

## Strassenbrücken aus Holz mit Asphaltbelag

**Andreas Müller**

**Florian Scharmacher**

Berner Fachhochschule Architektur  
Holz und Bau  
AHB-BFH Biel

[andreas.mueller@bfh.ch](mailto:andreas.mueller@bfh.ch)

[florian.scharmacher@bfh.ch](mailto:florian.scharmacher@bfh.ch)

Für die Konstruktion von dauerhaften Geh- und Radwegbrücken aus Holz steht Planern und Unternehmern ein umfangreiches Know-how zur Verfügung. Werden die bekannten Regel-detaills und Erkenntnisse genutzt, lassen sich ohne Schwierigkeiten dauerhafte Lösungen erreichen.

Für Strassenbrücken aus Holz sind jedoch derartige Erfahrungen noch nicht in allen (Detail-) Bereichen verfügbar. Insbesondere für dynamisch hoch beanspruchte Asphaltbeläge und Abdichtungssysteme besteht erheblicher Handlungs- respektive Forschungsbedarf. Wird Gussasphalt verwendet, besteht durch die hohe Einbautemperatur die Gefahr von Blasenbildung durch Wasserdampf, bei Walzasphalt kann oft die nötige Verdichtungsenergie nicht aufgebracht werden. Beides führt unter Umständen zu einer verminderten Fahrbahnqualität.

Das Segment der Schwerlastbrücken ist ein neuer und bestimmt interessanter Markt für die Holzwirtschaft. Diesen gilt es weiter zu erschliessen. Zuverlässige Standardaufbauten für die Fahrbahnbeläge und Abdichtungssysteme sowie Regellösungen für die wichtigsten Problemstellungen sind hierfür notwendig. Die Ergebnisse aus dem zurzeit laufenden F+E-Projekt «Asphaltbeläge auf Strassenbrücken mit Holztragwerk» der Berner Fachhochschule sollen hierfür einen Beitrag leisten.

### Systemaufbauten gemäss Schweizer Norm SN 640451

Wie bituminöse Fahrbahnbeläge auf Holztragwerken eingesetzt werden sollen, ist in der Norm SN 640451 «Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz – Systemaufbauten, Anforderungen und Ausführung» geregelt. Die Norm weist darauf hin, dass Fahrbahnplatten aus Holz im Gegensatz zu solchen aus Beton weicher sind und es daher bei Abdichtungen aus Gussasphalt und Asphaltmastix zu Rissen in Deckschicht und Abdichtung kommen kann. Die Norm bezeichnet die Aufbauten mit Verbund als Sonderbauweise und behandelt diese nicht näher. Wenn ein Verbund angewendet werden soll, wird dringend der Einsatz einer speziell getrockneten Holzplatte empfohlen.

Die SN 640451 empfiehlt einen Systemaufbau ohne Verbund zwischen Abdichtung und Holzplatte, da durch die entstehende Dampfbildung Mängel im Verbund entstehen können. Dieser Aufbau lässt sich aber nur bedingt für Strassenbrücken verwenden, da die Bremskräfte nicht sicher übertragen werden können. Ein «Aufwellen» des Belages ist die Folge. Bei Verdacht auf künftige Rissbildung sollten als Abdichtung eine Polymerbitumen-Dichtungsbahn und darauf eine Schutz- und Deckschicht aus Gussasphalt aufgebracht werden. Die SN 640451 nennt drei verschiedene Schichtaufbauten ohne Verbund. Zum Vergleich sind in der zweiten Tabelle normierte Aufbauten für Betonbrücken dargestellt (siehe Seite 16).

