

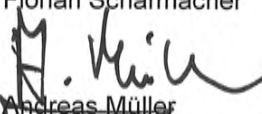
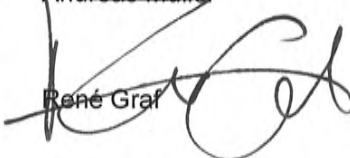
Asphaltbeläge auf Holzbrücken

Untersuchung bituminöser Fahrbahnbeläge auf Strassenbrücken mit Holztragwerk

Forschungsbericht

Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau



Bericht Nr.	2787-SB-01
Auftrag Nr.	BFH: 2787.DHB BAFU: 2010.13
Klassifizierung	Öffentlich
Datum	31.05.2013
Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt BAFU Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung 3003 Bern
Adresse der Forschungsstelle	Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau Abteilung F+E, Holz und Verbundbau Solithurnstrasse 102, CH-2504 Biel Tel.: +41 (0)32 344 0 341 Fax: +41 (0)32 344 0 391 www.ahb.bfh.ch
Verfasser	Florian Scharmacher
Projektverantwortlicher	 Andreas Müller
Abteilungsleiter	 René Graf

ABSTRACT

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

Bei beiden Varianten kommt einer dauerhaften Abdichtung zwischen Fahrbahn und Holztragwerk eine enorme Bedeutung zu. Ebenso wichtig ist das zum Fahrbahnbelag aber auch zum Material der Fahrbahnplatte passende Abdichtungssystem.

Neben den Anforderungen an die Dichtigkeit ist die Übertragung der Horizontalkräfte (Brems- und Beschleunigungskräfte) ein wichtiger Parameter für den Fahrbahnaufbau.

Das Projekt liefert Aussagen zum Verhalten unter Gebrauchslasten der Fahrbahnbeläge, vor allem in Bezug auf das Übertragen von Horizontalkräften. Damit können Empfehlungen über geeignete

Materialkombinationen und Schichtaufbauten gegeben werden.

Bei den durchgeführten Prüfungen kann eine ausreichende Haftung zum Holzuntergrund festgestellt und bewiesen werden. Die Ergebnisse sind mit denen von Beton- und Stahluntergründen vergleichbar. Die Verbundfestigkeit kann mit analogen Systemaufbauten wie im Massivbau erreicht werden.

Es werden bauliche Empfehlungen für die Praxis erarbeitet und im Bericht dargestellt.

Im Rahmen der Begleitung einer Fahrbahnsanierung wurden die aktuellen Ergebnisse des Forschungsvorhabens auf Ihre Praxisrelevanz überprüft und zur Anwendung gebracht.

In einem Brückenkatalog werden 40 Strassenbrücken mit Holztragwerk in der Schweiz aufgenommen und hinsichtlich Ihrer Fahrbahnbeläge ausgewertet.

Keywords: Holzbrücke, Strassenbrücke, Asphalt, Abdichtungssystem, Fahrbahnaufbau

INHALTSÜBERSICHT

1	AUSGANGSLAGE	1
2	PROJEKTBETEILIGTE	2
3	STAND DER TECHNIK	3
4	ARBEITSPAKET 1: EVALUIERUNG BESTEHENDER HOLZBRÜCKEN	9
5	ARBEITSPAKET 2: EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN	16
6	ARBEITSPAKET 3: ERSTELLEN EINES DETAILKATALOGS / VORSCHLÄGE ANPASSUNG SN 640 451	25
7	ZUSAMMENFASSUNG	27
8	WISSENSTRANSFER	28
9	WEITERES VORGEHEN / WEITERER FORSCHUNGSBEDARF	28
10	BESTIMMUNGEN ZUM VORLIEGENDEN BERICHT	28
11	VERZEICHNISSE	29
ANHANG A	BRÜCKENKATALOG	32
ANHANG B	HOLZFEUCHTEMESSUNGEN BUBENEIBRÜCKE	78
ANHANG C	PRÜFPROTOKOLLE HAFTZUGPRÜFUNGEN [9]	80

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUSGANGSLAGE	1
1.1	Beschreibung der Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung	1
1.3	Bedeutung des Projektes für Praxis und Forschung.....	1
2	PROJEKTBETEILIGTE	2
2.1	Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau	2
2.2	Wirtschaftspartner	2
3	STAND DER TECHNIK	3
3.1	Fahrbahnaufbau gemäss SN 640451 / SN 640450a	3
3.1.1	Gussasphalt.....	3
3.1.2	Walzasphalt.....	4
3.1.3	Abdichtungssysteme	4
3.1.4	Schichtenverbund.....	4
3.2	Gängige Systemaufbauten in der Schweiz und in Europa.....	5
3.2.1	Systemaufbauten gemäss Schweizer Norm SN	5
3.2.2	Systemaufbauten gemäss ZTV-ING Teil 7 [5]	6
3.2.3	Musterzeichnungen Holzbrücken [6].....	7
3.2.4	Fahrbahnaufbauten ohne zusätzliche Abdichtungs- und Hinterlüftungsebene	8
4	ARBEITSPAKET 1: EVALUIERUNG BESTEHENDER HOLZBRÜCKEN	9
4.1	Brückenkatalog.....	9
4.1.1	Vorgehen.....	9
4.1.2	Kriterien der Erfassung.....	9
4.2	Wissenschaftliche Begleitung der Fahrbahnsanierung der Bubeneibrücke im Emmental, Kanton Bern	10
4.2.1	Aufgabenstellung.....	10
4.2.2	Bauwerksbeschreibung [8]	10
4.2.3	Holzfeuchtemessungen.....	11
4.2.4	Sanierungslösung.....	13
4.2.5	Temperaturmessung beim Gussasphalteinbau	14
4.2.6	Schlussfolgerungen.....	15
5	ARBEITSPAKET 2: EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN	16
5.1	Scherprüfungen	16
5.1.1	Versuchsaufbau	16
5.1.2	Ergebnisse.....	19
5.2	Haftzugprüfungen.....	23
5.2.1	Versuchsaufbau	23
5.2.2	Ergebnisse.....	23
5.3	Schlussfolgerungen	24
6	ARBEITSPAKET 3: ERSTELLEN EINES DETAILKATALOGS / VORSCHLÄGE ANPASSUNG SN 640 451	25
6.1	Neubau	25
6.2	Sanierung	26
7	ZUSAMMENFASSUNG	27
8	WISSENSTRANSFER	28
9	WEITERES VORGEHEN / WEITERER FORSCHUNGSBEDARF	28
10	BESTIMMUNGEN ZUM VORLIEGENDEN BERICHT	28

10.1 Umfang des Berichts.....	28
11 VERZEICHNISSE	29
11.1 Literaturverzeichnis.....	29
11.2 Normenverzeichnis	29
11.3 Abbildungsverzeichnis	30
11.4 Tabellenverzeichnis	31
ANHANG A BRÜCKENKATALOG	32
ANHANG B HOLZFEUCHTEMESSUNGEN BUBENEIBRÜCKE	78
ANHANG C PRÜFPROTOKOLLE HAFTZUGPRÜFUNGEN [9]	80

1 AUSGANGSLAGE

1.1 Beschreibung der Problemstellung

Die Ausbildung von Regeldetails für Geh- und Radwegbrücken aus Holz bereitet den ausführenden Fachbetrieben keine Schwierigkeiten. Bei Strassenbrücken mit Holztragwerk und bituminösem Fahrbahnbelag besteht hingegen noch Forschungsbedarf. Bituminöse Strassenbeläge auf Holzbrücken können entweder in Form von Gussasphalt oder Walzasphalt ausgeführt werden. Bei beiden Varianten kommt einer dauerhaften Abdichtung zwischen Fahrbahn und Holztragwerk eine grosse Bedeutung zu. Ebenso wichtig ist das zum Fahrbahnbelag aber auch zum Untergrund (Fahrbahnplatte) passende Abdichtungssystem.

Neben den Anforderungen an die Dichtigkeit ist die Übertragung der Horizontalkräfte (Beschleunigungs- und Bremskräfte) ein sehr wichtiger Parameter für den Fahrbahnaufbau.

1.2 Zielsetzung

Zum Langzeitverhalten von Fahrbahnbelägen auf Strassenbrücken mit Holztragwerk gibt es bisher wenige Informationen. Das Projekt wird Aussagen zum Verhalten unter Gebrauchslasten der Fahrbahnbeläge, vor allem in Bezug auf das Übertragen von Horizontalkräften liefern. Damit können Empfehlungen über geeignete Materialkombinationen und Schichtaufbauten gegeben werden. Die Ziele der geplanten Forschung können zusammengefasst werden:

- Umfangreiche Bestandsaufnahme vorhandener Strassenbrücken mit Holztragwerk
- Untersuchung von Abdichtungssystemen und Nutzschichten
- Abklären der Einsatzmöglichkeiten für verschiedene Abdichtungs- und Nutzschichten
- Experimentelle Verifizierung der entwickelten Abdichtungs- und Nutzschichten
- Erstellen von Empfehlungen und Entwurfshilfen in Form eines Detailkatalogs
- Vorschläge zur Anpassung der SN 640451:2009 „Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnbelägen aus Holz“

1.3 Bedeutung des Projektes für Praxis und Forschung

Bei der baulichen Umsetzung von Strassenbrücken aus Holz verfügt man noch nicht in allen (Detail-) Bereichen über entsprechende Erfahrungen. Deswegen besteht besonders bei der Ausbildung der dynamisch hochbeanspruchten Asphaltbeläge und Abdichtungssysteme noch ein erheblicher Handlungs- respektive Forschungsbedarf. Besteht bei der Verwendung von Gussasphalt durch die hohe Einbautemperatur die Gefahr von Blasenbildung durch Wasserdampfentwicklung, kann bei der Verwendung von Walzasphalt oft nicht die nötige Verdichtungsenergie aufgebracht werden. Beides führt zu einer verminderten Fahrbahnqualität. Auch die mechanische Beständigkeit und somit die Dauerhaftigkeit dieser Fahrbahnbeläge auf Holzbrücken ist noch nicht ausreichend erforscht.

Die unterschiedlichen Abdichtungssysteme sind für den Massivbau optimiert, werden jedoch für den Holzbau direkt übernommen. Inwiefern dieses anwendbar ist, muss durch (Langzeit-) Versuche verifiziert werden.

Zuverlässige und bewährte Standardaufbauten für Fahrbahnbeläge und Abdichtungssysteme sowie Regellösungen für die wichtigsten Problemstellungen sind hierfür notwendig.

2 PROJEKTBETEILIGTE

2.1 Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau

Projektverantwortlicher: Prof. Dipl.-Ing. Andreas Müller,
Professor für Holzbau und Baukonstruktion
Leiter Forschungseinheit Holz- und Verbundbau
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzbau, insbesondere für Holzbrücken

Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Florian Scharmacher, wissenschaftlicher Assistent F+E

Projektmitarbeiter: BSc. Laurin Bachmann, wissenschaftlicher Assistent F+E
BSc. Roman Elsener, Praktikant F+E

2.2 Wirtschaftspartner

Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV, Herr Fred Stalder, Dunantstrasse 13, 3401 Burgdorf

Aeschlimann Strassenbau- und Asphaltunternehmung AG, Herr Kurt Andres, Untere Brühlstrasse 36, 4800 Zofingen

Mit weiterer Unterstützung durch:

- Balteschwiler AG, Laufenburg
- RSAG Reparatur- und Sanierungstechnik Mitte AG, Langnau
- BTS Baucontrol, Schlieren

3 STAND DER TECHNIK

3.1 Fahrbahnaufbau gemäss SN 640451 / SN 640450a

Der Fahrbahnaufbau bestehend aus der Fahrbahnplatte aus Holz, dem Abdichtungssystem und der Asphaltdecke der Brücke bilden ein Gesamtsystem (Abbildung 1). Die Elemente des Gesamtsystems sind aufeinander abzustimmen.

Im Allgemeinen bestehen drei verschiedene Systeme von Abdichtungs- und Nutzsichten:

- „Schwimmende“ Beläge auf Dampfausgleichsschicht
- Beläge mit schubfestem Verbund zur Tragkonstruktion
- Beläge mit schubfestem Verbund auf Dampfausgleichsschalungen

Das Abdichtungssystem besteht aus einer Trennschicht bzw. einer Grundierung/Versiegelung und einer Abdichtung, je nach Systemaufbau mit Schutzschicht. Die Trennschicht verhindert den Verbund zwischen Holzuntergrund und Abdichtung. Die Grundierung ist der Haftvermittler zwischen Holzuntergrund und Abdichtung. Die Versiegelung besteht aus zwei Schichten (i.d.R. Epoxid) welche einen dichten Oberflächenfilm herstellen. Die Abdichtung schützt die Fahrbahnplatte aus Holz vor von oben eindringendem Wasser. Dieses Wasser kann gelöste Schadstoffe enthalten. Die Abdichtung besteht in der Regel aus Polymerbitumen-Dichtungsbahnen PBD, Flüssigkunststoff FLK, Gussasphalt MA A oder Asphaltmastix AM.

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

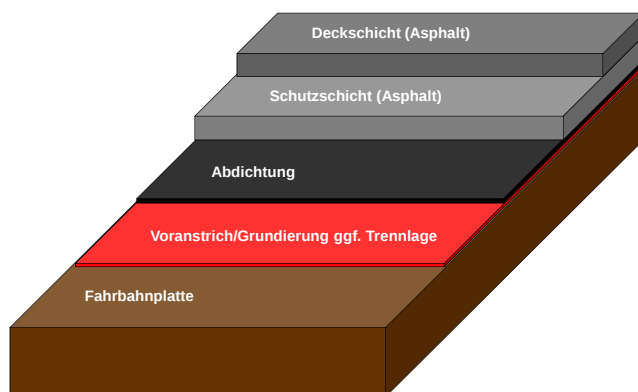


Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Abdichtungssystems

3.1.1 Gussasphalt

Gussasphalt besteht aus einem Gemisch aus Splitt, Sand, Bitumen und Füller (Steinmehl). Für eine giessfähige Masse und für einen im verdichteten Zustand möglichst geringen Hohlraumgehalt muss das Gussasphaltgemisch einen Bindemittelüberschuss besitzen. Gussasphaltbeläge weisen eine hohe Wärmestandfestigkeit, eine günstige Kälteflexibilität und eine hohe Ermüdungsfestigkeit auf. Gussasphalt ist im Gegensatz zu Walzasphalt wasserdicht. Dennoch wird in der Umsetzungspraxis oft eine zusätzliche Abdichtungsschicht eingebaut.

Ein Nachteil von Gussasphalt ist die für die Verarbeitung notwendige hohe Einbautemperatur. Der Einbau des bis 230 °C heissen Gussasphaltes auf die Holzschicht führt zu Wasserdampfentwicklungen. Dieser Dampf kann nur bedingt abgeführt werden. Es besteht die Gefahr von Blasenbildung und entsprechend verminderter Qualität des Fahrbahnbelages. Durch die Zugabe von Wachsen kann gemäss [1] zwar die Temperatur um bis zu 30 °C reduziert werden, die Temperatur liegt damit aber immer noch über der von Walzasphalt. Um Blasenbildung zu vermeiden, werden unter die Asphalt-schicht eine bzw. zwei Bitumenbahnen lose verlegt und verdeckt genagelt. Mit einer mehrlagigen Asphalt-schicht und lose verlegten Abdichtungsbahnen kann sich der Dampfdruck besser abbauen

bzw. „entspannen“. Dadurch ist allerdings die vollständige Übertragung von Beschleunigungskräften insbesondere der Bremskräfte in Frage zu stellen.

Bei Belägen mit schubfestem Verbund zur Tragkonstruktion ist ebenfalls ein mehrlagiger Gussasphaltbelag in der Regel notwendig. Die Schichtdicke der unteren Schicht sollte gemäss [2] maximal 25 mm betragen, damit der Asphalt schneller auskühlen und der entstehende Wasserdampf besser entweichen kann. Dies führt gemeinsam mit der Temperaturreduktion des Gemisches durch Zugabe von Wachsen zu deutlich geringeren Temperaturen an der Unterseite des Gussasphaltbelages und damit zu einer geringeren Aktivierung einer vorhandenen Holzfeuchte in Form von Wasserdampf und beim porenfreien Gussasphaltbelag zu weniger Blasenbildungen

3.1.2 Walzasphalt

Walzasphalt besteht aus einer Mineralmasse mit abgestuften Kornbereichen und einer Mindestmenge an Bitumen. Es ist ein sehr hoher Verdichtungsgrad (>97 %) und ein geringer Hohlraumgehalt (3 – 6 %) erforderlich, um eine ausreichend hohe Verformungsbeständigkeit zu erreichen. Die Einbautemperatur beträgt höchstens 180 °C.

Die Gefahr von Blasenbildung besteht daher beim Walzasphalt eher nicht. Beim Einbau von Walzasphalt ist es jedoch notwendig, den eingebrachten Asphalt mechanisch zu verdichten. Die notwendige Verdichtungsenergie kann bei Holzbrücken bedingt durch das gegenüber den Massivbrücken unterschiedliche Eigenschwingverhalten meist nicht im geforderten Mass aufgebracht werden. Eine zu geringe Asphaltqualität und damit das Eindringen von Wasser und Schmutz in den Belag ist die Folge. Dies führt in der Tauperiode zu einem partiellen Ablösen der Beläge.

Die Zugabe von Wachsen zum Bindemittel ermöglicht eine bessere Verdichtung und führt zu einer Reduzierung des Hohlraumgehalts im Walzasphalt. Mit Hohlraumgehalten an der fertig verdichteten Schicht von 3 - 4 Vol.-% ist der modifizierte Walzasphalt weitgehend wasserdicht und besitzt wegen ausbleibenden inneren Verschmutzungen eine hohe Lebensdauer. Durch Auskristallisieren der Wachs nach Auskühlen der Asphaltbeläge kommt es zu einer deutlichen Erhöhung der Standfestigkeit in der Wärme und nur zu einer unbedeutenden Reduzierung der Kälteflexibilität [1].

3.1.3 Abdichtungssysteme

Unabhängig von der Art bzw. Wahl des Asphaltbelages kommt einer dauerhaften Abdichtung zwischen Fahrbahn und Holztragwerk eine wichtige Bedeutung zu und wird durch die SN 640450a definiert. Für die (Fahrbahn-) Abdichtungen stehen heute Bitumenschweissbahnen, Polymerbitumendichtungsbahnen (PBD), Asphaltmastix oder Flüssigkunststoffabdichtungen zur Verfügung.

Bei PBD handelt es sich um ein flexibles, bahnenförmiges und industriell hergestelltes Abdichtungsmaterial bestehend aus einer Polymerbitumen-Dichtungsmasse und einer oder mehreren darin eingebetteten Trägereinlagen. Diese werden heiss durch Flämmen bzw. mit der Heissluftlanze oder mittels Haftvermittler aufgeklebt.

