

zur Sache

Andreas Müller

Holzbrücken haben in der Schweiz Tradition. Insbesondere im 18. Jahrhundert wurden durch die Gebrüder Grubenmann eine grosse Anzahl von weitgespannten Holzbrücken gebaut. Im Zuge der Industrialisierung, wurden jedoch immer mehr Brücken aus Eisen, Stahl und Beton gebaut. Erst in den 1980er Jahren erlebten Straßenbrücken aus Holz eine Renaissance. Beginnend mit zweispurigen noch überdachten Straßenbrücken, sind heute Hochleistungswerkstoffen und innovativen Technologien, leistungsfähige Holzbrücken möglich, die alle an Infrastrukturbauten gestellten Anforderungen erfüllen.

Holz hat im Brückenbau wieder einen neuen Stellenwert erreicht

1 Holzbrücken in der Schweiz von 1980 bis heute

Holzbrücken haben eine lange Tradition. Brücken für Verkehr wurden schon in der Römerzeit aus Holz und Stein gebaut. Die älteste und bekannteste Holzbrücke der Schweiz ist die im Jahr 1333 erbaute Kapellbrücke in Luzern, eine Fussgängerbrücke mit einer Gesamtlänge von 222 Metern. Die Schweiz verfügt auch heute noch über eine große Anzahl historischer Brücken aus dem 16. Jahrhundert, welche immer noch für den (einspurigen) Straßenverkehr genutzt werden. Als Beispiel sind hier die Brücken über die Aare in Aarberg, Büren und Wangen an der Aare, wie auch die Brücke in Andelfingen zu nennen. Die Webseite swiss-timber-bridges.ch bietet ausführliche Informationen zum Holzbrückenbau von 520 Brücken bis zum Jahr 2010.

In den 1980er Jahren erlebten Straßenbrücken aus Holz in der Schweiz eine Renaissance. Im Jahr 1985 wurde die «Dörfli-Brücke», in Eggwil (Kanton Bern) in Betrieb genommen. Die «Bubenei-Brücke» folgte 1988. Den Kantonen Bern und Graubünden ist es zu verdanken, dass in der Schweiz mehrspurige Straßenbrücken aus Holz gebaut werden. Sie hatten den Mut und die Vision wieder Straßenbrücken in Holz zu bauen. Es gibt

wohl keine andere Region mit einer so hohen Dichte an Holzbrücken wie das Emmental im Kanton Bern (www.holzbrueckenweg.ch).

Holzbrücken wurden traditionell zum konstruktiven Schutz der tragenden Bauteile mit einem Dach gebaut und meist mit einer Holzschalung verkleidet. Die Fahrbahnplatte der Straßenbrücken der neueren Generation, wurden zusätzlich mit Abdichtung und Asphaltbelag geschützt. Für das Haupttragwerk wurden überwiegend Bögen verwendet. Diese Tragwerkskonstruktion ist für Brücken hervorragend geeignet und äußerst effizient.

Heutzutage werden Holzbrücken oft mit blockverleimten Brettschichtholzträgern oder -platten gebaut, auch in Kombination mit mehrlagigen Furnierschichtholzplatten (LVL) oder Brettspertholzplatten (CLT) als Verbundkonstruktion.

Von Anfang an wurde auf einen hervorragenden baulichen Holzschutz geachtet. Es wurden immer nur «geschützte» Brücken nach EN 1995-2 [1] gebaut. Dies hat sich bis heute bewährt.

Die ersten «neuezeitlichen» Holzbrücken ohne Dach wurden ab 1990 gebaut. Der Schutz der Holzbauteile wird hier meist allein durch die Abdichtung der Fahrbahnplatte sichergestellt.



Abb. 1: «Dörfli-Brücke», Eggwil, Kanton Bern, gebaut 1985, Spannweite 30.6 m, Verkehrslast 28 Tonnen, Typ Gedeckte Bogenbrücke, Entwurf: H. Vogel und Prof. Gehri, ETH Zürich, Bilder: Doris de Marco Stalder.



Abb. 2: «Bubenei-Brücke», Kanton Bern, gebaut 1988, Länge/Spannweite: 50.00/43,4 m, Verkehrslast 28 Tonnen, Typ Gedeckte Bogenbrücke, Entwurf: H. Vogel, Bern, Moor Hauser & Partner AG, Bern, Bilder: Doris de Marco Stalder.

Zwischen 2000 und 2010 sind bereits 75 % der Schweizer Holzbrücken ohne Dach gebaut worden [2]. Dieser Trend setzt sich in Folge weiter fort, da die Erkenntnis wuchs, dass auch mit einem Dach zusätzlich eine funktionsfähige Abdichtung der Fahrbahn zum Schutz der darunterliegenden Bauteile, sowie ein meist aufwändiger Schutz des Haupttragwerkes gegen Sprühnebel der durchfahrenden Fahrzeuge notwendig ist. Die Erfahrung zeigt, dass durch die dadurch entstehende Zusatzkosten, die ansonsten vorhandene Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Bauweisen verloren geht. Auch als prägendes Element im Ortsbild oder in der Landschaft sind Holzbrücken mit Dächern heute eher unerwünscht.