Gussasphalt MA <i>Asphalte coulé routier MA</i>		MA 8 MA 11	Deckschicht MA <i>Couche de roulement MA</i>	MA (8, 11)	65	55
Polymerbitumen-Dichtungsbahn PBD <i>Lé d'étanchéité en bitumes-polymères PBD</i>		PBD	Schutzschicht MA <i>Couche de protection MA</i> Abdichtung PBD <i>Etanchéité PBD</i>	MA (8, 11, 16) PBD		
		Glasvlies <i>Non tissé de verre</i>	Trennschicht <i>Couche de séparation</i>	Z. B. Glasvlies <i>P. ex. non lissé de verre</i>		
Gussasphalt MA <i>Asphalte coulé routier MA</i>		MA 11	Deckschicht MA <i>Couche de roulement MA</i>	MA (8, 11)	60	50
Gussasphalt MA A <i>Asphalte coulé MA A</i>		MA A 4	Abdichtung MA A <i>Etanchéité MA A</i>	MA A (4, 8, 11)		
		Glasvlies <i>Non tissé de verre</i>	Trennschicht <i>Couche de séparation</i>	Glasvlies <i>Non tissé de verre</i>		
Gussasphalt MA <i>Asphalte coulé routier MA</i>		MA 11	Deckschicht MA <i>Couche de roulement MA</i>	MA (8, 11)	70	60
Asphaltmastix AM <i>Mastic d'asphalte AM</i>		MA 11 AM	Schutzschicht MA <i>Couche de protection MA</i> Abdichtung AM <i>Etanchéité AM</i>	MA (8, 11, 16) AM		
		Glasvlies <i>Non tissé de verre</i>	Trennschicht <i>Couche de séparation</i>	Glasvlies <i>Non tissé de verre</i>		

Übersicht über die Systemaufbauten auf Fahrbahnplatten aus Holz [SN 640451 2009].

## Systemaufbauten SN 640450

**Hinweis:** Bei AC, SMA, MR (8,11,16) Entwässerung notwendig

Abdichtung mit...		Systeme mit vollflächigem Verbund										„Schwimmende Systeme“ ohne Verb.			
		In Domo fabriziert					In Situ fabriziert					Mastix Asphalt (MA)		Asphalt Mastix (AM)	
		Polymerbitumen Dichtungsbahn (PBM)					Flüssig-Kunststoff								
Element	Funktion	d	90mm	75mm	90mm	75mm	80mm	90mm	80mm	70mm	80mm	AC, MR	MA		
Nutz- / Deck-schicht	Aufnahme der Beanspruchung durch Verkehr	Belagsdicke	AC, MR, SMA, 8,11,16	MA, 8,11,16	AC, MR, SMA, 8,11,16	MA, 8,11,16	AC, MR, SMA, MA, 8,11,16	AC, MR, SMA, 8,11,16	MA, 8,11,16	AC, MR, SMA, 8,11,16	MA, 8,11,16	AC, MR, SMA, 8,11,16	MA, 8,11,16		
Schutz-Binder-schicht	Verbund nach oben/unten Lastverteilung & Schutz vor direkter mech. Einwirk.		MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16	MA, 8,11,16		
Feuchte-schutz-schicht	Abdichtung	Belagsdicke	PBM: SBS, APP		PBM: SBS, APP		Tack Coat	Flüssig-kunststoff: Epoxi, PU, Acryl		MA 4,8,11		AM 4			
	Blasen-prävention		Epoxi-Versiegelung (zweischichtig)		Glasvlies mit Ölpapier als Trenn- und Ventilations-schicht zur Druckentlastung		kein Verbund								
Bau-werk	Reprofil & Eben-hausgl.	Belagsdicke	Bit. Voranstrich Bit. Emulsion		Epoxi Voranstr.		Kunststoffvergütete Zementmörtel		Haftvermittler: (Zement- Acrylat- oder -Epoxi- Kombinationen)		Beton				
	Beton-untergrd		Strukturstatistische Funktion												

Systemaufbauten auf Betonbrücken gemäss SN 640450 [Prantl 2011].

