
Untersuchungen zur Nahtausbildung bei Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt

Dawei Wang, Bernhard Steinauer, Markus Oeser, Stefan Schmidt

1 Problemstellung und Zielsetzung

Der Einbau von Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt (OPA) sollte gemäß dem Merkblatt für Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt (M OPA) [FGSV, 2010] unbedingt maschinell und nahtlos in voller Breite erfolgen. Bei größeren Breiten wird der Einsatz von gestaffelt fahrenden Fertiggern empfohlen, damit der Einbau „heiß an heiß“ erfolgen kann. Auf diese Weise werden Längsnähte vermieden und der Wasserabfluss in Querrichtung nicht behindert. Der Einbau von offenporigen Asphalten erfordert daher immer eine komplette Sperrung einer Richtungsfahrbahn, was bei hochbelasteten 6- oder 8-streifigen Autobahnquerschnitten nicht oder nur im Ausnahmefall möglich ist. Des Weiteren wird bei der baulichen Erhaltung von Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt empfohlen, dass lokale Schädigungen nur durch den vollständigen Austausch der Asphaltdeckschicht behoben werden und der Ersatz der Asphaltdeckschicht aus offenporigem Asphalt nur in voller Breite erfolgen sollte, um einen einwandfreien Wasserabfluss zu gewährleisten [FGSV, 2010]. Bei zukünftigen groß- und kleinflächigen Erneuerungs- oder Reparaturmaßnahmen kann aufgrund der angespannten Finanzlage der öffentlichen Hand anstelle der Erneuerung in voller Breite von einer fahrstreifenweisen Erneuerung von geschädigten Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt ausgegangen werden. Dieses ist nur mit Hilfe einer Nahtausbildung möglich.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden demgemäß verschiedene Varianten der Nahtausbildung hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit und der Dauerhaftigkeit des Nahtbereiches untersucht, um geeignete Verfahren der Nahtausbildung bei offenporigen Asphalten sowohl für den streifenweisen Neubau als auch die streifenweise Erneuerung herauszuarbeiten.

2 Herstellung und Untersuchungen von unterschiedlichen Möglichkeiten der Nahtausführung unter Laborbedingungen

Die Nahtvarianten wurden auf der institutseigenen Einbaustrecke (25 m lang und 1,2 m breit) hergestellt. Als Asphaltmischgut wurde jeweils ein offenporiger Asphalt PA 8 mit Polymermodifiziertem Bitumen 40/100-65 A verwendet. Hierbei wurden zwei Versuchsreihen vorgesehen. Bei der Versuchsreihe 1 wurde der Instandsetzungsfall simuliert, wobei der Asphalt über eine Breite von ca. 60 cm mit einer kleinen Asphaltfräse im mittigen Bereich der Einbaustrecke herausgefräst wurde und somit senkrechte, aber raue Nahtflanken entstanden (s. Bild 1). Die Versuchsreihe 2 stellt den streifenweisen Einbau „heiß an kalt“ dar (s. Bild 2). Nachdem der offenporige Asphalt nur über eine Breite von ca. 80 cm auf der linken Seite eingebaut wurde, wird eine gleichmäßige, leicht abgeschrägte Nahtflanke durch Andrücken des OPA im warmen Zustand unter Verwendung einer Kantenandrückrolle an der Walze erzeugt.

Nach der Herstellung der Nahtflanke erfolgte die Behandlung des Nahtbereiches. Auf Basis der Literaturrecherche ([DAV, 2001], [SCHÄFER, 1998], [VAN GENT, 2005]) wurden insgesamt 13 Varianten der Nahtausbildung für beide Versuchsreihen festgelegt (s. Tab. 1 und Bild 3):



Bild 1: Nahtherstellung durch Fräsen des Asphaltes mittels einer Asphaltfräse in der Versuchsreihe 1



Bild 2: Nahtherstellung durch eine Kantenandrückrolle an der Walze in der Versuchsreihe 2