Starkregenereignisse führen oft zur Zerstörung von Infrastrukturen und Gebäuden. Ein schneller Ersatz wird erforderlich. Jedes Großwetterereignis war daher auch in der Schweiz eine Chance für den zeitgemäßen Holzbrückenbau. Als wichtige Präventionsmaßnahmen wurden zusätzlich innovative Lösungen für das Heben, Ausheben und Verbringen aus der Gefahrenzone entwickelt. Holzbrücken sind aufgrund ihres geringen Eigengewichts hier von Vorteil.

2 Fahrbahnplatten aus Holz

Die Steifigkeit der Fahrbahnplatte aus Holz ist für die Dauerhaftigkeit der Asphaltbeläge von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund werden heute bei Holzbrücken neben den bewährten quervorgespannten Fahrbahnplatten (sogenannte QS-Platten) aus Brettschichtholz auch Fahrbahnplatten aus Brettsperrholz (CLT, BSP) oder mehrlagigem Furnierschichtholz (LVL) eingesetzt.

Die quervorgespannte Fahrbahnplatte hat den hochbelasteten Straßenbrücken aus Holz zum Durchbruch verholfen und ist auch heute noch in der Schweiz und in den skandinavischen Ländern oft Standard. Um 1985 wurde das System der Quervorspannung aus Kanada übernommen und in der Schweiz zu hochbeanspruchbaren Fahrbahnplatten weiterentwickelt [3].

Da die Vollholzprodukte keine Querkrafttragfähigkeit aufweisen, ist für die Lastquerverteilung eine durch Quervorspannung überdrückte Fahrbahnplatte wesentlich.

3 Holz-Beton-Verbundbrücken

Ende des 20. Jahrhunderts wurden zum ersten Mal Holz-Beton-Verbundbrücken gebaut. Die Vorteile werden darin gesehen, dass die Stahlbetonfahrbahnplatte die darunter liegenden Holzbauteile optimal schützt und gleichzeitig einen wesentlichen



Abb. 3: Brücke San Nicla, Kanton Graubünden, gebaut 1993, Länge/ Spannweite: 47,8/39 m, Verkehrslast: 28 Tonnen, Typ: Bogenbrücke, Entwurf: A. Mayer, Sent, A. Deplazes, Chur, Prof. E. Gehri, Bilder: BFH



Abb. 4: Obermattbrücke, Kanton Bern, Baujahr 2007, bei Hochwasser höhenverstellbare (70 cm) Brücke, Spannweite: 32 m Nutzlast 40 Tonnen, Entwurf: Paul Grunder AG, Täufen, Bilder: BFH

Teil der Tragfähigkeit im Verbund mit der Holzkonstruktion gewährleistet.

Zudem ist die Lastverteilung der hohen Einzelkräfte aus den einzelnen Lastmodellen mit Stahlbetonplatten problemlos. Ein weiterer Vorteil ist jedoch auch die Verwendung der üblichen Detaillösungen aus dem Massivbau, die sich tausendfach bewährt haben. Hier sind insbesondere die Anschlüsse der Schrammborde, die Fahrbahnübergänge und die Verankerung der Leit-

zur Sache

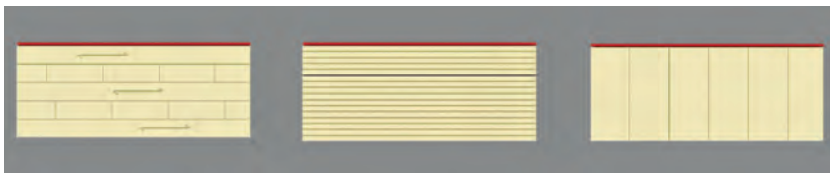


Abb. 5: Verschiedene Grundplatten aus Holz mit Brettsperrholz, Furnierschichtholz, und Brettschichtholz (von links nach rechts)

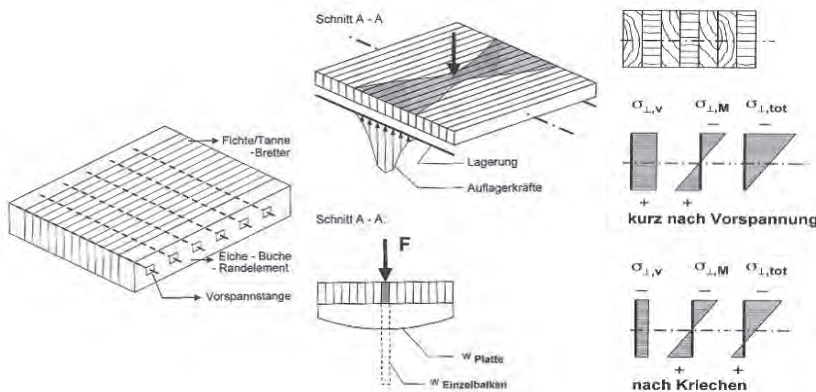


Abb. 6: Quervorgespannte Fahrbahnplatten in: Schwaner K., Horsch B. (1999) Brücken aus Holz - Konstruieren, Berechnen, Ausführen, Tagungsband INFORMATIONSDIENST HOLZ [3]



Abb. 7: Ronatobelbrücke in Fuma, Graubünden, Holz-Beton-Verbund, erbaut 1991; Spannweite 12-12,75-12,25 m; 28 Tonnen, Ingenieure Buchli + Joh. Fromm, Bild: Andrea Bernasconi HES-SO Yverdon/LIGNUM



Abb.8: Umfahrung Bulle, Kanton Fribourg, 7 Holz-Beton-Verbundbrücken, Brücke Planchy erbaut 2005, Spannweite 33,5 m, 40 Tonnen, Entwurf: ASI, Association Sud Ingénieurs, Vial SA, Le Mouret, Bild: BFH

planken zu erwähnen. Wie in der Schweiz üblich, wurden verschiedene leistungsfähige Schubverbindungen für den Verbund entwickelt und direkt am aktuellen Objekt eingesetzt und getestet.