### Forschungsvorhaben

#### «Asphaltbeläge auf Holzbrücken»

Die gegenwärtige Planungspraxis in der Schweiz für bituminöse Fahrbeläge auf Holzbrücken arbeitet mit der Norm SN 640 451. Darin werden Systemaufbauten mit Verbund nicht berücksichtigt. Infolgedessen sind Brücken, an denen Bremskräfte auftreten, nicht durch normative Empfehlungen abgedeckt.

Zum Langzeitverhalten von Fahrbelägen auf Strassenbrücken mit Holztragwerk sind bisher wenige Informationen verfügbar. Das Forschungsvorhaben «Asphaltbeläge auf Holzbrücken» soll deshalb Aussagen zum Verhalten der Fahrbeläge unter Gebrauchslasten liefern, auch in Bezug auf deren Dichtigkeit und das Übertragen von Bremskräften. Damit lassen sich zweckdienliche Vorschläge für geeignete Materialkombinationen und Schichtaufbauten erarbeiten.

Die Ziele des derzeit gemeinsam mit den Projektpartnern Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV und der Aeschlimann AG ([www.aeschlimann.ch](http://www.aeschlimann.ch)) durchgeführten Projektes sind:

- Bestandsaufnahme vorhandener Strassenbrücken mit Holztragwerk.
- Untersuchen von Abdichtungen, Nuttschichten, Fahrbelägen und Schrammborden.
- Abklären der Einsatzmöglichkeiten für verschiedene Abdichtungs- und Nuttschichten.
- Experimentelles Überprüfen der entwickelten Abdichtungs- und Nuttschichten.
- Erstellen von Empfehlungen und Entwurfshilfen in Form eines Detailkatalogs.
- Vorschläge zur Anpassung der SN 640 451.

Nachfolgend sind das Vorgehen der einzelnen Arbeitspakete und der aktuelle Stand der Ergebnisse beschrieben.

#### Erfassen und Bewerten bestehender Holzbrücken

Um Systematiken zu erkennen, werden vorhandene Strassenbrücken mit einem Holztragwerk in einem Katalog aufgenommen und insbesondere bzgl. ihrer Fahrbeläge und Abdichtungen bewert-

et. Hierzu sind bisher 56 Brücken in den Kantonen Bern, Fribourg, Graubünden, Luzern, Aargau und Schwyz erfasst worden. Die ausgewerteten Brücken weisen eine zulässige Belastung von 8 t bis 50 t und Brückenlängen von 12 m bis 107 m auf.

#### Experimentelle Untersuchungen

Im Rahmen des Projektes werden Systemaufbauten mit Verbund definiert. Um geeignete Systemaufbauten für einen schubfesten Aufbau festzulegen bzw. zu empfehlen, sind umfangreiche Untersuchungen nötig. Grundlage hierfür sind die von Erich Milbrandt und Kurt Schellenberg Ende der 1990er-Jahre durchgeführten Vorarbeiten [Milbrandt und Schellenberg 1998]. Dabei wurde ein zweilagiger Schichtaufbau mit einem Voranstrich als Haftbrücke und Feuchteschutz und mit einer vollflächig aufgeschweissten Polymerbitumendichtungsbahn (PBD) als Abdichtungssystem empfohlen. Der Verbund dieser Schichten wurde mit genormten Haftzugprüfungen nachgewiesen.

# Holzkonstruktion

Aufbauend auf diese Versuche werden an der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau (BFH-AHB) in Biel Scherversuche durchgeführt.

