



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



Fahrbahnbeläge auf Holzbrücken - von der Forschung in die Praxis

Dipl.-Ing. (FH) Florian Scharmacher

► Kompetenzbereich Bauen im Bestand und Denkmalpflege

Berner Fachhochschule – Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur

Asphaltbeläge für Strassenbrücken mit Holztragwerk



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Aeschlimann



**Tiefbauamt
des Kantons Bern**



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Laufzeit: 2011 bis April 2013
Finanzierungsvolumen: 50'000 CHF



Ingenieurberatung **SCHARMACHER**

sachkundig / objektiv / unabhängig

Die Ingenieurberatung Scharmacher ist ein überwiegend regional tätiges Ingenieurbüro mit den Schwerpunkten Holzbau und Bauwerkserhaltung/Denkmalpflege.

Als Spezialisten für die Themengebiete Holzbau und Bauwerkserhaltung unterstützen wir Sie bei der Umsetzung Ihres Projektes. Wir sind für Sie der passende Partner, um Ihnen ökonomische und nachhaltige Lösungen anbieten zu können.

Folgendes Leistungsspektrum decken wir mit unserem Team ab:

- Planung von Tragwerken mit der klaren Fokussierung auf die Themengebiete Holzbau und Bauwerkserhaltung
- Bauwerksprüfungen und ingenieurtechnische Überwachung
- Gutachten als ö. b. u. v. Sachverständiger

Dipl.-Ing. (FH) Florian Scharmacher, M.Sc.

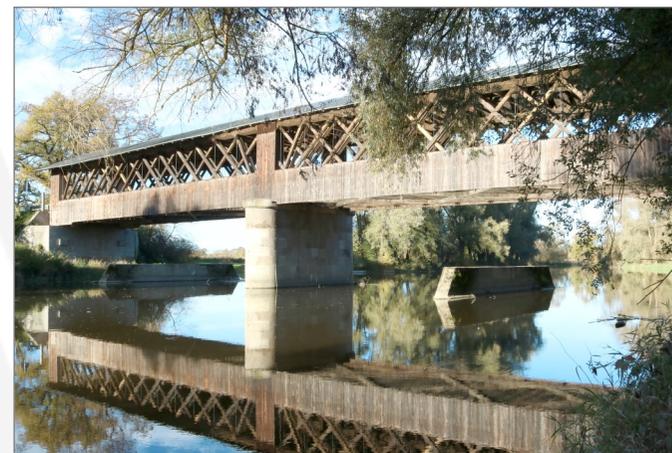


Von der Industrie- und Handelskammer
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Holzbau und Holzschutz

Schwanthalerstraße 73 / 80336 München

Telefon: +49 (0)89 45 24 505-0 / Fax: +49 (0)89 45 24 505-24

info@ib-scharmacher.de, www.ib-scharmacher.de



Fragestellung

- ▶ Aufbauten mit schubfesten Verbund
 - ▶ Welche Materialkombinationen sind für Holzbrücken am geeignetsten?
 - ▶ Welche Randbedingungen sind beim Einbau zu beachten?

- ▶ Aufbauten ohne Verbund („schwimmend“)
 - ▶ Sind Anpassungen zur SN 640 451 *„Abdichtungssystem und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Holz“* nötig?

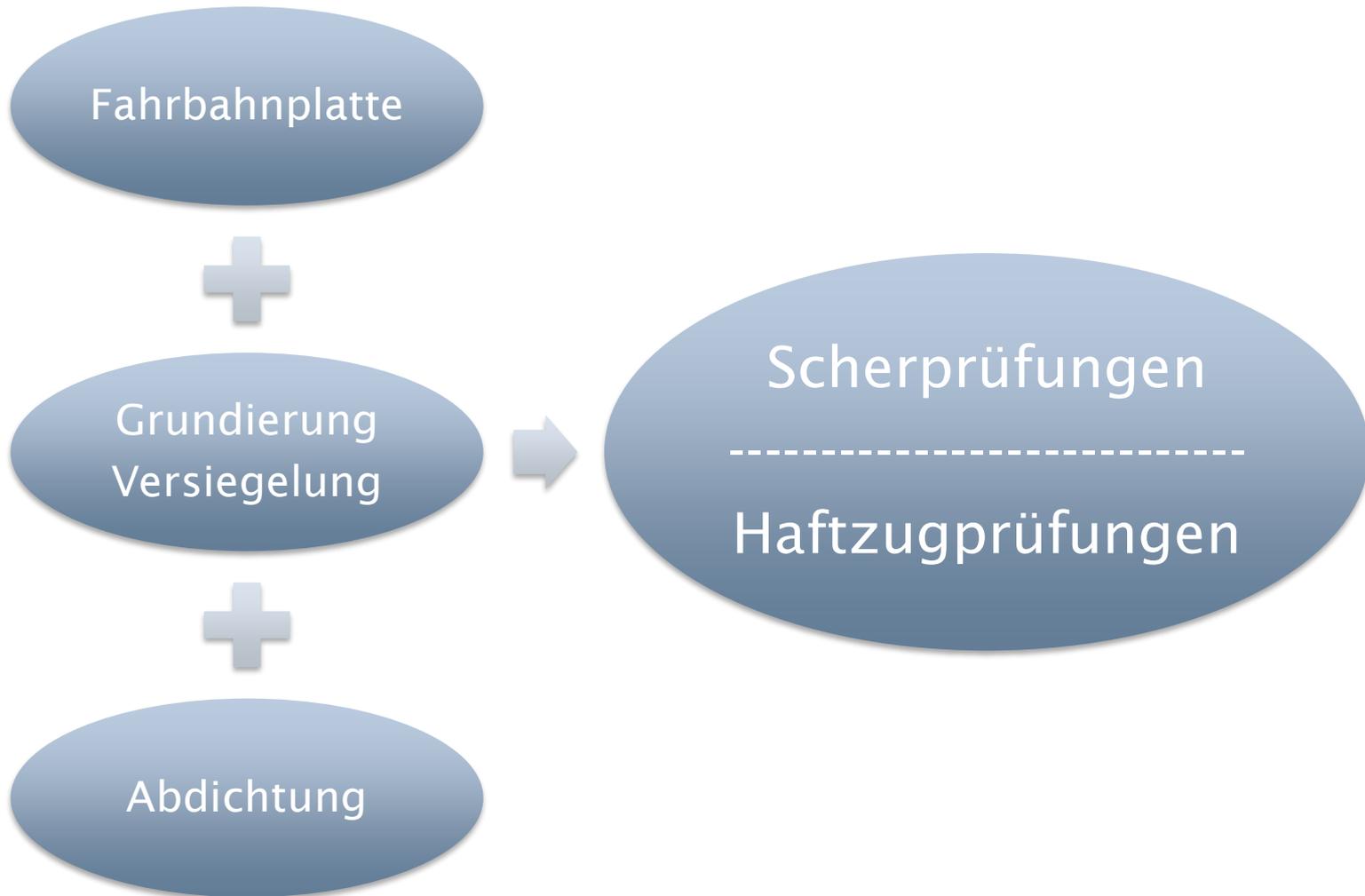
- ▶ Detailausbildungen
 - ▶ Welche konstruktiven Grundlagen sind sowohl beim Neubau als auch bei der Sanierung zu beachten?

Von der Forschung...

