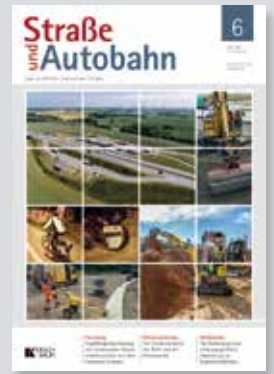


# Straße und Autobahn



Sonderdruck  
aus der Ausgabe 6/2022



[denso-group.com](https://denso-group.com)



# Die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Abdichtung im Asphaltstraßenbau

Asphaltstraßen sind nur dann dauerhaft haltbar, wenn der Baukörper gegen eindringendes Oberflächenwasser abgedichtet wird. Eine fehlende oder fehlerhafte Fugenausbildung ist oftmals Ursache und Ausgangspunkt für zum Teil massive Schäden in der Asphaltkonstruktion. Durch die Einführung der ASR A5.2 (2018) haben sich zudem die Arbeitsräume für freie und unverstellte Bewegungsflächen der Beschäftigten auf Baustellen im Verkehrsraum verändert, was dazu führt, dass Fugen in die Bereiche der späteren Rollspuren angeordnet werden. Die direkte Befahrung hat hierbei bereits in vielen Fällen zu einem Versagen der Fugenabdichtungen und zu großflächigen Verschmutzungen der Fahrbahnen geführt. Um die Bedeutung einer fachgerechten Fugenabdichtung herauszuarbeiten, wurden Untersuchungen im Rahmen einer Erprobungsstrecke am Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen mithilfe eines zu diesem Zweck neu entwickelten Prüfverfahrens durchgeführt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen ist ersichtlich, dass eine fachgerechte Fugenausbildung grundsätzlich die Straßenkonstruktion vor eindringendem Wasser und somit auch vor den daraus resultierenden Schäden effektiv schützt. Neben den Witterungseinflüssen und den damit verbundenen thermischen Spannungen unterliegt das Fugenfüllmaterial zum Teil zusätzlichen Belastungen durch den überrollenden oder stehenden Verkehr. Um eine dauerhafte Fugenfüllung zu gewährleisten, ist die Wahl des richtigen Fugenmaterials von entscheidender Bedeutung. Hierzu wurde von der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH ein Laborprüfverfahren für den Nachweis der Eignung von Fugendichtstoffen in Asphaltflächen bei hohen Temperaturen und bei überrollendem Verkehr entwickelt. Das entwickelte Laborverfahren zeigt für einen solchen Extremfall vergleichende Ergebnisse. Hiermit lässt sich bereits im Vorfeld eine zielgerichtete Materialauswahl treffen.

Asphalt roads are only durable if the structure is sealed against surface water penetration. A missing or faulty joint design is often the cause and starting point for sometimes massive damage in the asphalt structure. The introduction of ASR A5.2 (2018) has also changed the working spaces for free and unobstructed movement areas for employees on construction sites in the traffic area, which leads to joints being arranged in the areas of the subsequent rolling lanes. In many cases, direct traffic has already led to faulty joint sealing and extensive soiling of the roadways. In order to determine the importance of proper joint sealing, tests were carried out on a test section at Institute of Highway Engineering at RWTH Aachen University using a new test method developed for this purpose. From the findings obtained, it is evident that a professional joint design basically protects the road structure effectively against water penetration and thus also against the resulting damage. In addition to the effects of weathering and the associated thermal stresses, the joint filling material is in some cases subject to additional stresses caused by rolling or stationary traffic. To ensure durable joint filling, the choice of the right joint material is of crucial importance. For this purpose, Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH has developed a laboratory test method for demonstrating the suitability of joint sealants in asphalt surfaces at high temperatures and under overrolling traffic. The laboratory procedure developed shows clear and comparative results for such an extreme case. This allows a targeted material selection to be made in advance.

## Einleitung und Grundlagen

Rund 95 % aller Straßen in Deutschland bestehen aus Asphalt. Bei der Herstellung von Asphaltsschichten sind in der Regel Anschlüsse an bereits bestehende Schichten oder

Randkonstruktionen wie Bordsteine bzw. Einbauten erforderlich. Damit ein kompakter, dichter Baukörper entsteht, müssen diese Anschlüsse als Fugen ausgebildet werden. Denn: Asphaltstraßen sind nur dauerhaft haltbar, wenn der Baukörper gegen eindrin-

gendes Oberflächenwasser abgedichtet wird. Ausnahmen hierbei sind offenporige oder wasserdurchlässige Asphaltkonzepte. Wegen ihrer zusätzlichen Funktionen werden sie gezielt mit einem hohen Hohlraumgehalt hergestellt. Dringt Oberflächenwasser jedoch bei dichten Asphaltsschichten ein, kann dies zu erheblichen Schäden führen: Eine verkürzte Lebensdauer und ein verfrühter Sanierungsbedarf sind dann die Folge.

Fugen werden immer dort ausgebildet, wo zwei (oder mehrere) Baustoffe mit grundlegend unterschiedlichen Eigenschaften aufeinandertreffen. Beispiele hierfür sind Telekommunikationsschächte, Schieberkappen oder Bordsteine in einer Asphaltkonstruktion. Ausgebildete Fugen können – im Gegensatz zu Nähten – durch eine Stauchung oder Dehnung der Fugenfüllstoffe Bewegungen der Asphaltkonstruktion aufnehmen

### ■ Verfasser

**Dr.-Ing. Reha Çetinkaya**  
reha.cetinkaya@denso-group.com

DENSO GmbH  
Felderstraße 24  
D-51371 Leverkusen

**Dr.-Ing. Daniel Gogolin**  
daniel.gogolin@ptm.net

Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH  
Frische Luft 155  
D-44319 Dortmund

**Philipp Meinel, M. Sc.**  
meinel@isac.rwth-aachen.de

**Dr.-Ing. Christian Schulze**  
schulze@isac.rwth-aachen.de

RWTH Aachen University  
Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen  
der RWTH Aachen  
Mies-van-der-Rohe-Straße 1  
D-52074 Aachen



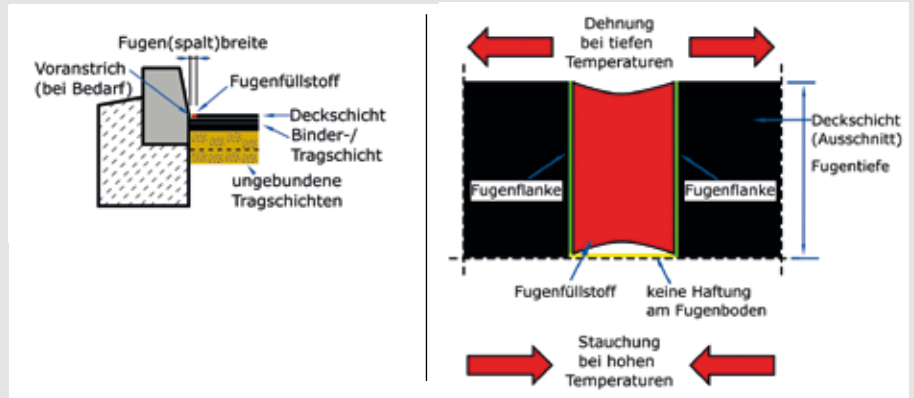
(Bild 1). Je nach verwendetem Füllstoff kann eine Längenänderung von bis zu 35 % gegenüber der ursprünglichen Fugenspaltbreite aufgenommen werden [ZTV Fug-StB 15]. Gemäß der ZTV Asphalt-StB 07/13 müssen beim bahnenweisen Einbau (heiß an kalt) von Asphaltflächen mit ähnlichen Eigenschaften Längsnähte an den Kontaktflächen ausgebildet werden. Bei längeren Arbeitsunterbrechungen zwischen hintereinanderliegenden Bauabschnitten sind Quernähte erforderlich. Gegenüber Fugen bewirken Nähte allerdings ausschließlich eine Verklebung der Kontaktflächen. Thermisch bedingte Bewegungen der Asphaltkonstruktionen können durch Nähte nicht ausgeglichen werden [ZTV Asphalt-StB 07/13].