Die Asphaltmastixabdichtung (AM-Abdichtung) besteht aus einer einlagigen Schicht aus Asphaltmastix für Abdichtungen, die auf eine geeignete Trennschicht einzubauen ist.

Flüssigkunststoffabdichtungen basieren in der Regel auf PUR- und PMMA-Kunststoffen. Diese werden durch Spritzen oder Streichen appliziert.

3.1.4 Schichtenverbund

Durch den Schichtverbund wird ein Verbundkörper, bestehend aus Holzfahrbahnplatte, Abdichtung und Asphaltbelag, hergestellt.

In der SN 641601-1:1999 „Prüfplan für den bituminösen Belagsbau“ wird eine übertragbare Scherkraft zwischen Deck- und Tragschicht von mindestens 15 kN gefordert. Die übertragbare Scherkraft zwischen zwei Tragschichten muss mindestens 12 kN betragen. Die Prüfung wird gemäss SN 671961:2000 „Bituminöses Mischgut, Bestimmung des Schichtverbundes (nach Leutner)“ durchgeführt und bezieht sich auf einen zylindrischen Prüfkörper mit $\varnothing$ 150 mm. Diese Werte werden mehrfach in der Literatur als zu tief kritisiert. So werden im EMPA-Forschungsbericht „Methoden zur Beur-

teilung des Schichtverbundes von Asphaltbelägen“ [3] deutlich höhere Anforderungswerte postuliert. In diesem wird eine Verbundscherkraft (Scherkraft in der Schichtgrenze) von $23 \text{ kN} \pm 1 \text{ kN}$ gefordert, bezogen auf einen zylindrischen Prüfkörper mit $\varnothing 150 \text{ mm}$ (gemäss SN 671961:2000).

Die Anforderungen an die Abdichtung sind der Norm SN EN 640450a:2009 entnommen, welche die Abdichtungssysteme auf Betonbrücken festlegt. In dieser sind sowohl für Abdichtungen aus Polymerbitumen als auch aus Flüssigkunststoff mindestens erforderliche Haftzugwerte festgelegt. Angaben zur Schubfestigkeiten werden nur für FLK-Abdichtungen gemacht. Hier wird eine aufnehmbare Spannung von $\tau \geq 0.6 \text{ N/mm}^2$ gefordert. Anforderungen an die Schubfestigkeit für Aufbauten mit PBD-Abdichtungen werden nicht genannt. Grund hierfür ist die im Projekt festgestellte grosse Duktilität der PBD-Bahnen, in welchen das Versagen immer vor dem Versagen der Schichtenverbundes eintritt (vgl. Kapitel 5.1.2).

3.2 Gängige Systemaufbauten in der Schweiz und in Europa

3.2.1 Systemaufbauten gemäss Schweizer Norm SN

Die Verwendung bituminöser Fahrbahnbeläge auf Holztragwerken 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 SN 640451 bezeichnet die Aufbauten mit Verbund als Sonderbauweise und behandelt diese nicht näher.

In der SN 640451 werden nur Systemaufbauten ohne Verbund zwischen Abdichtung und Holzplatte geregelt. Diese Aufbauten können bei hoch beanspruchten Strassenbrücken (u.a. vor Haltepunkten, in Kurven,...) an ihre Grenzen kommen. Ein „Aufwellen“ des Belages ist die Folge. Bei Gefahr einer zukünftigen Rissbildung werden Polymerbitumen-Dichtungsbahnen aufgrund ihrer Flexibilität als Abdichtung empfohlen. Hierauf ist eine Schutz- und Deckschicht aus Gussasphalt aufzubringen. Drei verschiedene Schichtaufbauten ohne Verbund (Abbildung 2) sind in der SN 640451 geregelt.

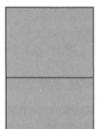
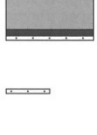
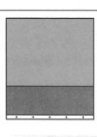
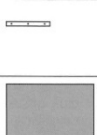
Gussasphalt MA <i>Asphalte coulé routier MA</i>		MA 8 MA 11	Deckschicht MA <i>Couche de roulement MA</i>	MA (8, 11)		
Polymerbitumen-Dichtungsbahn PBD <i>Lé d'étanchéité en bitumes-polymères PBD</i>		PBD Glasvlies <i>Non tissé de verre</i>	Schutzschicht MA <i>Couche de protection MA</i> Abdichtung PBD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

Abbildung 2: Übersicht über die Systemaufbauten auf Fahrbahnplatten aus Holz gemäss SN 640451:2009

In der Schweiz werden gemäss SN 640451 als konstruktive Massnahme zusätzliche Entlüftungsbohrungen in der Fahrbahnplatte vorgesehen, durch welche der Wasserdampf entweichen kann. An den Hochpunkten der Fahrbahnplatte dienen diese zur Dampfdruckentspannung, in den Tiefpunkten als Notentwässerung. Zugleich können mit diesen Bohrungen im Rahmen von Brückenprüfungen als visuelle Indikatoren Leckagen in der Abdichtung festgestellt werden.



Abbildung 3: Dampfdruckentspannungsöffnung (Bildquelle: Aeschlimann AG)

3.2.2 Systemaufbauten gemäss ZTV-ING Teil 7 [5]

In Deutschland werden in den ZTV-ING Teil 7 „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten“ Brückenbeläge definiert. Folgende Aufbauten sind hier geregelt:

- Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweissbahn
- Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweissbahnen
- Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff
- Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem
- Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl

Aufbauten auf Fahrbahnplatten auf Holz werden in der ZTV-ING nicht geregelt. Einen standardisierten Aufbau ohne Verbund (wie in der Schweiz üblich) kennt man bei den Massivbauweisen in Deutschland nicht. Es gilt die Vorgabe: „Alle Schichten und Lagen des Brückenbelages müssen mit der jeweiligen Unterlage flächig und dauerhaft verbunden sein.“ [5]. Abbildung 4 zeigt einen solchen Aufbau.

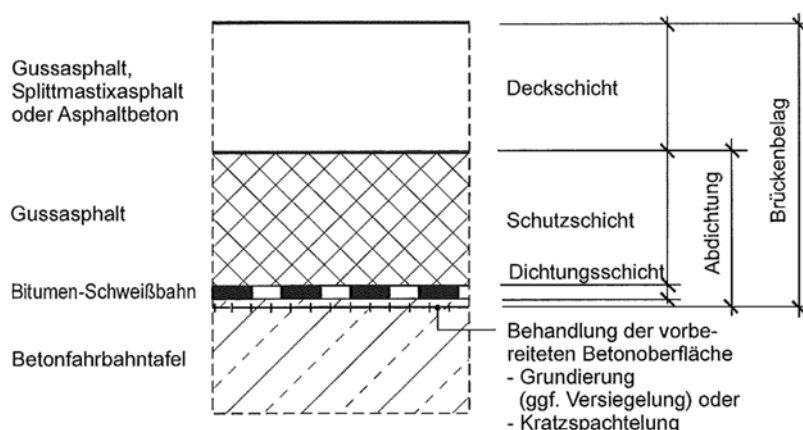


Abbildung 4: Systemaufbau auf Beton gemäss ZTV-ING Teil 7, Abschn. 1 [5]

3.2.3 Musterzeichnungen Holzbrücken [6]

Da Holzbrücken in Deutschland durch die ZTV-ING nicht geregelt sind, wurden in den vergangenen Jahren im Rahmen eines Forschungsvorhabens „Musterzeichnungen als Grundlage zur ZTV-Ing 9-3 für Holzbrücken“ [6] im Auftrag der Holz- und Forstwirtschaft erstellt. Ziel dieser, durch eine begleitende Arbeitsgruppe fachlich abgestimmter Standardlösungen für den Holzbrückenbau war, dass für die Planung, Kalkulation und Ausführung von Holzbrücken bewährten Lösungen vorliegen, die auch bei allen Straßenbauverwaltungen gleichermaßen Anwendung finden.

In Abbildung 5 ist der Musteraufbau für Gussasphaltbeläge gemäss den Musterzeichnungen dargestellt. Diese Aufbauten beruhen auf der ZTV-ING Teil 7 Brückenbeläge Abschnitt 2 bzw. der ZTV-BEL-B 2 und stammen ursprünglich aus dem Massivbrückenbau und wurden für den Holzbrückenbau adaptiert.

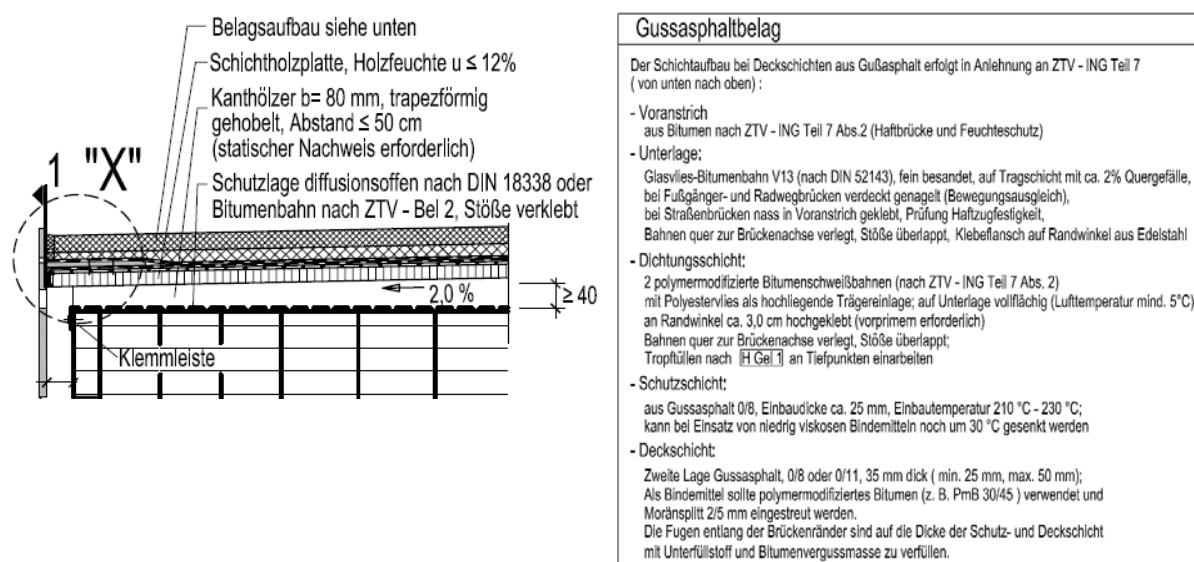


Abbildung 5: Musteraufbau für Gussasphaltbelag [6]

3.2.4 Fahrbahnaufbauten ohne zusätzliche Abdichtungs- und Hinterlüftungsebene

In der Schweiz wird konsequent auf die in anderen Ländern übliche hinterlüftete Zwischenschicht verzichtet. Die Abdichtungsbeläge werden direkt auf die Fahrbahnplatte aufgebracht. Mit diesem Aufbau können mehrere Schichten des Fahrbahnaufbaus eingespart werden.

Bei Ausführungen mit schubfestem Verbund auf Fahrbahnplatten aus Holz hat dieses aber zur Folge, dass bei der Erneuerung des Fahrbahnbelags und speziell der Abdichtungsschicht die Fahrbahnplatte beschädigt wird. Bei der Entfernung der Abdichtung werden durch den Verbund die Holzfasern aus der Fahrbahnplatte „herausgerissen“ (siehe Abbildung 6). Dieses führt zu einem Mehraufwand und somit zu längeren Bauzeiten und Kosten im Rahmen einer Sanierung.



Abbildung 6: Fahrbahnplatte mit beschädigter Abdichtung nach Entfernung des Asphaltbelags
(Bildquelle: Kt. Tiefbauamt Bern)

4 ARBEITSPAKET 1: EVALUIERUNG BESTEHENDER HOLZBRÜCKEN

4.1 Brückenkatalog

Es gibt eine Vielzahl von Datensammlungen von Holzbrücken in der Schweiz. Besonders hervorzuheben sind hierbei der EMPA-Forschungsbericht 115/49 „Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken“ [7] und der Internetauftritt „SWISS TIMBER BRIDGES“ von Werner Minder (www.swiss-timber-bridges.ch). Jedoch werden in allen Datensammlungen nur wenige oder gar keine Aussagen zu den Fahrbahnbelägen und Abdichtungssystemen gemacht.

4.1.1 Vorgehen

Im Rahmen dieses Projektes wurden 45 Strassenbrücken mit Holztragwerk in der Schweiz erfasst. Hierbei handelt es sich um Brücken mit einer zulässigen Belastung von 10 t bis 50 t und Brückenlängen von 6.5 m bis 107.6 m. Von den untersuchten Brücken waren 14 Brücken mit Gussasphalt und 25 Brücken mit Walzasphalt ausgeführt. Bei 6 Brücken wurden andere Beläge verwendet bzw. konnten diese nicht definiert werden.

Die Daten wurden bei Bauherren, Eigentümer, Planern und ausführenden Firmen angefragt. Die Resonanz war hierbei relativ gering. Die Bauwerksunterlagen bzw. Baudokumentationen waren insbesondere bei den meisten Eigentümern nur sehr lückenhaft vorhanden.

Dieser Brückenkatalog stellt nur einen Teil der in der Schweiz vorhandenen Strassenbrücken aus Holz vor und muss fortlaufend überarbeitet und ergänzt werden.

4.1.2 Kriterien der Erfassung

Die Auswertung erfolgt insbesondere in Bezug auf die Fahrbahnbeläge und Abdichtungsebenen. Die folgenden Tabellen zeigen die Kriterien auf, nach denen der Brückenkatalog aufgebaut ist. Alle erfassten Brücken sind in Anhang A zu finden.

In Tabelle 1 werden allgemeine Brückeninformationen aufgezeigt. Tabelle 2 zeigt die den Fahrbahnaufbau betreffenden spezifischen Kenndaten wie u.a. Materialien und Schichtdicken. Abschliessend werden noch Daten zum Umfang der letzten Sanierungen und zum aktuellen Zustand aufgenommen (Tabelle 3).

Tabelle 1: Allgemeine Informationen einer Beispielbrücke

Allgemeine Infos			
Standort:	Bulle (FR)	Höhe (m.ü.Meer):	752 m
Eigentümer:	Kanton Fribourg	Baujahr:	2006
Nutzung:	befahrbar	max. zul. Belastung:	28 t
Planer/Ingenieur:	Ingenieurbüro XYZ		
Statisches System:	Einfeldträger	gedeckte Brücke:	ja/nein
Haupttragwerk:	BSH blockverleimt		
Fahrbahnbreite:	4.0 m	Brückenlänge:	25.6 m
Gehweg:	ja/nein	Spannweite(n):	25.6 m

Tabelle 2: Informationen zum Fahrbahnaufbau einer Beispielbrücke

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Holz-Beton-Verbund	<i>Abdichtung:</i>	PBD, einlagig
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	AC 11 N 35 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	AC 11 N 35 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja/nein	<i>Entwässerung:</i>	ja/nein

Tabelle 3: Informationen zum Zustand einer Beispielbrücke

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	10.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	Risse im Fahrbahnübergang		

4.2 Wissenschaftliche Begleitung der Fahrbahnsanierung der Bubeneibrücke im Emmental, Kanton Bern

4.2.1 Aufgabenstellung

Im Zuge der Projektbearbeitung ergab sich auf die Initiative des Tiefbauamts des Kantons Bern die Möglichkeit, die Fahrbahnsanierung der Bubeneibrücke im Rahmen des Forschungsvorhabens „Fahrbahnbeläge auf Holzbrücken“ wissenschaftlich zu begleiten. Ziel war die aktuellen Ergebnisse des Forschungsvorhabens auf Ihre Praxisrelevanz hinzu prüfen. Ein enger Austausch zwischen der Berner Fachhochschule und den ausführenden Firmen sollte stattfinden. Die beteiligten Unternehmen waren:

- Ingenieurleistung: Bächtold & Moor AG, Bern
- Baumeisterarbeiten: Stämpfli AG Bauunternehmung, Langnau i. E.
- Belagsarbeiten: Aeschlimann AG, Zofingen
- Fugenarbeiten: Reparatur- und Sanierungstechnik Mitte AG, Langnau i. E.
- Instandsetzung Fahrbahnplatte: Hirsbrunner Holzbau AG, Eggwil

4.2.2 Bauwerksbeschreibung [8]

Die Strassenbrücke „Bubenei“ befindet sich in der Gemeinde Signau. Die Holzbrücke überspannt mit einer Spannweite von ca. 45 m die Emme. Die Brücke weist eine Fahrbahnbreite von 7 m auf und hat zusätzlich auf einer Seite einen Gehweg ($b = 1.20$ m) und auf der anderen Seite ein Bankett ($b = 0.50$ m) aus Bongossihölzern. Die Holzbrücke ist beidseitig mit Strassenverkehrsfahrzeugen zugänglich und für eine Nutzlast von 40 t zugelassen.

Je zwei Zwillingssbogen aus Brettschichtholz (links und rechts der Fahrbahn) bilden zusammen mit den Querträgern, den Hängestützen (aus Rundstahl) sowie der quervorgespannten Fahrbahnplatte die Brücken-Konstruktion, die gesamthaft ein „räumliches“ Tragwerk darstellt. Die Lasten aus Eigengewicht und Verkehr werden von der Fahrbahnplatte über Querträger und Hänger in die beiden Zwillingssbogen eingeleitet. Windkräfte quer zur Brückenachse werden von der Fahrbahnplatte und dem oberen, bogenförmigen Windverband übernommen und an die Betonwiderlager bzw. Portalrahmen weitergegeben.

4.2.3 Holzfeuchtemessungen

Im Zuge der wissenschaftlichen Begleitung wurde nach Entfernung des Belages punktuell die Holzfeuchte der Fahrbahnplatte (Weisstanne) und des Randbalkens (Rotbuche) gemessen. Die Messungen erfolgten sowohl kurz vor als auch während der Sanierung. Ziel dieser Messungen war es, bereits in einer frühen Phase der Sanierung Kenntnisse über den Feuchtezustand der Fahrbahnplatte und des Randbalkens zu erhalten.

Die Holzfeuchte wurde mittels Widerstandsmessmethode in unterschiedlichen Tiefen (10 mm, 25 mm und 40 mm) ermittelt. Die Messungen wurden mit einer GANN HYDROMETTE RTU 600 mit den Geräteeinstellungen X-Y 9-2 für Weisstanne und X-Y 6-4 für Rotbuche durchgeführt. Die Holzfeuchtemessungen erfolgten in drei zeitlichen Abschnitten:

- 31.05.2012: 5 Messstellen mit je 2 Messpunkten (1 x Fahrbahnplatte; 1 x Randbalken). Die Messstellen wurden auf der Oberwasserseite (Tiefpunkt der Querneigung) durchgeführt.
- 11.06.2012: 36 Messstellen in der Fahrbahnplatte (Seite Schüpbach/Oberwasser, Abbildung 9)
- 20.06./06.07.2012: 40 Messstellen über die gesamte Fahrbahnplatte verteilt.

