt GmbH &
Co.KG