4 Holz-Ultrahochleistungs-Faserverbundwerkstoffe (UHFB) im Verbundbau

Inzwischen hat der Ultrahochleistungsfaserverbundwerkstoff (UHFB) Einzug in den Holzbrückenbau gehalten. Die Kombination von Holz und UHFB ist vielversprechend.

Die Materialkombination von Holz mit Fahrbahnen aus Ultra-Hochleistungs-Faserverbund (UHPC) wurde bereits mehrfach, insbesondere im Schubverbund (Holz-UHFB-Verbundkonstruktion) beim Neubau von Holzbrücken eingesetzt [4].

Im Gegensatz zu dem üblichen Fahrbahnaufbau mit Abdichtung und Gussasphalt, dient die UHFB-Schicht zu einer signifikanten Erhöhung der Tragfähigkeit der Verbundkonstruktion. Mit einer Fahrbahnplatte aus UHFB können drei Schichten (Abdichtung, Schutzschicht, Deckschicht) ersetzt werden. Gemäss [5] ist eine UHFB-Schichtdicke von 30 mm bis zu einer Ausdehnung von 1.2 ‰ „flüssigkeitsdicht“.

In Fachkreisen werden dieser Bauweise im Holzbrückenbau gute Marktchancen eingeräumt, da die beschriebenen Vorteile neben der erhöhten Leistungsfähigkeit, auch die Dauerhaftigkeit durch den Schutz der darunterliegenden Holzkonstruktion, sowohl die Wirtschaftlichkeit wie auch die Dauerhaftigkeit von Holzbrücken deutlich erhöhen.

Auch im Umgang mit historischen Holzbrücken ist die Verwendung dieses Hochleistungsbaustoffs angemessen. Mit einer sehr geringen Schichtdicke kann eine bestehende Fahrbahnplatte ausreichend verstärkt und durch die spezifischen Materialeigenschaften dieses Baustoffs als wasserdichte Fahrbahnplatte direkt befahren werden.

5 Systemaufbau im Verbund auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz

Bei der Wahl der Systemaufbauten bei Fahrbahnplatten aus Holz, müssen die materialspezifischen Eigenschaften des Baustoffes Holz berücksichtigt werden.

Der Fahrbahnaufbau wird mit den Fahrbahnplatten, dem Abdichtungssystem und den Asphaltsschichten als Gesamtsystem betrachtet. Um einen robusten Gesamtaufbau zu gewährleisten, müssen diese Elemente aufeinander abgestimmt werden [6]. Grundsätzlich wird

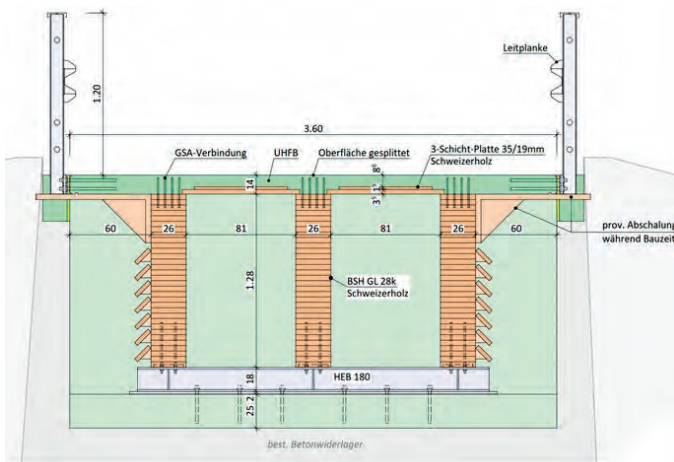


Abb. 9 + 10: Fruttlibrücke in Arth, Kanton Schwyz gebaut 2020, Spannweite: 10,45 m, 40 Tonnen, Holz- UHPC-Verbundkonstruktion, Entwurf: Edgar Kälin, Einsiedeln, Neue Holzbau AG, Lungern, Prof. E. Brühwiler EPFL Lausanne, Bilder: E. Kälin [4].

zwischen Systemaufbauten mit Verbund und ohne Verbund unterschieden.

Im Rahmen des Projekts 'Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz' (VSS 2016/326) [7] wird die Herstellung von Systemaufbauten im Verbund auf Fahrbahnplatten aus Holz bearbeitet. Dabei wird Gussasphalt für die Schutz- und Deckschicht verwendet.