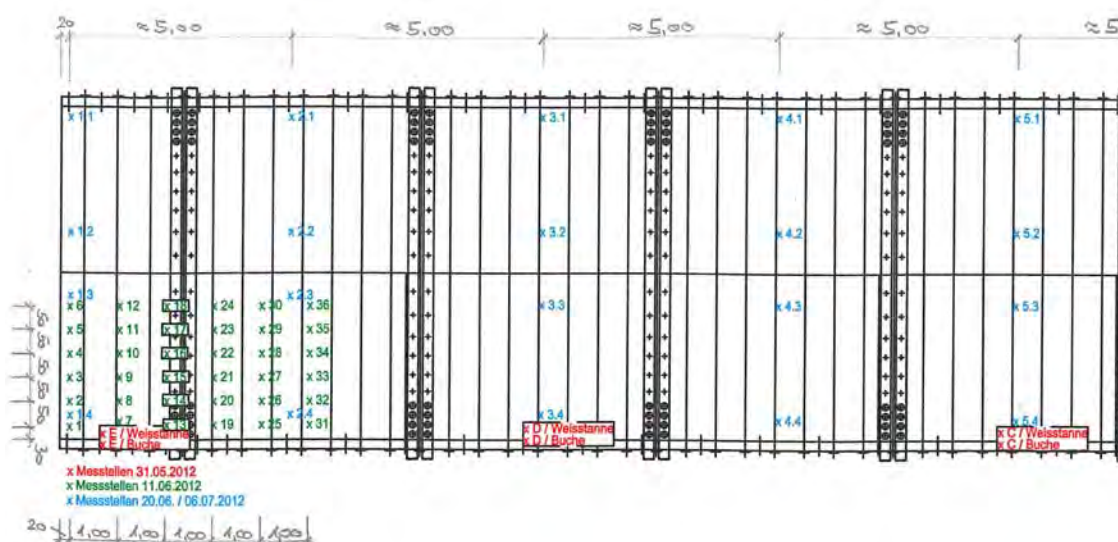


Abbildung 7: Messstellenplan der Holzfeuchtemessungen an der Bubeneibrücke (Seite Schüpbach)

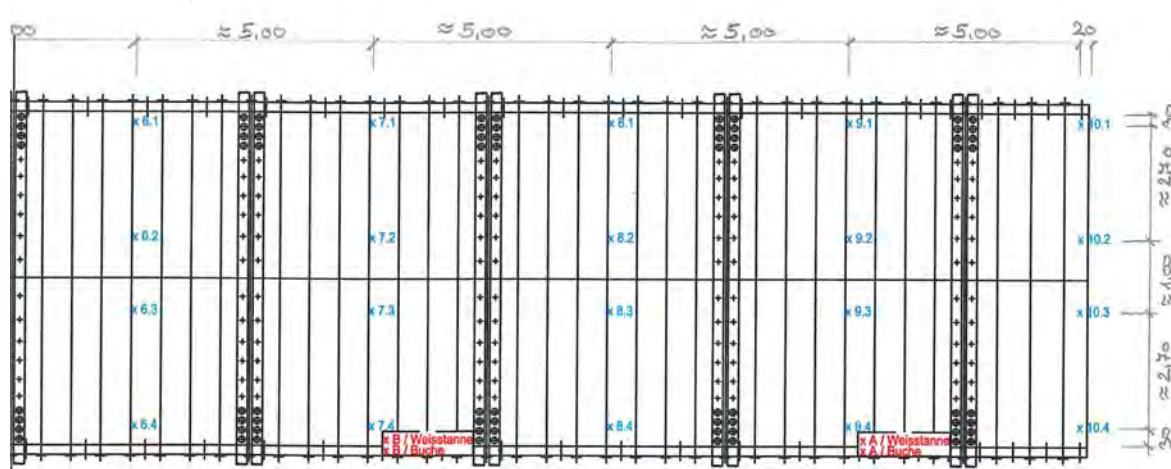


Abbildung 8: Messstellenplan der Holzfeuchtemessungen an der Bubeneibrücke (Seite Eggiwil)

Die Messstellen sind in einem Plan der Fahrbahnplatte in Abbildung 7 und Abbildung 8 eingezeichnet. Die gesamten Ergebnisse der Feuchtemessungen sind in Anhang B dargestellt. Zur besseren Lesbarkeit wurden 3 Kategorien zur Bewertung verwendet (Tabelle 4). Kategorie „grün“ erfasst Holzfeuchten

bis 20 %, wo ein Befall durch holzerstörende Pilze ausgeschlossen werden kann. Kategorie „orange“ erfasst Holzfeuchten von 20 bis 30 %. In diesem Bereich kommt es i.d.R. auch zu keinem Befall durch holzerstörende Pilze. Jedoch besteht durch die punktuelle Messmethode und die Messungenauigkeiten eine gewisse Unschärfe, welche sich in dieser Kategorie schneller auswirken kann (keine Sicherheiten). Kategorie „rot“ erfasst alle Holzfeuchten über 30 % und somit über Fasersättigung.

Tabelle 4: Ergebnisse Holzfeuchtemessung vom 31.05.2012

Messstelle	Material	Holzfeuchte in Messtiefe		
		10 mm	25 mm	40 mm
A	Weisstanne	16.0 %	16.1 %	15.5 %
A	Rotbuche	24.8 %	21.0 %	17.8 %
B	Weisstanne	15.7 %	16.4 %	17.5 %
B	Rotbuche	22.2 %	20.5 %	18.4 %
C	Weisstanne	15.0 %	15.9 %	16.0 %
C	Rotbuche	20.4 %	18.4 %	17.3 %
D	Weisstanne	17.8 %	19.3 %	20.3 %
D	Rotbuche	68.0 %	(-)	(-)
E	Weisstanne	(-)	(-)	(-)
E	Rotbuche	(-)	(-)	(-)
(-): Holzfeuchte > 100 %, nicht messbar durch elektr. Widerstandsmessung				
Legende:		0-20 %	20-30 %	30-100 %

Die Fahrbahnplatte wies Holzfeuchten im Mittel von 18 - 20 % auf. In Teilbereichen wurden jedoch Holzfeuchtwerte von über 100 % gemessen. Die Verteilung der Holzfeuchte in der Fläche war sehr inhomogen.

Bei Holzfeuchten über Fasersättigung (Weisstanne ca. 28 – 30 %, Rotbuche ca. 32 – 35 %) besteht die Gefahr eines Befalls durch holzerstörende Pilze. Zum Zeitpunkt der Ortstermine am 11.06., 20.06. und 06.07.2012 konnten keine visuell wahrnehmbaren Schädigungen der Fahrbahnplatte und des Randbalkens festgestellt werden. Es waren lediglich leichte mechanische Beschädigungen an der Oberfläche zu erkennen, die auf das Entfernen des Abdichtungsbelags zurückzuführen sind (Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 12). Nach Durchsicht der Bauunterlagen durch das Ingenieurbüro Bächtold & Moor, Bern wurde festgestellt, dass die Randträger aus Rotbuche mit Teer-Öl und die Fahrbahnplatte aus Weisstanne mit einem organischen Holzschutzmittel auf Ölbasis (Fabrikate Xylamon und Xyladecor) imprägniert wurden. Imprägnierungen können jedoch den Befall nur einen gewissen Zeitraum verzögern und stellen keinen dauerhaften Schutz dar.

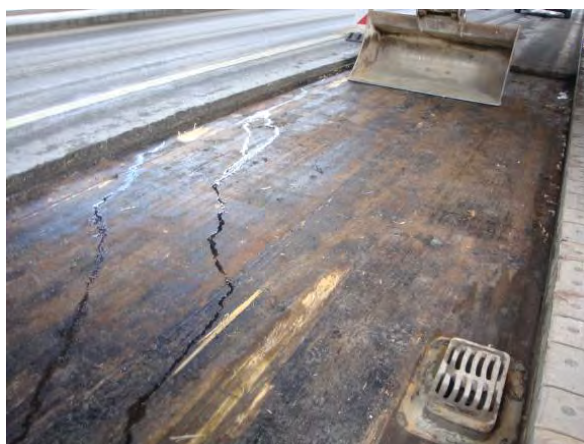


Abbildung 9: Teilöffnung der Fahrbahnplatte am 11.06.2022



Abbildung 10: Mechanische Beschädigung an Fahrbahnoberseite



Abbildung 11: Fahrbahnplatte, Unterwasserseite



Abbildung 12: Fahrbahnplatte, Oberwasserseite

4.2.4 Sanierungslösung

Die Fahrbahnplatte wurde trotz der teilweise sehr hohen Holzfeuchten im jetzigen Einbauzustand gelassen. Ein vollflächiger bzw. teilweiser Austausch der Fahrbahnplatte wurde aus Kostengründen verworfen. Durch die neue Abdichtung und den neuen Fahrbahnbelag wird zukünftig die Durchfeuchtung der Fahrbahnplatte verhindert. Allerdings wird durch den neuen Fahrbahnaufbau und die Abdichtung die Austrocknung der Fahrbahnplatte nach oben verhindert. Um eine Abtrocknung der Fahrbahnplatte nach unten nachvollziehen zu können, wird die Holzfeuchte seit dem Belagseinbau an mehreren Stellen mittels Holzfeuchtemonitoring überwacht.

Aufgrund der sehr hohen Holzfeuchte bestand die Gefahr, einer vermehrt auftretenden Blasenbildung. Aus diesem Grund wurde entschieden, trotz planmässig auftretender Brems- und Beschleunigungskräfte ein Abdichtungssystem ohne Verbund (gemäß SN 640451:2009) einzubauen. Der gewählte Systemaufbau ist in Abbildung 13 dargestellt. Hierbei wurden zwei Vorteile dieses Systems genutzt. Die Zwischenschicht mit Trennlage und Glasvlies in Kombination mit eng verteilten Dampfdruckentspannungsbohrungen sollte zu einem kontrollierten Entweichen des Wasserdampfes nach unten führen. Als zweite Massnahme, wurde die Dicke der Schutzschicht auf 25 mm reduziert, was zu einer deutlichen Reduzierung der einzubringenden Wärmeenergie/-kapazität führt.

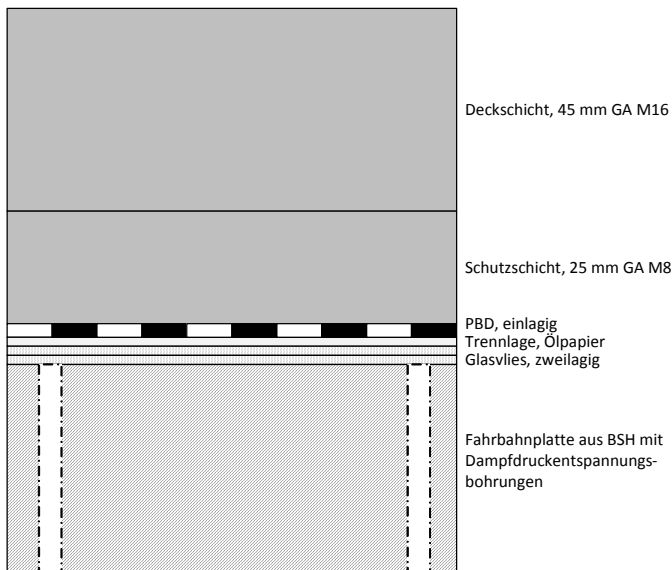


Abbildung 13: Systemaufbau des neuen Fahrbelags auf der Bubeneibrücke

4.2.5 Temperaturmessung beim Gussasphalteinbau

Im Rahmen des Einbaus des Belags wurden die Temperaturen an der Gussasphaltunterseite und in Gussasphaltmitte gemessen. Zudem wurden die Fahrbahnplattentemperaturen an der Oberfläche sowie in einer Tiefe von 10 mm, 25 mm und 40 mm gemessen (Abbildung 14, Abbildung 15). Die Einbringtemperatur des Belags lag bei ca. 200 °C. Nach ca. 10 Minuten zeigte sich wie erwartet das sehr gute Wärmedämmverhalten der Fahrbahnplatte. Die Gussasphalttemperatur sank an Messstelle T1 deutlich schneller als auf der Oberseite der PBD (T2). Ein massgeblicher Temperaturanstieg im Holz konnte nur innerhalb der ersten zwei Zentimeter (Messstelle T3 und T4) festgestellt werden. Das Diagramm der Temperaturmessung ist in Abbildung 16 dargestellt.

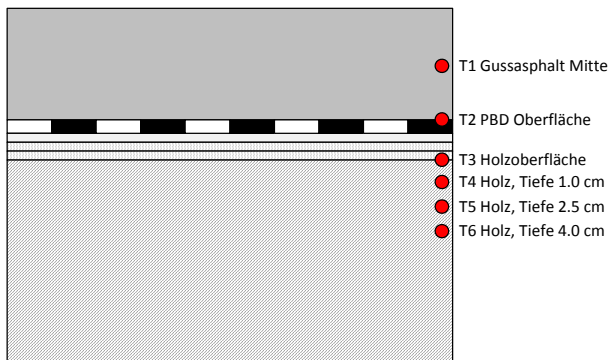


Abbildung 14: Temperaturmessstellen der Fahrbahnplatte



Abbildung 15: Temperaturmessung an der Bubeneibrücke

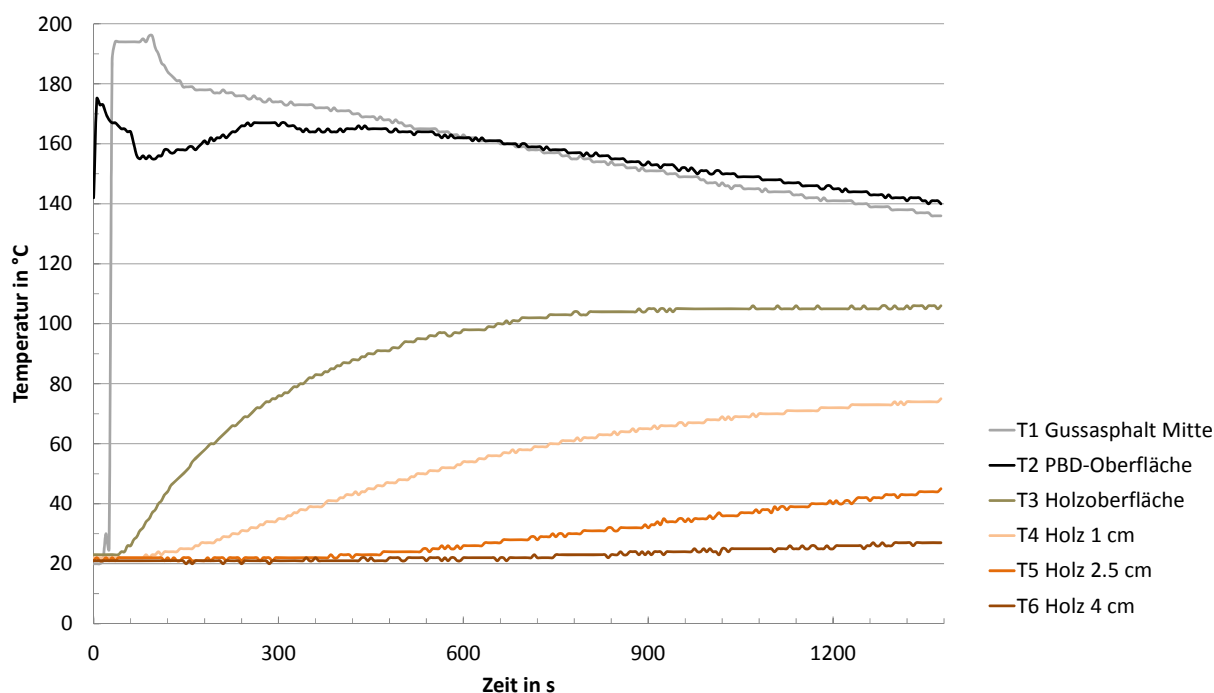


Abbildung 16: Temperaturmessung der Schutzschicht und der Fahrbahnplatte aus Holz

4.2.6 Schlussfolgerungen

Mit der wissenschaftlichen Begleitung der Sanierung wurde bewiesen, dass mit den gewählten Massnahmen während des Gussasphalteinbaus keine erhöhte Blasenbildung auftritt.

- Ein enges Raster von Entlüftungsöffnungen, über welche entstehender Wasserdampf durch die Fahrbahnplatte nach unten abgeführt werden kann.
- Ausbildung eines durchgehenden schwimmenden Aufbaus mit zwei Lagen Glasvlies und einer Trennlage aus Ölpapier.
- Begrenzung der maximalen Schutzschichtdicke auf 25 mm zur Reduzierung der eingebrachten Wärmekapazität.

Die Temperaturen in der Fahrbahnplatte aus Holz steigen nur sehr träge beim Einbau des in der Temperatur modifizierten Gussasphalts an. Ein schlagartiges Verdampfen von Wasser kann aufgrund der Ergebnisse nicht festgestellt werden. Des Weiteren ist es möglich, dass der in der Trennschicht vorhandene Wasserdampf ab einer Temperatur von 100 °C sogar zur Kühlung des Gussasphalts beigetragen hat. Hierzu sind jedoch weitere Untersuchungen nötig.

Es zeigte sich zudem, dass die in dem Forschungsvorhaben behandelten Themen praxisrelevant sind und für die ausführenden Unternehmen von Bedeutung ist.

5 ARBEITSPAKET 2: EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

Im Rahmen des Projektes werden Systemaufbauten mit Verbund untersucht. Für die Festlegung bzw. Empfehlung von geeigneten Systemaufbauten für einen schubfesten Verbund sind umfangreiche Untersuchungen nötig. Grundlage hierfür sind die von Prof. Milbrandt und Prof. Schellenberg Ende der 90er Jahre durchgeführten Forschungsarbeiten [2]. In diesen 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 damals mit genormten Haftzugprüfungen nachgewiesen.

5.1 Scherprüfungen

5.1.1 Versuchsaufbau

Aufbauend auf die Versuche von Milbrandt/Schellenberg [2] wurden im Labor Scherversuche durchgeführt. Die verwendeten Abdichtungssysteme wurden auf die in der Schweiz gängigen Systeme angepasst. Ziel dieser Scherversuche war es, die Übertragung von Horizontalkräften (Brems- und Beschleunigungskräfte) vom Fahrbelag in die Tragkonstruktion sicher zu stellen. Diese Kräfte wurden durch einfache Druckversuche aufgebracht. Ein Ausweichen (Kippen) der Prüfkörper wurde durch einen seitlich montierten Stahlwinkel verhindert. Die am Stahlwinkel auftretende Reibung wurde durch ein Teflon-Gleitlager minimiert. Die in Abbildung 17 schematisch dargestellte Prüfanordnung wurde im Tragwerkslabor der Berner Fachhochschule in Biel eingerichtet (Abbildung 18, Abbildung 19).

