

## Untersuchungen zur Nahtausbildung in Offenporigen Asphaltdeckschichten

FA 7.228

Forschungsstelle: RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen (isac) (Prof. Dr.-Ing. habil. B. Steinauer)  
 Bearbeiter: Steinauer, B./Wang, D.  
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn  
 Abschluss: Juli 2011

### 1 Aufgaben und Zielsetzung

Der Einbau von Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt (kurz 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 der offenporigen Schicht zu gewährleisten [FGSV, 2010]. Bei zukünftigen groß- und kleinflächigen Erneuerungs- oder Reparaturmaßnahmen muss von einer fahrstreifenweisen Erneuerung von geschädigten Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt ausgegangen werden, was nur mithilfe einer Nahtausbildung möglich ist.

Im Rahmen dieses Projektes sind verschiedene Ausführungsvarianten der Nahtausbildung hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit und der Dauerhaftigkeit des Nahtbereiches zu untersuchen, um geeignete Verfahren zur der Nahtausbildung bei Offenporigen Asphalten sowohl für den streifenweisen Neubau als auch die streifenweise Erneuerung herauszuarbeiten und für die Verwendung in der Praxis vorzuschlagen.

### 2 Untersuchungsmethodik

Im nachfolgend dargestellten Ablaufdiagramm ist die generelle Vorgehensweise der Untersuchungen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens erfasst.

Auf Basis der Literaturrecherche wurden unterschiedliche Varianten der Nahtausbildung festgelegt:

- der Einsatz von Straßenbaubitumen mit einer Dosierung gemäß technischen Regelwerken,
- das Auftragen eines Polymermodifizierten Bitumens (PmB) mit unterschiedlichen Dosierungen auf der Nahtflanke,
- das Anwärmen der Nahtflanken bei verschiedenen Temperaturen sowie
- der Einsatz des Bitumenfugenbands für die Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt.

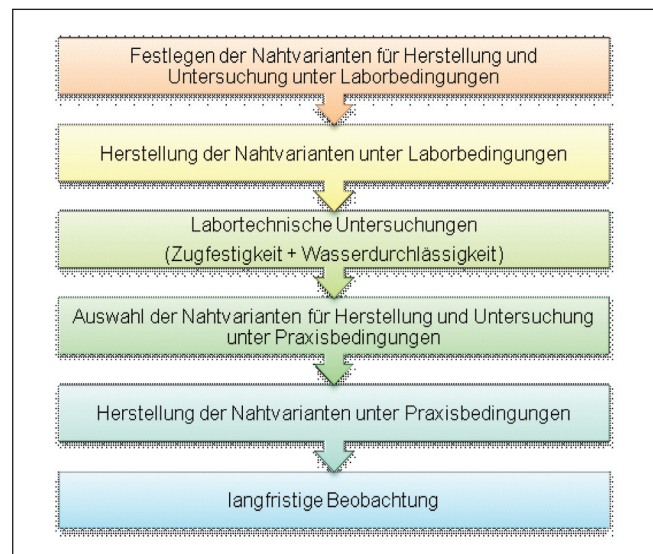


Bild 1: Vorgehensweise für die Untersuchungen

Solche Nahtvarianten wurden zunächst auf der institutseigenen Einbaustrecke (25 m lang und ca. 1,2 m breit) unter Laborbedingungen 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 (s. Bild 2, oben) wurde die

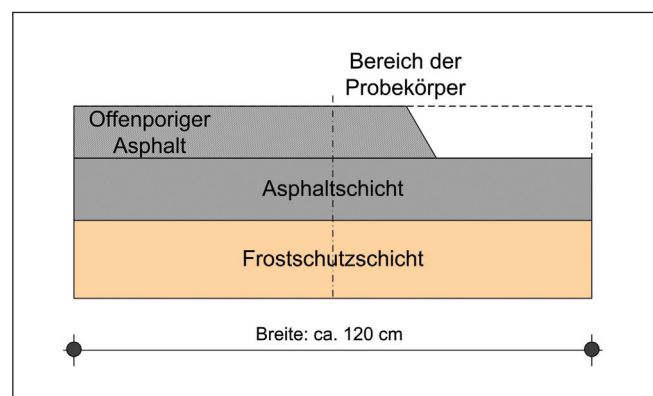
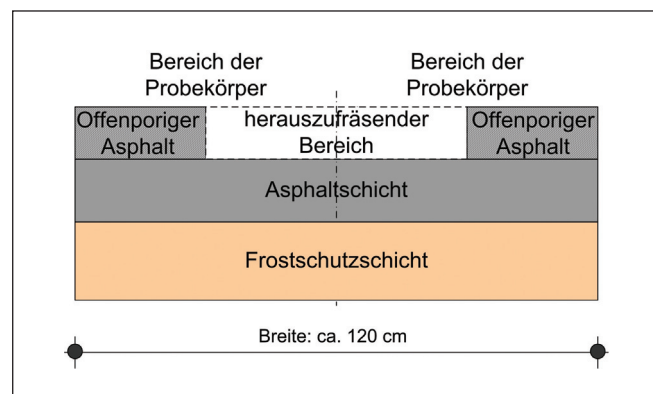