Bei der normgerechten Herstellung und Ausbildung einer Fuge im Asphalt wird grundsätzlich zwischen dem Neubau einer Straße und einer Aufgrabung bzw. kleinflächigen Erhaltungsmaßnahmen unterschieden. Das Struktogramm gibt einen Überblick über die einschlägigen Regelwerke der FGSV hierzu (Bild 2).

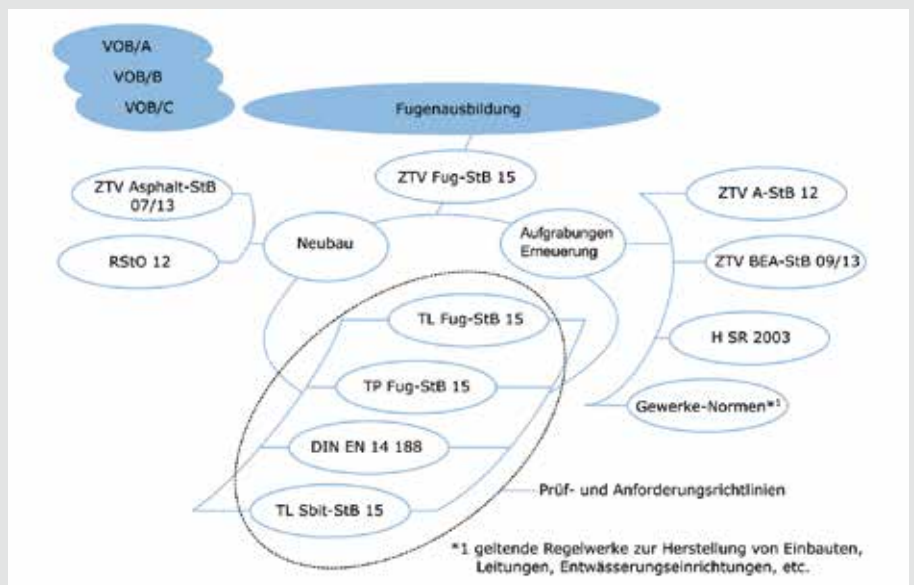
Gemäß den ZTV-Fug-StB 15 können Fugen in Asphaltkonstruktionen sowohl mit einer Bitumenheißvergussmasse als auch mit einem Bitumenfugenband ausgebildet werden. Wird eine Heißvergussmasse verwendet, muss die Fuge nachträglich geschnitten werden. Alternativ wird der Fugenspalt mit geeigneten Hilfsmitteln ausgespart und anschließend vergossen. Wichtig dabei: Die Fugen müssen wasserdicht sein. Die Fugenmindestbreite liegt bei beiden Verfahren bei 10 mm. In Asphaltkonstruktionen ist die Fugenspaltbreite, anders als bei der Betonbauweise, unabhängig von der zu erwartenden Änderung der Fugenspaltbreite auszubilden. Um mechanischen Beschädigungen der Fugenkanten vorzubeugen und Lärmemissionen zu reduzieren, sind die Fugenbreiten in Verkehrsflächen aus Asphalt auf maximal 20 mm beschränkt [ZTV Fug-StB 15].

**Häufige Schadensursache:  
Fehlende Randabdichtung**

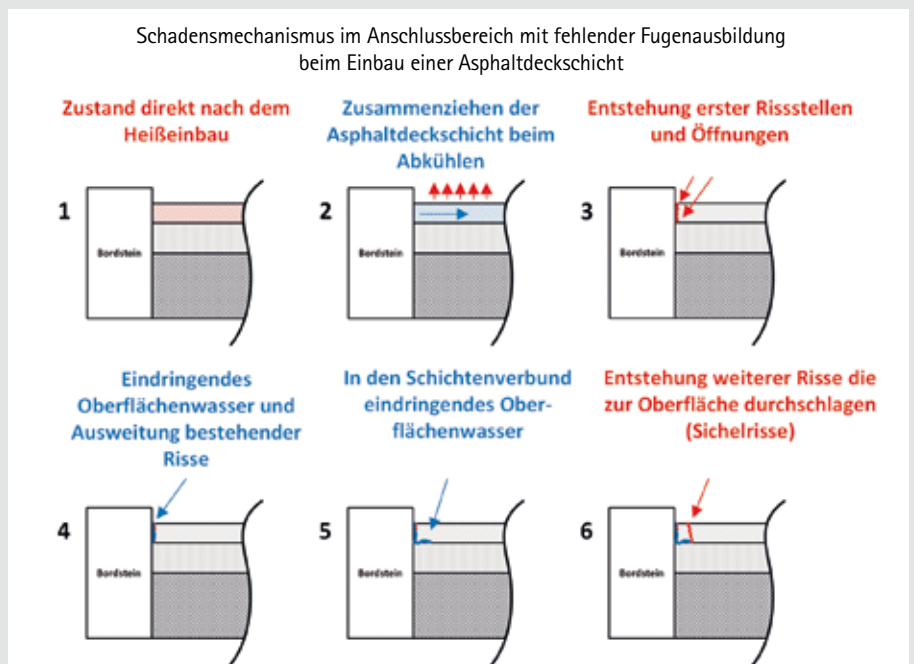
Die Ursachen von Schäden in einer Asphaltbefestigung sind in der Regel vielschichtig und komplex. Oftmals führen mehrere Faktoren gemeinsam zu einem vorzeitigen Versagen der Konstruktion. Dazu gehört beispielsweise eine unzureichende Dimensionierung, die Auswahl ungeeigneter Baustoffe, eine mangelnde Arbeitsvorbereitung



**Bild 1:** Detail einer Randfuge (linke Abbildung) und Mechanismen der Fugenausdehnung (rechte Abbildung) [Meinel 2021]

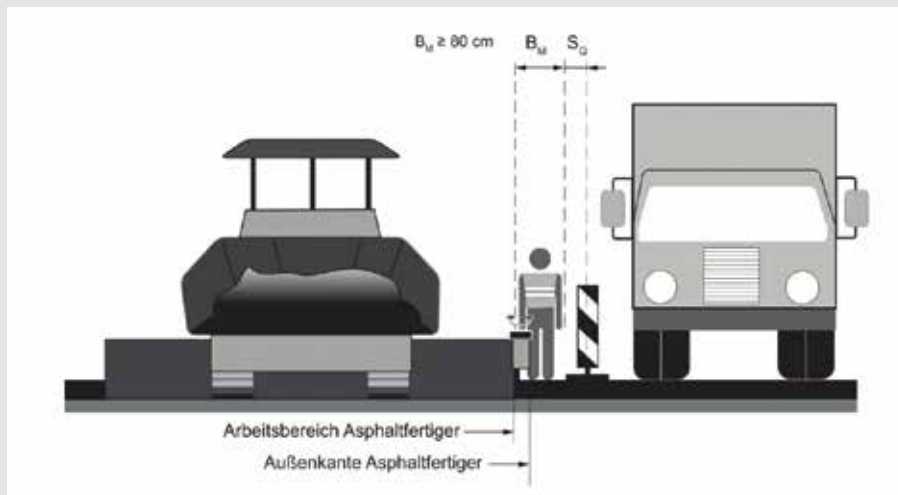


**Bild 2:** Struktogramm der geltenden Regelwerke zur Herstellung einer Fuge in der Asphaltbauweise [Meinel 2021]



**Bild 3:** Schadensmechanismus im Anschlussbereich eines Bordsteins bei fehlender Fugenausbildung in der Asphaltbauweise

**Bild 4:** Schadhafter Anschlussbereich zwischen Asphaltdeckschicht und Rinnenbordsteinen



**Bild 5:** Seitlicher Sicherheitsabstand (SQ) und Mindestbreite (BM) für Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Straßenbaustellen am Beispiel eines Asphaltstraßenfertigers [ASR 5.2]

oder eine fehlerhafte Bauausführung in Kombination mit sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen. Im kommunalen Straßenbau ist die fehlende oder fehlerhafte Fugenausbildung oftmals Ursache und Ausgangspunkt für zum Teil massive Schäden in der Asphaltkonstruktion.