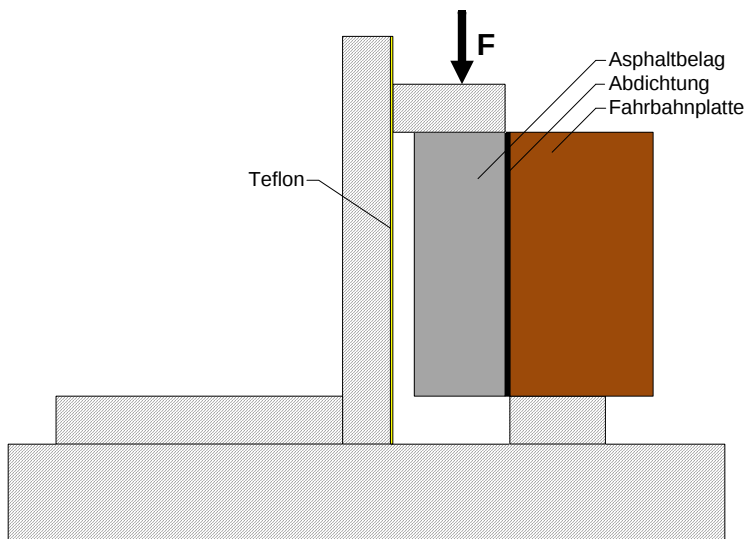


Abbildung 17: Schematische Darstellung des Prüfaufbaus zur Scherprüfung



Abbildung 18: Eingerichtete Prüfmaschine (Schenk, 250 kN) zur Scherprüfung



Abbildung 19: Eingerichtete Prüfmaschine zur Scherprüfung, Detail

Da in der genannten Normung nur Grenzwerte der Scherfestigkeit für FLK-Abdichtungen genannt werden, wurden auch Referenzprüfkörper mit Standardaufbauten auf Stahlbeton- und Stahluntergründen durchgeführt. Aufgrund des Prüfaufbaus sind die ermittelten Scherfestigkeiten nicht als Absolutwerte zu verstehen, da zusätzliche Einflüsse wie Zusatzmomente oder Querkzug das Ergebnis beeinflussen. Da jedoch die Ergebnisse nur untereinander abgeglichen werden, können die eben genannten Einflüsse vernachlässigt werden.

Aufgrund der nicht bekannten der Hafteigenschaften auf Holz wurde u.a. auch der Einfluss der Faserichtung der Decklage berücksichtigt, d.h. die Holzplatten wurden sowohl parallel als auch senkrecht zur Faser abgesichert.

Ansichten der geprüften Aufbauten sind in Abbildung 20 bis Abbildung 27 dargestellt. Alle geprüften Systemaufbauten sind Tabelle 5 zu entnehmen.



Abbildung 20: Prüfkörper aus Beton mit PBD-Abdichtung



Abbildung 21: Prüfkörper aus Beton mit FLK-Abdichtung



Abbildung 22: Prüfkörper aus Stahl mit PBD-Abdichtung



Abbildung 23: Prüfkörper aus Stahl mit FLK-Abdichtung



Abbildung 24: Prüfkörper aus Brettsperrholz mit PBD-Abdichtung



Abbildung 25: Prüfkörper aus Brettsperrholz mit FLK-Abdichtung



Abbildung 26: Prüfkörper aus Furnierschichtholz mit PBD-Abdichtung



Abbildung 27: Prüfkörper aus Furnierschichtholz mit FLK-Abdichtung

Tabelle 5: Schichtaufbauten der Prüfkörper

Prüfkörper	Untergrundmaterial	Zwischenschicht	Abdichtung
SB 1	Beton C 30/37	Epoxidversiegelung, abgesandet	PBD-Abdichtung
SB 2	Beton C 30/37	Grundanstrich FLK-PMMA	FLK-PMMA-Abdichtung
SS 1	Stahl	Primer	PBD-Abdichtung
SS 2	Stahl	Grundanstrich FLK-PMMA	FLK-PMMA-Abdichtung
SH 1	Brettsperrholz	Epoxidversiegelung, abgesandet	PBD-Abdichtung
SH 2	Brettsperrholz	Grundanstrich FLK-PMMA	PBD-Abdichtung
SH 3	Brettsperrholz	Grundanstrich FLK-PMMA	FLK-PMMA-Abdichtung
SH 4	Brettsperrholz	Epoxidgrundierung	FLK-PMMA-Abdichtung
SF 1	Furnierschichtholz	Epoxidversiegelung, abgesandet	PBD-Abdichtung
SF 2	Furnierschichtholz	Grundanstrich FLK-PMMA	PBD-Abdichtung
SF 3	Furnierschichtholz	Grundanstrich FLK-PMMA	FLK-PMMA-Abdichtung
SF 4	Furnierschichtholz	Epoxidgrundierung	FLK-PMMA-Abdichtung

PBD: Polymerbitumendichtungsbahn (einlagig); FLK-PMMA: Flüssikkunststoff PMMA

5.1.2 Ergebnisse

Bei den Versuchen zeigte sich, dass die beiden geprüften Abdichtungssysteme unterschiedliche Versagensmechanismen aufweisen.

Systemaufbauten mit Polymerbitumendichtungsbahnen weisen ein sehr duktiles Verhalten auf. Die maximalen Lasten von 0.2 bis 0.6 N/mm² konnten bei einer Verformung von 1-2 mm aufgenommen werden. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Bahn zu „fließen“. Die Prüfkörper konnten aufgrund dessen nicht bis zum Bruch gefahren werden (Abbildung 28, Abbildung 29). Bei einer Verformung von ca. 10 mm wurde der Versuch abgebrochen. Die elastischen Verformungen in der Abdichtungsebene gingen nach ein paar Tagen auf nahezu Null zurück.



Abbildung 28: Verformter Prüfkörper aus Beton mit PBD-Abdichtung



Abbildung 29: Verformter Prüfkörper aus Furnierschichtholz mit PBD-Abdichtung

Im Gegensatz hierzu erweisen sich Aufbauten mit Flüssigkunststoffabdichtung als sehr spröde, wobei hier die 2,5 bis 5-fachen Werte der Scherfestigkeit von Systemaufbauten mit PBD erreicht werden können. Bei den durchgeführten Versuchen erfolgte der Bruch hierbei ausnahmslos in der Grenzfläche zwischen FLK-Abdichtung und Gussasphalt. Beispiele mit Untergründen aus Stahl und Holz sind in Abbildung 30 und Abbildung 31 zu finden.

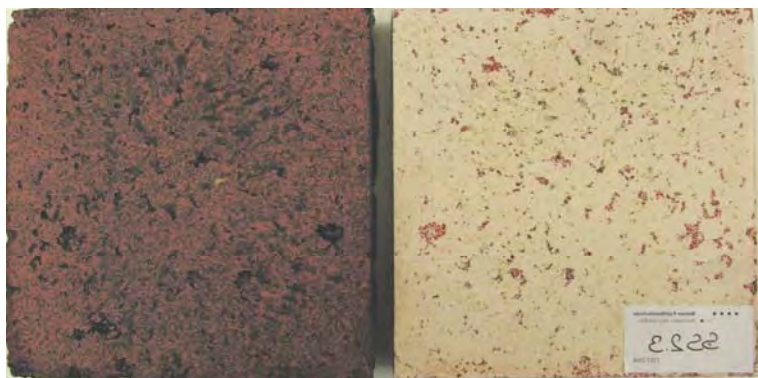


Abbildung 30: Prüfkörper aus Stahl mit FLK-PMMA-Abdichtung nach erfolgter Scherprüfung

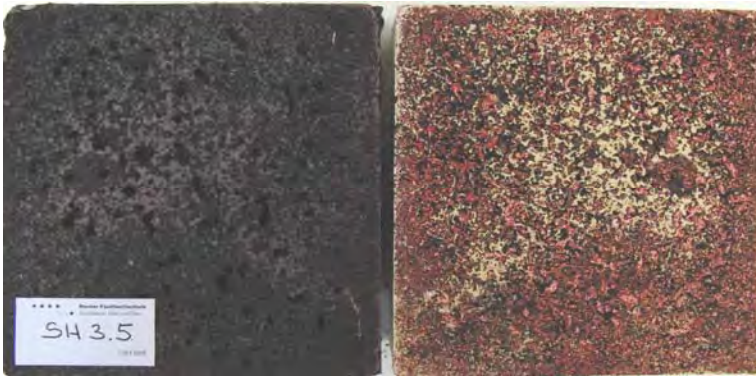


Abbildung 31: Prüfkörper aus Holz mit FLK-PMMA-Abdichtung nach erfolgter Scherprüfung

In Abbildung 32 bis Abbildung 35 sind die Spannungs-Verformungs-Diagramme der unterschiedlichen Aufbauten, aufgeschlüsselt nach Art des Untergrunds, dargestellt. Signifikante Abweichungen aufgrund der unterschiedlichen Untergründe konnten keine festgestellt werden.

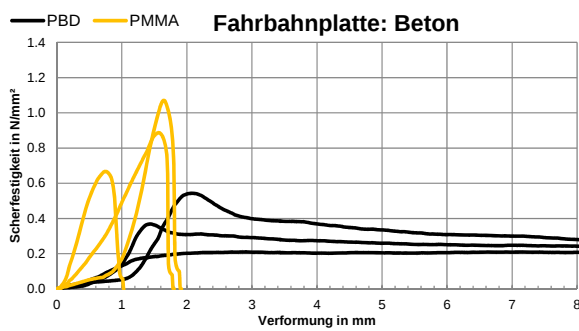


Abbildung 32: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Beton

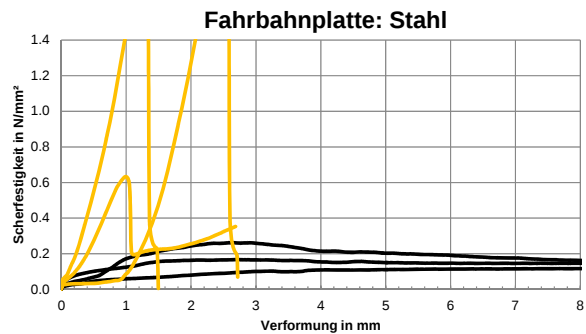


Abbildung 33: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Stahl

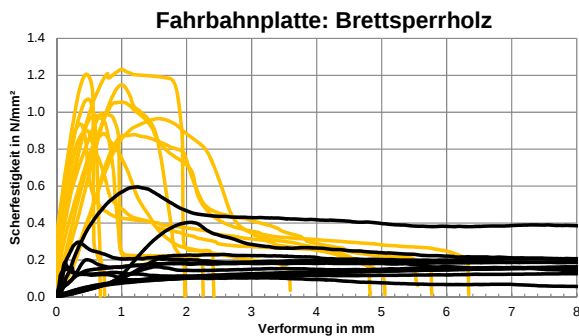


Abbildung 34: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Brettsperrholz

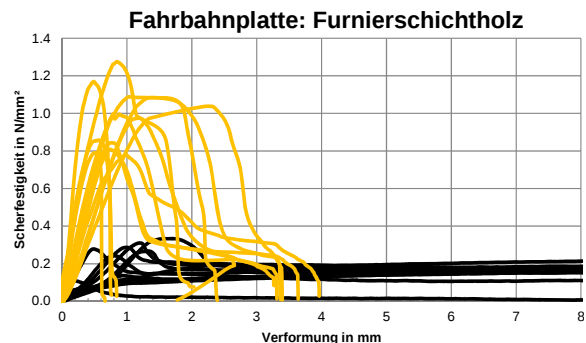


Abbildung 35: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Furnierschichtholz

Bei der Auswertung des Einflusses der Faserrichtung zeigte sich, dass sich bei einer Belastung quer zur Faser eine Abdichtung mit PBD etwas höhere Kräfte übertragen werden können. Bei FLK-Abdichtungen und den hierbei höheren aufnehmbaren Schubkräften ist eine Belastung parallel zur Faser vorzuziehen. Hier kommt es quer zur Faser zu einer etwas grösseren Verformung, was mit einem langsamen Beginn eines Rollschubversagens erklärt werden kann. Abbildung 36 bis Abbildung 39 zeigen die entsprechenden Spannungs-Verformungs-Diagramme.

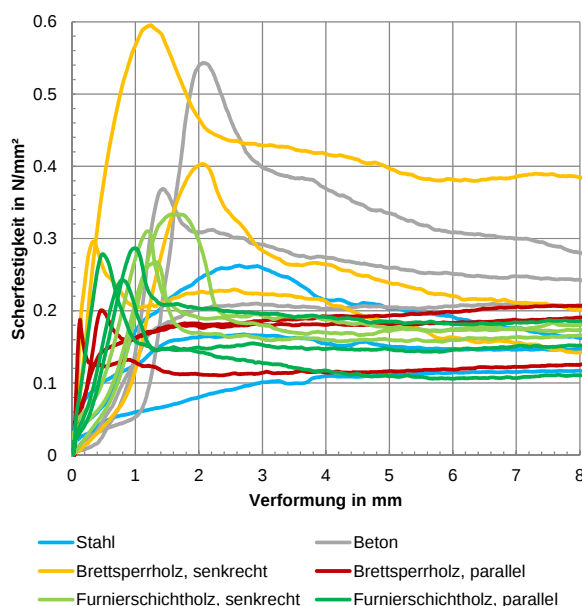


Abbildung 36: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Epoxidversiegelung/Primer und PBD-Abdichtung

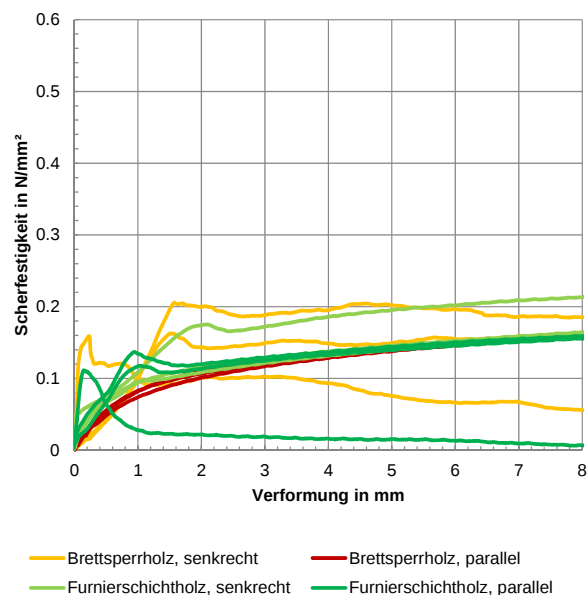


Abbildung 37: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Grundanstrich FLK-PMMA und PBD-Abdichtung

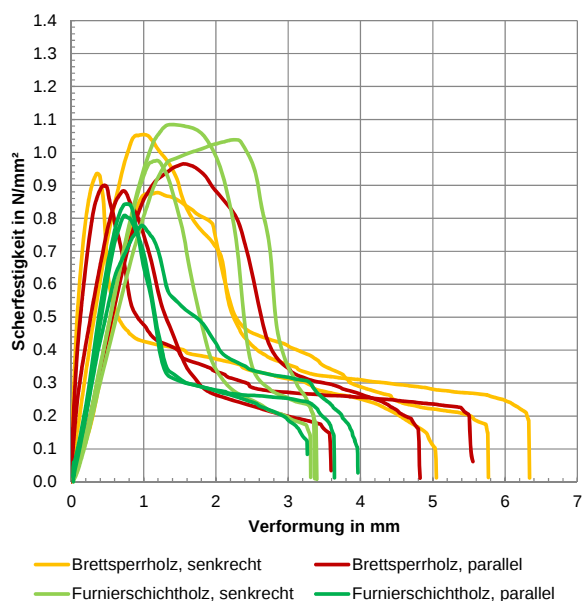


Abbildung 38: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Epoxidgrundierung und FLK-PMMA-Abdichtung

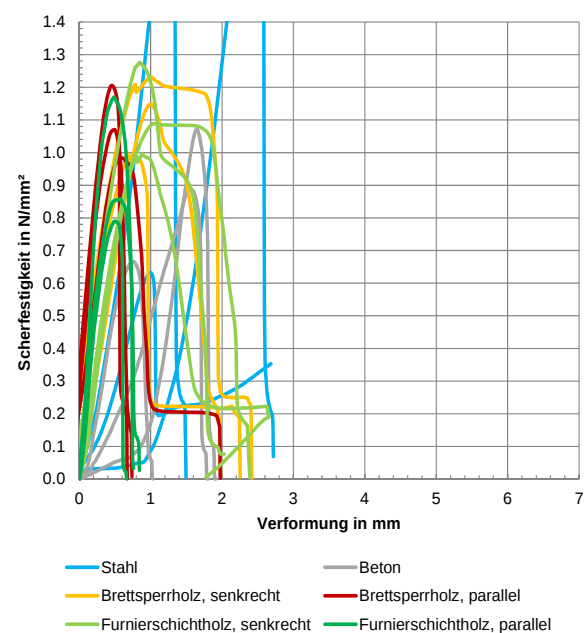


Abbildung 39: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Grundanstrich FLK-PMMA und FLK-PMMA-Abdichtung

Bei Aufbauten mit einer reinen Epoxidgrundierung kam es bei nahezu allen Prüfkörpern zu einer deutlichen Blasenbildung. Aufgrund der diffusionsoffenen Grundierung kommt es hierbei zu einem vermehrten Transport von Wasserdampf aus dem Holz bis unter die Abdichtung. Dieses führt dann zu einem partiellen Ablösen der Abdichtung und teilweise auch zu einem Aufplatzen dieser Blasen. Abbildung 40 bis Abbildung 42 zeigt dies sehr eindrücklich.

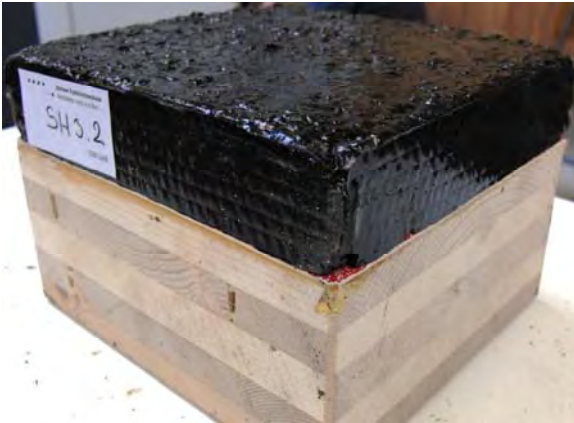


Abbildung 40: Prüfkörper aus Holz ohne Blasenbildung



Abbildung 41: Prüfkörper aus Holz mit Blasenbildung



Abbildung 42: Geöffneter Prüfkörper mit deutlicher Blasenbildung

Zudem verringerte sich die Scherfestigkeit im Vergleich zu einem Prüfkörper mit FLK-PMMA-Grundierung und FLK-PMMA-Abdichtung um ca. 15 % (Abbildung 43, Abbildung 44). Der Grund hierfür liegt in der, durch die Blasenbildung hervorgerufene, geringere Scherfläche zur Übertragung der Kräfte. Des Weiteren war zu beobachten, dass die sich das Abdichtungssystem durch die Blasenbildung deutlich duktiler zeigte. Eine zusätzliche mechanische Verzahnung durch die Blasen in der Grenzfläche könnte hierfür eine Erklärung liefern.