Aufbauten mit schubfesten Verbund

Aufbauten mit schubfesten Verbund

Parameter und Prüfverfahren



Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Prüfkörper

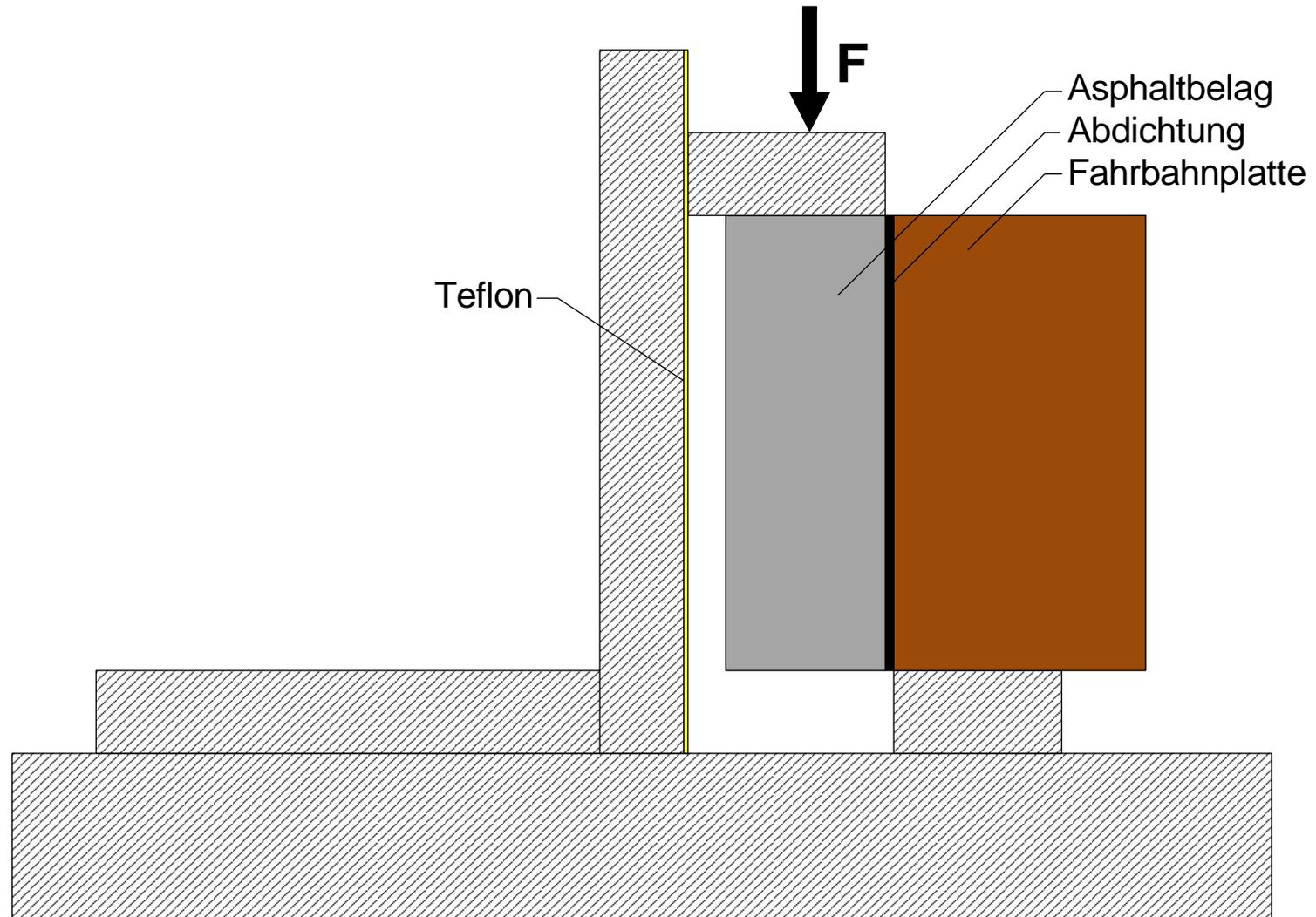


Prüfkörper	Untergrund	Zwischenschicht	Abdichtung
SB 1	Beton C 30/37	Epoxidversiegelung, abgesandet	PBD-Abdichtung
SB 2	Beton C 30/37	Grundanstrich FLK-PMMA	FLK-PMMA-Abdichtung
SS 1	Stahl	Primer	PBD-Abdichtung
SS 2	Stahl	Grundanstrich FLK-PMMA	FLK-PMMA-Abdichtung
SH 1	Brettsperrholz	Epoxidversiegelung,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

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

Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Prüfaufbau



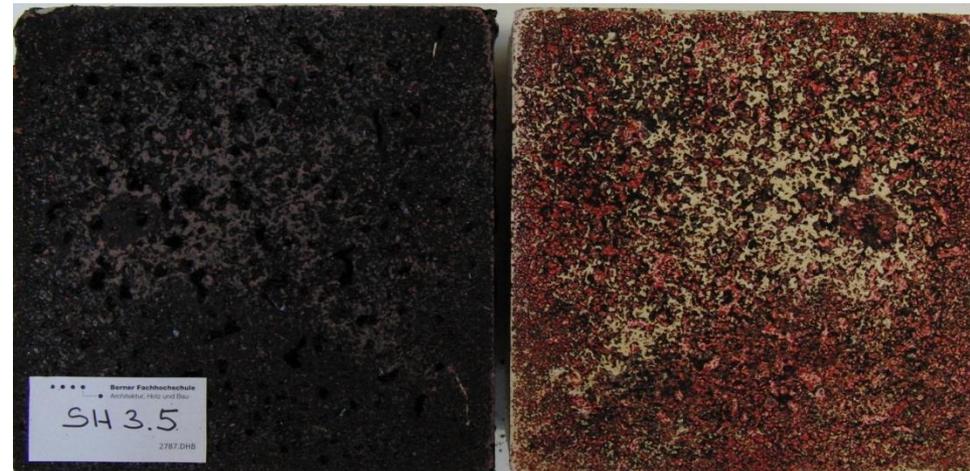
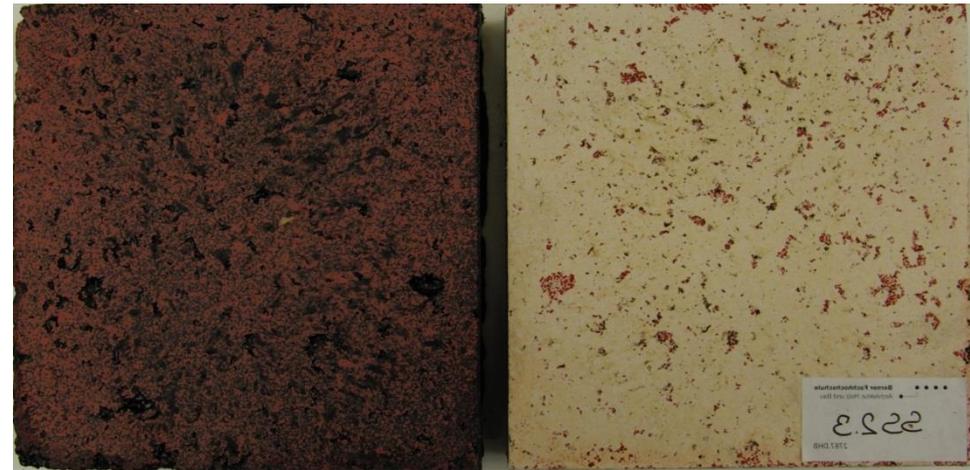
Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Prüfaufbau



Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Ergebnisse

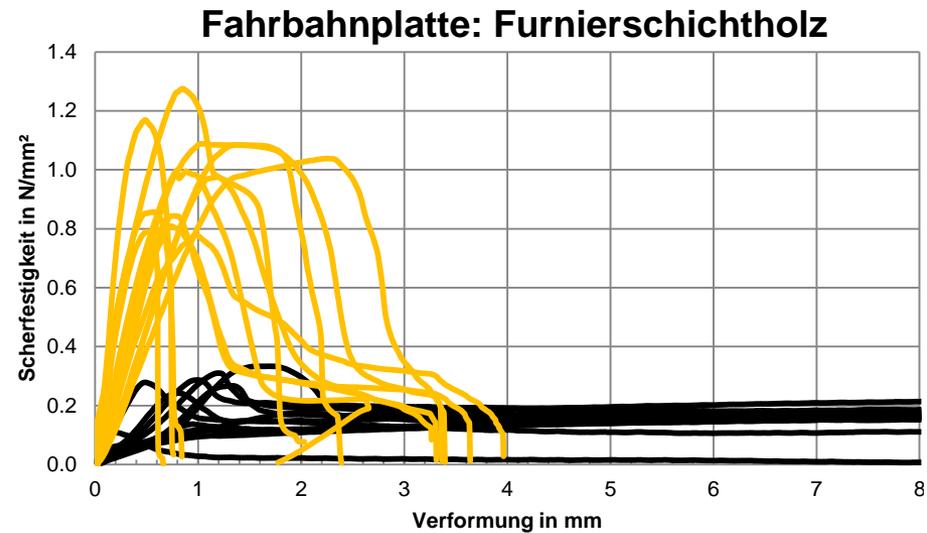
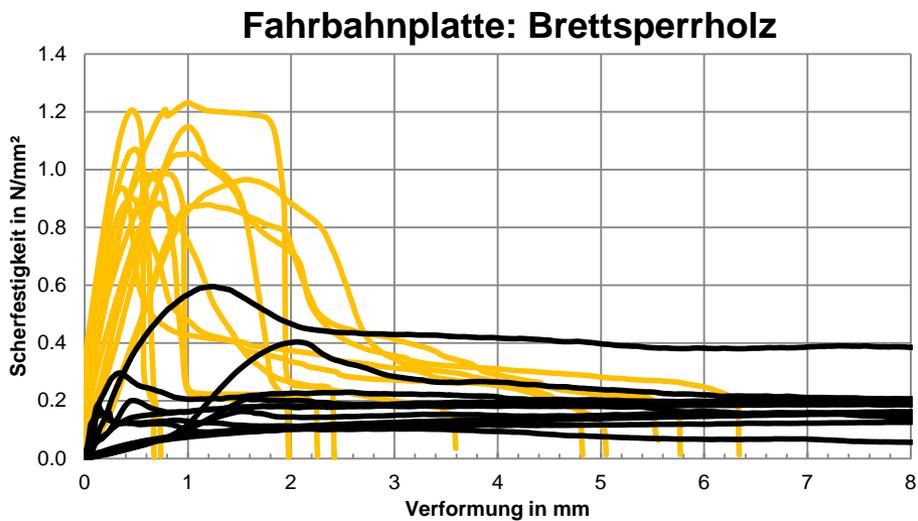
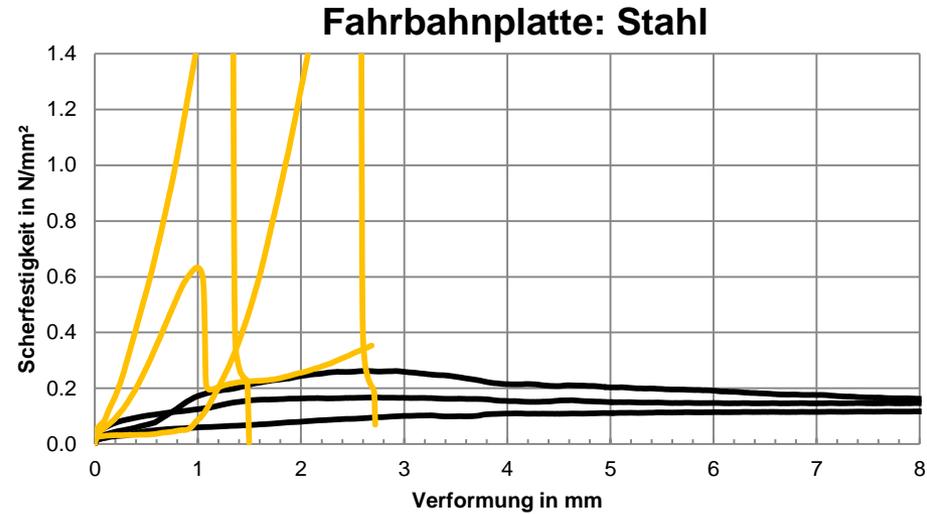
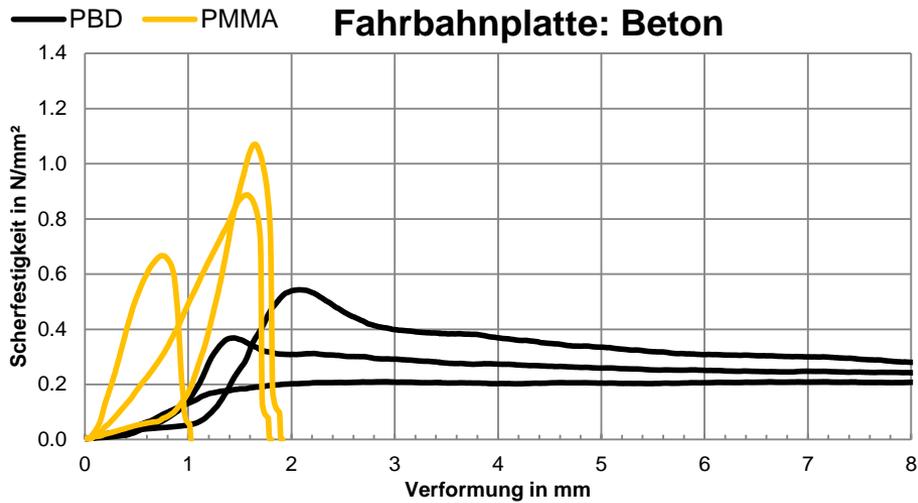