Der anfängliche Schaden entsteht zumeist dadurch, dass Wasser eintritt. Eine Walzasphaltdeckschicht wird in einem Temperaturfenster von 130 bis 180 °C hergestellt. Sobald die Schicht abkühlt, entstehen temperaturbedingte Spannungen in der Asphaltkonstruktion. Diese Spannungen werden zum Teil durch Relaxation abgebaut, können aber insbesondere im Randbereich dazu führen, dass sich die Schicht zusammenzieht. Werden die Anschlüsse an Einbauten oder Randteilen nicht als Fugen ausgebildet, besteht daher die Gefahr, dass sich der Asphalt von den Einbauteilen bzw. der Randbefestigung ablöst. Es entsteht ein Spalt zwischen der Asphaltkonstruktion und den Einbau- bzw. Randteilen. Dringt in diesen Spalt Wasser ein, kann dies insbesondere in der Frostperiode zu erheblichen Schäden

führen.

Zudem sind die zugänglichen Hohlräume und die benachbarten Bereiche von permanentem Wechsel stark beansprucht, wenn Wasser eindringt und dann regelmäßig wieder trocknet. Der frei zugängliche Luft-sauerstoff führt zu einer frühzeitigen Alterung: Das Bindemittel versprödet. Außerdem trägt Wasser den Bindemittelfilm ab (Striping-Effekt). Ähnliche Schadensmechanismen konnten bereits in der Vergangenheit durch Hirsch & Ripke bei offenporigen Asphalt-schichten nachgewiesen werden [Hirsch, Ripke 2008].

### Ausweitung des Schadens in die Asphaltbefestigung

Liegen im Anschlussbereich erste netzwerkartige Risse über die gesamte Schichtdicke vor, weitet sich der Schaden in die angrenzenden Bereiche der Asphaltbefestigung aus. Der notwendige Schichtenverbund, der für eine dauerhafte Asphaltbefestigung wichtig ist, wird durch das eindringende Wasser

gestört. Dieser zunächst langsam beginnende Prozess pflanzt sich immer weiter in der Fläche der Asphaltbefestigung fort, sodass netz- und sichelartige Risse entlang der Anschlüsse entstehen (Bild 3). Der vormals nur im Anschlussbereich vorhandene Schaden breitet sich zunehmend in intakte Bereiche der Asphaltbefestigung aus.

In Bild 4 ist der Anschlussbereich zwischen einer Asphaltdeckschicht und dem Bordstein im Fokus. Beim Einbau der Asphaltdeckschicht wurde offensichtlich keine ordnungsgemäße Fuge hergestellt. Analog zum oben beschriebenen Schadensmechanismus sind schollenartige Risse und Ausbrüche im angrenzenden Bereich zu erkennen. Die übrige Asphaltdeckschichtkonstruktion ist schadensfrei. Der fehlende Anschluss zieht eine aufwendige Sanierung der Asphaltkonstruktion nach sich.

### Fugen in Rollspuren

Im Dezember 2018 veröffentlichte die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin eine neue Fassung der „Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen“. Darin werden die Anforderungen an das Einrichten und Betreiben von Arbeitsplätzen auf Straßenbaustellen neu definiert. Um die Einbaukolonnen besser vor möglichen Unfällen zu schützen, wurde der seitliche Sicherheitsabstand (SQ) für Arbeitsplätze auf Straßenbaustellen erhöht. Dadurch haben sich die Einbaubreiten beim halbseitigen Einbau verändert (Bild 5). Dies führte vielfach dazu, dass die Fugen in die Rollspur verlagert wurden. Die unerwünschte Folge: In manchen Fällen zog sich die Fugenfüllung bei hohen Temperaturen bereits nach kurzer Zeit durch überrollende Lkw-Reifen heraus. In Bild 6 ist eine aus der Fuge herausgezogene Heißvergussmasse auf einer Bundesautobahn dargestellt.

Vergleichbare Schäden werden auch durch die Verkehrsführung in Arbeitsstellen verursacht, wenn die Fuge temporär in der Rollspur liegt. Hohe Deckschichttemperaturen führen dazu, dass die Viskosität abnimmt und sich der Fugenfüllstoff auf Bitumenbasis gleichzeitig ausdehnt. Parallel dazu wird die Fuge gestaucht und so die Füllung nach oben gedrückt, weil sich die angrenzenden Asphalt-schichten ebenfalls ausdehnen. Kommt es dann zum Kontakt



zwischen Reifen und Vergussmasse, ziehen die Reifen diese teilweise heraus. Insbesondere bei Lkw-Reifen (hohen Radlasten) ist dieser Schadensmechanismus zu beobachten. Die Folge ist eine offene Fuge und eine mit der Heißvergussmasse verunreinigte Fahrbahn (Bild 7), was aufwendige Sanierungs- und Reinigungsarbeiten nach sich zieht.

### Neu entwickelte Messapparatur bestimmt Wasserdurchlässigkeit von Fugen

Eine wesentliche Funktion der Fuge ist es, einen wasserundurchlässigen Anschluss sicherzustellen. Aber: Um zu quantifizieren, wie wasserundurchlässig Anschlüsse und Fugen im Asphaltstraßenbau tatsächlich sind, existiert derzeit kein geeignetes Messverfahren. Im Rahmen einer Masterarbeit am Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen wurde daher eine Messapparatur entwickelt, die dies aufzeigen kann [Meinel 2021].

Die Messapparatur sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Abbildung des Fugenformats und der Fugengestalt,
- Dichtigkeit zwischen Asphaltoberfläche und Messapparatur,
- Ausgabe einer quantifizierbaren Messgröße,
- Standfestigkeit und
- zerstörungsfreie Messung.

Die neu entwickelte Messapparatur lässt sich in die folgenden drei Bereiche gliedern:

1. Messsystem zur Ausgabe der Messgröße (Messzylinder)
2. Bauteil zur Abbildung der Fugengestalt (Formteil aus Edelstahl)
3. Dichtungssystem an der Kontaktfläche Asphaltkonstruktion – Messapparatur (Nutzung einer plastischen Dichtungsmasse).