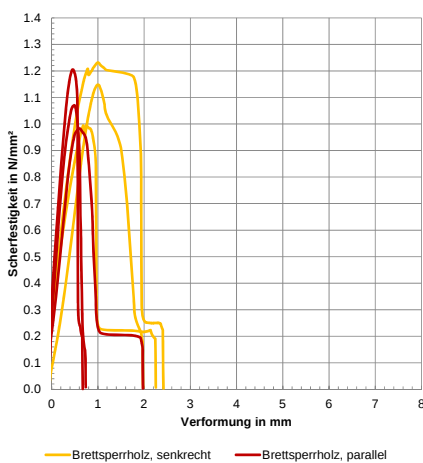


Abbildung 43: Spannungs-Verformungs-Diagramm mit FLK-PMMA-Grundierung und FLK-PMMA-Abdichtung

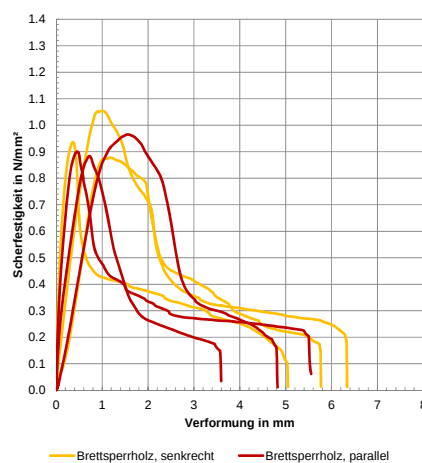


Abbildung 44: Spannungs-Verformungs-Diagramm mit Epoxidgrundierung und FLK-PMMA-Abdichtung

5.2 Haftzugprüfungen

Haftzugprüfungen werden als gängigste Prüfmethode vor Ort angewandt. Mittels einer mobilen Prüfmaschine können in-situ Materialprüfungen durchgeführt werden. Die Prüfung ist gemäss SN 640450a geregelt. Die Fa. BTS Baucontrol führte die Prüfungen im Labor der Berner Fachhochschule in Biel durch. Es wurde nur eine reduzierte Anzahl an Prüfkörpern untersucht, um eine Aussage über das generelle Haftverhalten auf Holzuntergründen zu bekommen. Diese Versuche sollten bei definitiven Aufbauten in grösserer Anzahl wiederholt werden.

5.2.1 Versuchsaufbau

Um eine ausreichende Haftung zum Prüfstempel zu erreichen, muss das Probenmaterial an der Oberfläche entsprechend vorbereitet werden. Die PBD-Abdichtung wurde mittels Bunsenbrenner erwärmt und anschliessend die oberste Schicht abgezogen. Der Haftvermittler (rot) aus der FLK-PMMA-Abdichtung wurde mittels Ethanol entfernt. Ein Prüfstempel wurde mit einem Cyanacrylat-Klebstoff aufgeklebt, und der Prüfbereich freigeschnitten, dass nur diese definierte Fläche geprüft wurde (Abbildung 45 und Abbildung 46). Die Prüfung erfolgte Kraftgesteuert mit 300 N/s.



Abbildung 45: Mobiles Haftzugprüfgerät der Fa. BTS Baucontrol

Abbildung 46: Haftzugprüfung auf PBD-Abdichtung

5.2.2 Ergebnisse

Alle Prüfkörper erfüllen die Anforderungen gemäss SN 640450a:2009. Abbildung 47 und Abbildung 48 zeigen exemplarisch zwei Prüfkörper nach bestandener Prüfung. Die Auswertung der Haftzugprüfung für die PBD-Abdichtung ist in Abbildung 49 dargestellt. Die geforderten Werte (rote Linie) werden sicher erreicht. Prüfungen 1-3 auf der FLK-PMMA-Abdichtung führten zu einem Versagen der Haftung zum Prüfstempel, worauf diese Serie wiederholt wurde. Bei den Prüfungen 4-6 können die Anforderungen sowohl bei den Einzelwerten wie auch bei den Mittelwerten erreicht werden (Abbildung 50). Die genauen Ergebnisse sind im Prüfprotokoll der Fa. BTS Baucontrol im Anhang C zu finden.



Abbildung 47: Probekörper mit PBD-Abdichtung nach bestandener Haftzugprüfung [9]



Abbildung 48: Probekörper mit FLK-PMMA-Abdichtung nach bestandener Haftzugprüfung [9]

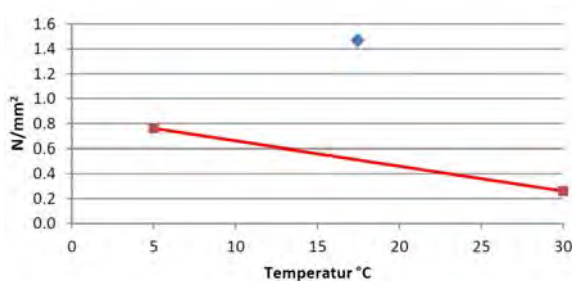


Abbildung 49: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Haftzugprüfung (PBD-Abdichtung) [9]

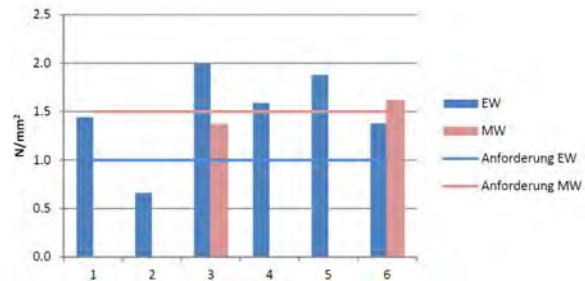


Abbildung 50: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Haftzugprüfung (FLK-PMMA-Abdichtung) [9]

5.3 Schlussfolgerungen

Mit den durchgeführten Scher- und Haftzugprüfungen kann eine ausreichende Haftung zum Holzuntergrund nachgewiesen werden. Die Ergebnisse liegen im Bereich der Beton- und Stahluntergründe. Die Verbundfestigkeit kann mit analogen Systemaufbauten wie im Massivbau erreicht werden.

Ein signifikanter Unterschied bei den Versagensmechanismen kann bezüglich der unterschiedlichen Abdichtungen festgestellt werden. Das deutlich duktilere Verhalten von PBD-Abdichtungen kommt den grösseren Verformungen einer Holzbrücke entgegen und verringert somit die Gefahr einer Rissbildung. Es sind weitere Untersuchungen durchzuführen, inwiefern sich das dynamische Langzeitverhalten einer Holzbrücke auf den Verbund der Abdichtungssysteme auswirkt.

Bei Abdichtungen mit PBD können quer zur Faser etwas höhere Kräfte übertragen werden als senkrecht zur Faser. Aufgrund der höheren aufnehmbaren Schubspannungen ist bei FLK-Abdichtungen eine Belastung parallel zur Faser sinnvoll.

Eine reine Epoxidgrundierung alleine reicht zur Verhinderung von Blasen nicht aus. Die Oberfläche muss hier immer versiegelt werden, bevor die Abdichtung bzw. der Gussasphalt aufgebracht wird.

Durch eine Blasenbildung im Asphalt reduziert sich die Scherfestigkeit im Vergleich zu einer ungestörten Probe um ca. 10-15 %.

6 ARBEITSPAKET 3: ERSTELLEN EINES DETAILKATALOGS / VORSCHLÄGE ANPASSUNG SN 640 451

Im Laufe des Projektes konnte aufgezeigt werden, dass im Rahmen einer Sanierung andere Anforderungen an Systemaufbauten und Detailausbildungen als an einen Neubau gestellt werden.

Die Systemaufbauten können i.d.R. entsprechend der aktuellen SN 640451 geplant werden. Zu Detailausbildungen des Randanschlusses und der Fahrbahnübergängen gibt es zum aktuellen Zeitpunkt keine allgemein gültigen Vorschriften.

Bei ungedeckten Brücken wird empfohlen, eine helle Abstreuerung auf der Deckschicht aufzubringen. Dies verringert die Oberflächentemperaturen des Asphalts im Sommer und wirkt einer nachträglichen Blasenbildung entgegen.

6.1 Neubau

Bei Systemaufbauten ohne Verbund wird auf die vorhandenen Darstellungen in der SN 640451 verwiesen. Abweichend hiervon ist zwingend, die Asphaltdicken der Schutzschicht auf 25 mm zu begrenzen (Abbildung 51). Bei hoch beanspruchten Asphaltbelägen (z.B. vor Rotlichtern oder Kurven) sollte ein dreischichtiger Asphaltaufbau (Abbildung 52) und somit eine Erhöhung der Asphaltdicke auf mind. 95 mm überlegt werden. Dies führt zu einer deutlich höheren Robustheit gegenüber einem „Aufwellen“ des Belags. Höhere Systemaufbauten können in der Planungsphase einfach berücksichtigt werden.

Systemaufbauten mit Schubverbund sind zwingend mit einer Oberflächenversiegelung auszubilden. Dies trägt deutlich zur Verringerung der Gefahr von Blasenbildung bei. Um beim Entfernen der Abdichtung Schäden auf der Fahrbahnplatte bei einer Fahrbahnsanierung zu verhindern, kann eine Verschleisschicht auf der Fahrbahnplatte hilfreich sein. Diese kann z.B. durch eine ausreichend dicke Holzwerkstoffplatte erreicht werden. Die Befestigung mit mechanischen Verbindungsmitteln ist entsprechend der zu übertragenden Horizontalkräfte für jedes Bauwerk nachzuweisen. Die Epoxidversiegelung ist dann auf der Verschleisschicht (hier eine Holzwerkstoffplatte) aufzubringen (Abbildung 53 und Abbildung 54). Diese Verschleisschicht kann im Rahmen der Sanierung einfach ausgetauscht werden.

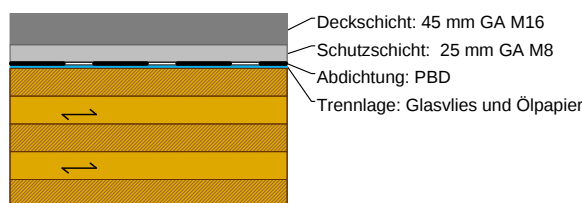


Abbildung 51: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm

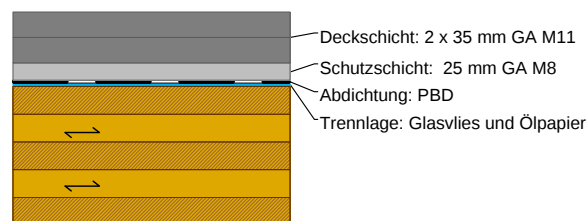


Abbildung 52: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/35 mm/35 mm

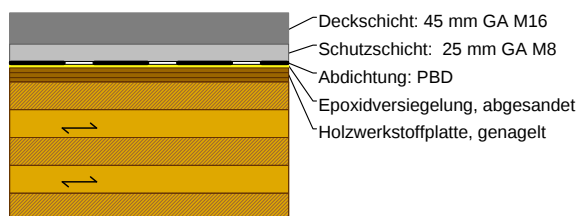


Abbildung 53: Systemaufbau mit Verbund auf HWS-Platte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm

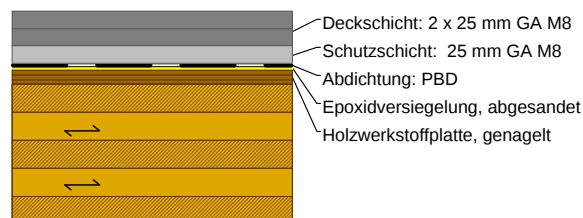


Abbildung 54: Systemaufbau mit Verbund auf HWS-Platte mit Asphaltaufbau 25 mm/25 mm/25 mm

6.2 Sanierung

Bei Fahrbahnsanierungen an bestehenden Brücken müssen die Gegebenheiten vor Ort individuell berücksichtigt werden. Hiervon betroffen sind insbesondere die maximale Höhe des Fahrbahnaufbaus und der Zustand der Fahrbahnplatte (u.a. Ebenheit, Holzfeuchte, usw.).

Bei Aufbauten ohne Schubverbund empfiehlt es sich meist, im Rahmen der Sanierungsmassnahme Dampfdruckentlüftungsbohrungen gemäss SN 640451 anzuordnen (sofern nicht vorhanden). Dieses kann einer Blasenbildung während des Einbaus entgegenwirken. Des Weiteren ist auch bei Sanierungen (und meist höheren Holzfeuchtwerten) eine maximale Schutzschichtdicke von 25 mm zu berücksichtigen (Abbildung 55 und Abbildung 56).

Bei Aufbauten mit schubfestem Verbund sind besondere Gegebenheiten zu beachten. Aufgrund einer bauseits maximal möglichen Fahrbahnaufbauhöhe ist ein zusätzlicher Einbau einer Verschleisssschicht nur in den seltensten Fällen möglich. Hierbei sind die Epoxidversiegelung und die Abdichtung direkt auf der Fahrbahnplatte aufzubringen (Abbildung 57 und Abbildung 58). Bei Holzfeuchten über 18 % sollte von einem Aufbau mit Schubverbund abgesehen werden. Hier kann es ansonsten zu einer vermehrten Blasenbildung kommen.

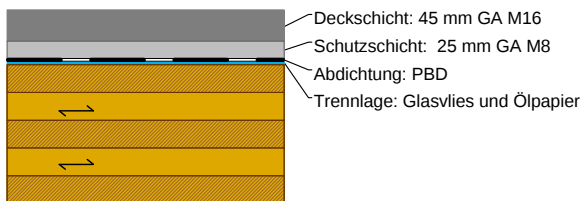


Abbildung 55: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm

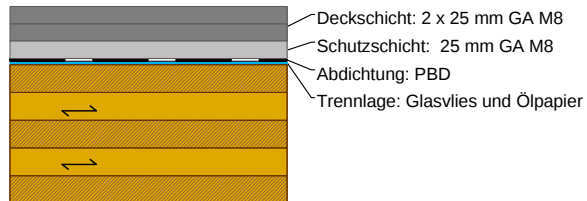


Abbildung 56: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/25 mm/25 mm

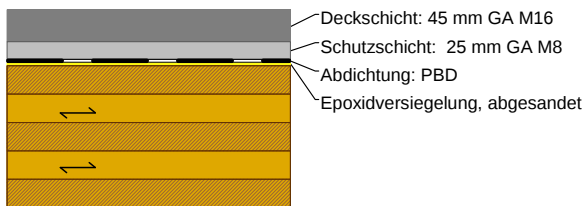


Abbildung 57: Systemaufbau mit Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm

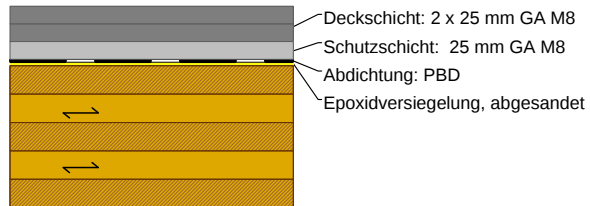


Abbildung 58: Systemaufbau mit Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/25 mm/25 mm

7 ZUSAMMENFASSUNG

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

Mit den durchgeführten Scher- und Haftzugprüfungen kann eine ausreichende Haftung der geprüften Abdichtungssysteme auf dem Holzuntergrund festgestellt und bewiesen werden. Die Verbundfestigkeit können mit denselben Systemaufbauten wie im Massivbau erreicht werden. Die Festigkeiten liegen im Bereich der Beton und Stahluntergründe. Ein deutlicher Unterschied beim Versagensmechanismus ist bezüglich der unterschiedlichen Abdichtungen festzustellen. Das deutlich duktilere Verhalten von PBD-Abdichtungen kommt den grösseren Verformungen einer Holzbrücke entgegen und verringert somit die Gefahr einer Rissbildung in der Asphaltschicht. Weitere Untersuchungen bezüglich des dynamischen Langzeitverhaltens einer Holzbrücke auf den Verbund der Abdichtungssysteme sind noch durchzuführen. Bei Abdichtungen mit PBD können senkrecht zur Faser etwas höhere Kräfte übertragen werden als parallel zur Faser. Aufgrund der höheren aufnehmbaren Schubspannungen ist bei FLK-Abdichtungen eine Belastung parallel zur Faser sinnvoll.

Durch eine Blasenbildung im Asphalt reduziert sich die Scherfestigkeit im Vergleich zu einer ungestörten Probe um ca. 10-15 %. Eine reine Epoxidgrundierung alleine reicht zur Verhinderung von Blasen nicht aus. Die Oberfläche bei Aufbauten mit schubfesten Verbund muss vor dem Einbau der Abdichtung bzw. des Gussasphalts immer versiegelt werden. Zur Verringerung der Gefahr der Blasenbildung während des Asphalteinbaus muss die Schichtdicke der Schutzschicht bei allen Aufbauten auf maximal 25 mm begrenzt werden [2]. Bei ungedeckten Brücken wird empfohlen, eine helle Abstreuerung auf die Deckschicht aufzubringen. Dies verringert die Oberflächentemperaturen des Asphalts im Sommer und wirkt einer nachträglichen Blasenbildung entgegen.

Im Rahmen einer Sanierung werden andere Anforderungen an die Detailaufbauten gestellt wie bei einem Neubau. Bei Systemaufbauten ohne Schubverbund kann durch einen dreilagigen Aufbau mind. 95 mm Dicke die Dauerhaftigkeit gegenüber „Aufwellen“ bei hohen Brems- und Beschleunigungskräften erhöht werden. Die Ausführung des Fahrbhauaufbaus mit schubfestem Verbund auf Fahrbahnplatten aus Holz haben zur Folge, dass bei der Erneuerung des Fahrbahnbelags und speziell der Abdichtungsschicht, die Fahrbahnplatte beschädigt wird. Bei der Entfernung der Abdichtung werden durch den Verbund die Holzfasern aus der Fahrbahnplatte „herausgerissen“. Eine Verschleisschicht auf der Fahrbahnplatte (z.B. eine ausreichend mechanisch befestigte Holzwerkstoffplatte) kann dies verhindern. Bei Holzfeuchten über 18 % sollte von einem Aufbau mit Schubverbund abgesehen werden. Hier kann es durch das grosse Wasservolumen ansonsten zu einer vermehrten Blasenbildung kommen.