PBD-Abdichtung

FLK-PMMA-Abdichtung

Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Ergebnisse



Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Blasenbildung



ohne Blasenbildung

Holzoberfläche versiegelt

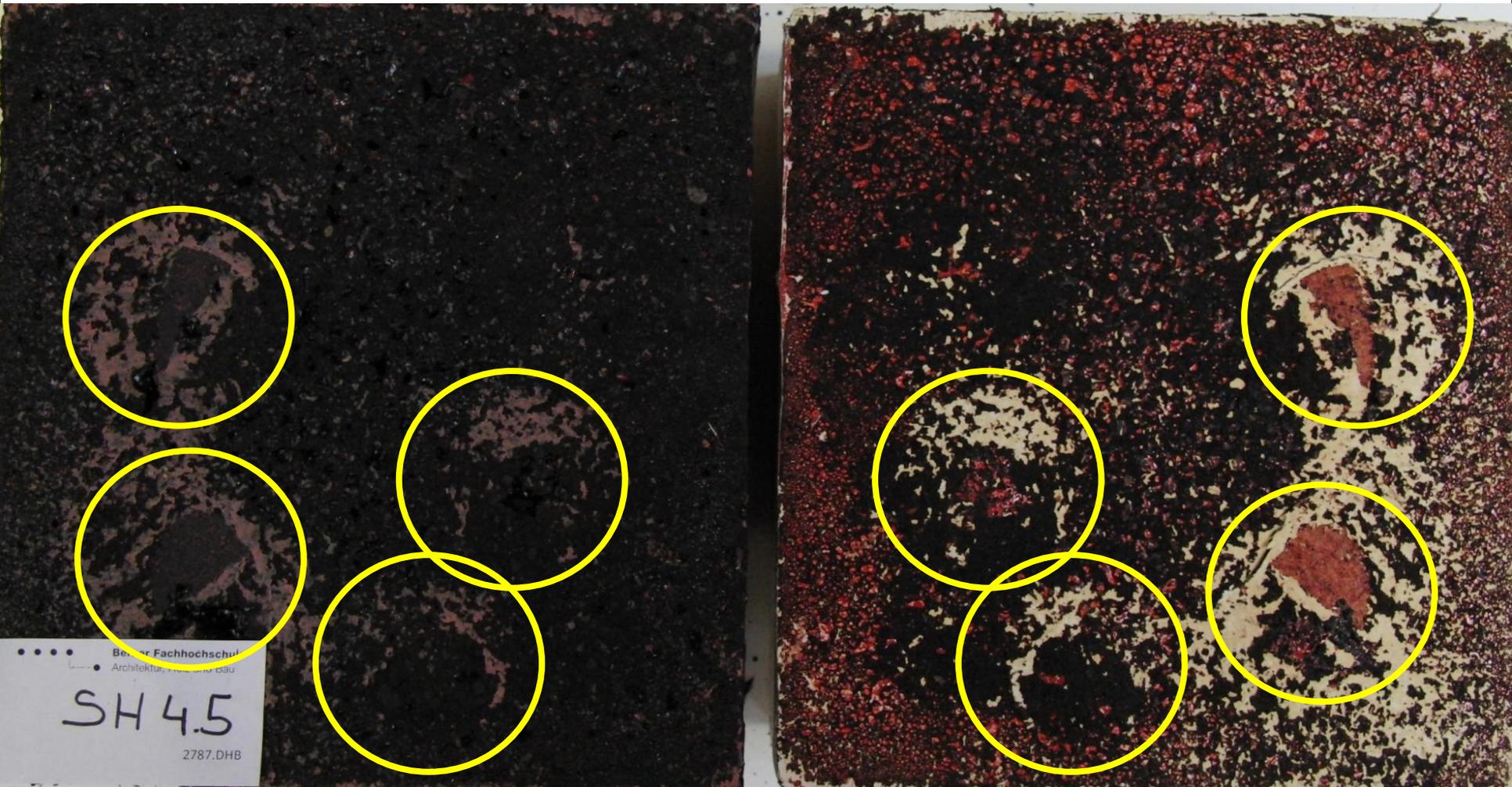


mit Blasenbildung

Holzoberfläche nur grundiert

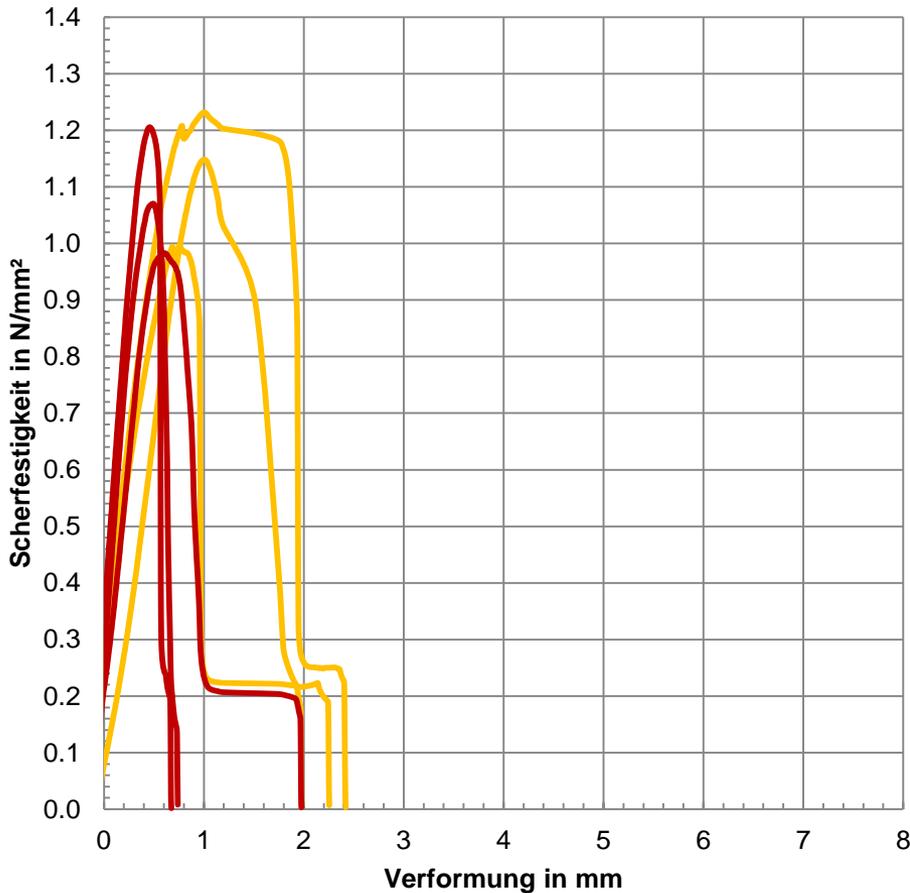
Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Blasenbildung