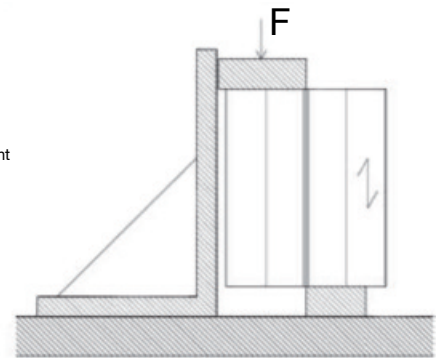
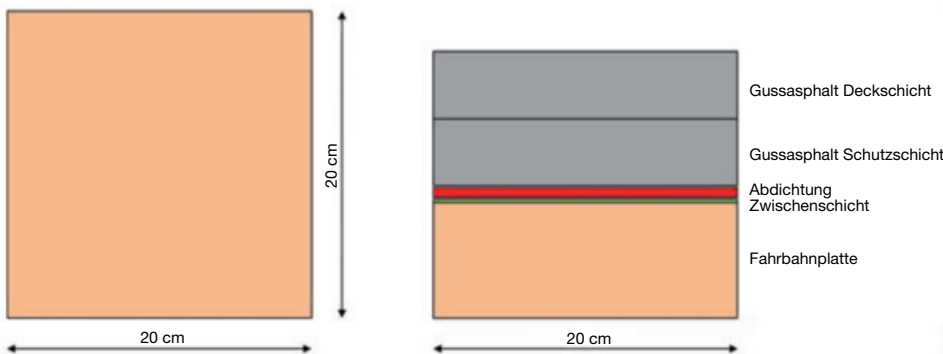
Ziel dieser Scherversuche ist es, die Übertragung von Horizontalkräften (Brems- und Beschleunigungskräfte) vom Fahrbahnbelag in die Tragkonstruktion sicherzustellen. Hierzu wird u.a. der Einfluss der Faserrichtung der Decklage berücksichtigt. Die Holzplatten werden sowohl parallel als auch senkrecht zur Faser abgesichert. Zum Abgleich der Er-

gebnisse finden neben Versuchen an Aufbauten auf Holz auch solche an Standardaufbauten auf Beton und Stahl statt. Diese Werte dienen später als Referenz.

## Erste Erkenntnisse:

- Die Grenzschicht Holz/Abdichtung war nie massgebend für das Versagen.
- Bei Schichtaufbauten mit Flüssigkunststoff hat immer die Grenzschicht zwischen Asphalt und Flüssigkunststoff versagt.

- Bei Schichtaufbauten mit PBD zeigte die Dichtungsbahn eine starke Verformung bei nahezu gleich bleibender Belastung.
- Quer zur Faser können etwas höhere Scherfestigkeiten als parallel zur Faser übertragen werden (Rollschub).
- Die Kombination aus verschiedenen Abdichtungssystemen ergab schlechtere Festigkeitswerte.
- Das Abdichtungssystem «Epoxidharzgrundierung – Flüssigkunststoffabdichtung» neigte sehr stark zur Blasenbildung.



Darstellung der Prüfkörper und des Prüfaufbaus der Scherversuche.

Fahrbahnplatte	Zwischenschicht	Abdichtung
Beton C 30/37	Epoxidharzversiegelung, abgesandet	Polymerbitumendichtungsbahn
Beton C 30/37	Flüssigkunststoffgrundierung	Flüssigkunststoffabdichtung
Stahlplatte	Primer	Polymerbitumendichtungsbahn
Stahlplatte	Flüssigkunststoffgrundierung	Flüssigkunststoffabdichtung
Brettsperrholz	Epoxidharzversiegelung, abgesandet	Polymerbitumendichtungsbahn
Brettsperrholz	Flüssigkunststoffgrundierung	Polymerbitumendichtungsbahn
Brettsperrholz	Flüssigkunststoffgrundierung	Flüssigkunststoffabdichtung
Brettsperrholz	Epoxidharzgrundierung	Flüssigkunststoffabdichtung
Funierschichtholz	Epoxidharzversiegelung, abgesandet	Polymerbitumendichtungsbahn
Funierschichtholz	Flüssigkunststoffgrundierung	Polymerbitumendichtungsbahn
Funierschichtholz	Flüssigkunststoffgrundierung	Flüssigkunststoffabdichtung
Funierschichtholz	Epoxidharzgrundierung, abgesandet	Flüssigkunststoffabdichtung

Prüfaufbauten für die Scherprüfung.