Ein genormter Messzylinder erfasst eine quantitative Messgröße: Er weist einen Durchmesser von 62 mm bei einer Skalenunterteilung in 10-ml-Schritten auf. Wenn gleichzeitig ein Zeitmesser verwendet wird, kann der Messzylinder so die Durchlässigkeit (Messgröße) ermitteln. Entscheidend für die Auswahl des Messzylinders und der Skalenunterteilung ist der Wasserdurchfluss, der erwartet wird. Für den hier vorliegenden technischen Sachverhalt wurde eine Skalierung von 10 ml gewählt. Damit kann sowohl ein vergleichsweise geringer Wasserdurch-



Bild 6: Aus der Fuge herausgezogene Heißvergussmasse



Bild 7: Aus der Fuge herausgezogene Heißvergussmasse und verunreinigte Fahrbahn

fluss für den technischen Anwendungsfall „Fuge“ als auch ein größerer Wasserdurchfluss für den technischen Anwendungsfall „Riss/Spalt“ exakt erfasst werden. Fugen weisen eine längliche Form bei geringer Breite auf. Die Messapparatur muss daher diesen Sachverhalt abbilden. Realisiert wurde dies durch ein Spezialformteil aus Edelstahl mit einer Länge von 25 cm und einer Breite von 5 cm (Bild 8).

### Teststrecke mit unterschiedlichen Einbauten

Am Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen wurde eine Teststrecke mit einer Länge von 35 m und einer Breite von 3 m angelegt, bei der unterschiedliche Einbausituationen an Fugen ausgebildet wurden. Im „0“-Fall wurde keine Fuge ausgebildet, der Asphalt wurde unmittelbar gegen die Rand- und Einbauteile gebaut. Im „1“-Fall wurden die Fugen gemäß ZTV Fug-StB unter Verwendung eines Bitumenfugenbandes (TOK-Band A) hergestellt. Im Rahmen der Ausführung wurden folgende Einbauten ausgewählt:

- Straßenentwässerungseinrichtungen
- Randeinfassungen und Bordsteine

- Kabel- und Telekommunikationsschächte
- Schieberkappen
- Flickstellen nach Aufgrabungen
- Entwässerungsrinnen zur Längsentwässerung.

Um die Wasserdurchlässigkeit eines Anschlusses ohne („0“-Fall) und mit („1“-Fall) einer regelwerkskonformen Fugenausbildung direkt vergleichen zu können, wurde – mit Ausnahme der Flickstellen – jedes Einbauteil oder jede Variante zweifach vorgesehen und ausgeführt. Bild 9 zeigt eine Ausführungszeichnung der Teststrecke mit detaillierten Angaben.

Die Teststrecke wurde als ein Einschichtsystem mit einer Gesamtdicke von 6 cm aus einem AC 11 D S mit einem Bitumen der Sorte 50/70 eingebaut. Die Flickstellen und die Rinne aus Gussasphalt wurden aus einem MA 11 N mit einem Bindemittel der Sorte 30/45 hergestellt.

Nach der Herstellung der Asphaltkonstruktion konnte in den Bereichen ohne Fugenausbildungen festgestellt werden, dass sich der Asphalt von den Einbauelementen ablöst. Ein Spalt war entstanden (Bild 10, rechts). Dies ist auf das thermische Schrumpfen des Asphalts zurückzuführen. In den

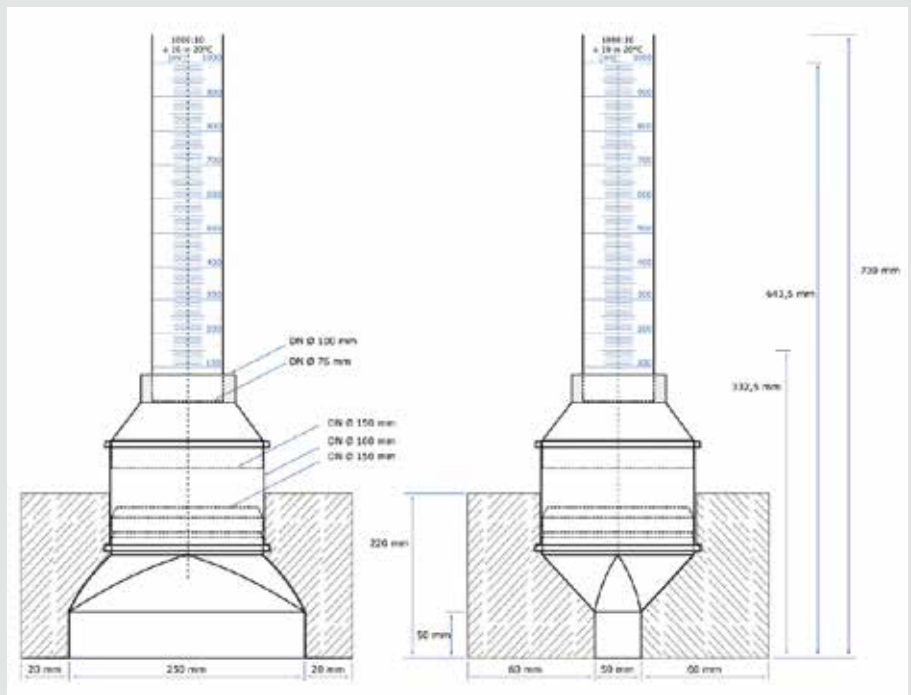


Bild 8: Technische Zeichnung der Messapparatur aus verschiedenen Perspektiven [Meinel 2021]

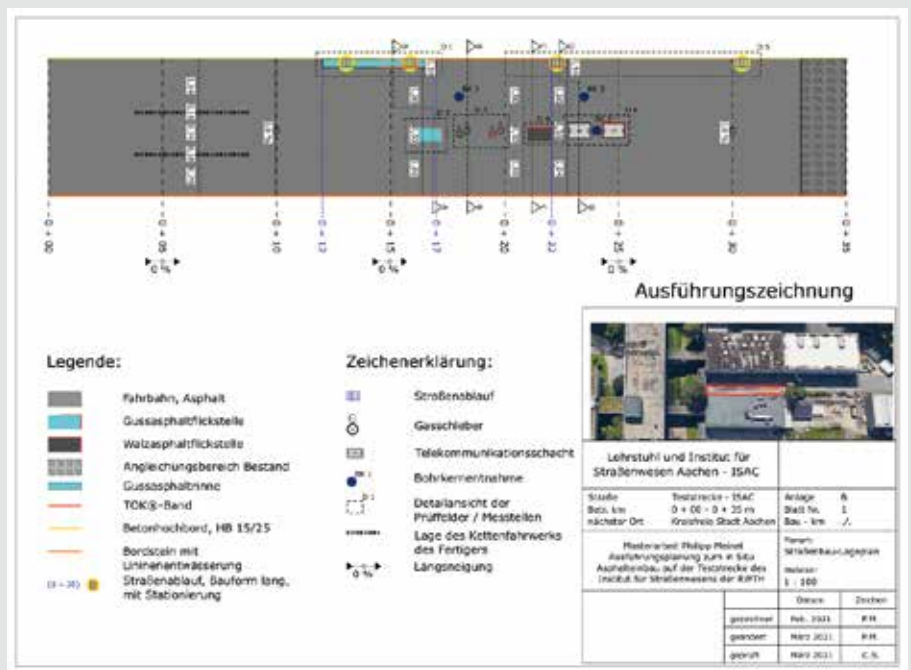


Bild 9: Ausführungszeichnung der Teststrecke am ISAC der RWTH Aachen [Meinel 2021]

Bereichen mit Fugenausbildung (Bitumenfugenband) wurden keine Ablösungen dokumentiert (Bild 10, links).