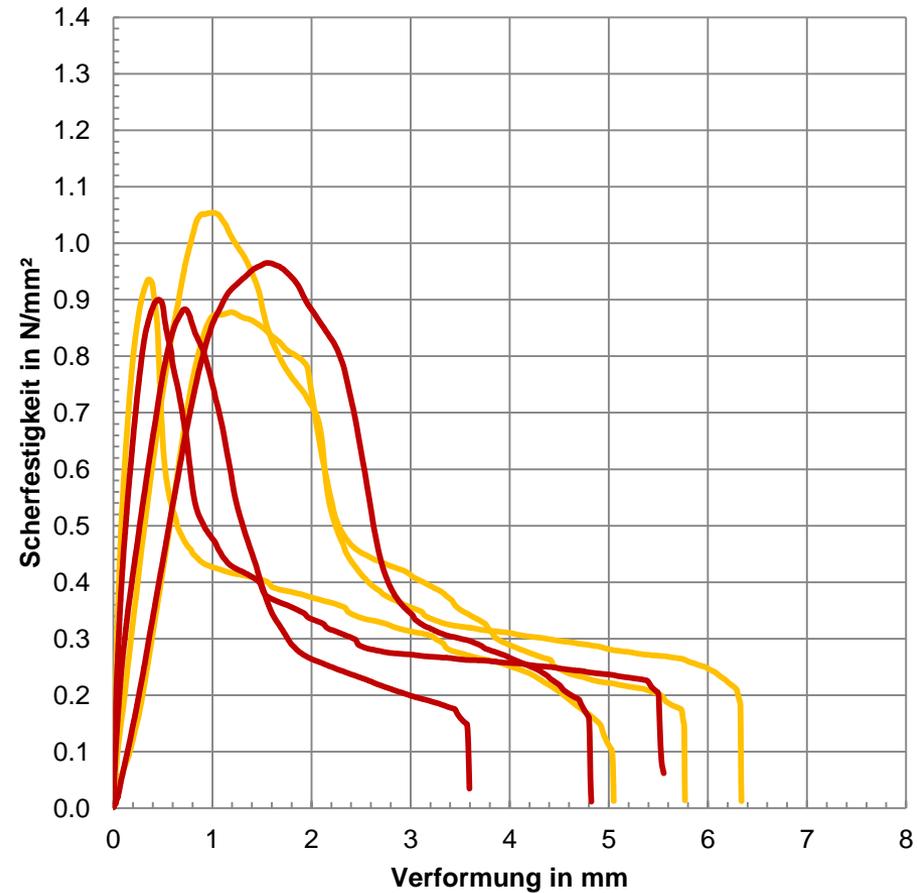
Experimentelle Untersuchungen

Scherprüfungen - Blasenbildung



— Brettsperrholz, senkrecht — Brettsperrholz, parallel

Prüfkörper ohne Blasenbildung



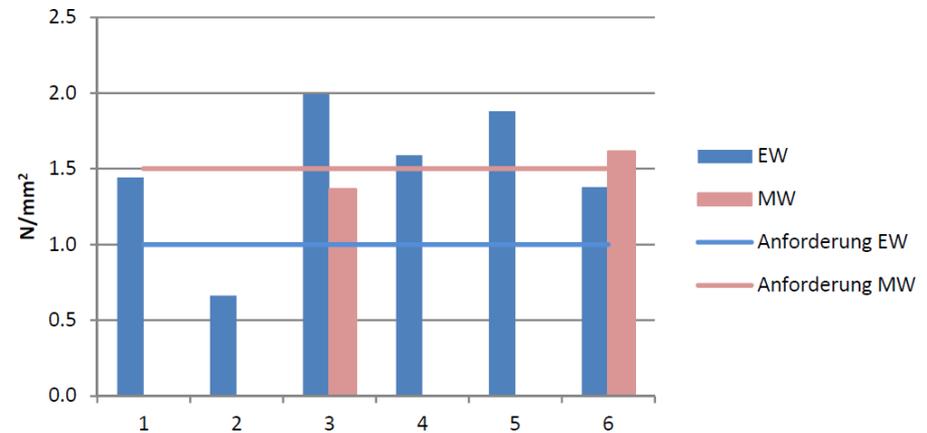
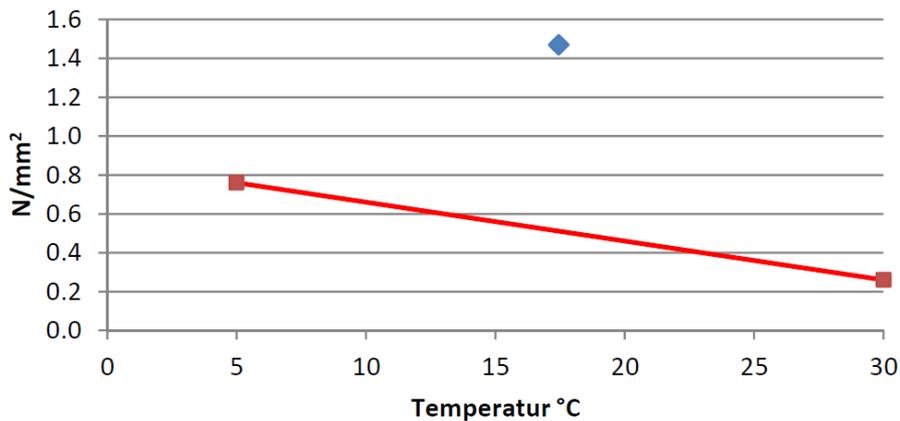
— Brettsperrholz, senkrecht — Brettsperrholz, parallel

Prüfkörper mit Blasenbildung

Reduktion der Scherfestigkeit um ca. 10-15 %

Experimentelle Untersuchungen

Haftzugprüfungen



Experimentelle Untersuchungen

Fazit aller Prüfungen

- ▶ 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**.

Experimentelle Untersuchungen

Fazit aller Prüfungen

- ▶ Bei Abdichtungen mit **PBD** können **quer 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.
- ▶ 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 %**.

Von der Forschung...

Lösungsvorschläge

Lösungsvorschläge

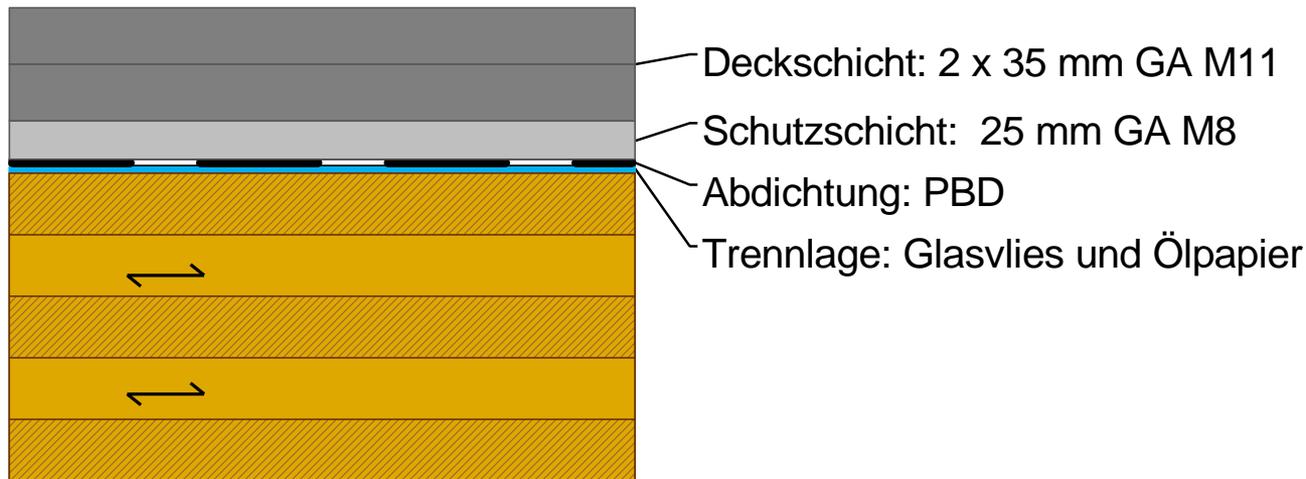
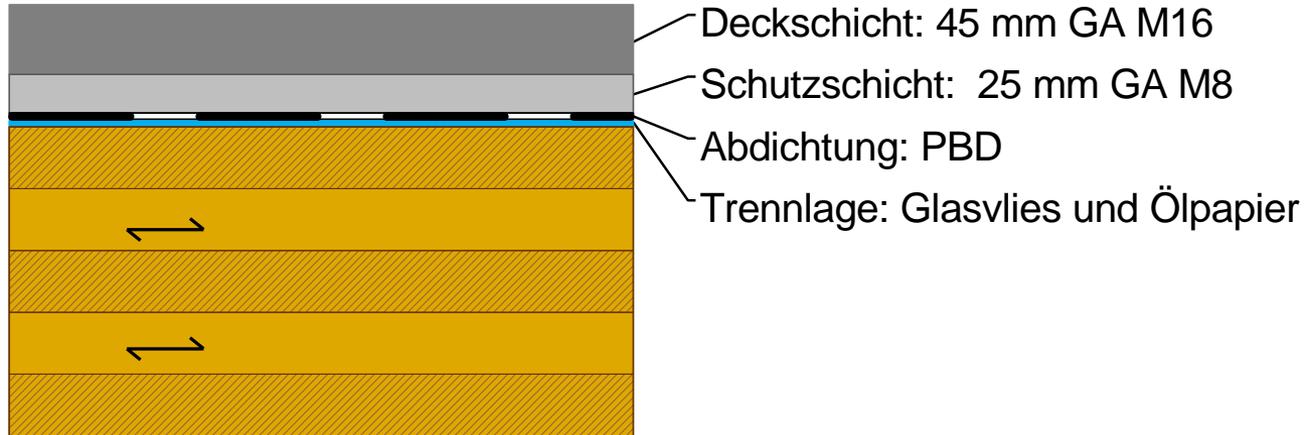
Generelle Aussagen