Prüfkörper auf einer Brettsperrholzfahrbahnplatte.



Prüfkörper mit sichtbarer Blasenbildung.



Geöffneter Prüfkörper mit Blasenbildung.



## Zusammenfassung und Ausblick

Bei Strassenbrücken aus Holz werden für die Fahrbahnbeläge neben Gussasphalt immer mehr Walzasphalte eingesetzt. Da es sich dabei um zwei sehr unterschiedliche Asphaltarten handelt, müssen die spezifischen Eigenschaften bei der Herstellung und Verarbeitung beachtet werden.

Besteht bei Verwenden von Gussasphalt wegen der hohen Einbautemperatur die Gefahr von Blasenbildung durch Wasserdampfentwicklung, kann beim Walzasphalt oft nicht die nötige Verdichtungsenergie aufgebracht werden.

Eine für Holzbrücken speziell abgestimmte Zusammensetzung der Asphaltgemische, z.B. unter Zugabe von Wachsen zum Bindemittel, kann eine qualitäts-sichere Verarbeitung fördern.

Strassenbrücken benötigen Fahrbahnaufbauten mit durchgehendem schubfestem Verbund zur Tragkonstruktion. Hierfür werden derzeit noch oft die Standard-Schichtfolgen des Massivbrückenbaus einfach auf den Holzbrückenbau übertragen. Das Forschungsprojekt der BFH-AHB soll in Kürze hierfür abgesicherte Lösungen für den Schwerlastbrückenbau aus Holz bieten. Die bisher durchgeführten Versuche tragen zum Verständnis dieser Schichtaufbauten bei.

## Literatur

- Finger, A., Meili, M. (2002): Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken, Forschungsbericht 115/49 Empa
- Gerold, M. (2006): Musterzeichnungen als Grundlage zur ZTV-ING 9-3 für Holzbrücken, Schlussbericht Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (DGfH)
- Horsch, B., Schwaner, K. (Hrsg.) (1999): Brücken aus Holz – Konstruieren – Berechnen – Ausführen, Informationsdienst Holz
- Kreuzinger, H. (2006): Strassenbrücken – Anforderungen und Detailösungen, 12. Int. Holzbau-Forum
- Meyer, L., Morzier, C., Tissot J.B. (2005): Holz-Beton-Verbundbrücken für den 40t-Verkehr im Kanton Freiburg, 11. Int. Holzbau-Forum
- Milbrandt, E. (1999): Konstruktion von Fahrbahnbelägen, in Brücken aus Holz, Informationsdienst holz
- Milbrandt, E., Schellenberg, K. (1998): Eignung von bituminösen Belägen für Holzbrücken, Schlussbericht Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (DGfH)
- Müller, A. (2009): Holzbrücken: Statik und Bemessung, Holzbau, Vol.3, pp. 27–31
- Partl, M. (2011): Asphalt und Bitumen, Skriptum zu Vorlesung, Empa, Dübendorf
- Schellenberg, K. (2005): Bituminöse Beläge auf Holzbrücken, 11. Int. Holzbau-Forum
- Schellenberg, K. (2010): Modifikation des Asphalts als Fahrbahnbelag auf Holzbrücken, 1. Int. Holzbrückentage
- Sperlein, K.-H., Kreuzinger, H., Pravida, J. (2009): Von der Stahlbetonmassivbrücke zur Holzbrücke, Staatliches Bauamt Passau
- Tannert, T., Müller, A., Vogel, M., Kehl, D. (2009): Long-term moisture measurement in block glued laminated timber bridges. Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure, Zürich
- Tiefbauamt Kt. Bern (Hrsg.) (2000): Neue Holzbrücken, Wettbewerb für die Erneuerung von vier Holzbrücken im Oberen Emmental 1999/2000
- SN 640 450a (2008): Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Betonbrücken
- SN 640 451a (2009): Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnbelägen aus Holz