Asphaltbeläge sind insbesondere bei durch (Fahrzeug)-Verkehr beanspruchten Holzbrücken der Regelfall. Als Schutz- und Deckschicht wird bei Fahrbahnplatten aus Holz meist Gußasphalt eingesetzt. Bei Verwendung von Gussasphalt wird die zusätzliche Abdichtungswirkung der Fahrbahnkonstruktion durch den Belag geschätzt.

Im Gegensatz dazu gilt Walzasphalt (Asphaltbeton AC) als nicht wasserdicht und muss zusätzlich maschinell verdichtet werden. Bei Holzbrücken wird von Asphaltbeton abgeraten, da die notwendige Verdichtungsenergie infolge der geringeren Steifigkeit bzw. des dynamischen Verhaltens (Dämpfung) der Fahrbahnplatten aus Holz nicht aufgebracht werden kann. Der für einen dauerhaften Gesamtaufbau notwendige Verdichtungsgrad (> 97 %) und ein geringer Hohlraumgehalt (3-6 %) werden oft nicht erreicht. Ein Gussasphalt-Belag (MA) ist hingegen selbstverdichtend und damit grundsätzlich besser geeignet.

Im Projekt konnte der Nachweis erbracht werden, dass ein Systemaufbau mit Verbund auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz möglich ist und bei der zukünftigen Überarbeitung der VSS 40451 [6] als Standardaufbau integriert werden kann.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass nach heutigem Erkenntnisstand nur ein Aufbau unter Verwendung von Epoxidharz für die Grundierung und Versiegelung, sowie Polymerbitumen-Dichtungsbahnen für die Abdichtung zu der geforderten geringen Blasenbildung und einer sehr guten Verbundfestigkeit führen.

Die Verwendung von niederviskosen (modifizierten) Gussasphalten mit einer max. Einbautemperatur von max. 200° C ist bei Holzbrücken Standard. Im Projekt konnte der Nachweis erbracht werden, dass gegenüber den heutigen Empfehlungen in der Fachliteratur, der Einbau der Schutzschicht mit einer Dicke

von 35 mm (MA11) problemlos möglich ist. Der damit verbundene größere Wärmeeintrag in das Abdichtungssystem führt zu einer vernachlässigbaren maximalen Differenz von 5° C, im Vergleich zu der Temperatur bei einer Schichtdicke von 25 mm (MA8).

Der Einfluss der Holzfeuchte ist geringer als ursprünglich vermutet. Mit Holz- bzw. Ausgleichsfeuchten bis zu 18 % konnte kein nachteiliger Einfluss auf die Haftzugfestigkeit festgestellt werden. Darüber hinaus ist ein Einfluss erkennbar. Dies ist insbesondere bei Instandstellungen von Abdichtungssystemen von Bedeutung. Die im aktuellen Entwurf der VSS 40451 genannte Obergrenze der Holzfeuchte von 15 % wurde durch das Projekt bestätigt.

Der Einbau von Feuchteüberwachungssystemen ist heute bei Holzbrücken Standard. Langjährige Untersuchungen an der BFH zeigen, dass bei den heute üblichen «geschützten Holzbrücken» eine Ausgleichsfeuchte von 18M % + - 2 % zu erwarten ist. Da dieser günstige Wert auch bei besonderen örtlichen Klimabedingungen nur unwesentlich überschritten wird, ist das besondere Augenmerk beim Unterhalt von Holzbrücken auf (unerwartet) eintretende Staunässe, z. B. durch Leckagen in der Abdichtung oder im Bereich der mechanisch hoch beanspruchten Fahrbahnübergänge bzw. Randanschlüsse an den Schrammborden zu legen.

6 Anschlussdetails für Abdichtungssysteme und Asphaltbeläge auf Fahrbahnplatten aus Holz

Die Verarbeitung der Abdichtungsebene in der Fläche ist meist unproblematisch und kann in hoher Qualität dauerhaft hergestellt werden. Die seitlichen Anschlüsse an den Schrammborden, an den Fahrbahnübergängen und an den Entwässerungssystemen (Abläufen) sind jedoch oft weniger zuverlässig. Leckagen sind an diesen Anschlüssen meist nur schwer erkennbar und können bei Fahrbahnplatten aus Holz sehr schnell zu unkontrolliertem Feuchteintritt führen.

Mit den im Forschungsprojekt 'Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz'

zur Sache

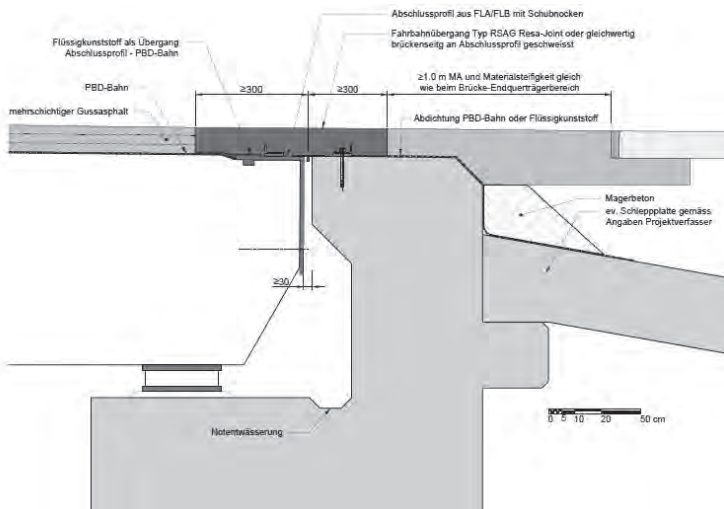


Abb. 11: Geschlossener Fahrbahnübergang unter Verwendung von Joint-Fugen.