- ▶ Zur Verringerung der eingebrachten Wärmemenge, ist die **Schutzschicht** mit **max. 25 mm** einzubringen.
(→ Schellenberg/Milbrandt)
- ▶ Eine **helle Abstreuerung** auf der Deckschicht reduziert die Temperaturen im Gebrauch (bei ungedeckten Brücken) und **verringert** so die Gefahr nachträglicher **Blasenbildung**.
- ▶ Bei Aufbauten mit **schubfesten Verbund** ist die **Holzoberfläche** dampfdicht zu **versiegeln**. Bei Holzfeuchten **über 18 %** ist von einem schubfesten Verbund abzusehen.
- ▶ Bei Aufbauten **ohne Verbund** ist die Anwendung von **Dampfdruckentspannungsbohrungen** zu empfehlen.

Lösungsvorschläge

Neubau

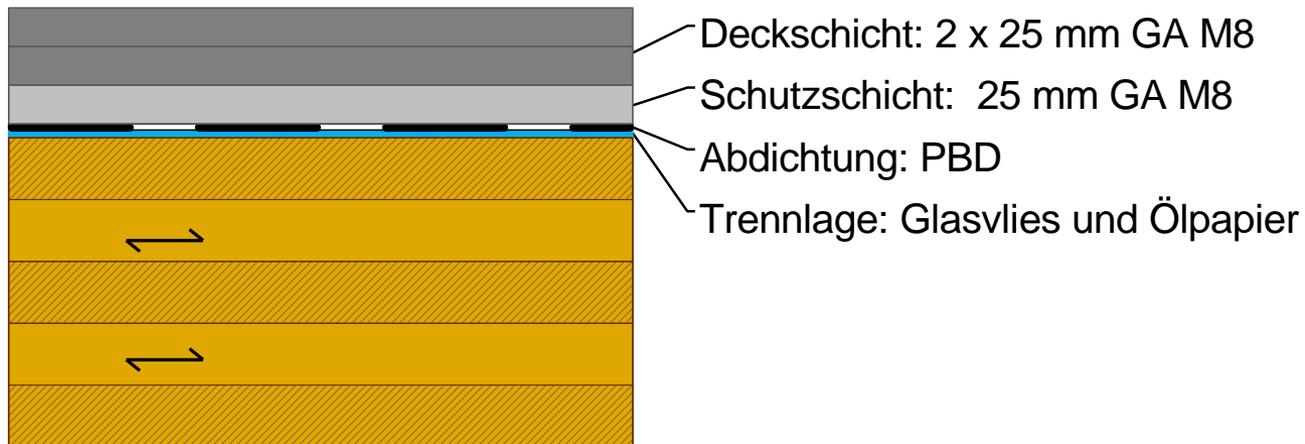
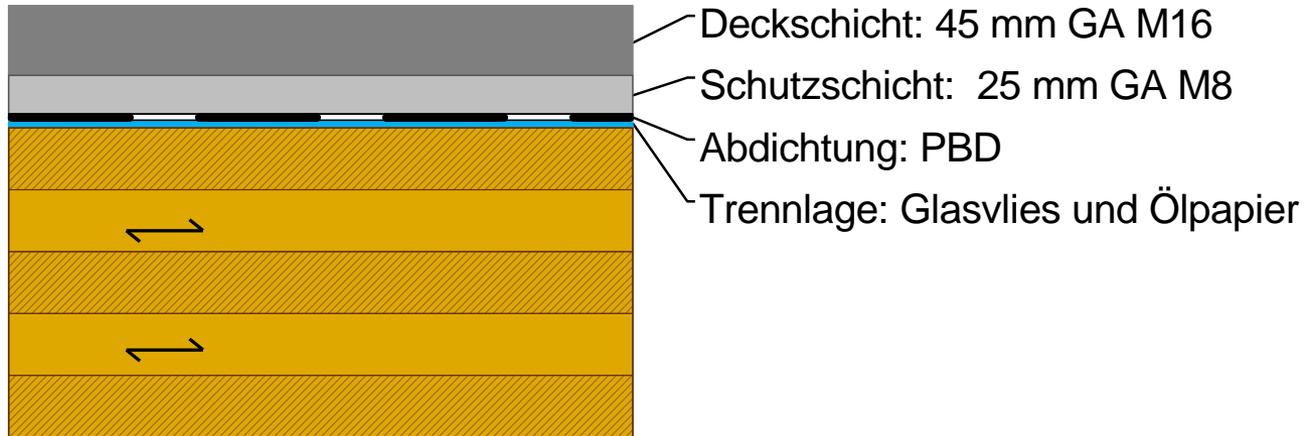
▶ Aufbauten ohne Schubverbund