### Untersuchungsergebnisse zur Wasserdurchlässigkeit

Im Rahmen der experimentellen Bestimmung der Wasserdurchlässigkeitswerte wurden insgesamt 406 Messungen durchgeführt. Dabei

wurden 269 Messungen an bautechnisch ausgebildeten Fugen (1-Fall/Bitumenfugenband) an 24 Messstellen und 137 Messungen an Anschlüssen ohne Fugenausbildung (0-Fall) an 17 Messstellen durchgeführt. Um die Durchflussmengen im Rahmen der Datenauswertung in einen Zusammenhang bringen zu können, wurden die Spaltbreiten in den Bereichen ohne Fugenausbildung erfasst (Bild 11). Im Zuge der Datenauswertung wurde zur Identifizierung von zufallsbedingten und

systematischen Fehlern eine Ausreißerprüfung durchgeführt.

In Bild 12 sind die ermittelten Durchflussraten aller Einbau- und Prüffälle dargestellt – abhängig von den Fugenspaltbreiten. Unterschieden wurde dabei nach dem 0-Fall (keine Fugenausbildung) und dem 1-Fall (ordnungsgemäße Fugenausbildung). Mit zunehmender Fugenspaltbreite stiegen die Durchflussraten beim 0-Fall. Die Auswertung ergab: Es besteht ein linearer Zusammenhang für die Durchflussrate in Abhängigkeit von der Fugenspaltbreite mit einem Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,99$ . Die gemessenen Durchflussraten liegen hier zwischen 3 l/min\*m bei einer Fugenspaltbreite von 0,4 mm und bis zu 97 l/min\*m bei einer Fugenspaltbreite von 1,9 mm. Bei Spaltbreiten von > 2,0 mm konnten aufgrund der hohen Durchflussraten keine validen Messungen durchgeführt werden.

In Bild 13 ist der direkte Unterschied zwischen einer fehlenden und einer ordnungsgemäß ausgebildeten Fugenkonstruktion bei verschiedenen Einbausituationen zu erkennen. Die roten Markierungen stellen die ermittelten Durchflussraten mit Bitumenfugenband (TOK-Band A) dar, während die dazu korrespondierenden blauen Markierungen die Durchflussraten ohne Ausbildung einer Fugenkonstruktion zeigen. Die relativen und absoluten Reduktionen der Durchflussraten im 1-Fall im Vergleich zum 0-Fall sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Das Ergebnis: Durch die Verwendung eines Bitumenfugenbands konnten die Durchflussraten im Vergleich zu einer Ausführung ohne ordnungsgemäßen Anschluss um mindestens 97,6 % oder im Mittel um 99,0 % gesenkt werden.

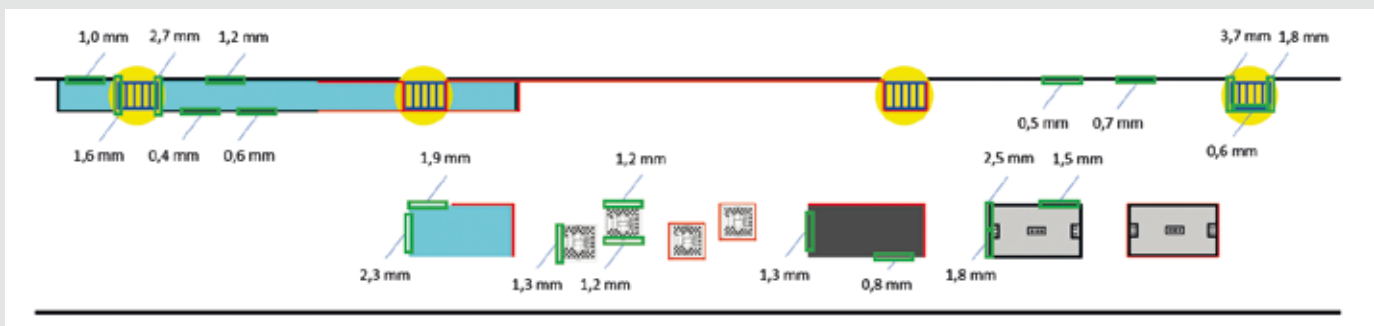
### Auswahl des richtigen Baustoffs für den jeweiligen Anwendungszweck

Aus den gewonnenen Erkenntnissen ist ersichtlich, dass eine fachgerechte Fugenausbildung grundsätzlich die Straßenkonstruktion vor eindringendem Wasser und somit auch vor den daraus resultierenden Schäden effektiv schützt. Eine zielgerichtete Fugenausbildung ist somit ein wichtiger und nachhaltiger Faktor, um die angestrebte Nutzungsdauer einer Straße tatsächlich zu erreichen. Neben den Witterungseinflüssen und den damit verbundenen thermischen Spannungen unterliegt das Fugenfüllmaterial zum Teil zusätzlichen Belastungen durch den überrollenden oder stehenden Verkehr. Um eine dauerhaf-





**Bild 10:** Ordnungsgemäß ausgebildete Fuge mit einem Bitumenfugenband (links) und ein Anschluss ohne Fugenausbildung (rechts) [Meinel 2021]



**Bild 11:** Thermisch bedingte Spaltmaße zwischen Rand-/Einbauteilen und Asphalt auf der Teststrecke [Meinel 2021]

te Fugenfüllung zu gewährleisten, ist die Wahl des richtigen Fugenmaterials von entscheidender Bedeutung.

Gerade im Hinblick auf den Lastfall „hohe Temperatur (Sommer, Sonnenstrahlung) bei gleichzeitiger hoher Verkehrsbelastung“ sind nach den bisherigen Erfahrungen aus der Praxis nicht alle Fugendichtstoffe gleichermaßen geeignet. Um die Eignung eines Fugendichtstoffs bereits im Vorfeld bestimmen zu können, hat die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbh ein entsprechendes Laborprüfverfahren entwickelt. Dieses Prüfverfahren soll objektive Beurteilungshilfen liefern und die Frage beantworten: Welche Fugendichtstoffe sind in Asphaltflächen tatsächlich geeignet, wenn diese hohen Temperaturen ausgesetzt sind und direkt überrollt werden?

### Prüfmethodik im Labormaßstab

Bei der Laborsimulation dieser Situation (überrollender Verkehr bei hohen Temperaturen) erwies sich der Spurbildungsversuch gemäß TP Asphalt-StB Teil 22 (2007) aus mehreren Gründen als grundsätzlich geeignetes Laborprüfverfahren: Zum einen wegen des verwendeten Gummireifens, der variablen Belastungszyklen sowie der Prüftemperaturen. Zum anderen, weil es möglich ist, die im Walzsek-

tor-Verdichtungsgerät (WSV) hergestellten Asphaltprobeplatten direkt zu befahren. Die gewählten Prüfparameter sind der Tabelle 2 zu entnehmen [TP Asphalt-StB Teil 22, 2007].

Um die direkte Befahrung einer Fuge durch den Verkehr zu simulieren, ist zwingend zu berücksichtigen, dass die Fuge mittig und in Längsrichtung im Rahmen der Probekörperherstellung (WSV-Platten) ausgebildet wird. Hierbei ist das Herstellungsverfahren der WSV-Platten jeweils an die unterschiedlichen Fugenfüllarten, d. h. Heißvergussmasse oder Bitumenfugenband, anzupassen.

### Asphalt-Probepplatten mit Fuge und Bitumenheißvergussmasse

Für die Herstellung der Asphalt-Probepplatten wurde jeweils ein Asphaltdeckschichtmischgut aus AC 8 D S gemäß TL Asphalt-StB 07/13 verwendet. Gefertigt wurden die Asphalt-Probepplatten mit einer Schichtdicke von 50 mm nach den TP Asphalt-StB Teil 33 mit dem Walzsektor-Verdichtungsgerät (WSV). Um die Fuge herzustellen, erfolgte mittig in der Probepplatte ein Schnitt in einer Breite von  $10 \pm 1$  mm und einer Tiefe von  $35 \pm 2$  mm. Anschließend wurde die Fuge nach Herstellerangaben mit dem Voranstrich (hier: REINAU CORRISOL-K) vorbehandelt und mit der Bitumenheiß-

vergussmasse (hier: TOK-Melt (Typ N2)) abgedichtet. Die Bitumenheißvergussmasse wurde gemäß den Verarbeitungshinweisen des Herstellers vor dem Vergießen homogenisiert. Die einzelnen Arbeitsschritte für die Fuge sind in Bild 14 dargestellt [TL Asphalt-StB 07/13; TP Asphalt-StB Teil 33].