Mit der wissenschaftlichen Begleitung der Sanierung der Bubeneibrücke (Kanton Bern, Schweiz) konnte bewiesen werden, dass mit den gewählten Massnahmen (Aufbau ohne Verbund, Entlüftungsöffnungen, max. Schutzschichtdicke von 25 mm) während des Gussasphalteinbaus auch bei hohen Holzfeuchten keine vermehrte Blasenbildung auftritt. Die Temperaturen in der Fahrbahnplatte aus Holz steigen nur sehr träge beim Einbau des in der Temperatur modifizierten Gussasphalts an. Ein schlagartiges Verdampfen von Wasser tritt entsprechend der Ergebnisse nicht auf.

Die Bauwerksunterlagen bzw. Baudokumentationen vorhandener Brückenbauwerke waren bei den meisten Eigentümern nur sehr lückenhaft vorhanden. Eine Auswertung und Bewertung der Abdichtungssysteme und Fahrbahnbeläge kann aufgrund der fehlenden Daten deshalb im Rahmen dieses Berichtes nicht erfolgen.

8 WISSENSTRANSFER

Über erste Ergebnisse aus dem Projekt wurden bereits auf folgenden Fachveranstaltungen vorgestellt:

- 2. Internationale Holzbrückentage, Bad Wörishofen, 2012; Referent Andreas Müller
- SAH-Statusseminar, Ittingen, 2012; Referent Florian Scharmacher
- AeschlEvent, Sursee, 2013; Referent Florian Scharmacher

Es sind weitere Publikationen in gängigen Fachzeitschriften sowie Referate bei nationalen und internationalen Konferenzen geplant.

Zusätzliche Kanäle des Wissenstransfers:

- Aktive Mitarbeit in der Expertenkommission 5.10 „Abdichtungssysteme und Innovationen“ des VSS und somit Mitwirkung bei der Normung durch Florian Scharmacher
- Vermittlung der aktuellen Ergebnisse in der Techniker-, Bachelor- und Masterausbildung

9 WEITERES VORGEHEN / WEITERER FORSCHUNGSBEDARF

Die Ergebnisse dieses Forschungsberichtes werden in die Arbeit des Normenausschusses der SN 640451 eingebracht und als Grundlage zur Revision (voraussichtlich 2014) verwendet.

Der hier erstellte Brückenkatalog sollte fortlaufend überarbeitet und ergänzt werden, um eine statistisch Signifikante Aussage über die Dauerhaftigkeit der unterschiedlichen Fahrbahnaufbauten zu erhalten.

Die Dauerhaftigkeit des Verbundverhaltens der diversen Abdichtungssysteme unter einer dynamischen Langzeitbelastung sollte weiter untersucht werden.

Wissenschaftlich von Bedeutung wäre, die Mechanismen des Wärme- und Feuchtetransportes in der Fahrbahnplatte als auch im Gussasphalt nähergehend zu untersuchen. Dieses ist sowohl für den Zeitpunkt des Gussasphalteinbaus als auch für den Gebrauchszustand unter geografischen wie auch meteorologischen Witterungseinflüssen zu bestimmen.

10 BESTIMMUNGEN ZUM VORLIEGENDEN BERICHT

Dieser Bericht darf nicht ohne Genehmigung der Berner Fachhochschule, Architektur, Holz und Bau auszugsweise vervielfältigt werden. Jegliche Veröffentlichung des Berichts oder von Teilen davon bedarf der schriftlichen Zustimmung der Fachhochschule. Ein Original dieses Berichts wird für 5 Jahre aufbewahrt. Dieser Bericht ist nur mit den Unterschriften des Abteilungsleiters F+E und des Projektverantwortlichen gültig.

10.1 Umfang des Berichts

Dieser Forschungsbericht besteht aus insgesamt 91 Seiten.

11 VERZEICHNISSE

11.1 Literaturverzeichnis

- [1] Schellenberg, K.: Modifikation des Asphalts als Fahrbahnbelag auf Holzbrücken, 1. Int. Holzbrückentage, Bad Wörishofen, 2010
- [2] Milbrandt, E., Schellenberg, K.: Eigning von bituminösen Belägen für Holzbrücken, Schlussbericht Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (DGfH), 1998
- [3] Raab, C., Partl, M.: Methoden zur Beurteilung des Schichtverbundes von Asphaltbelägen, EMPA-Forschungsbericht, ASTRA-Projekt FA 12/94, Bericht Nr. 442, 1999
- [4] Partl, M.: Asphalt und Bitumen, Skriptum zu Vorlesung, EMPA Dübendorf, 2011
- [5] ZTV-ING Teil 7: Zusätzliche Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten – Brückenbeläge, 2010
- [6] Gerold, M.: Musterzeichnungen als Grundlage zur ZTV-ING 9-3 für Holzbrücken, Abschlussbericht Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (Geh), 2006
- [7] Finger, A., Meili, M.: Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken, Forschungsbericht 115/49 EMPA, 2007
- [8] Durret, J.: Technischer Bericht Instandsetzungsprojekt „Instandsetzung Bubeneibrücke“, Ingenieurbüro Bächtold & Moor, 2012
- [9] Krüger, M.: Prüfprotokoll Haftzugprüfungen, Bericht Nr. D1.057.99-1, 2013
- [10] Horsch, B., Schwanger, K.: Brücken aus Holz – Konstruieren – Berechnen – Ausführen, Informationsdienst Holz, 1999
- [11] Kreuzinger, H.: Strassenbrücken – Anforderungen und Detaillösungen, 12. Int. Holzbau-Forum, Garmisch-Partenkirchen, 2006
- [12] Meyer, L., Morzier, C., Tissot J.B.: Holz-Beton-Verbundbrücken für den 40t-Verkehr im Kanton Freiburg, 11. Int. Holzbau-Forum, Garmisch-Partenkirchen, 2005
- [13] Milbrandt, E.: Konstruktion von Fahrbahnbelägen, in Brücken aus Holz, Informationsdienst Holz, 1999
- [14] Müller, A.: Holzbrücken: Statik und Bemessung, Holzbau, Vol.3, pp.27-31, 2009
- [15] Schellenberg, K.: Bituminöse Beläge auf Holzbrücken, 11. Int. Holzbau-Forum, Garmisch-Partenkirchen, 2005
- [16] Sperlein, K.-H., Kreuzinger, H., Pravida, J.: Von der Stahlbetonmassivbrücke zur Holzbrücke, staatliches Bauamt Passau, 2009
- [17] Tannert, T., Müller, A., Vogel, M., Kehl, D.: Long-term moisture measurement in block glued laminated timber bridges. Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure, Zürich, 2009
- [18] Tiefbauamt Kt. Bern: Neue Holzbrücken, Wettbewerb für die Erneuerung von vier Holzbrücken im oberen Emmental 1999/2000, 2000

11.2 Normenverzeichnis

- SN 640 450a:2008: Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Betonbrücken
- SN 640 451:2009: Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnbelägen aus Holz
- SN 641601-1:1999: Prüfplan für den bituminösen Belagsbau
- SN 671961:2000: Bituminöses Mischgut, Bestimmung des Schichtverbundes (nach Leutner)

11.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Abdichtungssystems.....	3
Abbildung 2: Übersicht über die Systemaufbauten auf Fahrbahnplatten aus Holz gemäss SN 640451:2009	5
Abbildung 3: Dampfdruckentspannungsöffnung (Bildquelle: Aeschlimann AG)	6
Abbildung 4: Systemaufbau auf Beton gemäss ZTV-ING Teil 7, Abschn. 1 [5]	7
Abbildung 5: Musteraufbau für Gussasphaltbelag [6]	7
Abbildung 6: Fahrbahnplatte mit beschädigter Abdichtung nach Entfernung des Asphaltbelags (Bildquelle: Kt. Tiefbauamt Bern).....	8
Abbildung 7: Messstellenplan der Holzfeuchtemessungen an der Bubeneibrücke (Seite Schüpbach)	11
Abbildung 8: Messstellenplan der Holzfeuchtemessungen an der Bubeneibrücke (Seite Eggwil)	11
Abbildung 9: Teilöffnung der Fahrbahnplatte am 11.06.2012	13
Abbildung 10: Mechanische Beschädigung an Fahrbahnoberseite	13
Abbildung 11: Fahrbahnplatte, Unterwasserseite	13
Abbildung 12: Fahrbahnplatte, Oberwasserseite	13
Abbildung 13: Systemaufbau des neuen Fahrbahnbelags auf der Bubeneibrücke	14
Abbildung 14: Temperaturmessstellen der Fahrbahn-platte	14
Abbildung 15: Temperaturmessung an der Bubeneibrücke	14
Abbildung 16: Temperaturmessung der Schutzschicht und der Fahrbahnplatte aus Holz	15
Abbildung 17: Schematische Darstellung des Prüfaufbaus zur Scherprüfung.....	16
Abbildung 18: Eingerichtete Prüfmaschine (Schenk, 250 kN) zur Scherprüfung.....	17
Abbildung 19: Eingerichtete Prüfmaschine zur Scherprüfung, Detail	17
Abbildung 20: Prüfkörper aus Beton mit PBD-Abdichtung	18
Abbildung 21: Prüfkörper aus Beton mit FLK-Abdichtung.....	18
Abbildung 22: Prüfkörper aus Stahl mit PBD-Abdichtung	18
Abbildung 23: Prüfkörper aus Stahl mit FLK-Abdichtung	18
Abbildung 24: Prüfkörper aus Brettsperholz mit PBD-Abdichtung	18
Abbildung 25: Prüfkörper aus Brettsperholz mit FLK-Abdichtung.....	18
Abbildung 26: Prüfkörper aus Furnierschichtholz mit PBD-Abdichtung	18
Abbildung 27: Prüfkörper aus Furnierschichtholz mit FLK-Abdichtung	18
Abbildung 28: Verformter Prüfkörper aus Beton mit PBD-Abdichtung.....	19
Abbildung 29: Verformter Prüfkörper aus Furnierschichtholz mit PBD-Abdichtung.....	19
Abbildung 30: Prüfkörper aus Stahl mit FLK-PMMA-Abdichtung nach erfolgter Scherprüfung	19
Abbildung 31: Prüfkörper aus Holz mit FLK-PMMA-Abdichtung nach erfolgter Scherprüfung	20
Abbildung 32: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Beton	20
Abbildung 33: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Stahl.....	20
Abbildung 34: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Brettsperholz	20
Abbildung 35: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Untergründen aus Furnierschichtholz	20
Abbildung 36: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Epoxidversiegelung/Primer und PBD-Abdichtung	21
Abbildung 37: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Grundanstrich FLK-PMMA und PBD-Abdichtung	21
Abbildung 38: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Epoxidgrundierung und FLK-PMMA-Abdichtung	21
Abbildung 39: Spannungs-Verformungs-Diagramm bei Aufbauten mit Grundanstrich FLK-PMMA und FLK-PMMA-Abdichtung	21
Abbildung 40: Prüfkörper aus Holz ohne Blasen-bildung.....	22
Abbildung 41: Prüfkörper aus Holz mit Blasenbildung	22
Abbildung 42: Geöffneter Prüfkörper mit deutlicher Blasenbildung	22

Abbildung 43: Spannungs-Verformungs-Diagramm mit FLK-PMMA-Grundierung und FLK-PMMA-Abdichtung.....	22
Abbildung 44: Spannungs-Verformungs-Diagramm mit Epoxidgrundierung und FLK-PMMA-Abdichtung.....	22
Abbildung 45: Mobiles Haftzugprüfgerät der Fa. BTS Baucontrol	23
Abbildung 46: Haftzugprüfung auf PBD-Abdichtung	23
Abbildung 47: Probekörper mit PBD-Abdichtung nach bestandener Haftzugprüfung [9]	24
Abbildung 48: Probekörper mit FLK-PMMA-Abdichtung nach bestandener Haftzugprüfung [9]	24
Abbildung 49: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Haftzugprüfung (PBD-Abdichtung) [9]	24
Abbildung 50: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Haftzugprüfung (FLK-PMMA-Abdichtung) [9]	24
Abbildung 51: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm	25
Abbildung 52: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/35 mm/35 mm.....	25
Abbildung 53: Systemaufbau mit Verbund auf HWS-Platte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm.....	25
Abbildung 54: Systemaufbau mit Verbund auf HWS-Platte mit Asphaltaufbau 25 mm/25 mm/25 mm.....	25
Abbildung 55: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm	26
Abbildung 56: Systemaufbau ohne Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/25 mm/25 mm.....	26
Abbildung 57: Systemaufbau mit Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/45 mm	26
Abbildung 58: Systemaufbau mit Verbund auf Fahrbahnplatte mit Asphaltaufbau 25 mm/25 mm/25 mm.....	26

11.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Allgemeine Informationen einer Beispielbrücke	9
Tabelle 2: Informationen zum Fahrbahnaufbau einer Beispielbrücke	10
Tabelle 3: Informationen zum Zustand einer Beispielbrücke	10
Tabelle 4: Ergebnisse Holzfeuchtemessung vom 31.05.2012	12
Tabelle 5: Schichtaufbauten der Prüfkörper	18

Anhang A BRÜCKENKATALOG

A.1	Schüpbachbrücke	33
A.2	Schachenhausbrücke	34
A.3	Bubeneibrücke	35
A.4	Oelibrücke	36
A.5	Gürbebrücke	37
A.6	Dörflibrücke	38
A.7	Mülibrücke	39
A.8	Aarebrücke	40
A.9	Zulgbrücke	41
A.10	Reckentalbrücke	42
A.11	Geisseggbrücke	43
A.12	Chlosterbrücke (Hüselibrücke)	44
A.13	Wüstenbachbrücke	45
A.14	Tächelbrücke (Heidenweidli)	46
A.15	Obermattbrücke	47
A.16	Kemmeribodenbrücke	48
A.17	Lengnaumoos Witi	49
A.18	Wiggerbrücke	50
A.19	Schartenmattbrücke	51
A.20	Buechstalden	52
A.21	Waldmattbrücke (Luthernbrücke)	53
A.22	Suhrebrücke	54
A.23	Ruchmülibrücke	55
A.24	Zollhausbrücke	56
A.25	AF Le Pâquier	57
A.26	Rcom Pâla (Pont de la Pala)	58
A.27	AF La Rochena (La Rouclina)	59
A.28	RC Le Pâquier	60
A.29	Rcom Planchy	61
A.30	AF Planchy (Les Mosseires)	62
A.31	Rcom Léchère (La Combe)	63
A.32	Crestawald-Brücke (Festungsmuseumsbrücke)	64
A.33	Cumpogna-Brücke	65
A.34	Punt San Nicla	66
A.35	Punt La Rescia	67
A.36	Bündeltibrücke	68
A.37	Hellstutzbrücke	69
A.38	Saga-Steg	70
A.39	Futterplatzbrücke	71
A.40	Untere Litzitobelbrücke	72
A.41	Ronatobelbrücke	73
A.42	Punt la Resgia	74
A.43	Lengnaumoos Gumme	75
A.44	Kirchenbrücke	76
A.45	Horenbrücke	77

A.1 SCHÜPBACHBRÜCKE



Schüpbachbrücke, Schüpbach (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schüpbach (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	671 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Signau	<i>Baujahr:</i>	1839
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	Vollholz		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	8.8 m **	<i>Brückenlänge:</i>	54.0 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	48.7 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Bohlenbelag	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	Risse im Asphalt		

A.2 SCHACHENHAUSBRÜCKE



Schachenhausbrücke, Trub (BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Trub (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	keine Angabe
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Bern	<i>Baujahr:</i>	2000
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	keine Angabe		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	7.7 m	<i>Brückenlänge:</i>	20.4 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	20.4 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.3 BUBENEIBRÜCKE



Bubeneibrücke, Signau (BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Signau (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	keine Angabe
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Bern	<i>Baujahr:</i>	1837
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Bächtold & Moor Ingenieure, Bern BE		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	7.0 m **	<i>Brückenlänge:</i>	50.0 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	43.4 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	PBD - Abdichtungen
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	MA 8 TNP 25 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	MA 16 TNP 47 mm
<i>Schubverbund:</i>	nein	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	Risse im Asphalt		

A.4 OELIBRÜCKE



Oelibrücke, Trubschachen (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Trubschachen (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	keine Angabe
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Bern	<i>Baujahr:</i>	1831
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Hängewerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	keine Angabe		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.8 m **	<i>Brückenlänge:</i>	28.8 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	24.0 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	nein	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.5 GÜRBEBRÜCKE



Gürbebrücke, Wattenwil (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Wattenwil (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	621 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Wattenwil	<i>Baujahr:</i>	1992
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	32 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Fritz Allenbach, Parallelstrasse, Frutigen BE		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	5.8 m **	<i>Brückenlänge:</i>	20.0 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	20.0 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe	<i>Abdichtung:</i>	PBD - Abdichtungen 1-lagig
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	AC 16 N 40 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	AC 6 N 30 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe

A.6 DÖRFLIBRÜCKE



Dörflibrücke, Eggwil (BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Eggiwil (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	keine Angabe
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Bern	<i>Baujahr:</i>	1984
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	7.5 m **	<i>Brückenlänge:</i>	31.0 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	30.6 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	30 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	30 mm
<i>Schubverbund:</i>	nein	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	2011
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	Risse im Asphalt		

A.7 MÜLIBRÜCKE



Mülibrücke, Schangnau (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schangnau (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	860 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Schangnau	<i>Baujahr:</i>	1866/1998
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Wüthrich Ing. & Planungs AG, Langnau BE		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m **	<i>Brückenlänge:</i>	25.0 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	25.0 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	SMA 16 N 60 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	1998	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	1998
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.8 AAREBRÜCKE



Aarebrücke, Aarebrücke)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Büren a.d. Aare (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	435 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Bern	<i>Baujahr:</i>	1990
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	16 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Bächtold & Moor Ingenieure, Bern BE; Marchand + Partner AG, Bern BE		

<i>Statisches System:</i>	Hängewerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.8 m**	<i>Brückenlänge:</i>	107.6 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	16.6 m bis 32.8 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	Bitumenemulsion
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	SMA 16 S 90 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	14.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	Abplatzungen		

A.9 ZULGBRÜCKE



Zulgbrücke, Steffisburg (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Steffisburg (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	566 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Bern	<i>Baujahr:</i>	1937
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Ing. Gärtl AG, Uetendorf BE		

<i>Statisches System:</i>	Fachwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	Vollholz		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	7.0 m **	<i>Brückenlänge:</i>	31.6 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	28.4 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	keine Angabe	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	1993	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	1993
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.10 RECKENTALBRÜCKE



Reckentalbrücke, Kandergrund (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Kandergrund (BE)	Höhe (m.ü.Meer):	815 m
Eigentümer:	Gem. Kandergrund	Baujahr:	2006
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	40 t
Planer/Ingenieur:	Rieder Bauingenieur AG, Frutigen		