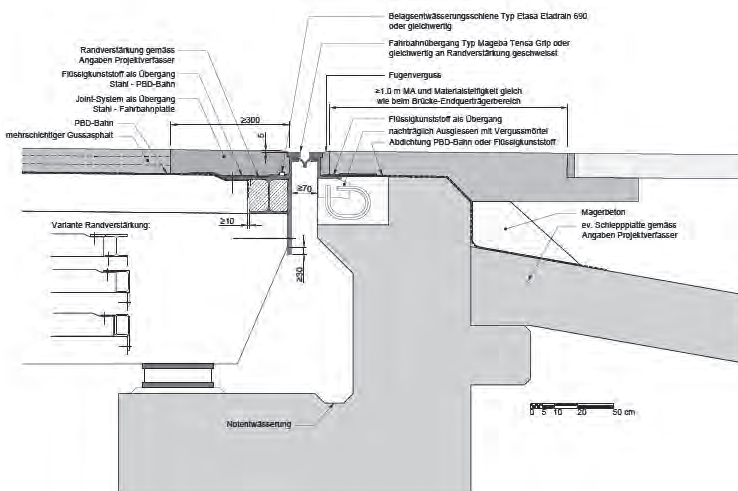


Abb. 12: Geschlossener Fahrbahnübergang unter Verwendung von Dichtungsprofilen

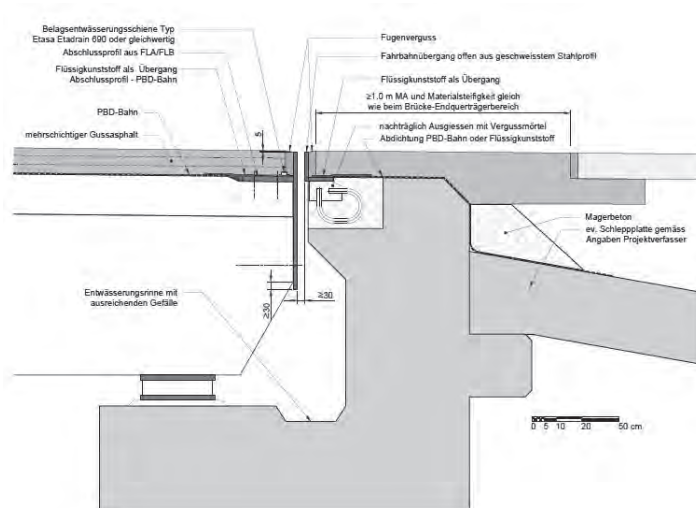


Abb. 13: Offener Fahrbahnübergang

[7] erarbeiteten Basisdetails, stehen gute Grundlagen für die darauf aufbauende individuelle Planung für Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz zur Verfügung. Diese stellen ein hohes Qualitätsniveau sicher und erhöhen die Wirtschaftlichkeit sowohl im Planungsprozess als auch bei der Ausführung.

Detaillösungen für Fahrbahnübergänge (FÜ)

Fahrbahnübergänge (FÜ) sind erfahrungsgemäß wartungs- und unterhaltsintensive Bauteile einer Brücke. Sie müssen sorgfältig geplant und ausgeführt werden, damit Leckagen und Wassereintritt in die Konstruktion vermieden werden.

Da die Fahrbahnübergänge vom Verkehr überwiegend stoßartig belastet werden und gleichzeitig dauerhaft wasserdicht sein müssen, sollten am Fahrbahnübergang Brücke und Widerlager möglichst dieselbe Steifigkeit im Gesamtaufbau aufweisen. Damit können an der Schnittstelle des Fahrbahnübergangs, große Differenzen bei den vertikalen Verformungen vermieden werden.

Geringe relative Verschiebungen verringern den Verschleiß des Belags in der Zone des Fahrbahnübergangs und erhöhen die Lebensdauer des Details.

Die Asphaltarten und -schichten sind auf Widerlagerseite (mindestens 1 Meter) mit dem Belagsaufbau der Brücke abzustimmen. Erst nach dieser Distanz, sollte ein Wechsel z. B. zum Aufbau der anschließenden Straße stattfinden.

Das Widerlager und die Brücke müssen im Bereich der Fahrbahnübergänge ein identisches Gefälle haben, damit der Fahrzeugverkehr keine zusätzliche (stoßartige) vertikale Belastung der Fahrbahn(platte) verursacht.

Die Anschlüsse der Abdichtung an den Randprofilen bzw. Stahlbauteilen sollen mit Flüssigkunststoff (PMMA) ausgeführt werden. Die Polymerbitumen-Dichtungsbahn der Abdichtung ist auf die Fläche der Holzbauteile zu begrenzen.