Bild 2: Schematische Darstellung der Versuchsreihe 1 „Instandsetzungsfall“ (oben) und der Versuchsreihe 2 „Neubau“ (unten)

Tab. 1: Zahlencode für verschiedene 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

Nahtflanke durch Fräsen analog dem Instandsetzungsfall in der Praxis "erzeugt". Dabei wurde der Asphalt über eine Breite von ca. 60 cm mit einer kleinen Asphaltfräse im mittigen Bereich der Einbaustrecke herausgefräst. Hierdurch entstanden senkrechte, aber raue Nahtflanken, wodurch sich der Instandsetzungsfall unter Laborbedingungen sehr gut simulieren lässt. Die Versuchsreihe 2 stellt den streifenweisen Einbau "heiß an kalt" dar (s. Bild 2, unten). Der Offenporige Asphalt wurde nur über eine Breite von ca. 80 cm auf der linken Seite eingebaut. Beim Einbau der ersten Bahn musste auf ein gleichmäßiges, leicht abgeschrägtes Profil geachtet werden. Dies konnte durch die Verwendung einer Kantenandrückrolle an der Walze erreicht werden. Nach der Herstellung der Nahtflanke erfolgten die Behandlung des Nahtbereichs und der Einbau des Offenporigen Asphalts. Bei allen vier Einbauvarianten wurde das gleiche Asphaltmischgut verwendet und durch die vorgesehenen Walzgänge verdichtet, um vergleichbare Eigenschaften des Asphalts im Hinblick auf Hohlraumgehalt und Verdichtungsgrad zu gewährleisten.

Eine Übersicht über die ausgewählten und untersuchten Nahtvarianten erfolgt in der Tabelle 1.

Die Probekörper wurden inner- und außerhalb des Nahtbereichs entnommen. An diesen wurden die Zugfestigkeit sowie die Wasserdurchlässigkeit der Naht untersucht. Anhand der Ergebnisse der Untersuchungen wurden drei Ausführungsvarianten ausgewählt und mit normalen Asphaltfertigern und Walzen unter realen Einbaubedingungen auf einer Versuchsstrecke eingebaut. Um erste Aussagen zur Dauerhaftigkeit der Nahtausführung machen zu können, wurde die Versuchsstrecke für einen Zeitraum von ca. 10 Monaten beobachtet. Da der Beobachtungszeitraum in den Wintermonaten lag, wurde eine sinnvollere Beurteilung hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und des Kälteverhaltens der Nähte ermöglicht. Zusätzlich wurden die Bohrkerne für jede Nahtvariante aus der Versuchsstrecke entnommen und die Wasserdurchlässigkeit der Nahtvarianten überprüft. Als Ergebnis wurden Vorschläge einer oder mehrerer Ausführungsvarianten zur weiteren Verwendung in der Praxis gemacht.

### 3 Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Untersuchungen von unterschiedlichen Möglichkeiten der Nahtausführung unter Laborbedingungen

##### 3.1.1 Ergebnisse des Zugversuchs

Zur Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener Verfahren zur Herstellung von Nähten in Asphaltbefestigungen [ARAND, 1991] wurde der Zugversuch gemäß [FGSV 1994] bei vier ver-

schiedenen Temperaturen ( $T = -25\text{ °C}, -10\text{ °C}, +5\text{ °C}, +20\text{ °C}$ ) durchgeführt. Zusammenfassend konnte anhand der Ergebnisse der Zugversuche Folgendes festgestellt werden:

- Beim Einsatz des Polymermodifizierten Bitumens (PmB) anstelle von einem Straßenbitumen der Sorte 160/220 zur Behandlung der Kontaktfläche im Nahtbereich lässt sich ein deutlich günstigeres Kälteverhalten aufgrund der größeren Zugfestigkeit und Bruchdehnungen feststellen.
- Die mit PmB mit der Dosierung gemäß Regelwerk behandelten Proben besitzen eine tendenziell bessere Zugfestigkeit und eine signifikant günstigere Bruchdehnung als Proben, deren Naht mit PmB mit geringerer Dosierung behandelt worden ist.
- Eine hohe Zugfestigkeit ist mittels Anwärmens der Nahtflanke bei einer Erwärmungstemperatur von 150 bis 160 °C erzielbar. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass das Anwärmen der Nahtflanke stets mit Unsicherheiten verbunden ist. Zum einen ist eine Erwärmung mit Infrarotheizgeräten sehr ungleichmäßig, sodass es in einigen Bereichen zu einer thermischen Überbeanspruchung und in anderen Bereichen zu einer nicht ausreichenden Erwärmung der Nahtflanke kommen kann. Zusätzlich kann eine thermische Überbeanspruchung die Nahtflanke beschädigen und zur beschleunigten Alterung des Bindemittels führen.
- Die Zugfestigkeit nimmt nahezu proportional zu der abgesenkten Temperatur der Erwärmung der Nahtflanke ab. Die Zugfestigkeit bei Anwärmen der Nahtflanke bei 80 °C erreicht nur 50 % der Zugfestigkeit bei Anwärmen der Nahtflanke bei 160 °C. Die Bruchdehnungen beider Varianten haben jedoch keinen signifikanten Unterschied aufgewiesen.
- Das Bitumenfugenband besitzt infolge seiner Querschnittform eine nicht so hohe Zugfestigkeit wie die Nahtvariante mit vollflächigem Auftragen des Polymermodifizierten Bitumens. Bei näherer Betrachtung der Probekörper während des Zugversuchs wurde festgestellt, dass der Probekörper immer am Gitterband bricht und das Gitterband somit die größte Schwachstelle darstellt.

##### 3.1.2 Ergebnisse des Versuchs zur Ansprache der Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit der Referenzvariante V00 ist am höchsten und die der Variante V02 und V08 am geringsten. Die anderen Formen der Nahtbehandlung liegen zwischen diesen

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

	Variante	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Wasserdurchlässigkeit
	V00 „Referenzvariante“	++	o	++
Versuchsreihe 1	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	+	++
	V06 „Bitumenfugenband für OPA“	o	++	+
Versuchsreihe 2	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“	+	++	+

beiden Ergebnissen. Zusammenfassend konnte anhand der Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsversuche Folgendes festgestellt werden:

- Bei Variante V02 und V08 wurde PmB mit einer Dosierung gemäß Regelwerken so angestrichen, dass nahezu alle Hohlräume auf der Nahtflanke offensichtlich verstopft wurden.
- Anstatt des auf die Nahtflanke aufgetragenen PmB konnte die Wasserdurchlässigkeit der Naht mit Straßenbitumen 160/220 bei gleicher Dosierung deutlich verbessert werden.
- Eine reduzierte Dosierung des aufzutragenden Bindemittels führte zu einer signifikanten Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit. Das Bindemittel wurde vor allem auf die hervorragenden Gesteinskörner gestrichen. Die Kontaktfläche, die relativ tief liegt, konnte durch Pinsel nicht oder nur wenig berührt werden. Die "freigegebenen" Hohlräume ermöglichten einen schnellen Abfluss des Wassers durch die Naht und hatten somit eine sehr positive Wirkung auf die Wasserdurchlässigkeit zur Folge.
- Die Wasserdurchlässigkeit bei den Varianten V04 und V10 sowie V05 und V11 ist mit der Referenzvariante gut vergleichbar. D.h., dass durch die Erwärmung der Nahtflanke die Wasserdurchlässigkeit nahezu kaum beeinträchtigt wird.
- Das Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt begünstigte durch sein Gitterband im unteren Querschnittsbereich (ca. 25 mm) den Abfluss des Wassers. Das Wasser floss sehr schnell über die Naht ab und 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 das Bitumenband aus PmB im oberen Bereich beim Einbau geschmolzen war. Dadurch wurden die Hohlräume im Nahtbereich teilweise verstopft, sodass die 20 mm vorgesehene Durchflusshöhe (entsprechend der Höhe des Gitterbands) nicht gewährleistet werden konnte. An den entnommenen Probekörpern wurde festgestellt, dass die Durchflusshöhe nur 10 bis höchstens 15 mm erreichen konnte.

### 3.1.3 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse in Kapitel 3.1.1 und 3.1.2 werden die einzelnen Nahtvarianten im Folgenden bewertet und die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Hierbei ist deutlich zu erkennen, dass die Referenzvariante "heiß an heiß" die beste Zugfestigkeit und Wasserdurchlässigkeit aufweist. Beim Anbau "heiß an kalt" bildet sich die Naht. Durch die Nahtausbildung hat sich der Widerstand gegen Zugbeanspruchung je nach Nahtausführung in unterschiedlichem Maße verringert. Mit dem Auftragen des Straßenbaubitumens oder des Polymermodifizierten Bitumens auf die Nahtflanke wurde die Wasserdurchlässigkeit des Offenporigen Asphaltes 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.