Statisches System:	Hängewerk	gedeckte Brücke:	ja
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	3.8 m	Brückenlänge:	18.3 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	18.3 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	BSH liegend	Abdichtung:	PBD - Abdichtungen 2-lagig
Fahrbahnübergang:	geschlossen	Schutzschicht:	70mm ACT 22 N
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	30 mm AC 8 N
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	ja

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.11 GEISSEGGBRÜCKE



Geisseggbrücke, Eriz (BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Eriz (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	1042 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Eriz	<i>Baujahr:</i>	2002
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Timbatec GmbH, Thun BE		

<i>Statisches System:</i>	Hängewerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m **	<i>Brückenlänge:</i>	12.8 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	11.5 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Brettsper Holz	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.12 CHLOSTERBRÜCKE (HÜSELIBRÜCKE)



Klosterbrücke, Därstetten (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Därstetten (BE)	Höhe (m.ü.Meer):	721 m
Eigentümer:	Gem. Därstetten	Baujahr:	1945/1995
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	28 t
Planer/Ingenieur:	Fritz Allenbach, Parallelstrasse, Frutigen BE		

Statisches System:	Sprengwerk	gedeckte Brücke:	ja
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	4.0 m	Brückenlänge:	25.40 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	21.5 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	QS-Holzplatte	Abdichtung:	PBD - Abdichtungen 1-lagig
Fahrbahnübergang:	keine Angabe	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	1995	der Fahrbahnplatte:	1995
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.13 WÜSTENBACHBRÜCKE



Wüstenbachbrücke, Oberwil (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Oberwil (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	839 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Oberwil	<i>Baujahr:</i>	1788
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Hängewerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	Vollholz		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	5.25 m	<i>Brückenlänge:</i>	12.1 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	12.1 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Bohlenbelag	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	offen, Winkelleisen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	AC T 11 L
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	1986 (Neubau)	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	2009
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		
<i>erfasste Schäden:</i>	Risse im Asphalt		

A.14 TÄCHELBRÜCKE (HEIDENWEIDLI)



Tächelbrücke (Heidenweidli), Oberwil (BE)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Oberwil (BE)	Höhe (m.ü.Meer):	781 m
Eigentümer:	Gem. Oberwil	Baujahr:	1957
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	16 t
Planer/Ingenieur:	keine Angabe		

Statisches System:	Fachwerk	gedeckte Brücke:	ja
Haupttragwerk:	Vollholz		

Fahrbahnbreite:	2.9 m**	Brückenlänge:	20.6 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	20.6 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Bohlenbelag	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	offen, Winkeleisen	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	AC T 11 L
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	2009
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.15 OBERMATTBRÜCKE



Obermattbrücke, Obermatt (BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Obermatt (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	648 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Bern	<i>Baujahr:</i>	2007
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Paul Grunder AG, Teufen AR		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m	<i>Brückenlänge:</i>	35.0 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	32.0 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	offen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.16 KEMMERIBODENBRÜCKE



Kemmeribodenbrücke, Schangnau (BE)

(Bildquelle: Bächtold & Moor Ingenieure, Bern BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schangnau (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	976 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Schangnau	<i>Baujahr:</i>	2009
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Bächtold & Moor Ingenieure, Bern BE		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m	<i>Brückenlänge:</i>	25.2 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	25.2 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	PBD - Abdichtungen 1-lagig
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	MA 11 S 35 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	MA 8 N 35 mm
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.17 LENGNAUMOS WITI



L engnaumos Witi, Pieterlen (BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Pieterlen (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	429 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton BE	<i>Baujahr:</i>	2000
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	keine Angabe
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Hängewerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Rundholz		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m **	<i>Brückenlänge:</i>	13.6 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	13.6 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	2006
<i>der letzten Begehung:</i>	14.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.18 WIGGERBRÜCKE



Wiggerbrücke, Egolzwil (LU)

(Bildquelle: Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau AG, Rain LU)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Egolzwil (LU)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	keine Angabe
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Egolzwil	<i>Baujahr:</i>	2005
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau AG, Rain LU		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	3.9 m **	<i>Brückenlänge:</i>	20.0 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	20.0 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Brettsper Holz	<i>Abdichtung:</i>	FLK - Abdichtungen
<i>Fahrbahnübergang:</i>	keine Angabe	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.19 SCHARTENMATTBRÜCKE



Schartenmattbrücke, Marbach (LU)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Marbach (LU)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	788 m
<i>Eigentümer:</i>	Urs Stadelmann	<i>Baujahr:</i>	2002
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau AG, Rain LU		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	3.8 m	<i>Brückenlänge:</i>	20.0 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	19.6 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Brettspertholz	<i>Abdichtung:</i>	FLK - Abdichtungen
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	24.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.20 BUECHSTALDEN



Buechstalden, Schüpfheim (LU)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schüpfheim (LU)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	1030 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Schüpfheim	<i>Baujahr:</i>	keine Angabe
<i>Nutzung:</i>	Forst- und Landwirtschaft	<i>max. zul. Belastung:</i>	12 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	AG Baukonstruktion, Ingenieurholzbau und Bauphysik Uni Siegen		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Hohlkasten aus FSH und QS-Platte		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m **	<i>Brückenlänge:</i>	14.5 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	14.5 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	keine Angabe	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.21 WALDMATTBRÜCKE (LUTHERNBRÜCKE)



Waldmattbrücke (Luthernbrücke), Schötz Ohmstal (LU)

(Bildquelle: PROHOLZ Lignum Luzern, Rothenburg)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schötz Ohmstal (LU)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	510 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Luzern	<i>Baujahr:</i>	2010
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Makiol + Wiederkehr, Beinwil am See AG		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH blockverleimt		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	9.2 m **	<i>Brückenlänge:</i>	13.1 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	13.1 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Furniersperrholz	<i>Abdichtung:</i>	PBD - Abdichtungen 1-lagig
<i>Fahrbahnübergang:</i>	offen	<i>Schutzschicht:</i>	MA 50 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	MA 40 mm
<i>Schubverbund:</i>	nein	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.22 SUHREBRÜCKE



Suhrebrücke, Reitnau (AG)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Reitnau (AG)	Höhe (m.ü.Meer):	476 m
Eigentümer:	keine Angabe	Baujahr:	keine Angabe
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	keine Angabe
Planer/Ingenieur:	keine Angabe		

Statisches System:	Einfeldträger	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	Holz-Beton-Verbund		

Fahrbahnbreite:	5.0 m	Brückenlänge:	12.5 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	11.5 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	offen	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Gussasphalt	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.23 RUCHMÜLIBRÜCKE



Ruchmülibrücke, Albligen (FR)

Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder

Allgemeine Infos			
Standort:	Albligen (FR)	Höhe (m.ü.Meer):	616 m
Eigentümer:	Kanton Bern	Baujahr:	1886
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	28 t
Planer/Ingenieur:	keine Angabe		

Statisches System:	Bogentragwerk	gedeckte Brücke:	ja
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	6.0 m **	Brückenlänge:	39.8 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	39.0 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	keine Angabe	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	1977	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.24 ZOLLHAUSBRÜCKE



Zollhausbrücke, Sangernboden (FR)

(Bildquelle: Laurent Meyer; Tiefbauamt des Kantons Schweiz, Freiburg)

Allgemeine Infos			
Standort:	Sangernboden (FR)	Höhe (m.ü.Meer):	871 m
Eigentümer:	Kanton Fribourg	Baujahr:	1998
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	28 t
Planer/Ingenieur:	keine Angabe		

Statisches System:	Bogentragwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	7.0 m	Brückenlänge:	25.1 m
Gehweg:	ja	Spannweite(n):	24.2 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	keine Angabe	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.25 AF LE PÂQUIER



AF Le Pâquier, Bulle (FR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Bulle (FR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	749 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Fribourg	<i>Baujahr:</i>	2005
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Association Sud Ingénieurs, Bulle FR		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Rippenplatte in HBV		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	5.0 m	<i>Brückenlänge:</i>	25.9 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	25.9 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Beton	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	AC 16 N 50 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	AC MR 11 N 40 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	10.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.26 RCOM PÂLA (PONT DE LA PALA)



Rcom Pâla, Bulle (FR)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Bulle (FR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	784 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Fribourg	<i>Baujahr:</i>	2006
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Association Sud Ingénieurs, Bulle FR		

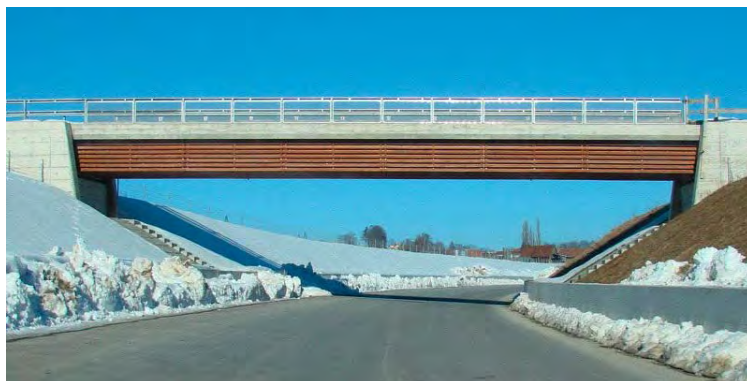
<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	13.0 m	<i>Brückenlänge:</i>	26.5 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	26.5 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Beton	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	10.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.27 AF LA ROCHENA (LA ROUCLINA)



AF La Rochena (La Rouclina), Bulle (FR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Bulle (FR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	752 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Fribourg	<i>Baujahr:</i>	2006
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Association Sud Ingénieurs, Bulle FR		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Rippenplatte in HBV		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m	<i>Brückenlänge:</i>	25.6 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	25.6 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Beton	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	AC 11 N 35 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	AC 11 N 35 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	10.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	Risse im Fahrbahnübergang		

A.28 RC LE PÂQUIER



RC Le Pâquier, Bulle (FR)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Bulle (FR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	748 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Fribourg	<i>Baujahr:</i>	2006
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	28 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Association Sud Ingénieurs, Bulle FR		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Rippenplatte in HBV		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	11.4 m	<i>Brückenlänge:</i>	25.9 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	25.9 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Beton	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	AC 16 N 50 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	AC 11 N 40 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	10.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.29 RCOM PLANCHY



Rcom Planchy, Bulle (FR)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Bulle (FR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	770 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton Fribourg	<i>Baujahr:</i>	2005
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	40 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Association Sud Ingénieurs, Bulle FR		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Rippenplatte in HBV		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	13.0 m	<i>Brückenlänge:</i>	25.9 m
<i>Gehweg:</i>	ja	<i>Spannweite(n):</i>	25.9 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Beton	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	AC 16 N 50 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	AC 11 N 40 mm
<i>Schubverbund:</i>	ja	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	10.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	Risse im Fahrbahnübergang		

A.30 AF PLANCHY (LES MOSSEIRES)



AF Planchy (Les Mosseires), Bulle (FR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Bulle (FR)	Höhe (m.ü.Meer):	770 m
Eigentümer:	Kanton Fribourg	Baujahr:	2005
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	28 t
Planer/Ingenieur:	Association Sud Ingénieurs, Bulle FR		

Statisches System:	Einfeldträger	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	Rippenplatte in HBV		

Fahrbahnbreite:	13.0 m	Brückenlänge:	33.5 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	33.5 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	geschlossen	Schutzschicht:	AC 11 N 35 mm
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	AC 11 N 35 mm
Schubverbund:	ja	Entwässerung:	ja

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	10.02.2012		
erfasste Schäden:	keine Schäden ersichtlich		

A.31 RCOM LÉCHÈRE (LA COMBE)



Rcom Léchère (La Combe), Bulle (FR)

(Bildquelle: Laurent Meyer; Tiefbauamt des Kantons Schweiz, Freiburg)

Allgemeine Infos			
Standort:	Bulle (FR)	Höhe (m.ü.Meer):	756 m
Eigentümer:	Kanton Fribourg	Baujahr:	2005
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	40 t
Planer/Ingenieur:	Association Sud Ingénieurs, Bulle FR		

Statisches System:	Einfeldträger	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	Rippenplatte in HBV		

Fahrbahnbreite:	9.3 m	Brückenlänge:	28.2 m
Gehweg:	ja	Spannweite(n):	28.2 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	geschlossen	Schutzschicht:	AC 16 N 50 mm
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	AC MR 11 N 40 mm
Schubverbund:	ja	Entwässerung:	ja

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	10.02.2012		
erfasste Schäden:	keine Schäden ersichtlich		

A.32 CRESTAWALD-BRÜCKE (FESTUNGSMUSEUMSBRÜCKE)



Crestawald-Brücke (Festungsmuseumsbrücke), Sufers (GR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Sufers (GR)	Höhe (m.ü.Meer):	1333 m
Eigentümer:	Festungsmuseum	Baujahr:	2008
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	keine Angabe
Planer/Ingenieur:	keine Angabe		

Statisches System:	Bogentragwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	3.5 m	Brückenlänge:	32.1 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	32.1 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	FLK - Abdichtungen
Fahrbahnübergang:	keine Angabe	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Gussasphalt	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.33 CUMPOGNA-BRÜCKE



Cumpogna-Brücke, Tiefencastel (GR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Tiefencastel (GR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	895 m
<i>Eigentümer:</i>	Gem. Tiefencastel	<i>Baujahr:</i>	1999
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	12 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m	<i>Brückenlänge:</i>	30.0 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	30.0 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	keine Angabe	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Asphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.34 PUNT SAN NICLA



Punt San Nicla, San Nicla (GR)

Allgemeine Infos			
Standort:	San Nicla (GR)	Höhe (m.ü.Meer):	1063 m
Eigentümer:	Kanton Graubünden	Baujahr:	1993
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	28 t
Planer/Ingenieur:	keine Angabe		

Statisches System:	Bogentragwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	6.5 m **	Brückenlänge:	39.0 m
Gehweg:	ja	Spannweite(n):	39.0 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	QS-Holzplatte	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	geschlossen	Schutzschicht:	ACT 16 N 70 mm
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	AC II N 40 mm
Schubverbund:	nein	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.35 PUNT LA RESCIA



P unt La Rescia, Ramosch (GR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Ramosch (GR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	1089 m
<i>Eigentümer:</i>	Gemeinde Ramosch	<i>Baujahr:</i>	1939
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	10 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Bogentragwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	ja
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	3.6 m **	<i>Brückenlänge:</i>	46.0 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	46.0 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Beton	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	keine Angabe	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	1990	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.36 BÜNDELTIBRÜCKE



Bündeltibrücke, Klosters-Serneus (GR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Klosters-Serneus (GR)	Höhe (m.ü.Meer):	1207 m
Eigentümer:	Klosters-Serneus	Baujahr:	2011
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	40 t
Planer/Ingenieur:	keine Angabe		

Statisches System:	Bogentragwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	5.1 m **	Brückenlänge:	24.5 m
Gehweg:	ja	Spannweite(n):	24.5 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	keine Angabe	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Beton	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.37 HELLSTUTZBRÜCKE



Hellstutzbrücke, Schiers (GR)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schiers (GR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	960 m
<i>Eigentümer:</i>	Gemeinde Schiers	<i>Baujahr:</i>	1987
<i>Nutzung:</i>	Forst- und Landwirtschaft	<i>max. zul. Belastung:</i>	32 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Walter Bieler AG, Bonaduz GR		

<i>Statisches System:</i>	Hängewerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	3.5 m **	<i>Brückenlänge:</i>	13.8 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	13.8 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	offen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	2006
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.38 SAGA-STEG



Saga-Steg, Schiers (GR)

Allgemeine Infos			
Standort:	Schiers (GR)	Höhe (m.ü.Meer):	644 m
Eigentümer:	Gemeinde Schiers	Baujahr:	1991
Nutzung:	Forst- und Landwirtschaft	max. zul. Belastung:	32 t
Planer/Ingenieur:	Walter Bieler AG, Bonaduz GR		

Statisches System:	Sprengwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	3.6 m	Brückenlänge:	36.4 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	25.5 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	QS-Holzplatte	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	offen	Schutzschicht:	keine Angabe
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	nein

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	2006
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.39 FUTTERPLATZBRÜCKE



Futterplatzbrücke, Schiers (GR)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schiers (GR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	keine Angabe
<i>Eigentümer:</i>	Gemeinde Schiers	<i>Baujahr:</i>	1988
<i>Nutzung:</i>	Forst- und Landwirtschaft	<i>max. zul. Belastung:</i>	32 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Walter Bieler AG, Bonaduz GR		

<i>Statisches System:</i>	Sprengwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	BSH		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	3.5 m **	<i>Brückenlänge:</i>	22.7 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	22.7 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	offen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Walzasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	2006
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.40 UNTERE LITZITOBELBRÜCKE



Untere Litzitobelbrücke, Schiers (GR)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Schiers (GR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	keine Angabe
<i>Eigentümer:</i>	Gemeinde Schiers	<i>Baujahr:</i>	1988
<i>Nutzung:</i>	Forst- und Landwirtschaft	<i>max. zul. Belastung:</i>	32 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Walter Bieler AG, Bonaduz GR		

<i>Statisches System:</i>	Einfeldträger	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	QS-Holzplatte		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	3.5 m **	<i>Brückenlänge:</i>	6.5 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	6.5 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	offen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Beton	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	nein

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	2011
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.41 RONATOBELBRÜCKE



Ronatobelbrücke, Furna, Fideris (GR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Furna, Fideris (GR)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	1235 m
<i>Eigentümer:</i>	Wegkonsortium Furnatobel	<i>Baujahr:</i>	1991
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	keine Angabe
<i>Planer/Ingenieur:</i>	Johannes Fromm, Landquart GR		

<i>Statisches System:</i>	Sprengwerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Rippenplatte in HBV		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	3.5 m	<i>Brückenlänge:</i>	50.0 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	50.0 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	Beton	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	keine Angabe	<i>Schutzschicht:</i>	120 mm
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Beton	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	keine Angabe
<i>der letzten Begehung:</i>	keine Angabe		

A.42 PUNT LA RESGIA



Punta la Resgia, Innerferrera (GR)

(Bildquelle: www.swiss-timber-bridges.ch, W.Minder)

Allgemeine Infos			
Standort:	Innerferrera (GR)	Höhe (m.ü.Meer):	1475 m
Eigentümer:	Kanton Graubünden	Baujahr:	1998
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	keine Angabe
Planer/Ingenieur:	Johannes Fromm, Landquart GR		

Statisches System:	Bogentragwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	3.5 m	Brückenlänge:	60.5 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	45.7 m

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Beton	Abdichtung:	keine Angabe
Fahrbahnübergang:	keine Angabe	Schutzschicht:	70 mm
Fahrbahnbelag:	Walzasphalt	Deckschicht:	keine Angabe
Schubverbund:	keine Angabe	Entwässerung:	keine Angabe