Geschlossene Fahrbahnübergänge

Geschlossene Fahrbahnübergänge sind bei Straßenbrücken, i. d. R. mit «Joint Fugen», auszuführen. Joint Fugen eignen sich als «leise» Fahrbahnübergänge bei Brücken mit hoher Verkehrsbelastung oder in sensiblem Umfeld (Wohngebieten).

Alternativ können geschlossene Fahrbahnübergänge mit einem Dichtungsprofil (z. B. einzellige Fahrbahnübergänge für Dehnwege bis 80 mm, Typ «mageba Tensa-Grip» oder gleichwertiges) ausgeführt werden.

Fahrbahnübergänge mit Dichtungsprofilen eignen sich für Geh- und Radwegbrücken oder für Brücken mit einer geringen Verkehrsbelastung und Langsamverkehr. Sie können bei Geschwindigkeiten über 30 km/h zu Lärmemissionen führen.

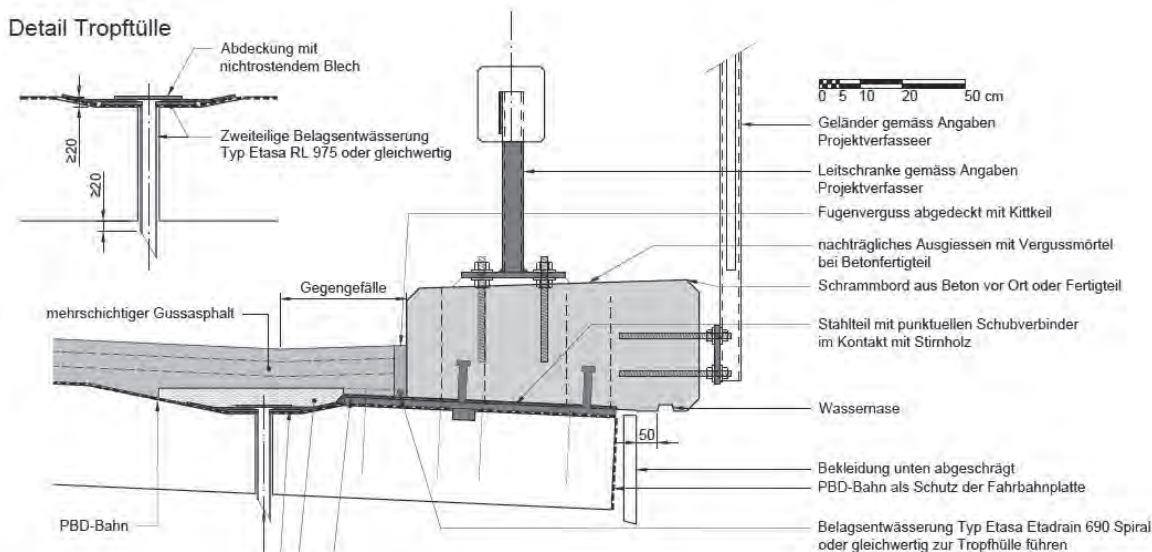


Abb. 14: Randanschluss mit Schrammbord aus Stahlbeton

Fahrbahnübergänge, die mit einem Dichtungsprofil ausgeführt werden, benötigen zwingend ein Stahlquerträger/Randprofil zum brückenseitigen Anschweissen der Dichtungsprofile. Mit dieser Randverstärkung wird gleichzeitig die Steifigkeit am Fahrbahnübergang erhöht.

Von Fahrbahnübergängen unter Verwendung von Schleppblechen wird abgeraten, da diese bei Schnellverkehr zu Lärmbelastung führen können

Offene Fahrbahnübergänge

Offene Fahrbahnübergänge sind aus Gründen des konstruktiven Holzschutzes nur in Ausnahmefällen einzusetzen und eignen sich nur für Geh- und Radwegbrücken oder für Brücken mit einer geringen Verkehrsbelastung und Langsamverkehr. Offene Fahrbahnübergänge können bei Geschwindigkeiten von > 30 km/h zu Lärmbelastung führen.

Randanschlüsse mit Schrammbord

Aufgrund der hohen Beanspruchung werden die Schrammborde auch bei Holzbrücken meist aus Ortbeton oder vorgefertigten Betonelementen hergestellt.

Dabei ist die Abdichtung zwingend unter dem Schrammbord durchzuführen. Das Schrammbord sollte mit Schubnocken fest mit der Brücke verbunden werden. Große Horizontalkräfte vom Schrammbord lassen sich nur sehr schwer über Schrauben und andere mechanische Verbindungsmittel verformungsfrei in die Fahrbahnplatte leiten. Verformungen des Schrammbordes können zu Beschädigungen in der Abdichtung führen. Ein weiterer Nachteil bei der Anwendung von Schrauben ist, dass diese die Abdichtung durchdringen und damit die Gefahr von Leckagen besteht. Diese sind unter dem Schrammbord nicht zu erkennen.

Schrammborde können als Anprallschutz und als Leitelement für die Schneeräumgeräte dienen. Sie schützen vor mechanischen Einwirkungen auf die Geländer und die seitlichen Bekleidungen. Schrammborde müssen als Verschleißteil auswechselbar ausgebildet werden.

Fahrbahnentwässerung

Die Standarddetails und bewährten Systeme für die Entwässerung von Fahrbahnplatten aus Beton können direkt auf die Holzbrücken übertragen und angewendet werden.