### Asphalt-Probepplatten mit Fuge und Bitumenfugenband

Die Asphalt-Probepplatten wurden mit einer Schichtdicke von 50 mm nach den TP Asphalt-StB Teil 33 mit dem Walzsektor-Verdichtungsgerät (WSV) hergestellt. Anschließend wurden die einzelnen Platten zur Fertigung der Fuge vollständig mittig durchgesägt, bevor das Bitumenfugenband (hier: TOK®-Band A) nach Herstellerangaben an der Schnittfläche angebracht wurde. Im nächsten Schritt wurde die halbe Asphalt-Probepplatte mit dem Bitumenfugenband und dem heißen unverdichteten Asphaltmischgut in den Walzsektor-Verdichter eingebaut und verdichtet. Damit die Asphalt-Probepplatte auf beiden Seiten gleichmäßig und eben ist, war eine weggeregelte Verdichtung vorgegeben. Bild 15 zeigt die einzelnen Arbeitsschritte zur Herstellung einer Fuge mit Bitumenfugenband. Der hier unter Laborbedingungen ge-

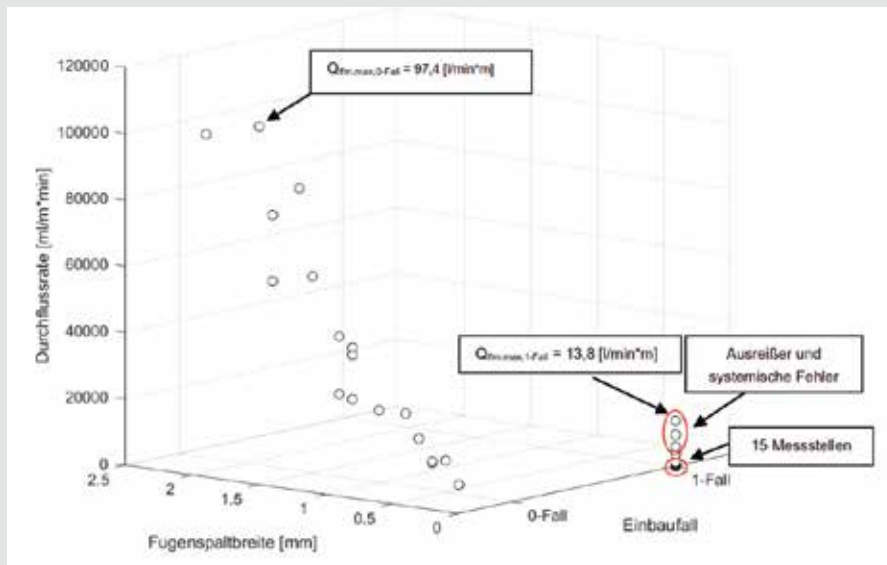


Bild 12: Durchflussraten aller Einbau- und Prüffälle differenziert nach 0- und 1-Fall in Abhängigkeit von der Fugenspaltbreite [Meinel 2021]

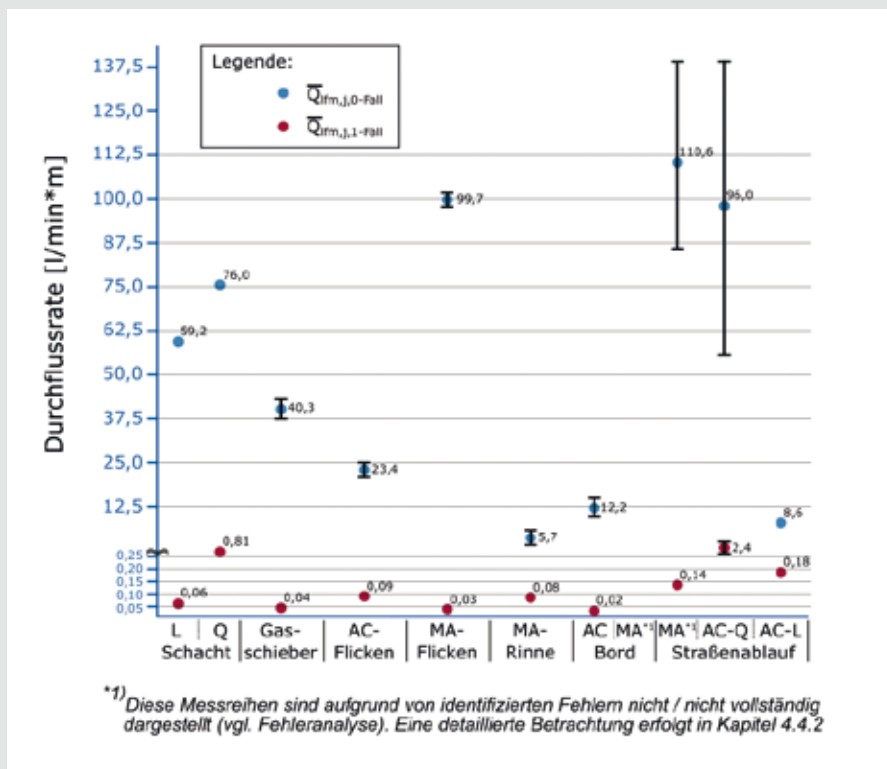


Bild 13: Vergleich des Wasserdurchflusses ohne und mit bautechnischer Fugenausbildung (0-Fall/1-Fall) je Bauteil [Meinel 2021]

Tabelle 1: Absolute und relative Reduktionen der Durchflussraten durch die Ausbildung einer Fugenkonstruktion mit Bitumenfugenband (TOK-Band A) [Meinel 2021]

	Schacht		Gas-schieber	AC-Flicken	MA-Flicken	MA-Rinne	Bordstein		Straßenauf		
	Längs	Quer					AC	MA	MA	AC-Q	AC-L
Absolute Reduktion $\Delta_{0/1-Fall}$ [l/min*m]	59,14	75,19	40,26	23,31	99,67	5,62	12,00	-	110,46	93,50	8,00
Relative Reduktion [%]	99,9	98,9	99,9	99,6	99,9	98,6	98,4	-	99,9	97,4	97,6

wählte Verarbeitungsprozess des Bitumenfugenbandes und das anschließende Verdichten des Asphaltmischguts ist vergleichbar mit der Vorgehensweise auf der Baustelle.

### Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Die ersten Versuche wurden mit einer Prüftemperatur von 60 °C und einem AC 8 D S mit einem Straßenbaubitumen 50/70 gemäß TL Bitumen-StB 07/13 durchgeführt. Hierbei zeigte sich bereits nach wenigen Überrollungen des Gummirads eine stark zunehmende Gesamtverformung des Systems. An den Asphaltprobeplatten selbst kam es zu einer Umlagerung von Asphaltmischgut an den Fugenflanken, wodurch die Prüfung in der Folge insgesamt beeinflusst wurde. Da das Abbruchkriterium beim Spurbildungsversuch erreicht wurde (Spurrinntiefe  $\geq 10$  mm), mussten diese Versuche vorzeitig beendet werden (Bild 16).