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.43 LENGNAUMOOS GUMME



L engnaumoos Gumme, Pieterlen (BE)

Allgemeine Infos			
<i>Standort:</i>	Pieterlen (BE)	<i>Höhe (m.ü.Meer):</i>	429 m
<i>Eigentümer:</i>	Kanton BE	<i>Baujahr:</i>	1999
<i>Nutzung:</i>	Strassenbrücke	<i>max. zul. Belastung:</i>	50 t
<i>Planer/Ingenieur:</i>	keine Angabe		

<i>Statisches System:</i>	Hängewerk	<i>gedeckte Brücke:</i>	nein
<i>Haupttragwerk:</i>	Rundholz		

<i>Fahrbahnbreite:</i>	4.0 m **	<i>Brückenlänge:</i>	13.6 m
<i>Gehweg:</i>	nein	<i>Spannweite(n):</i>	13.6 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
<i>Fahrbahnplatte:</i>	QS-Holzplatte	<i>Abdichtung:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnübergang:</i>	geschlossen	<i>Schutzschicht:</i>	keine Angabe
<i>Fahrbahnbelag:</i>	Gussasphalt	<i>Deckschicht:</i>	keine Angabe
<i>Schubverbund:</i>	keine Angabe	<i>Entwässerung:</i>	ja

Informationen zum Zustand			
<i>Datum der letzten Sanierung</i>			
<i>des Tragsystems:</i>	keine Angabe	<i>der Fahrbahnplatte:</i>	2006
<i>der letzten Begehung:</i>	14.02.2012		
<i>erfasste Schäden:</i>	keine Schäden ersichtlich		

A.44 KIRCHENBRÜCKE



Kirchenbrücke, Muotathal (SZ)

(Bildquelle: Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau AG, Rain LU)

Allgemeine Infos			
Standort:	Muotathal (SZ)	Höhe (m.ü.Meer):	615 m
Eigentümer:	Gem. Muotathal	Baujahr:	2009
Nutzung:	Strassenbrücke	max. zul. Belastung:	40 t
Planer/Ingenieur:	Pirmin Jung, Rain LU		

Statisches System:	Bogentragwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH		

Fahrbahnbreite:	12.0 m **	Brückenlänge:	33.4 m
Gehweg:	ja	Spannweite(n):	33.4 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Brettsper Holz	Abdichtung:	PBD - Abdichtungen 2-lagig
Fahrbahnübergang:	geschlossen	Schutzschicht:	MA 11 S 35 mm
Fahrbahnbelag:	Gussasphalt	Deckschicht:	MA 11 S 35 mm
Schubverbund:	nein	Entwässerung:	ja

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

A.45 HORENBRÜCKE



Horenbrücke, Küttingen (AG)

(Bildquelle: Makiol + Wiederkehr, Beinwil am See)

Allgemeine Infos			
Standort:	Küttingen (AG)	Höhe (m.ü.Meer):	420 m
Eigentümer:	Gem. Küttingen	Baujahr:	2008
Nutzung:	Forst- und Landwirtschaft	max. zul. Belastung:	40 t
Planer/Ingenieur:	Makiol + Wiederkehr, Beinwil am See AG		

Statisches System:	Sprengwerk	gedeckte Brücke:	nein
Haupttragwerk:	BSH blockverleimt		

Fahrbahnbreite:	5.0 m **	Brückenlänge:	30.9 m
Gehweg:	nein	Spannweite(n):	6.2, 17.3, 7.3 m

** zulässige Breite

Informationen zum Fahrbahnaufbau			
Fahrbahnplatte:	Holzwerkstoffplatte	Abdichtung:	PBD - Abdichtungen 1-lagig
Fahrbahnübergang:	geschlossen	Schutzschicht:	MA 8 S 35 mm
Fahrbahnbelag:	Gussasphalt	Deckschicht:	MA 8 S 40mm
Schubverbund:	nein	Entwässerung:	ja

Informationen zum Zustand			
Datum der letzten Sanierung			
des Tragsystems:	keine Angabe	der Fahrbahnplatte:	keine Angabe
der letzten Begehung:	keine Angabe		

Anhang B HOLZFEUCHTEMESSUNGEN BUBENEIBRÜCKE

1: Ergebnisse Holzfeuchtemessung vom 31.05.2012

Messstelle	Material	Holzfeuchte in Messtiefe		
		10 mm	25 mm	40 mm
A	Weisstanne	16.0 %	16.1 %	15.5 %
A	Rotbuche	24.8 %	21.0 %	17.8 %
B	Weisstanne	15.7 %	16.4 %	17.5 %
B	Rotbuche	22.2 %	20.5 %	18.4 %
C	Weisstanne	15.0 %	15.9 %	16.0 %
C	Rotbuche	20.4 %	18.4 %	17.3 %
D	Weisstanne	17.8 %	19.3 %	20.3 %
D	Rotbuche	68.0 %	(-)	(-)
E	Weisstanne	(-)	(-)	(-)
E	Rotbuche	(-)	(-)	(-)
(-): Holzfeuchte > 100 %, nicht mehr messbar				
Legende:		0-20%	20-30%	30-100%

2: Ergebnisse Holzfeuchtemessung vom 11.06.2012

Messstelle	Material	Holzfeuchte in Messtiefe		
		10 mm	25 mm	40 mm
1	Weisstanne	(-)	(-)	(-)
2	Weisstanne	19.5 %	20.7 %	20.8 %
3	Weisstanne	18.3 %	19.5 %	19.7 %
4	Weisstanne	17.6 %	18.9 %	19.6 %
5	Weisstanne	18.3 %	19.1 %	19.2 %
6	Weisstanne	18.3 %	19.4 %	19.7 %
7	Weisstanne	Entwässerungsöffnung		
8	Weisstanne	18.0 %	18.9 %	19.0 %
9	Weisstanne	25.0 %	25.0 %	23.9 %
10	Weisstanne	16.2 %	18.9 %	18.2 %
11	Weisstanne	18.5 %	19.4 %	19.7 %
12	Weisstanne	15.9 %	18.6 %	18.8 %
13	Weisstanne	21.0 %	21.6 %	22.2 %
14	Weisstanne	16.3 %	17.7 %	17.5 %
15	Weisstanne	17.7 %	18.9 %	19.6 %
16	Weisstanne	17.2 %	18.3 %	18.1 %
17	Weisstanne	15.8 %	18.2 %	18.0 %
18	Weisstanne	18.6 %	19.4 %	19.5 %
19	Weisstanne	17.5 %	18.7 %	18.0 %
20	Weisstanne	17.5 %	18.4 %	18.1 %
21	Weisstanne	17.8 %	19.1 %	19.1 %
22	Weisstanne	17.2 %	18.2 %	18.0 %
23	Weisstanne	18.1 %	18.7 %	18.4 %
24	Weisstanne	18.0 %	19.7 %	19.4 %
25	Weisstanne	17.5 %	18.6 %	17.9 %
26	Weisstanne	17.3 %	18.3 %	17.9 %
27	Weisstanne	19.3 %	20.0 %	20.1 %
28	Weisstanne	17.6 %	19.0 %	18.6 %
29	Weisstanne	16.9 %	18.1 %	18.1 %

30	Weisstanne	17.9 %	19.2 %	19.0 %
31	Weisstanne	18.2 %	19.0 %	18.6 %
32	Weisstanne	17.8 %	18.5 %	18.0 %
33	Weisstanne	17.6 %	19.1 %	18.6 %
34	Weisstanne	16.4 %	17.4 %	17.3 %
35	Weisstanne	17.5 %	17.8 %	17.4 %
36	Weisstanne	18.9 %	18.9 %	19.7 %
(-): Holzfeuchte > 100 %, nicht mehr messbar				
Legende:		0-20%	20-30%	30-100%

3: Ergebnisse Holzfeuchtemessung vom 20.06./06.07.2012

Messstelle	Material	Holzfeuchte in Messtiefe		
		10 mm	25 mm	40 mm
1.1	Weisstanne	15.7 %	17.6 %	17.1 %
1.2	Weisstanne	17.8 %	22.0 %	22.2 %
1.3	Weisstanne	62.2 %	30.1 %	24.1 %
1.4	Weisstanne	(-)	(-)	(-)
2.1	Weisstanne	14.0 %	15.7 %	15.7 %
2.2	Weisstanne	16.3 %	18.1 %	18.0 %
2.3	Weisstanne	43.2 %	26.9 %	22.8 %
2.4	Weisstanne	21.9 %	22.5 %	20.2 %
3.1	Weisstanne	14.3 %	15.5 %	15.7 %
3.2	Weisstanne	16.5 %	17.9 %	18.6 %
3.3	Weisstanne	17.2 %	17.8 %	18.1 %
3.4	Weisstanne	16.4 %	16.6 %	16.7 %
4.1	Weisstanne	14.4 %	16.2 %	16.6 %
4.2	Weisstanne	16.1 %	17.5 %	17.9 %
4.3	Weisstanne	15.6 %	15.4 %	15.1 %
4.4	Weisstanne	16.9 %	17.4 %	17.4 %
5.1	Weisstanne	13.6 %	15.6 %	15.4 %
5.2	Weisstanne	94.0 %	87.0 %	78.0 %
5.3	Weisstanne	18.2 %	18.6 %	19.0 %
5.4	Weisstanne	15.7 %	16.7 %	16.7 %
6.1	Weisstanne	15.6 %	16.7 %	17.1 %
6.2	Weisstanne	15.4 %	16.4 %	16.6 %
6.3	Weisstanne	17.1 %	17.6 %	17.6 %
6.4	Weisstanne	15.8 %	16.8 %	16.7 %
7.1	Weisstanne	15.1 %	16.7 %	17.6 %
7.2	Weisstanne	15.5 %	17.2 %	17.3 %
7.3	Weisstanne	(-)	(-)	(-)
7.4	Weisstanne	16.4 %	17.0 %	17.1 %
8.1	Weisstanne	15.7 %	16.5 %	16.9 %
8.2	Weisstanne	89.0 %	86.0 %	80.0 %
8.3	Weisstanne	16.0 %	16.7 %	16.6 %
8.4	Weisstanne	16.1 %	17.0 %	16.7 %
9.1	Weisstanne	16.9 %	17.7 %	17.9 %
9.2	Weisstanne	16.7 %	18.3 %	18.4 %
9.3	Weisstanne	16.7 %	18.3 %	18.3 %
9.4	Weisstanne	16.8 %	17.2 %	17.2 %
10.1	Weisstanne	14.8 %	16.5 %	16.9 %
10.2	Weisstanne	31.0 %	39.4 %	33.1 %
10.3	Weisstanne	27.0 %	27.0 %	24.9 %
10.4	Weisstanne	15.3 %	16.3 %	16.0 %
(-): Holzfeuchte > 100 %, nicht mehr messbar				
Legende:		0- 20%	20-30%	30-100%

Anhang C PRÜFPROTOKOLLE HAFTZUGPRÜFUNGEN [9]

PBD-Abdichtung Haftzugfestigkeit

Normgrundlage

SIA 281/3



STS 580

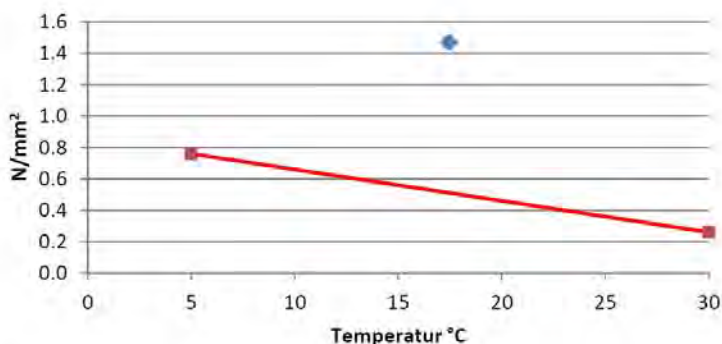
BTS
BAUCONTROL
 Prüfung am Bauwerk

Auftrag	D1.057.99	Bericht	D1.057.99-1
Auftraggeber	Berner Fachhochschule, Biel	Seite	1/2
Auftragerteiler	---		
Auftragsdatum	07.03.2013		
Objekt	Musterplatten		
Bauabschnitt	---		
Ort Prüfstelle(n)	---	Prüffläche	--- m ²
Schichtaufbau (von oben nach unten)	Y Prüfkleber	Untergrundvorbereitung:	
	D ---		
	C PBD-Abdichtung		
	B EP-Versiegelung		
	A Holz		

Prüfung	Haftzugfestigkeit
Prüfverfahren BTS Baucontrol AG	PB005; akkreditiertes Prüfverfahren
Prüfdatum/Zeit	07.03.2013 10.00 Uhr
Randbedingungen	Witterung: Innenbereich Lufttemperatur: 18.6 °C
Karftsteigerung	300 N/s
Art Prüffläche	quadr. s=45 mm
Prüfkleber	Sekundengel
	Art der Durchtrennung: Schneiden

Prüfresultate

Prüfstelle	Prüffläche	Haftzug- festigkeit	Haftzug- festigkeit Prüfstelle	Temp.	Trennstelle
	[mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[°C]	
1.00	2025	1.57		17.0	40% A, 60% C
2.00	2025	1.37	1.47	17.9	20% Y/A, 80% C
3.00	2025	1.47		17.4	100% C



Bewertung

keine

 Bemerkungen
 keine

 Berichtsdatum 11.03.2013
 Sachbearbeiter 0

Der vorliegende Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung der BTS Baucontrol AG nicht auszugsweise kopiert werden. Die vorliegenden Prüfresultate beziehen sich ausschliesslich auf die geprüfte Prüfstelle.

BTS Baucontrol AG, Bäckerstrasse 5, CH-8952 Schlieren
 Telefon +41 (0)44 731 93 53, Telefax +41 (0)44 731 93 42
 info@btsbaucontrol.ch, www.btsbaucontrol.ch

PBD-Abdichtung Haftzugfestigkeit

Normgrundlage

SIA 281/3



STS 580

BTS 
BAUCONTROL

Prüfung am Bauwerk

Auftrag	D1.057.99	Bericht	D1.057.99-1
Auftraggeber	Berner Fachhochschule, Biel	Seite	2/2
Auftragerteiler	---		
Objekt	Musterplatten		
Bauabschnitt	---		
Ort Prüfstelle(n)	---		

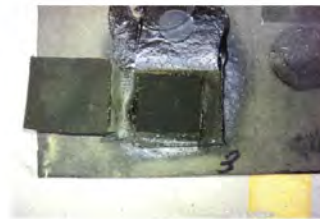
Fotodokumentation



1.00



2.00



3.00

Situation



BTS Baucontrol AG, Bäckerstrasse 5, CH-8952 Schlieren
 Telefon +41 (0)44 731 93 53, Telefax +41 (0)44 731 93 42
 info@btsbaucontrol.ch, www.btsbaucontrol.ch

FLK-Abdichtung Haftzugfestigkeit

Normgrundlage

SN 640 450a



STS 580

BTS
BAUCONTROL
Prüfung am Bauwerk

Auftrag	D1.057.99	Bericht	D1.057.99-1
Auftraggeber	Berner Fachhochschule, Biel	Seite	1/2
Auftragerteiler	---		
Auftragsdatum	07.03.2013		
Objekt	Musterplatten		
Bauabschnitt	---		
Ort Prüfstelle(n)	---	Prüffläche	--- m ²

Schichtaufbau (von oben nach unten)

Y Prüfkleber

D	---
C	PBD-Abdichtung
B	EP-Versiegelung
A	Holz

Untergrund Vorbereitung:

Prüfung

Prüfverfahren BTS Baucontrol AG

Prüfdatum/Zeit

Haftzugfestigkeit

PB005; akkreditiertes Prüfverfahren

07.03.2013 10.00 Uhr

Randbedingungen

Witterung: Innenbereich

Lufttemperatur: 18.6 °C

Karfsteigerung

300 N/s

Art Prüffläche

rund d=50 mm

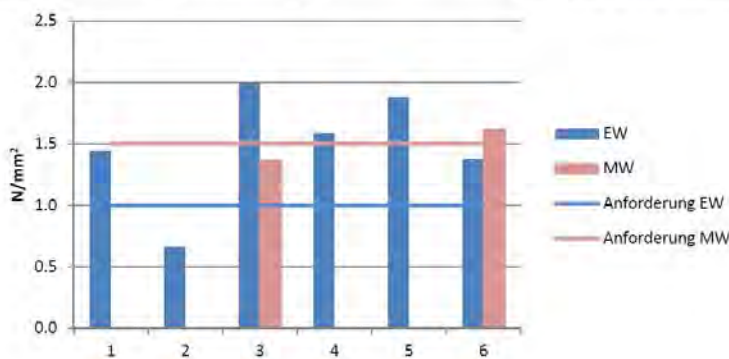
Prüfkleber

Sekundengel

Art der Durchtrennung: Schneiden

Prüfresultate

Prüfstelle	Prüffläche	Haftzug- festigkeit	Haftzug- festigkeit Prüfstelle	Bruch- tiefe	Trennstelle
	[mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[mm]	
1.00	1963	1.44		1-2	100% Y/B
2.00	1963	0.66	1.37	1-2	100% Y/B
3.00	1963	1.99		1-2	100% Y/B
4.00	1963	1.59		0.0	20% A, 80% A/B
5.00	1963	1.88	1.62	0.0	50% A, 50% A/B
6.00	1963	1.38		0.0	90% A, 10% A/B



Bewertung

keine

Bemerkungen

keine

Berichtsdatum

11.03.2013

Sachbearbeiter

0

Der vorliegende Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung der BTS Baucontrol AG nicht auszugsweise kopiert werden. Die vorliegenden Prüfresultate beziehen sich ausschliesslich auf die geprüfte Prüfstelle.

BTS Baucontrol AG, Bäckerstrasse 5, CH-8952 Schlieren
Telefon +41 (0)44 731 93 53, Telefax +41 (0)44 731 93 42
info@btsbaucontrol.ch, www.btsbaucontrol.ch

FLK-Abdichtung Haftzugfestigkeit

Normgrundlage

SN 640 450a



STS 580

BTS 
BAUCONTROL
 Prüfung am Bauwerk

Auftrag**D1.057.99**

Bericht

D1.057.99-1

Auftraggeber

Berner Fachhochschule, Biel

Seite 2/2

Auftragerteiler

Objekt

Musterplatten

Bauabschnitt

Ort Prüfstelle(n)

Fotodokumentation

1.00



2.00



3.00



4.00



5.00



6.00

Übersicht Prüfstellen

BTS Baucontrol AG, Bäckerstrasse 5, CH-8952 Schlieren
 Telefon +41 (0)44 731 93 53, Telefax +41 (0)44 731 93 42
 info@btsbaucontrol.ch, www.btsbaucontrol.ch