6 Entwicklung der ersten integralen Holzbrücke

Im Gegensatz zu allen bisher gebauten Holzbrücken ist die im Raum Stuttgart entwickelte «Stuttgarter Brücke», eine integrale Brücke [8]. Sie kommt ohne wartungsanfällige Lagerkonstruktionen und die sonst für die Längenausdehnung notwendigen Fugen an den Fahrbahnübergängen aus.

Dazu wurde ein monolithischer Anschluss zwischen Holzträger und Betonwiderlager entwickelt, bei dem im Holz eingeklebte Bewehrungsstäbe direkt in die Bewehrung des Stahlbetons eingebettet sind. Die Machbarkeit der neuartigen Verbindung wurden 2015 anhand eines Prototyps an der Materialprüfanstalt der Universität Stuttgart im Rahmen des Forschungsprojekts »Integraler, geklebter Holz-Beton-Widerlagerstoß« erprobt und die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit der neuartigen Verbindung durch Belastungsversuche und einem Prototypen im Dauertest bestätigt [8]. Diese Entwicklung ist folgerichtig und wird auch zukünftig in der Schweiz umgesetzt.

7 Holzbrücken in Deutschland

Auch in Deutschland können die Holzbrücken derzeit einen kräftigen Aufschwung verzeichnen. Sie sind im Begriff, sich nach den Geh- und Radwegbrücken sowie den Wildtierquerungen auch das Segment der Schwerlastbrücken zu erobern. Einen großen Anteil daran hat die Qualitätsgemeinschaft Holzbrückenbau e.V. (QHB). Dieser 2009 gegründete Verein mit inzwischen mehr als 40 Mitglieder aus Holzbaufirmen, Planungsbüros sowie Lehre und Forschung hat sich als richtungsweisende Institution etabliert. Sämtliche bauausführenden Firmen haben sich verpflichtet, nur konstruktiv geschützte Holzbrücken anzubieten und zu realisieren. Auf dieser Grundlage konnte das Vertrauen der Bauherren, insbesondere in den Kommunen, wiederge-

zur Sache



Abb. 15: Ausbildung integraler Brücken im Holzbau [8].

wonnen werden, dass nach dem Qualitätsstandard der QHB geplante und gebaute Holzbrücken eine Nutzungsdauer von 60 Jahren und mehr erreichen. Die BFH unterstützt die QHB als Fördermitglied.

Mit dem Forschungsprojekt Protected Timber Bridges (ProTimB) wurden unter Leitung von Frau Prof. Antje Simon in Erfurt die Eckpunkte als Stand der Technik für konstruktiv geschützte Holzbrücken formuliert [9]. Diese können über die Website der QHB mit den Infobroschüren zum Entwurf, zur Tragwerksplanung und zu Musterzeichnungen für Fuß- und Radwegbrücken abgerufen werden. Die Website holzbrueckenbau.com enthält auch zahlreiche Beispiele von vorbildlichen Holzbrücken als Beispiele für den modernen Holzbrückenbau.

Die Entwicklung der Grünbrücken hat die QHB in Kooperation mit einem auf Holzbau spezialisierten Schweizer Ingenieurbüro und den Straßenbauverwaltungen sowohl in der Schweiz, wie auch in Deutschland erfolgreich vorangetrieben. Nachdem das vor 25 Jahren durch die Schweizer Ingenieure für eine Wildtierquerung bei CH-Neuenkirch vorgeschlagene Konzept zunächst einmal mit den ersten vier Grünbrücken in Deutschland umgesetzt wurde, hat auch das Bundesamt für Straßen (ASTRA) die Holzbauweise als «immer abzurufende Lösung» für die Schweiz

vorgegeben. Die ersten Projekte sind nun auch in der Schweiz erstellt und weitere gerade in der Planung und Umsetzung [10].

Zu den Schwerpunktthemen der QHB für die nächsten Jahre gehören auch die Schwerlastbrücken in Holz-Verbundbauweise. Die QHB pflegt seit Jahren den Dialog mit den Straßenbauverwaltungen in Bund und Ländern, um den erforderlichen Beitrag der Holzbrücken zum Erreichen der Klimaziele im Infrastrukturbau zu leisten.

8 Ausblick in die Zukunft – Schwerlastbrücken in Holz

Auch in der Schweiz wächst der politische Druck zur Vermeidung von CO₂ Emissionen. 2019 beschloss der Bundesrat die Klimaneutralität der Schweiz bis 2050 [11]. Da beim Bau und Betrieb von Bauwerken heute noch erhebliche Mengen CO₂ Emissionen anfallen, sucht man neben dem bereits eingeschlagenen Weg im Hochbau, wo mit großen Zuwachsraten und hoher Nachfrage Gebäude bis weit über die Hochhausgrenze in Holz gebaut werden, immer mehr nach Lösungen, welche auch bei Infrastrukturbauwerken zu signifikanten Einsparungen bei der grauen Energie, verbunden mit hohen CO₂ Emissionen, führen.