Tab. 1: Ausführungsvarianten mit Probekörperherstellung unter Laborbedingungen

Herstellung der Nahtflanke durch	Behandlung der Nahtflanke durch	Code
Referenzvariante	ohne Naht	V00
Versuchsreihe 1: Abfräsen mit einer Asphaltfräse	Auftragen des Straßenbaubitumens 160/220 mit Dosierung gemäß Regelwerken	V01
	Auftragen des Polymermodifizierten Bitumens mit Dosierung gemäß Regelwerken	V02
	Auftragen des Polymermodifizierten Bitumens mit geringerer Dosierung als gemäß Regelwerken	V03
	Erwärmung der Nahtflanke mit Infrarotstrahler (80 bis 100 °C)	V04
	Erwärmung der Nahtflanke mit Infrarotstrahler (150 bis 160 °C)	V05
	Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt	V06
Versuchsreihe 2: Andrücken im warmen Zustand	Auftragen des Straßenbaubitumens 160/220 mit Dosierung gemäß Regelwerken	V07
	Auftragen des Polymermodifizierten Bitumens mit Dosierung gemäß Regelwerken	V08
	Auftragen des Polymermodifizierten Bitumens mit geringerer Dosierung als gemäß Regelwerken	V09
	Erwärmung der Nahtflanke mit Infrarotstrahler (80 bis 100 °C)	V10
	Erwärmung der Nahtflanke mit Infrarotstrahler (150 bis 160 °C)	V11
	Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt	V12



a) Auftragen des Polymermodifizierten Bitumens auf die Nahtflanke

b) Anwärmen der Nahtflanken mittels Infrarotheizgerät

c) Bitumenfugenband für OPA, besteht aus einem selbstklebenden PmB-Band und einem PP-Gitterband.

Bild 3: Unterschiedliche Varianten der Nahtausbildung

3 Beurteilung anhand von Zugversuchen und Wasserdurchlässigkeit

3.1 Zugversuch

Zur Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener Verfahren zur Herstellung von Nähten in Asphaltbefestigungen wurde der Zugversuch gemäß [FGSV 1994] bei vier verschiedenen Temperaturen ($T = -25\text{ °C}$, -10 °C , $+5\text{ °C}$, $+20\text{ °C}$) durchgeführt [ARAND, 1991] (Bild 4, links). Als Versuchsergebnissen werden die bei der Prüftemperatur erreichte Zugfestigkeit sowie die zugehörige Bruchdehnung ausgegeben (Bild 4, rechts).

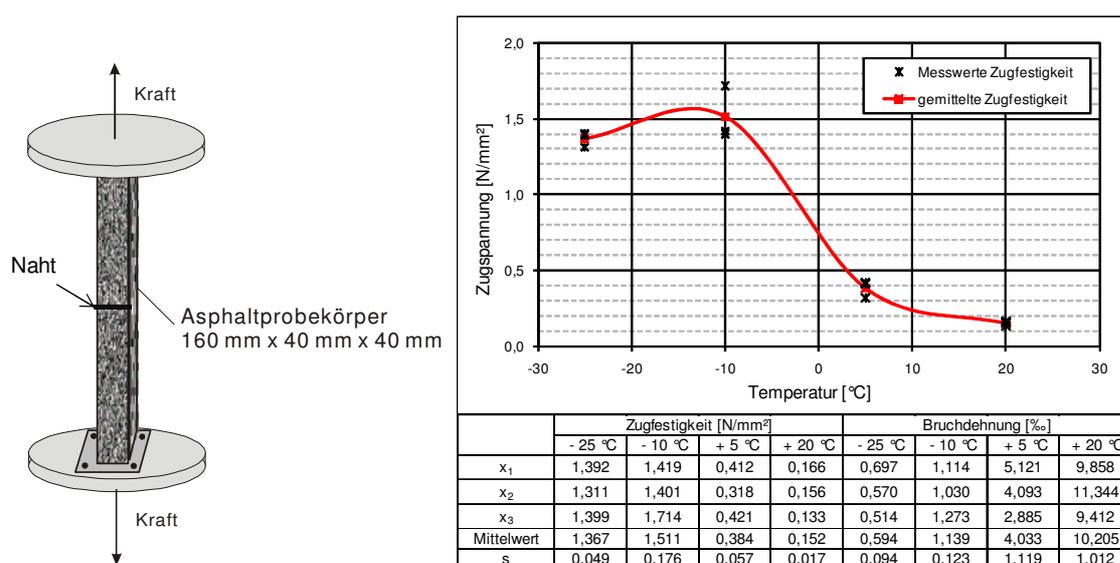


Bild 4: Zugversuch und die Ergebnisse (V00)