Im zweiten Prüfzyklus wurde ein modifiziertes Asphaltmischgutkonzept gewählt. Die Einflüsse durch die Asphaltverformung und die damit verbundene Beeinträchtigung des Fugensystems sollte auf diese Weise ausgeschlossen werden. Dazu wurde anstelle eines Straßenbaubitumens 50/70 ein polymermodifiziertes Bitumen der Sorte 25/45 VL verwendet. Außerdem wurde die Prüftemperatur um 10 K auf 50 °C abgesenkt. Die Anforderungen wurden also herabgesetzt, da die Vergussmasse in der ersten Versuchsreihe bereits nach kürzester Zeit versagt hatte. Hiermit sollte gleichzeitig überprüft werden, ob der Einsatztemperaturbereich mit der Wahl von 60 °C vielleicht nur um wenige Grade überschritten wurde und maßgeblich zu diesem Bild geführt hat.

Die Modifizierung des Asphaltkonzepts durch den Einsatz eines steiferen Bindemittels (PmB 25/45 VL) für die Spurbildungsversuche gemäß TP Asphalt-StB hat zu der





	Einheit	Parameter
Prüfgerät	[.]	Infratest
Prüfrad	[-]	Vollgummibereiftes Rad
Prüftemperatur	[°C]	50 °C und 60 °C (Luftbad)
Belastungszyklen	[-]	Variabel bis zum Versagen (max. bis 50.000)
Überrollungen	[n]	Zwei Überrollungen umfassen einen Belastungszyklus
Asphalt-Probeplatten je Prüfung	[n]	2

**Tabelle 2:** Gewählte Prüfparameter im Spurbildungsgerät



**Bild 14:** Herstellung einer Asphalt-Probeplatte mit Längsfuge und Bitumenheißver-gussmasse



**Bild 15:** Herstellung einer Asphalt-Probeplatte mit Längsfuge und Bitumenfugenband



**Bild 16:** Spurbildungsversuch bei 60 °C nach Erreichen des Abbruchkriteriums



**Bild 17:** Bitumenheißvergussmasse im Spurbildungsversuch bei 50 °C

erwarteten geringeren Ausbildung der Spurrinne geführt. Auch nach einer Belastung von 20.000 Überrollungen (10.000 Zyklen) konnte eine Verdrückung des Asphalts in die Fuge nicht festgestellt werden. Hierdurch lässt sich das Verhalten der Fugendichtstoffe sehr gut beurteilen, denn es treten keine großen überlagerten Belastungen und Verformungen auf, die das Bild zusätzlich maßgeblich beeinflussen.

### Hohe Materialverluste trotz reduzierter Prüftemperatur

Die geprüfte Heißvergussmasse wies trotz reduzierter Prüftemperatur von 50 °C erneut

direkt zu Beginn hohe Materialverluste auf, die mit steigenden Überrollungszahlen weiter zunahm. Die Prüfräder waren bereits nach kurzer Zeit vollständig mit der Vergussmasse bedeckt – und das auch außerhalb des Belastungssegments des jeweiligen Prüfrads (Kontaktbereich Rad/Asphalt (Fuge)). Materialverluste der Vergussmasse traten auch außerhalb der eigentlichen Prüffläche auf. In Bild 17 sind die Materialverluste und die Materialanhaftungen durch die Bitumenheißvergussmasse deutlich zu erkennen. Hierbei ist der Materialverlust besonders deutlich am Prüfrad nach bzw. während des Spurbildungsversuchs. Die Verteilung der Anhaftungen auf dem

Prüfrad zeigt, dass sich die Bitumenheißvergussmasse auf der gesamten Fläche des Rads ausgebreitet hat, d. h. auch auf dem Bereich, der nicht direkt mit der Fuge in Kontakt gekommen ist.

### Bitumenfugenband bleibt stabil – auch bei 20.000 Überrollungen

Das Bitumenfugenband konnte das stabile Verhalten bei der Prüftemperatur von 50 °C aufgrund der ausbleibenden Gesamtverformung des Systems (modifizierter Asphalt) nun auch bei den 20.000 Überrollungen bestätigen. Ob das Bitumenfugenband das



stabile Verhalten nach 20.000 Überrollungen auch bei 60 °C bestätigen kann, ist in weiteren Untersuchungen zu klären.

Die bei der Bitumenheißvergussmasse bereits nach 800 Überrollungen beobachtete Materialanhaftung an den Prüfrädern konnte bei den Spurbildungsversuchen in Längsrichtung beim Bitumenfugenband auch nach 12.000 Überrollungen nicht erkannt werden. Die Prüfräder waren frei von jeglichen Materialanhaftungen und Verschmutzungen.

Festzuhalten ist, dass das Bitumenfugenband bei gleicher Belastung einen signifikant höheren Widerstand gegen Materialverluste als die Bitumenheißvergussmasse aufweist. Dabei ist zusätzlich anzumerken, dass die festgestellten Materialverluste beim Bitumenfugenband eher als ein „Abwalzen“ oder „Abreiben“ von der Asphaltoberfläche und nicht als ein „Herausziehen“ wie bei der Bitumenheißvergussmasse zu beschreiben sind (Bild 18). Infolge der geringfügigen Verformung des Asphalts (Spurrinne) wurde die Fuge augenscheinlich seitlich verdrückt und dann der „Überschuss“ oberflächlich abgerieben.

#### Fazit:

#### Regelwerkskonforme Fugen erhöhen Dauerhaftigkeit von Asphaltstraßen deutlich

Bei jeder Asphaltbaumaßnahme entstehen Anschlüsse zu bestehenden Schichten, Randkonstruktionen oder Einbauten. Die Abdichtung dieser Anschlüsse durch die Herstellung einer regelwerkskonformen Fuge ist für die Dauerhaftigkeit einer Asphaltkonstruktion von grundlegender Bedeutung. Dringt Oberflächenwasser in den Asphaltkörper ein, führt dies dazu, dass Schäden deutlich schneller entstehen können. Dieser Prozess ist sehr häufig im kommunalen Asphaltstraßenbau, aber auch bei Straßenbefestigungen höherer Bauklassen zu beobachten, z. B. in Form von Netzzissen im Fugenbereich. Das Resultat ist ein frühzeitiger und kostenintensiver Sanierungsbedarf, der durch überschaubare konstruktive Maßnahmen in der Bauphase hätte verhindert werden können. Die aktuell geltenden Regelwerke geben den Beteiligten den notwendigen Rahmen, um Fugen ordnungsgemäß auszuführen und verfrühte Schäden zu verhindern. Dennoch wird gerade im kommunalen Asphaltstraßenbau dieser Bereich

oftmals vernachlässigt.

Dieser Beitrag zeigte den Mechanismus, der zum Schaden führt, auf. Die primäre Ursache für frühzeitige Schäden sind fehlende Randabdichtungen. Die Erfahrungen zeigen aber auch, dass bei ordnungsgemäß ausgeführten Anschlussbereichen dauerhafte und dichte Asphaltkonstruktionen hergestellt werden können.

Die Fragestellung der an der RWTH Aachen erstellten wissenschaftlichen Arbeit (Welche Wassermengen können in Anschlussbereichen in den Straßenkörper eindringen, wenn die Fugenabdichtung regelwerkskonform erfolgt bzw. nicht erfolgt?) wurde anhand zahlreicher Messungen an der eigens erstellten Teststrecke beantwortet. Dabei wurden verschiedene Einbausituationen, insbesondere aus dem kommunalen Asphaltstraßenbau, nachgestellt. Mittels Direktvergleich – mit und ohne Fugenausbildung – konnte die Wasserinfiltration gemessen werden. Ohne eine regelwerkskonforme Fugenausbildung wurde ein Wassereintrag von bis zu

96 l/m<sup>2</sup>min festgestellt. Eine ordnungsgemäße Fugenabdichtung reduzierte den Wassereintrag hingegen um bis zu 99 %. Das Ergebnis zeigt eindeutig: Eine regelwerkskonforme Fugenausbildung führt zur Dichtigkeit im Anschlussbereich und trägt maßgeblich zu einer längeren Lebensdauer der gesamten Asphaltkonstruktion bei.