Lösungsvorschläge

Sanierung

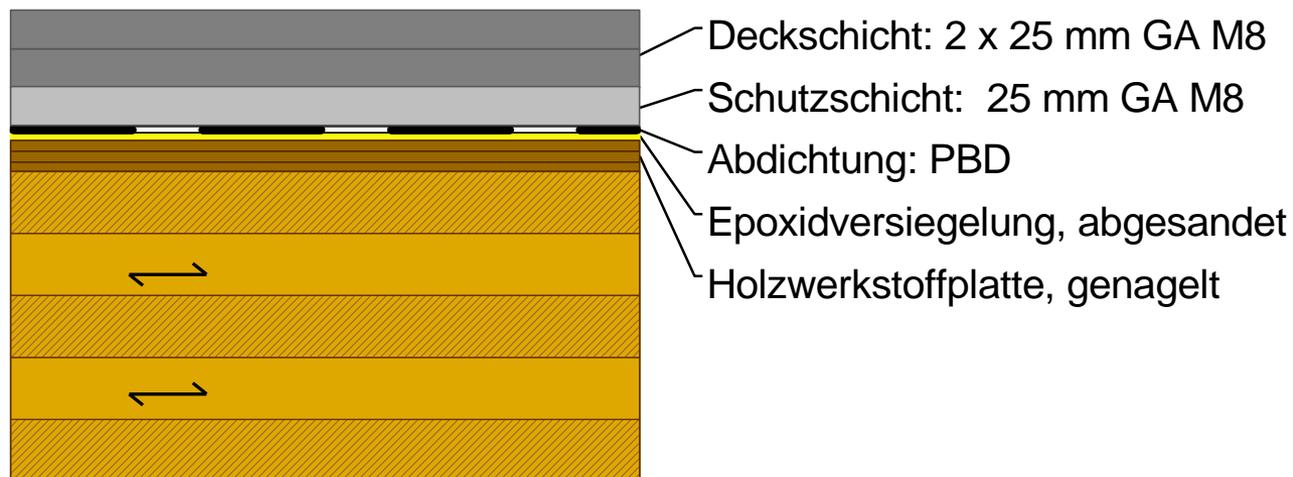
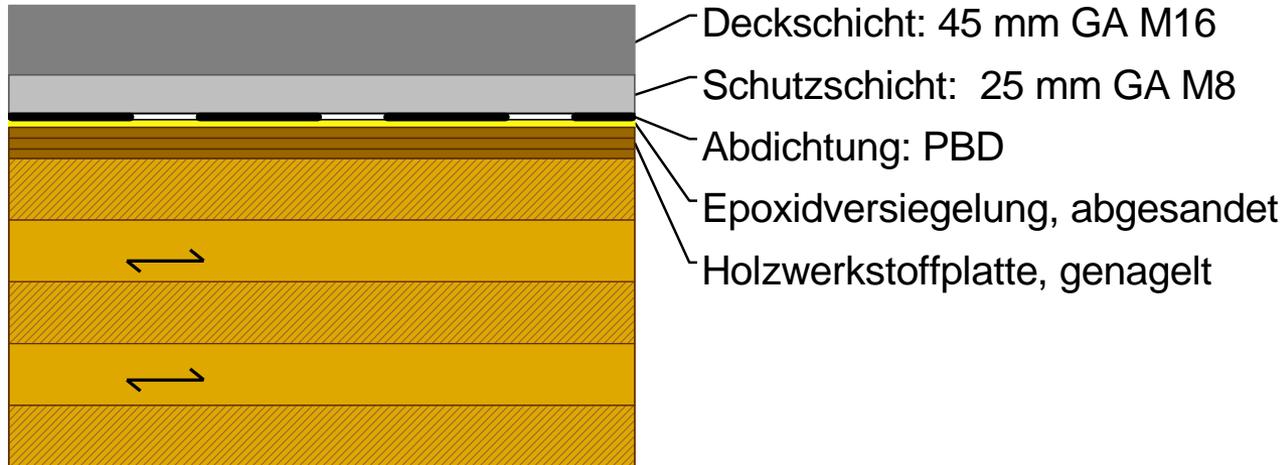
▶ Aufbauten ohne Schubverbund



Lösungsvorschläge

Neubau

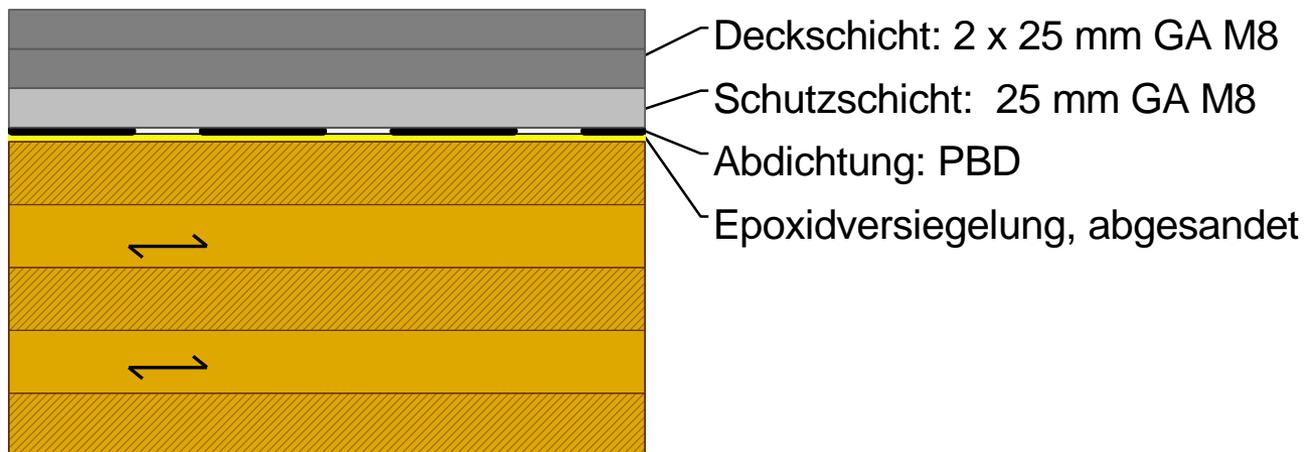
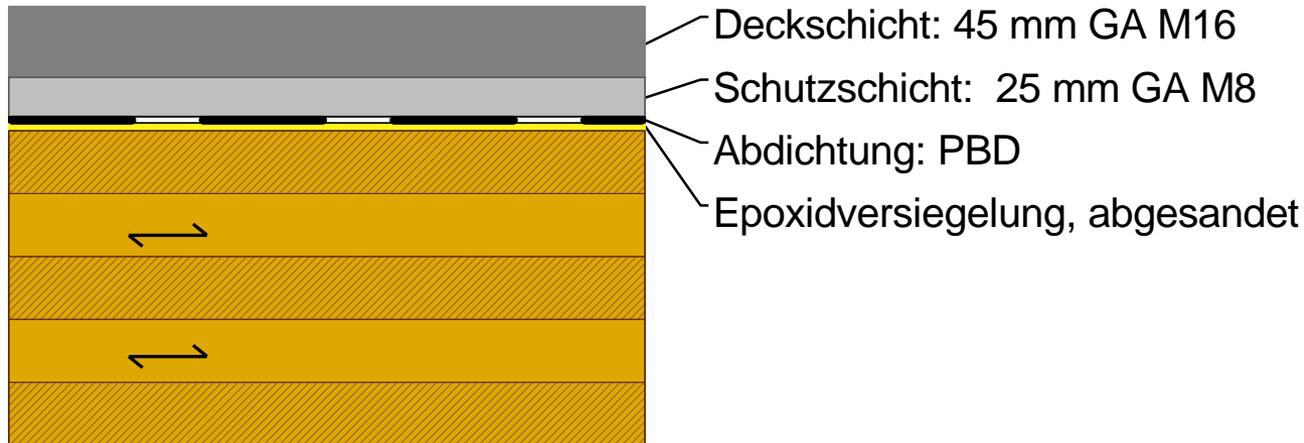
▶ Aufbauten mit Schubverbund