Die Ergebnisse bei -25 °C sowie bei -10 °C sind in Bild 5 und Bild 6 beispielhaft dargestellt.

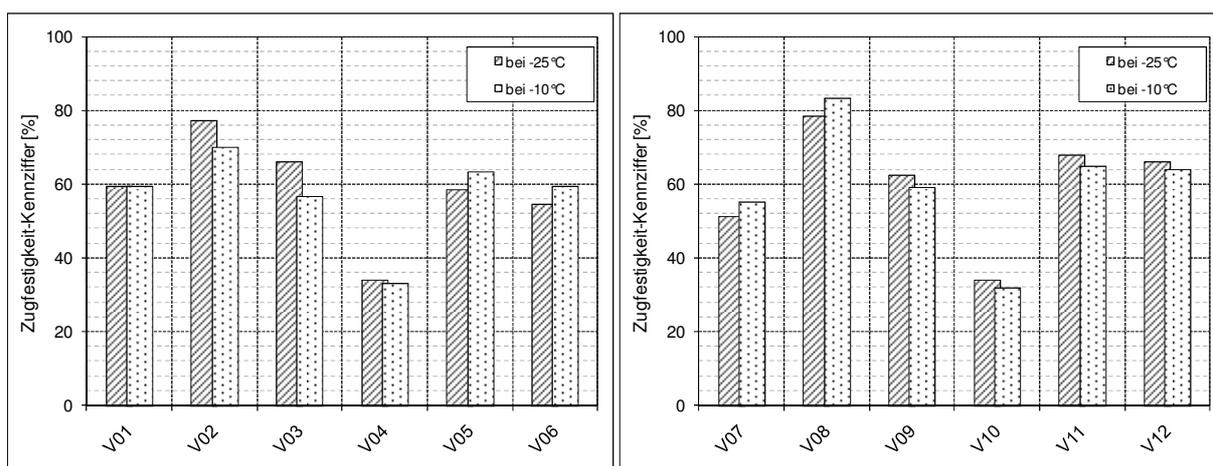


Bild 5: Zugfestigkeit-Kennziffer bei -25 °C (links: Versuchsreihe 1, rechts: Versuchsreihe 2). Zugfestigkeit-Kennziffer wird als Verhältnis zwischen der Zugfestigkeit der Variante und der Zugfestigkeit der Referenzvariante (V00) definiert.