#### Richtige Materialauswahl im Vorfeld verhindert Schäden

Die Auswahl der richtigen Baustoffe für den jeweils richtigen Anwendungsfall führt zu einer signifikanten Erhöhung der Dauerhaftigkeit der Bauwerke. Bei besonderer Beanspruchung können verschiedene ungünstige Faktoren (z. B. hohe Temperaturen in Kombination mit Fugen in Rollspuren) zusammentreffen, die ein frühzeitiges Materialversagen bewirken. Diese besonderen Situationen gilt es zu beachten, weil bislang bewährte Konzepte dann nicht länger funkti-

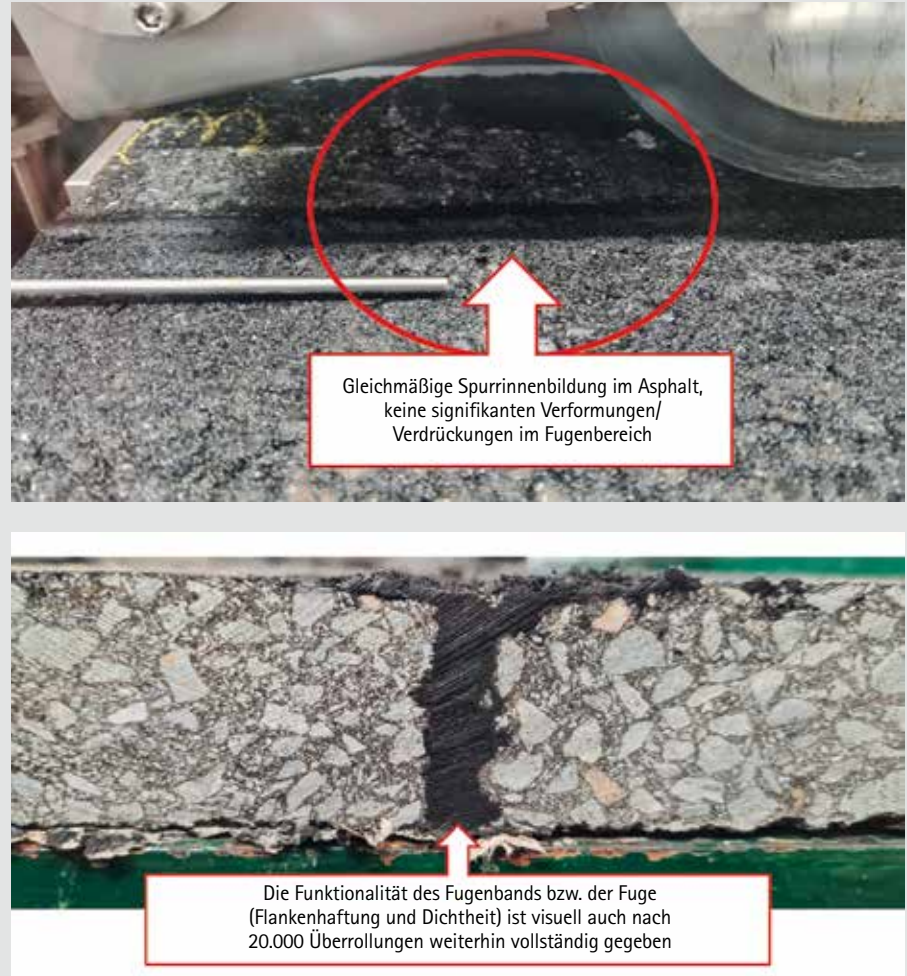


Bild 18: Bitumenfugenband im Spurbildungsversuch bei 50 °C

onieren. Das entwickelte Laborverfahren für die Eignung von Fugenfüllstoffen bei hohen Temperaturen zeigt für einen solchen Extremfall anschauliche und vergleichende Ergebnisse. Hiermit lässt sich bereits im Vorfeld eine zielgerichtete Materialauswahl treffen.

Die beiden Arbeiten an der RWTH Aachen und bei der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH führten zu neuen, aufschlussreichen Erkenntnissen für den Bereich von Nähten, Fugen und Randabdichtungen. Neben der genauen Erfassung der Infiltration in diesen Bereichen konnte die Wirksamkeit einer regelwerkskonformen Fugenausführung auf die Infiltration nachgewiesen werden. Die zweite Arbeit zeigt, dass es für den Fall einer direkten Überrollung der Fuge bei hohen Temperaturen geeignete Materialien gibt, mit denen eine dauerhafte und dichte Fugenkonstruktion ausgebildet werden kann. Bedeutende Erkenntnisse – gerade vor dem Hintergrund

der in den letzten Jahren verstärkt auftretenden Schäden im Naht- und Fugenbereich und der Überarbeitung des Technischen Regelwerkes.

#### Literaturverzeichnis

ASR 5.2: „Technische Regeln für Arbeitsstätten für die Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr (Straßenbaustellen)“; Bundesanstalt für Arbeitsmedizin; Dortmund; Ausgabe 2018

Hirsch, V.; Ripke, O.: „Lernen von den Straßen – Offenporige Asphalte“, Straße und Autobahn; Heft 1/2008; Kirschbaum Verlag, Bonn; 2008

Meinel, P. S. 2021: „Experimentelle und theoretische Analyse zur Wasserdurchlässigkeit von Fugen in der Asphaltbauweise“; Philipp Sebastian Meinel; Masterarbeit am Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen Aachen (ISAC) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH); Aachen; 2021

TL Asphalt-StB 07/13: „Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; FGSV Verlag, Köln; Ausgabe 2007/Fassung 2013

TL Bitumen-StB 07/13: „Technische Lieferbedingun-

gen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; FGSV Verlag, Köln; Ausgabe 2007/Fassung 2013

TL Fug-StB 15: „Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; FGSV Verlag, Köln; Ausgabe 2015

TP Asphalt-StB Teil 22: „Technische Prüfvorschriften für Asphalt; Teil 22: Spurbildungsversuch“ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; FGSV Verlag, Köln; Ausgabe 2013

TP Asphalt-StB Teil 33: „Technische Prüfvorschriften für Asphalt; Teil 33: Herstellung von Asphalt-Probleplatten im Laboratorium mit dem Walzsektor-Verdichtungsgerät“ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; FGSV Verlag, Köln; Ausgabe 2013

ZTV Asphalt-StB 07/13: „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; FGSV Verlag, Köln; Ausgabe 2007/Fassung 2013

ZTV Fug-StB 15: „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.; FGSV Verlag, Köln; Ausgabe 2015



**TOK®-Bänder ohne Voranstrich.**

**Höchstleistung in Bestzeit.**

**TOK®-Band SK.** Selbstklebend. Zeitsparend. Sicher.

**TOK®-Band A.** Volle Haftung nach sekundenschneller Aktivierung.

**TOK®-Band SK N2.** Höchste Flexibilität auch bei Eiseskälte.

Alle Bänder erfüllen die ZTV Fug-StB 15.

[denso-group.com](https://denso-group.com)

**TOK®-Band. Die Nr.1 bei Fugenbändern.**