Das Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur der Berner Fachhochschule erarbeitet unter der Leitung von Prof. Dr. Steffen



Abb. 16: Wildtierüberführung A1 Rynetel, Suhr, 2021, Entwurf: Konsortium WUEF, Bänziger Partner AG und Timbatec AG, Bild: Corinne Cuendet, Clarens/LIGNUM



Abb. 17: Arbeitsmodell aus zwei Modulen zu Brückentragquerschnitten als Hohlkasten in Holz

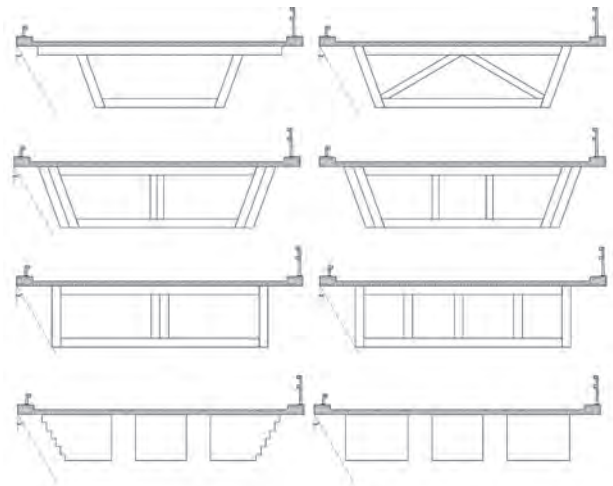


Abb. 18: Varianten zu weiteren Brückentragquerschnitten in Holz

Franke in einer «Machbarkeitsstudie zu Schwerlastbrücken in Holz» [12] Lösungsansätze, die zukünftig auch weitgespannte mehrspurige Straßenbrücken wirtschaftlich und qualitätssicher in Holz ermöglichen. Die im Holzbau für Decken- und Trägersysteme bereits langjährig erprobten verklebten Hohlkastenquerschnitte werden neu auch als materialeffiziente Tragsysteme auf die höhere Beanspruchung bei Brücken übertragen. Erste Erfahrungen liegen hierzu bei weitgespannten Geh- und Radwegbrücken bereits vor.

Ebenfalls wird die bei Holzbrücken bereits bei den quervorgespannten Fahrbahnplatten beschriebene Vorspanntechnologie auf die Anwendung in Brückenlängsrichtung weiterentwickelt. Dabei gilt es, beispielsweise bei den Verankerungspunkten der Spannglieder materialspezifische Lösungen auszuarbeiten und zu erproben.

Referenzen:

- [1] prEN 1995-2: 2023; Eurocode 5: Design of timber structures – Part 2: Bridges
- [2] Bachofer R. und Conzett J. (2013), Brücken in Holz, Möglichkeiten und Grenzen, Forschungsprojekt AGB 2003/012 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB), Bundesamt für Straßen
- [3] Andrea Bernasconi (1999) Quervorgespannte Fahrbahnplatten in:
Schwaner K., Horsch B. (1999) Brücken aus Holz – Konstruieren, Berechnen, Ausführen, Tagungsband INFORMATIONSDIENST HOLZ
- [4] Kälin E., Roggenmoser P. (2022) Fruttli-and Rigiaa-Bridge, Timber-UHPC composite structure, 4. ICTB 2021, Biel
- [5] Brühwiler (2017) Memorandum «UHFB als Abdichtung von Brückenfahrbahnplatten» vom 30. September 2017, Prof. Dr. E. Brühwiler, ENAC Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit, EPFL-Lausanne
- [6] Norm VSS 40451:2019, «Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz; Systemaufbauten, Anforderungen und Ausführung», Schweizeri-

- scher Verband der Straßen- und Verkehrsfachleute VSS, Zürich
- [7] Müller A. et. al. (2022) Schlussbericht Forschungsprojekt VSS 2016/326 « Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Fahrbahnplatten aus Holz » auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Straßen und Verkehrsfachleute (VSS) www.mobilityplatform.ch/de/research-data-shop/product/1735
- [8] Helbig A., Cheret P. (2020) Integrale Massivholzbrücken, die «Stuttgarter Brücken» im Remstal, INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial
- [9] Simon A. et. al. (2019): Schlussbericht Forschungsprojekt Protected Timber Bridges (ProTimB) - Entwicklung einheitlicher Richtlinien für den Entwurf, den Bau, die Überwachung und Prüfung geschützter Holzbrücken, Fachhochschule Erfurt.
- [10] Rügsegger L., Meier S. (2020) «Wildtierüberführungen in Holz», Straße & Verkehr 108. Jahrgang Juli/August 2022, VSS Schweizer Verband der Straßen und Verkehrsfachleute, Zürich
- [11] Bundesrat (2019) Bundesrat will bis 2050 eine klimaneutrale Schweiz, www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-76206.html, Online am 18.06.2020
- [12] Franke B., Franke S. (2022) «Holzbrücken für die nächste Generation von Infrastrukturwegen», Straße & Verkehr 108. Jahrgang Juli/August 2022, VSS Schweizer Verband der Straßen und Verkehrsfachleute, Zürich

Autor



Prof. Dipl.-Ing. Andreas Müller
 Berner Fachhochschule, Institut für
 Holzbau, Tragwerke und Architektur,
 Biel
 Holzbauexperten GmbH, Biel