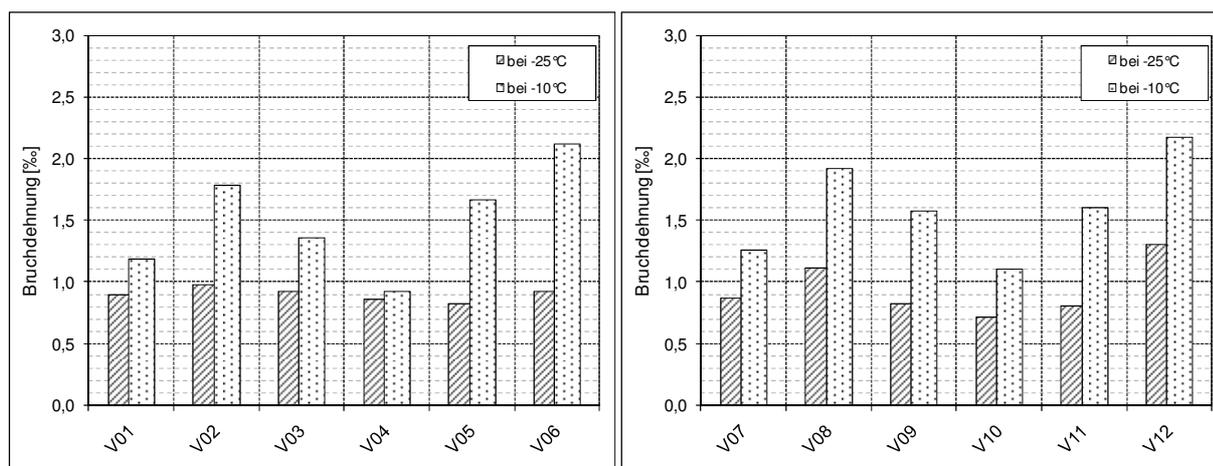


Bild 6: Bruchdehnung der Versuchsreihe 1 (links) und 2 (rechts) bei -10°C und -25°C

Anhand von Bild 5 lässt sich feststellen, dass keine der Nahtvarianten besser ist als der Einbau „Heiß an heiß“ (V00). Neben der Referenzvariante sind nahezu alle Probenkörper der Nahtvarianten im Nahtbereich gebrochen. Anhand der Ergebnisse der Zugversuche konnte festgestellt werden, dass durch den Einsatz des polymermodifizierten Bitumens (V02 u. V08) anstelle von einem Straßenbaubitumen der Sorte 160/220 (V01 u. V07), zur Behandlung der Kontaktfläche im Nahtbereich, das Kälteverhalten aufgrund der größeren Zugfestigkeit und Bruchdehnungen positiv beeinflusst werden konnte. Die mit PmB mit der Dosierung gemäß Regelwerk behandelten Proben (V02 u. V08) besitzen eine tendenziell bessere Zugfestigkeit und ein signifikant günstigere Bruchdehnung als Proben, deren Naht mit PmB mit geringer Dosierung (V03 u. V09) behandelt worden ist.

Eine hohe Zugfestigkeit ist mittels Anwärmen der Nahtflanke bei einer Erwärmungstemperatur von 150 bis 160 °C (V05 u. V11) erzielbar. Die Zugfestigkeit nimmt nahezu proportional zu der abgesenkten Temperatur der Erwärmung der Nahtflanke ab. Die Zugfestigkeit beim Anwärmen der Nahtflanke bei 80 °C (V04 u. V10) erreicht nur 50 % der Zugfestigkeit beim Anwärmen der Nahtflanke bei 160 °C. Die Bruchdehnungen beider Varianten wiesen jedoch keinen signifikanten Unterschied auf.

Mit dem Bitumenfugenband (V06 u. V12) ist ebenfalls eine hohe Zugfestigkeit erzielbar. Diese ist aber aufgrund der Querschnittform des Bandes (nur PmB-Band im oberen Bereich) nicht so hoch wie bei der Nahtvariante mit vollflächigem Auftragen des PmB. Bei näherer Betrachtung der Probekörper während des Zugversuchs wurde weiterhin festgestellt, dass der Probekörper immer am Gitterband bricht und das Gitterband somit die Schwachstelle beim Zugversuch darstellt.

3.2 Versuch zur Ansprache der Wasserdurchlässigkeit

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde ein Verfahren zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des OPA im Nahtbereich entwickelt (s. Bild 7-a) [SCHMIDT, 2009].

3.2.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Probekörper mit den Abmessungen 400 x 200 x 40 mm³ (in Anlehnung an [HÜBELT, 2006]) wurden aus der institutseigenen Einbaustrecke so geschnitten, dass die Naht sich im mittigen Bereich befindet. Anschließend sind die Unterseite und die 3 seitlichen Flächen der Proben mit lösemittelfreiem Acryl komplett abgedichtet worden (s. Bild 7-b). Die Oberseite wurde ebenfalls

Asphalt

bis auf eine „runde“ Öffnung mit dem Radius von ca. 5 cm abgedichtet. Der Ausflussmesser nach Moore wurde dann mithilfe von Schraubzwingen auf der Öffnung auf dem Probekörper befestigt, damit die gesamte Wassermenge durch die Probe und durch die Naht fließen muss (s. Bild 7-c).

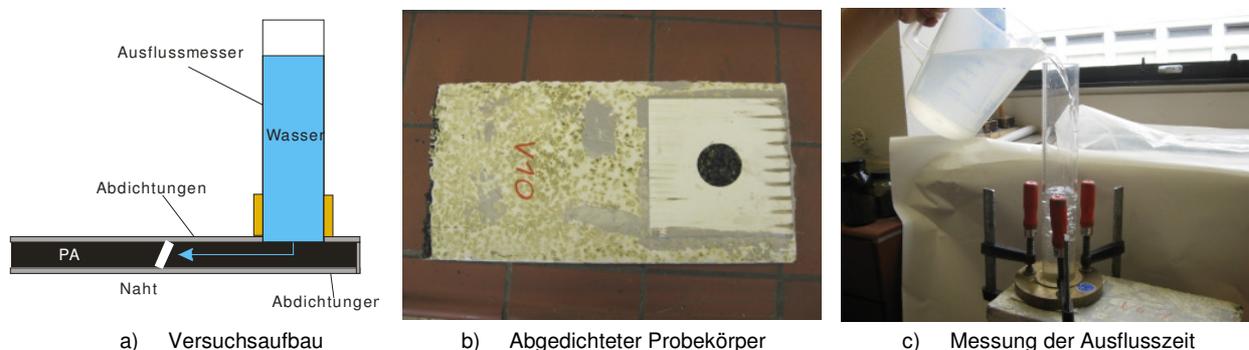


Bild 7: Versuch zur Ansprache der Wasserdurchlässigkeit

Das in der vorgesehenen Ausflusszeit von 180 Sekunden ausgeflossene Wasser wurde aufgefangene und gewogen. Für jede Variante der Nahtausführung wurden mindestens drei Messungen durchgeführt. Zur Darstellung der Wasserdurchlässigkeit der Nähte wird die Permeabilität (in [mm/s]) in Anlehnung an [OESER, 2010] [OESER, 2011] ausgegeben, welche als das Verhältnis von Wassermenge zur Ausflusszeit definiert wird.

3.2.2 Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeit der Nahtvarianten in Versuchsreihe 1 und 2 ist dem Bild 8 zu entnehmen. Die Wasserdurchlässigkeit der Nahtvarianten in der Versuchsreihe 1 ist mit der in Versuchsreihe 2 gut vergleichbar. Bezüglich der Wasserdurchlässigkeit ist kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Versuchsreihen zu erkennen.

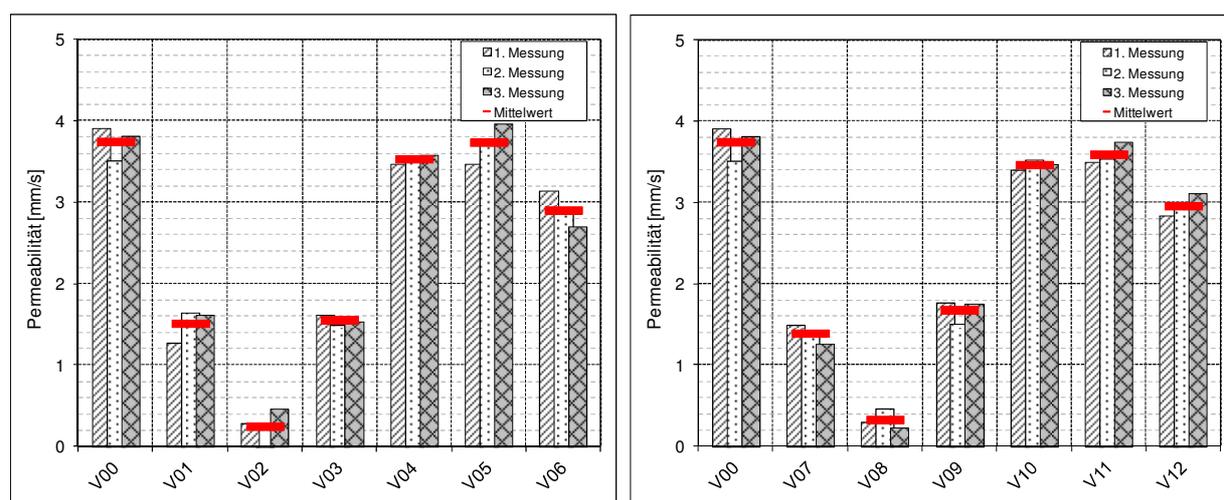


Bild 8: Wasserdurchlässigkeit der Nahtvarianten in Versuchsreihe 1 (links) und 2 (rechts)

Es ist deutlich zu erkennen, dass im Vergleich zu der Nullvariante (V00) jede Ausführung der Naht die Wasserdurchlässigkeit verschlechtert. Die Wasserdurchlässigkeit der Variante V02 und V08 ist am geringsten. Mit angestrichenem PmB, mit einer Dosierung gemäß Regelwerken, wurden nahezu alle Hohlräume auf der Nahtflanke offensichtlich verstopft. Eine reduzierte Dosierung des aufzutragenden Bindemittels führte zu einer signifikanten Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit (V03 u. V09). Das Bindemittel wurde dabei vor allem auf die hervorragenden

Asphalt

Gesteinskörner gestrichen, so dass die relativ tief liegenden Hohlräume nicht verstopft wurden. Bei Verwendung eines Straßenbaubitumens 160/220 ist die Wasserdurchlässigkeit bei gleicher Dosierung wie beim PmB jedoch deutlich besser (V01 u. V07).

Durch die Erwärmung der Nahtflanke wird die Wasserdurchlässigkeit kaum beeinträchtigt. Die Wasserdurchlässigkeit bei den Varianten V04 und V10 sowie V05 und V11 ist mit der Referenzvariante gut vergleichbar.

Das Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus OPA begünstigte durch sein Gitterband im unteren Querschnittsbereich (ca. 20 mm) den Abfluss des Wassers. Die Variante V06 sowie V12 wiesen eine deutlich bessere Wasserdurchlässigkeit auf als die Varianten, bei denen das Bindemittel vollflächig auf der Nahtflanke aufgetragen wurde. Bei näherer Betrachtung wurde jedoch festgestellt, dass die Hohlräume im Nahtbereich teilweise durch das beim Einbau geschmolzene Bitumenband verschlossen wurden. Dadurch beträgt die Durchflusshöhe im Nahtbereich nur 10 bis höchstens 15 mm und weicht von der vorgesehenen Durchflusshöhe von 20 mm stark ab.

3.3 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse in Kapitel 3.1 und 3.2 werden die einzelnen Nahtvarianten in Tab. 2 qualitativ dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Referenzvariante „heiß an heiß“ die beste Zugfestigkeit und Wasserdurchlässigkeit aufweist. Durch die Nahtausbildung hat sich der Widerstand gegen Zugbeanspruchung je nach Nahtausführung in unterschiedlichem Maße verringert. Mit dem Auftragen des Straßenbaubitumens oder des PmB auf die Nahtflanke wurde die Wasserdurchlässigkeit deutlich beeinträchtigt. Bei Erwärmung der Nahtflanke konnte die Wasserdurchlässigkeit sichergestellt werden. Jedoch kann die Zugfestigkeit bei einer nicht ausreichenden Erwärmung auf z. B. nur 100 °C stark herabgesetzt werden. Auf Basis der Ergebnisse konnte grundsätzlich festgestellt werden, dass bei den Nahtvarianten „Erwärmung der Nahtflanke mit Infrarotstrahler bei 160 °C“ (V05 und V11) und „Bitumenfugenband für offenporigen Asphalt“ (V06 und V12) sowohl ein gutes Kälteverhalten als auch ausgezeichnete Wasserdurchlässigkeit vorhanden ist.

Tab. 2: Bewertung der einzelnen Ausführungsvarianten (-- sehr schlecht, - schlecht, o zufriedenstellend, + gut, ++ sehr gut)

	Variante	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Wasserdurchlässigkeit
Versuchsreihe 1	V00 "Referenzvariante"	++	o	++
	V01 "160/220 mit normaler Dosierung"	o	o	-
	V02 "PmB mit normaler Dosierung"	+	+	--
	V03 "PmB mit geringer Dosierung"	o	o	-
	V04 "Erwärmung bei 80 bis 100 °C"	-	o	++
	V05 "Erwärmung bei 150 bis 160 °C"	o	+	++
Versuchsreihe 2	V06 "Bitumenfugenband für OPA"	o	++	+
	V07 "160/220 mit normaler Dosierung"	o	o	-
	V08 "PmB mit normaler Dosierung"	+	++	--
	V09 "PmB mit geringer Dosierung"	o	+	-
	V10 "Erwärmung bei 80 bis 100 °C"	-	o	++
	V11 "Erwärmung bei 150 bis 160 °C"	+	+	++
	V12 "Bitumenfugenband für OPA"	+	++	+

4 Herstellung und Erprobung von ausgewählter Nahtausführungen unter Praxisbedingungen

Auf Basis der Laborergebnisse (s. Tab. 2) wurden drei Nahtvarianten für die dreistreifige Versuchsstrecke auf einem Betriebsgelände festgelegt [STEINAUER, 2011].

Asphalt

- NV1: Normales Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt.
- NV2: Schmales Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt. Schmales Bitumenfugenband wurde auf Basis des normalen Bitumenfugenbands neu entwickelt und seine Bitumenmenge hat sich im Vergleich zum normalen Bitumenfugenband um ca. 30 bis 40 % verringert.
- NV3: Erwärmung der Nahtflanke mit einem Infrarotstrahler bei 160 °C.

Als Asphaltmischgut wurde ein offenporiger Asphalt PA 8 verwendet, welcher auf der instituts-eigenen Einbaustrecke schon eingebaut wurde. Die Nahtflanken wurden analog zu denen auf der institutseigenen Einbaustrecke hergestellt und behandelt (s. Bild 9).

Nach dem Einbau des OPA und der Nahtausführung wurde die Versuchsstrecke für einen Zeitraum von ca. 13 Monaten beobachtet und hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Kälteverhalten der Naht beurteilt. Anhand der Dokumentationen der monatlichen Begehung der Versuchsstrecke im Zeitraum von Juni 2010 bis Juli 2011 wurden keine Beschädigungen wie Kornausbruch sowie Risse auf und an den Nähten registriert. Die Versuchsstrecke wies einen einwandfreien Oberflächenzustand im Nahtbereich auf. Durch die kombinierte Beanspruchung aus Verkehr (vor allem Schwerverkehr) und Witterung im Winter 2010/2011, welcher vergleichsweise streng mit seinen langen Schneeperioden und tiefen Temperaturen war, wurde im Nahtbereich keine Verschlechterung der Oberfläche festgestellt. Aus der Versuchsstrecke wurden Bohrkern mit einem Durchmesser von 300 mm für die unterschiedlichen Ausführungsvarianten entnommen. An diesen wurde die Wasserdurchlässigkeit analog zur Vorgehensweise in Kapitel 4.2 untersucht. Bei den drei untersuchten Nahtvarianten wurde eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit im Nahtbereich festgestellt, so dass das anfallende Wasser bei (sehr) starkem Regen ohne Wasserstau abgeleitet werden kann [STEINAUER, 2011].



Bild 9: Herstellung der Nahtflanke (links), Erwärmung der Nahtflanke mit Infrarotstrahler (mitte) und Verdichtung mit der Walze in den Außenbahnen (rechts)

5 Folgerung für die Praxis

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden unterschiedliche Varianten der Nahtausbildung bei OPA unter Labor- und Praxisbedingungen hergestellt und hinsichtlich der Zugfestigkeit und Wasserdurchlässigkeit der Naht überprüft. Durch einen Vergleich der unterschiedlichen Nahtausführungen wurden drei Ausführungsvarianten ausgewählt, bei denen sowohl die Dauerhaftigkeit als auch die Wasserdurchlässigkeit im Nahtbereich gewährleistet werden kann.

Als erste Variante für den Einsatz ist das normale Bitumenfugenband für offenporigen Asphalt zu empfehlen. Des Weiteren können mit dem schmalen (dünnen) Bitumenfugenband für offenporigen Asphalt auch sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Im Vergleich zum normalen Bitumenfugenband wird die Wasserdurchlässigkeit der Naht sogar deutlich verbessert. Die drit-

Asphalt

te Variante, die Erwärmung der Nahtflanke mit einem Infrarotstrahler bei 150 bis 160 °C, hat sich unter Laborbedingungen als gut erwiesen. Jedoch ist bei Anwendung im großen Maßstab in der Praxis Vorsicht geboten, da die Erwärmung der Nahtflanke mit dem Infrarotgerät bis zur gewünschten Temperatur wegen verschiedenen Einflussfaktoren sehr anspruchsvoll ist. Einer dieser Einflussfaktoren ist die Fahrgeschwindigkeit des Infrarotstrahlers. Hält dieser an, kann es zu einer Überhitzung des Asphalt kommen. Fährt er zu schnell, erhitzt sich der Asphalt nicht ausreichend und kann zu deutlich schlechteren Ergebnissen bei den Zugfestigkeiten führen (wie bei 80 bis 100°C). Weitere Einflussfaktoren sind unter anderem die Außentemperatur, der Wind oder die Luftfeuchtigkeit. Weiterer Forschungsbedarf besteht deshalb vor allem darin, ein Heizgerät wie ein Mikrowellengerät für die Nahtausbildung einzusetzen, welches im Gegensatz zum Infrarotstrahler eine schnellere und gleichmäßigere Erwärmung der Nahtflanke ohne Überhitzung ermöglichen kann. Solche Mikrowellenstrahler zur Nachbehandlung kommen bereits in den Vereinigten Staaten, aber bisher noch nicht in Deutschland zur Anwendung. Sie sollten jedoch bei zukünftigen Forschungsvorhaben mit berücksichtigt werden.

Die diesem Bericht zugrunde liegenden Arbeiten wurden im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen unter FE-Nr. 07.228/2008/CRB durchgeführt.

6 Literatur

- ARAND: Verhalten von Nähten in Asphaltdeckschichten bei Kälte, Die Asphaltstraße, Heft 6, Braunschweig, 1991
- DAV: Asphalt-Leitfaden – Schichtenverbund, Nähte, Anschlüsse, Randausbildung, Deutscher Asphaltverband, 2001
- Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Prüfvorschrift „Verhalten von Asphalten bei tiefen Temperaturen“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 1994
- Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt (M OPA), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Entwurf, Stand: 2010
- HÜBELT, SCHMID: Charakterisierung der akustischen Eigenschaften Offenporiger Straßenbeläge, Bericht der BAST, Verkehrstechnik Heft V133, 2006
- OESER: Nichtlineare numerische Simulationsmodelle für Verkehrswegebefestigungen, Schriftenreihe Professur für Straßenbau Heft 18, TU Dresden, 2010
- OESER, HOVAGIMIAN, KABITZKE: Hydraulic and mechanical properties of porous cement-stabilized materials for base courses of PICPs, International Journal of Pavement engineering, 2011
- SCHÄFER: Schichtenverbund, Nähte, Anschlüsse und Randausbildung von Verkehrsflächen aus Asphalt (Das neue FGSV-Merkblatt), Straße+Autobahn, Heft 9, 1998
- SCHMIDT: Überprüfung der Wasserdurchlässigkeit verschiedener Nahtvarianten, Seminararbeit am Institut für Straßenwesen Aachen (ISAC), unveröffentlicht, 2009
- STEINAUER, WANG: Untersuchungen zur Nahtausbildung in Offenporigen Asphaltdeckschichten, FE-Nr. 07.228/2008/CRB, Schlussbericht, im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, unveröffentlicht, 2011
- VAN GENT: Werkgroep LANGSLASSEN Tweelaags ZOAB, Innovatieprogramma Geluid voor weg- & spoorverkeer (IPG), unveröffentlicht, 2005