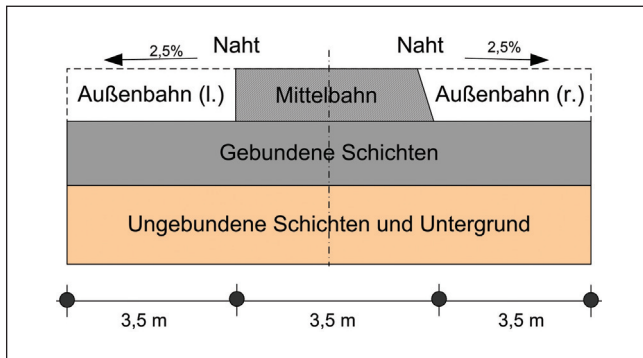
### 3.2 Untersuchungen von ausgewählten Varianten der Nahtausführung unter Praxisbedingungen

Auf Basis der Ergebnisse in der Tabelle 2 wurden drei Nahtvarianten für die Versuchsstrecke festgelegt:

- NV1: Normales Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt (V06 und V12 in Tab. 2).
- NV2: Schmales Bitumenfugenband für Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt (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 (V05 und V11 in Tab. 2).

Die festgelegten Nahtvarianten wurden mit einem normalen Asphaltfertiger und Walzen unter realen Einbaubedingungen auf einer dreistreifigen Versuchsstrecke (ca. 100 m lang und ca. 10,5 m breit) hergestellt. Als Asphaltmischgut wurde ein Offenporiger Asphalt PA 8 verwendet, welcher auf der institutseigenen Einbaustrecke schon angewendet wurde. Nach dem Einbau wurden die Nahtflanken analog zu denen auf der institutseigenen Einbaustrecke hergestellt und behandelt. Durch Fräsen entstand eine senkrechte aber raue Nahtflanke auf der linken Seite der Mittelbahn, während auf der rechten Seite die Nahtflanke mit einer Kantenandrückrolle an der Walze abgekantet und somit ein abgeschrägtes Profil erzeugt wurde (s. Bild 3).

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde die Begehung der Versuchsstrecke nach dem Einbau vom Institut für Straßenwe-



**Bild 3: Schematische Darstellung des Querschnitts der Versuchsstrecke**

sen der RWTH Aachen und Fa. Willy Dohmen monatlich durchgeführt. Der im Rahmen der Begehung vorgefundene Oberflächenzustand wurde i. d. R. durch vor Ort aufgenommenes Bildmaterial für die jeweilige Nahtvariante dokumentiert. Anhand der Dokumentationen der Begehung der Versuchsstrecke im Zeitraum von Juni 2010 bis März 2011 wurden keine Beschädigungen wie Kornausbruch sowie Riss 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 deutliche 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 untersucht. Anhand der Ergebnisse konnte festgestellt werden, dass bei den drei untersuchten Nahtvarianten die Wasserdurchlässigkeit im Nahtbereich gewährleistet wird. Das anfallende Wasser bei (sehr) starken Regen unter Praxisbedingungen kann mit der gegebenen Durchflusshöhe ohne Wasserstau abgeleitet werden.

## 4 Folgerungen für die Praxis

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden unterschiedliche Varianten der Nahtausbildung 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 dritte 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 sehr anspruchsvoll ist. Bei der Erwärmung mit Infrarotgeräten ist besondere Aufmerksamkeit geboten, da die Erwärmung bei verschiedenen Einflussfaktoren sehr stark schwanken kann. Dies kann zu deutlich schlechteren Ergebnissen bei den Zugfestigkeiten führen, wie die Ergebnisse der Erwärmung um 80 bis 100 °C zeigen. Einer dieser Einflussfaktoren ist die Fahrgeschwindigkeit des Infrarotstrahlers. Hält dieser an, kann es zu einer Überhitzung des Asphalts kommen und fährt er zu schnell, erhitzt sich der Asphalt nicht ausreichend. Weitere Einflussfaktoren sind unter anderem die Außentemperatur, der Wind oder die Luftfeuchtigkeit. Ändern sich diese Faktoren, kann sich auch die Erwärmungstemperatur zum Nachteil entwickeln. Deswegen soll die Nahterwärmung nur zum Einsatz kommen, wenn sichergestellt werden kann, dass die Erwärmung gleichmäßig und ohne große Schwankungen erfolgt.

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 finden bereits in den Vereinigten Staaten von Amerika aber bisher noch nicht in der Bundesrepublik Deutschland Anwendung. Sie sollen jedoch bei zukünftigen Forschungsvorhaben mit berücksichtigt werden.

## 5 Literatur

Arand, W. (1991): Verhalten von Nähten in Asphaltdeckschichten bei Kälte; in: Die Asphaltstraße 25 C6), S. 17–25

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1994): Technische Prüfvorschriften "Verhalten von Asphalten bei tiefen Temperaturen", Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2010): Merkblatt Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt (M OPA), Stand: 2010, Köln