Lösungsvorschläge

Sanierung

▣ Aufbauten mit Schubverbund



... in die Praxis

Bubeneibrücke im Emmental, Kanton Bern, Schweiz



Bubeneibrücke im Emmental, Kanton Bern, Schweiz



Bubeneibrücke im Emmental, Kanton Bern, Schweiz



Bubeneibrücke im Emmental, Kanton Bern, Schweiz

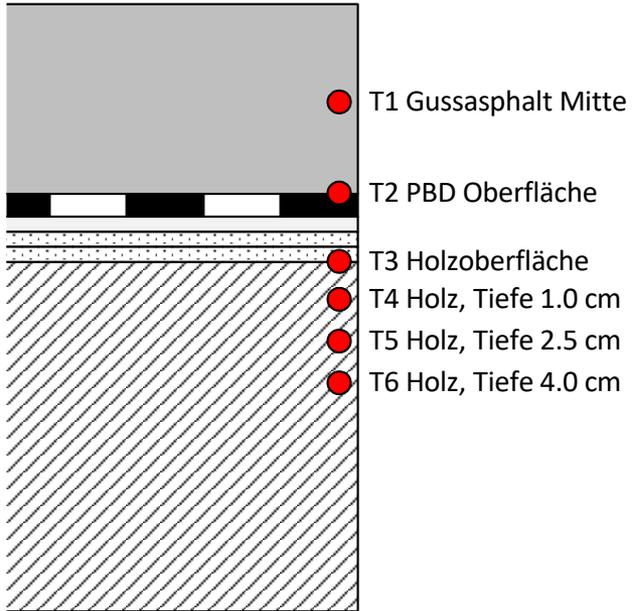
Aufbau (ohne Schubverbund):

- Dampfdruckentspannungsbohrungen
- Zwei Lagen Glasvlies
- Ölpapier
- PBD, einlagig
- 25 mm Schutzschicht GA
- 45 mm Deckschicht GA (Handeinbau)

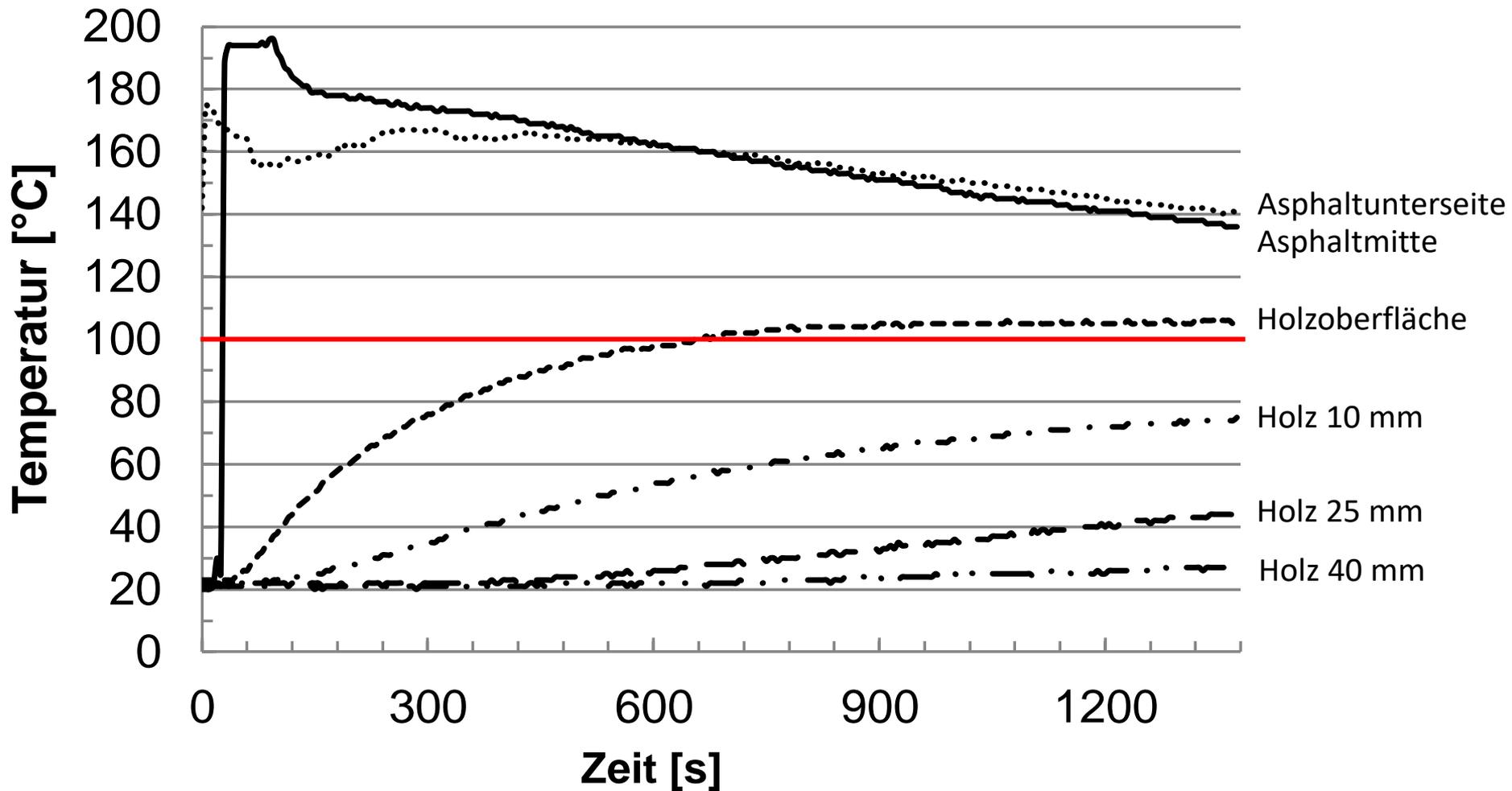


KEINE BLASENBILDUNG!

Bubeneibrücke, Temperaturmessungen



Bubeneibrücke, Temperaturmessungen



- Gussasphalt Mitte (13 mm)
- Gussasphalt Unterseite
- Holzoberfläche
- . - . - Holz in 10 mm Tiefe
- - - Holz in 25 mm Tiefe
- . . - Holz in 40 mm Tiefe

Zusammenfassung

- ▶ Die Verbundfestigkeit kann mit den **gleichen Systemaufbauten** wie im **Massivbau** erreicht werden. Die Festigkeiten liegen im Bereich der Beton und Stahluntergründe.
- ▶ Das deutlich duktilere Verhalten von **PBD-Abdichtungen** kommt den grösseren Verformungen einer **Holzbrücke** entgegen und verringert somit die Gefahr einer Rissbildung in der Asphaltenschicht. Jedoch beginnt die PBD-Abdichtung bei den hohen Temperaturen des Gussasphalts zu schmelzen.
- ▶ Die **Holzoberfläche** 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. Ein Handeinbau des Asphalts ist dem maschinellen Einbau vorzuziehen.

Zusammenfassung

- ▶ Im Rahmen einer **Sanierung** werden andere Anforderungen an die **Detailaufbauten** gestellt wie bei einem **Neubau**. Dies ist bei der Wahl der Detailausbildungen zu beachten.
- ▶ Bei **Holzfeuchten über 18 %** sollte von einem **Aufbau mit Schubverbund abgesehen** werden.
- ▶ Mit der wissenschaftlichen Begleitung der Sanierung der **Bubeneibrücke** konnte bewiesen werden, dass mit den gewählten Massnahmen 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**.



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Fahrbahnbeläge auf Holzbrücken - von der Forschung in die Praxis

Dipl.-Ing. (FH) Florian Scharmacher

► Kompetenzbereich Bauen im Bestand und Denkmalpflege

Berner Fachhochschule – Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur