

# Kontrollprüfungen an Bohrkernen

Neue Erkenntnisse zu einem alten Problem

J. Stefan Bald, Stefan Böhm und Thorsten Wolf, Darmstadt

**Im Rahmen von Kontrollprüfungen sollen die Eigenschaften des gelieferten Asphaltmischgutes an losem Mischgut (Eimerproben) und die Leistung der Einbaufirma an zugeordneten Bohrkernen festgestellt werden. In der Praxis ist jedoch zunehmend zu beobachten, dass die Bestimmung der Mischguteigenschaften an Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen erfolgt, weil eine ordnungsgemäße Probenahme der Eimerprobe nicht immer gewährleistet werden kann. Die am Mischgut der Bohrkern ermittelten Ergebnisse werden dann den an losem Mischgut ermittelten Ergebnissen gleichgesetzt, ohne dass bisher eine Vergleichbarkeit nachgewiesen werden konnte. Zur Überprüfung dieser Vergleichbarkeit wurde daher in den Jahren 2002 bis 2004 am Fachgebiet Straßenwesen mit Versuchsanstalt der TU Darmstadt ein Forschungsprojekt [1] durchgeführt.**

Das Forschungsvorhaben mit dem Titel „Kontrollprüfungen mit Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen“ ist aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit unter der Nummer 13395 N/1, über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke e.V.“ (AIF) und das Deutsche Asphaltinstitut (DAI) e.V. gefördert worden.

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts sind Grundlage des nachfolgenden Artikels.

Die Grundlagen von Kontrollprüfungen an Asphaltbefestigungen sind in den VOB C/ DIN 18317 [2] sowie in allen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen verankert, bei denen Asphalt als Straßenbaustoff verwendet wird. In diesen Vertragsbedingungen werden Kontrollprüfungen als Prüfungen des Auftraggebers beschrieben, um festzustellen, ob die

Güteeigenschaften der Baustoffe, der Baustoffgemische und der fertigen Leistungen den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Dabei werden im Regelfall zur Überprüfung der Eigenschaften des angelieferten Mischguts beim Einbau Proben entnommen und im Laboratorium untersucht. Von dieser Probe wird auf die Beschaffenheit einer Asphalttschicht von in der Regel 6.000 m<sup>2</sup> geschlossen. Daher muss ein geeignetes Probenahmeverfahren sicherstellen, dass die Probe repräsentativ für die ihr zugeordnete Fläche ist.

Für die Entnahme von Mischgut sind daher in DIN 1996, Blatt 2 [3] verschiedene Verfahren beschrieben. In der Praxis erweist sich jedoch das dort beschriebene Probenahmeverfahren für loses Mischgut als sehr aufwendig und wird daher häufig nicht angewendet. Bestrebungen die Probenahme zu automatisieren, konnten in der Vergangenheit in der Praxis nicht umgesetzt werden. Zur Anwendung kommen daher Verfahren, die in Anlehnung an die DIN EN 12697, Teil 27 [4] an der Verteilerschnecke des Straßenfertigers durchgeführt werden. Die fehlerfreie Probenahme an der Verteilerschnecke setzt jedoch besondere Erfahrungen voraus, um Entmischungen zu vermeiden. Falls eine nicht sachgerechte Probenahme zu Beanstandungen führt, sind in der Regel auch die weiteren Teilproben, die als Rückstellproben verwahrt werden, nicht zu gebrauchen. Eine Schiedsuntersuchung muss in diesem Fall an einer Sammelprobe aus fünf jeweils in einem Abstand von 5 m aus einem Einbaustreifen entnommenen Bohrkernen durchgeführt werden.

Um eine unsachgemäße Probenahme von losem Mischgut auszuschließen, haben einige Bundesländer eigene Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen oder landesspezifische Regelungen formuliert, die eine Durchführung von Kontrollprüfungen an

Mischgut ausschließlich aus wiedererwärmten Bohrkernen regeln. Als Vorteile dieses Vorgehens werden zusätzlich die zweifelsfreie Zugehörigkeit der Probe zur Entnahmestelle und die insgesamt repräsentativere Probenahme durch eine Verteilung der Bohrkern über eine größere Fläche angeführt. Es liegen jedoch bisher noch keine systematischen Untersuchungen vor, in welchem Maß sich Einflüsse aus Einbau, Verdichtung, Liegedauer bis zur Entnahme sowie der Probenahme durch Bohren auf die Ergebnisse der Kontrollprüfungen auswirken. Das zur systematischen Untersuchung der Vergleichbarkeit von Prüfergebnissen unterschiedlicher Probenahmeverfahren durchgeführte Forschungsprojekt sollte hier einen deutlichen Fortschritt bringen [1].

Die Bearbeitung des Projektes erfolgte noch vor Einführung der neuen TL Gestein, daher werden nachfolgend noch die früher üblichen Begriffe Splitt und Sand sowie die ältere Abgrenzung für Füller (Korn < 0,09 mm) verwendet.

## Probenahmen

Grundsätzlich enthalten alle Kontrollprüfungsergebnisse zufallsbedingte Streuungen des Asphaltes durch Herstellung in der Mischanlage, Transport, Einbau, Verdichtung, Probenahme und Prüfung. Die Einflüsse, die Auswirkungen auf das Prüfergebnis haben, können sich gegenseitig aufheben oder überlagern. Um die Streuungen aus der Herstellung zu begrenzen, wurden im angesprochenen Forschungsprojekt nur die Ergebnisse aus Mischgut einer Tagesproduktion miteinander verglichen.

Bei der Auswahl der Untersuchungsstrecken wurden Asphaltbefestigungen mit folgenden Mischgutarten und -sorten berücksichtigt:

- Asphaltdeckschicht (AB 0/11 S, SMA 0/11 S, GA 0/11 S),

Vortrag, gehalten auf dem DAV-DAI-Asphaltseminar in Willingen

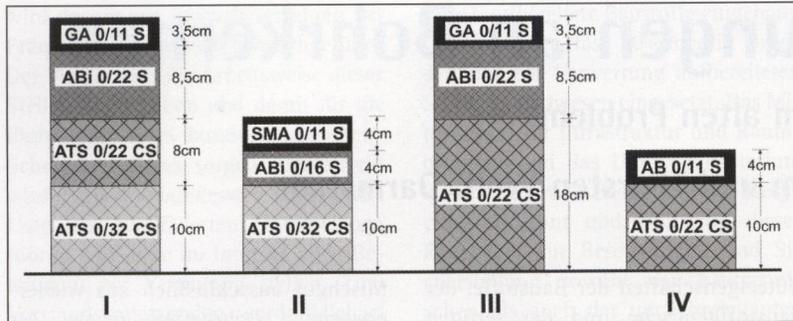


Abb. 1: Asphaltoberbau der ausgewählten Untersuchungsstrecken

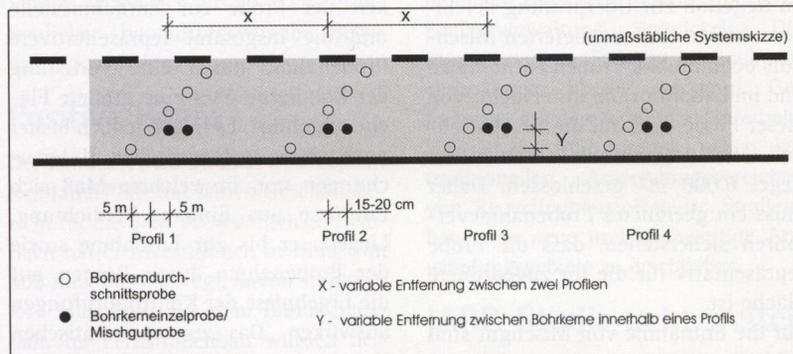


Abb. 2: Anordnung der Entnahmeprofile für die Probenahme von Bohrkernen

- Asphaltbinderschicht (ABi 0/22 S, ABi 0/16 S) und
- Asphalttragschicht (ATS 0/32 CS, ATS 0/22 CS).

Die Auswahl der genannten Mischgutarten und -sorten deckte somit eine große Bandbreite möglicher Asphaltgemische ab, sodass die Ergebnisse der Untersuchungen sich auf viele in der Praxis verwendete Asphaltbefestigungen übertragen lassen. Insgesamt konnten von den Straßen- und Verkehrsverwaltungen in Hessen und Rheinland-Pfalz vier ge-

eignete Untersuchungsstrecken verschiedener Bauklassen zur Verfügung gestellt werden. Der vorhandene Asphaltoberbau der ausgewählten Untersuchungsstrecken I bis IV ist der Abbildung 1 zu entnehmen. An jeder Untersuchungsstrecke waren vier Entnahmeprofile zu untersuchen. Für jede Mischgutsorte wurden vier Probenahmeverfahren durchgeführt. Für die Probenahme von losem Mischgut erfolgte die in der Praxis übliche Probenahme an der Verteilerbohle (nachfolgend „VER“ genannt,

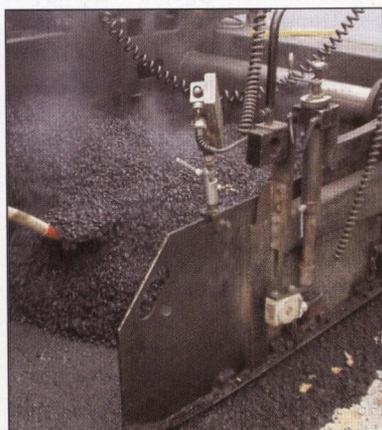


Bild 1: Probenahme von Splittmastixasphalt an der Verteilerbohle



Bild 2: Probeteilung von Mischgut gemäß DIN 1996, Blatt 2

Bild 1) sowie die Probenahme nach DIN 1996, Blatt 2 aus dem Verteilerkübel mit normgemäßer Probeteilung durch Umsetzen, Vierteln und Ausschneiden der Teilproben auf einem Probenahmeblech (nachfolgend „DIN“ genannt, Bild 2).

Nach Fertigstellung der Deckschicht wurden an den jeweiligen Entnahmestellen Bohrkernproben nach DIN 1996, Blatt 2 vor der Verkehrsübergabe entnommen. Die Bohrkernprobe „BKE“ wurde als Bohrkern Einzelprobe aus zwei Bohrkernen entnommen. Die Bohrkerndurchschnittsprobe „BKD“ bestand aus jeweils fünf Bohrkernen, die diagonal über die Einbaubreite im Abstand von jeweils 5 m entnommen wurden. Die Abbildung 2 zeigt die Anordnung der Entnahmeprofile, wie sie für jede Untersuchungsstrecke festgelegt wurden.

Die Entnahme von losem Mischgut nach DIN 1996 mittels Probenahmeblech erwies sich wegen der auf Straßenbaustellen üblichen begrenzten Platzverhältnisse als problematisch. Das Verfahren gefährdet zusätzlich die Ebenheit von Deckschichten aus Walzasphalt, weil für eine Mischgutentnahme aus dem Verteilerkübel das Transportfahrzeug nach halber Entleerung zurücksetzen muss und beim weiteren Befüllen des Kübels häufig erneut an den Fertiger anstößt. Die in der Baupraxis angewendeten, recht unterschiedlichen Anbauten für größere Einbaubreiten der Verteilerbohle begünstigen oder vermindern die Entmischungsneigung von Asphaltmischgut in unterschiedlicher Weise. Dies hatte Einfluss auf die dort zu entnehmende Probe, ohne dass dies verhindert werden kann.

Durch die vollständigen Aufzeichnungen aller Fertigungsschritte beim Einbau wurden bei der Auswertung der Prüfergebnisse die Ursachen abweichender Messwerte untersucht und echte Ausreißer vorzeitig aus dem Datenkollektiv ausgeschlossen.

## Untersuchungen im Labor

Nach Vorbereitung und Teilung wurden an allen nun vorliegenden Laboratoriumsproben Untersuchungen durchgeführt, die nach den verschiedenen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen bei Kontrollprüfungen üblich sind und die beispiels-

## Forschung

weise in der Tabelle 1.9 der ZTV Asphalt-StB 01 [5] aufgeführt werden.

Bei der Bestimmung der Korngrößenverteilung von Mischgut aus Bohrkernen wurden angeschnittene Körner nicht aus der Probe ausgelesen und Abstreusplitt aus Walzasphalten in der Probe belassen. Vorversuche hatten ergeben, dass das „Abstechen“ der Bohrkernmantelfläche hohe Streuungen der Versuchsergebnisse verursacht. Der in dem Deckschichtmischgut der Bohrkern eingebundene Abstreusplitt konnte bei bekannter Sieblinie und Aufstreuenge anteilig errechnet werden, sodass der Einfluss auf die Sieblinie des Asphaltmischguts bekannt war. Lediglich bei Bohrkernen aus Gussasphalt (GA) wurde die dort übliche große Aufstreuenge nach leichtem Erwärmen mit einem Laborspachtel abgeschoben.

Durch die Walzverdichtung und das Anschneiden einzelner Körner bei der Bohrkernentnahme waren Veränderungen der Korngrößenverteilung zu erwarten, die beim Vergleich von losem Mischgut mit dem aus Bohrkernen gewonnenen Mischgut berücksichtigt wurden.

Um nun den Einfluss dieser Beanspruchungen gesondert ansprechen zu können, wurden im Laboratorium aus präparativ zusammengesetzten Mischgutproben walzsektorverdichtete Asphaltprobepplatten in Anlehnung an die vorliegenden Eignungsprüfungen der Asphalte der o.g. Untersuchungsstrecken hergestellt. Mit der Verwendung präparativ zusammengesetzter Mischgutproben konnte ein Einfluss der Probenahme am Mischgut auf das Prüfergebnis ausgeschlossen werden. Für diese zusätzlichen Untersuchungen wurde Mischgut der folgenden Asphaltgemische hergestellt:

- Splittmastixasphalt (SMA) 0/11 S,
- Asphaltbeton (AB) 0/11 S,
- Asphaltbinder (ABi) 0/16 S und 0/22 S sowie
- Asphalttragschicht (ATS) 0/32 CS.

An den genannten Asphaltgemischen wurden der Bindemittelgehalt und die Korngrößenverteilung an folgenden Proben bestimmt:

- a) Mischgut (im Laboratorium hergestellt),
- b) vollständige, walzsektorverdichtete Asphaltplatten (WSV-Platte) und
- c) Bohrkern aus walzsektorverdichteten Platten (nachfolgend „BK“ genannt).

Mit der Untersuchung der Probe a) sollte ein möglicher Einfluss der Asphaltextraktion auf das Prüfergebnis berücksichtigt werden. Probe b) sollte im Vergleich mit den Ergebnissen an Probe a) den Einfluss der Verdichtung auf eine mögliche Veränderung der Sieblinie herausstellen. Bei Probe c) überlagerten sich die Einflüsse aus Verdichtung und Bohrkernprobenahme. Ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse der Proben b) und c) stellt somit den Einfluss der Bohrkernprobenahme auf das Prüfergebnis heraus. Dieser Vorgehensweise lag die Annahme zu-

# Augenblick mal...

- ■ ■ denn hier geht es um beste Qualität für den Straßenbau.

Mit Markenprodukten von  
Dynapac und Svedala Demag.

8. - 13. SEPT.

NordBau 2005  
FREIGEL. ST.1510



- Straßenfräsen
- Straßenfertiger
- Vibrationswalzen
- PaveComp,  
das Computerprogramm  
für Asphalteinbau und  
Asphaltverdichtung.



## DYNAPAC SVEDALA DEMAG

Dynapac GmbH  
Ammerländer Straße 93, 26203 Wardenburg  
Telefon 04407/972-0, Fax 04407/972-159  
e-Mail: germany@dynapac.com

[www.dynapac.de](http://www.dynapac.de)

Mischgutart/ -sorte	Untersuchungsstrecken	
	Hohlraumgehalt ( $H_{bit}$ )	Raumdichte ( $\rho_A$ )
	$\Delta$ Mischgut (VER/DIN) – BKD [Vol.-%]	$\Delta$ Mischgut (VER/DIN) – BKD [g/cm <sup>3</sup> ]
SMA 0/11 S	0,5 bis 0,4	-0,012 bis -0,017
AB 0/11 S	0,8 bis 0,2	-0,011 bis -0,019
ABi 0/16 S	0,8 bis -0,4	0,002 bis 0,001
ABi 0/22 S	0,2 bis -0,7	0,016 bis 0,015
ATS 0/22 CS	1,3	-0,016 bis -0,024
ATS 0/32 CS	1,1	-0,004 bis -0,006

+ Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen geringer als bei losem Mischgut  
 - Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen höher als bei losem Mischgut

Tab. 1: Vergleich der Raumdichte und des Hohlraumgehalts am MPK von losem Mischgut mit Mischgut wiedererwärmter Bohrkern

grunde, dass die Walzverdichtung im Walzsektorverdichter die Walzverdichtung der Praxis ausreichend genau simuliert, ohne dass nennenswerte neue Einflüsse auf das Prüfergebnis wirkten.

### Auswertung der Prüfergebnisse

Der Vergleich der Ergebnisse aus Bohrkern Einzelproben (BKE) mit normgemäß entnommenem Mischgut soll nicht Gegenstand dieser Darstellung sein. Beim Vergleich der Probeverfahren „VER“ und „DIN“ mit den aus Bohrkernen gewonnenen Sammelproben „BKD“ lagen je nach Untersuchung unterschiedliche Differenzen der Ergebnisse vor. Die Differenzen waren teils zufallsbedingt, wurden aber teilweise auch auf die Einflüsse aus Einbau, Verdichtung und die Art der Probenahme zurück-

geführt. Die zusätzlichen Laborversuche ermöglichten es, diese Einflüsse zu quantifizieren. Der Vergleich der ermittelten Kenngrößen am Mischgut aus den Untersuchungsstrecken erfolgte tabellarisch über die Angabe der Differenzen ( $\Delta$ ) der Prüfergebnisse. Es wurden bei der Auswertung beide Probeverfahren „VER“ und „DIN“ berücksichtigt, sodass für die Ergebnisse ein Bereich anzugeben war.

Die Ergebnisse der zusätzlichen Laborversuche konnten auf die Ergebnisse der Untersuchungsstrecken übertragen werden. Hinsichtlich der Untersuchung auf Erweichungspunkt Ring und Kugel, Stabilität und Fließwert von Asphalttragschichtmischgut, Eindringtiefe und Raumdichte am Probekörper von Gussasphalt und elastische Rückstellung an polymermodifizierten Bindemittel traten nur geringe Unterschiede in den Messer-

gebnissen auf, sodass kein Einfluss der Probenahme aus Bohrkernen im Vergleich zu losem Mischgut auf die Höhe der Messwerte festgestellt werden konnte. Für diese Untersuchungen ist daher eine Vergleichbarkeit zwischen losem Mischgut und Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen gegeben.

### Raumdichte und Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper (MPK)

Die Raumdichten und Hohlraumgehalte an Marshallprobekörpern (MPK) wiesen bei allen Mischgutvarianten am Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen geringe Abweichungen zu jenen an losem Mischgut auf (Tabelle 1). Die veränderten Raumdichten der MPK aus Mischgut wiedererwärmter Bohrkern konnten bei Asphaltbinderschichten eine Erhöhung des Verdichtungsgrades um absolut 0,8% bewirken, bei Asphalttragschichten konnten sich dagegen auch Verringerungen um bis zu 1% absolut ergeben. Die Abweichungen bei den untersuchten Asphaltdeckschichten waren gering. Insgesamt blieben somit die Vergleiche der Raumdichten an Mischgut aus Bohrkernen zu denen aus losem Mischgut ohne klare Tendenz.

### Bindemittelgehalt

Die Differenzen zwischen den Bindemittelgehalten an wiedererwärmten Bohrkernen zu denen an losem Mischgut der Untersuchungsstrecken waren insgesamt sehr gering und wiesen auch keine Tendenz auf, die mit der Art der Probe in Zusammenhang gebracht werden konnte. Ein tendenziell geringerer Bindemittelgehalt an Mischgut aus Bohrkernen, wie er gelegentlich vermutet wird, konnte auch nicht in den zusätzlichen Laboruntersuchungen festgestellt werden (Tabelle 2).

### Korngrößenverteilung

Die größten Auswirkungen der Verwendung von Mischgut aus Bohrkernen für Kontrollprüfungen sind bei der Korngrößenverteilung zu erwarten. Dies liegt vor allem daran, dass sowohl Einbau und Walzverdichtung als auch die Bohrkernentnahme zwangsläufig zu Kornverfeinerungen führen müssen.

In dem Vergleich der Kenndaten an losem Mischgut und Mischgut aus

Mischgutart/ -sorte	Untersuchungsstrecken	Zusätzl. Laboruntersuchungen
	$\Delta$ Mischgut (VER/DIN) – BKD [M-%]	$\Delta$ (Mischgut – BK) [M-%]
GA 0/11 S	0,1	–
SMA 0/11 S	0,0 bis -0,1	0,0
AB 0/11 S	0,2 bis 0,1	0,1
ABi 0/16 S	0,1 bis 0,0	-0,1
ABi 0/22 S	0,0	0,1
ATS 0/22 CS	0,2 bis -0,2	–
ATS 0/32 CS	0,0	0,1

+ Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen geringer als bei losem Mischgut  
 - Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen höher als bei losem Mischgut

Tab. 2: Vergleich der Bindemittelgehalte von losem Mischgut mit Mischgut wiedererwärmter Bohrkern

Mischgutart/ -sorte	Untersuchungsstrecken Δ Mischgut (VER/DIN) – BKD			
	Füller [M.-%]	Sand [M.-%]	Splitt [M.-%]	Grobkornanteil [M.-%]
GA 0/11 S	1,1	-0,8	-0,3	3,1
SMA 0/11 S	-0,5 bis -0,6	-1,5 bis -1,7	2,3 bis 1,9	7,5 bis 7,3
AB 0/11 S	-0,7 bis -0,8	1,2 bis 0,7	0,0 bis -0,5	1,5 bis 0,8
ABi 0/16 S	-0,3 bis -0,4	1,7 bis -0,7	1,0 bis -1,3	5,8 bis -0,1
ABi 0/22 S	-0,7 bis -0,8	0,3 bis -1,6	2,3 bis 0,4	7,2 bis 2,6
ATS 0/22 CS	0,0 bis -0,8	0,7 bis -1,6	2,4 bis -0,7	5,0 bis -0,7
ATS 0/32 CS	-0,2 bis -0,9	0,7 bis -1,5	2,3 bis -0,6	2,9 bis 2,0

+ Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen geringer als bei losem Mischgut  
 - Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen höher als bei losem Mischgut

Tab. 3: Vergleich der Korngrößenverteilung von losem Mischgut mit Mischgut wiedererwärmter Bohrkern der Untersuchungsstrecken

Mischgutart/ -sorte	Zusätzliche Laboruntersuchungen Δ (Mischgut – BKD)			
	Füller [M.-%]	Sand [M.-%]	Splitt [M.-%]	Grobkornanteil [M.-%]
SMA 0/11 S	-0,7	-2,3	3,0	8,9
AB 0/11 S	-1,0	-1,8	2,8	3,2
ABi 0/16 S	-0,6	-2,0	2,6	2,8
ABi 0/22 S	-0,3	-2,2	2,5	8,6
ATS 0/32 CS	-0,9	-1,2	2,1	6,8

+ Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen geringer als bei losem Mischgut  
 - Werte bei wiedererwärmtem Mischgut aus Bohrkernen höher als bei losem Mischgut

Tab. 4: Vergleich der Korngrößenverteilung von losem Mischgut mit Mischgut wiedererwärmter Bohrkern zusätzlicher Untersuchungen

wiedererwärmten Bohrkernen der Untersuchungsstrecken überlagerten insbesondere die zufallsbedingten Streuungen aus der Probenahme am

Mischgut die Streuungen aus Einbau, Verdichtung und Bohrkernprobenahme, sodass der Einfluss aus der Beanspruchung des Bohrkernmischguts

nicht ohne weiteres feststellbar war (Tabelle 3).

Die zusätzlichen Laborversuche ermöglichten jedoch, die Einflüsse, die aus Einbau und Verdichtung sowie aus der Bohrkernprobenahme auf das Ergebnis der Kontrollprüfung wirken, zu quantifizieren. Die Abweichungen wurden durch die Simulation dieser Vorgänge im Labor zwar überwiegend größer dargestellt als beim Vergleich zum zugeordneten Mischgut der begleiteten Baustellen, insgesamt jedoch waren die Auswirkungen deutlich erkennbar und unzweifelhaft auf die o.g. Beanspruchungen zurückzuführen (Tabelle 4).

Die Splittfraktionen der untersuchten Mischgutarten und -sorten wiesen im Mischgut wiedererwärmter Bohrkern Kornverfeinerungen von bis zu 3,0 M.-% auf. In der Tendenz war zu erkennen, dass bei Asphaltgemischen mit größeren Anteilen an Grobkorn und bei Asphaltgemischen mit zunehmendem Größtkorn größere Kornverfeinerungen in der Sieblinie auftraten als bei feinkörnigen Asphalten mit mäßigem Grobkornanteil. Die Kornverfeinerungen in den Splittfraktionen führten zu Kornanreicherungen in der Sand- und Füllerfraktion. In der Sandfraktion waren Kornanreicherungen von bis zu 2,3 M.-% und in der Füllerfraktion von bis zu 1,0 M.-% zu beobachten.

Das Merkmal „Grobkornanteil“ lieferte insbesondere bei den grobkörnigen Mischgutsorten eindeutige Aussagen zur Kornverfeinerung. Aus den Er-

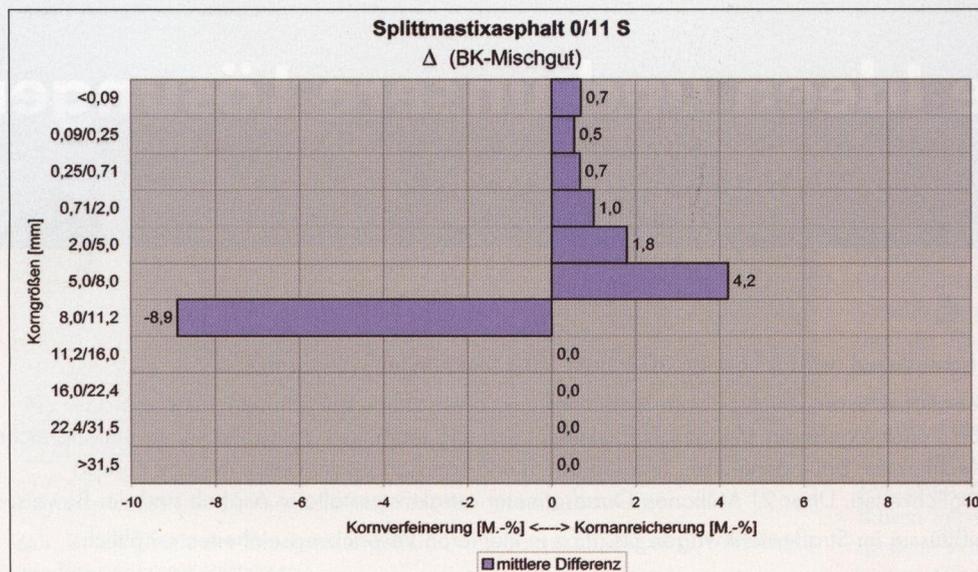


Abb. 3: Kornverfeinerungen und Kornanreicherungen im Vergleich der Bohrkern- und Mischgutproben des bei Simulation im Labor untersuchten Splittmastixasphalts 0/11 S

gebnissen der zusätzlichen Laboruntersuchungen war zu entnehmen, dass Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen für alle untersuchten Mischgutsorten im Grobkornanteil eine Kornverfeinerung bei:

- Asphaltbinder 0/22 S und Splittmastixasphalt 0/11 S bis zu 9,0 M.-%,
- Asphalttragschichten 0/22 CS und 0/32 CS bis zu 7,0 M.-% und
- Asphaltbinder 0/16 S und Asphaltbeton 0/11 S bis zu 3,0 M.-% aufwies.

Am Beispiel des Splittmastixasphalts 0/11 S der Simulationsuntersuchungen im Labor wird in der Abbildung 3 aufgezeigt, wie sich die Veränderung der Korngrößenverteilung einstellte. Die Betrachtung der Veränderungen der einzelnen Kornklassen sind insbesondere bei der Zugabe von Ergänzungskörnungen z.B. bei Aufhellungssplitten bedeutsam, wenn bestimmte Massenanteile für Kornklassen oder Kornanteile vorgegeben werden, die im Rahmen von Kontrollprüfungen nachzuweisen sind.

Das Balkendiagramm in Abbildung 4 verdeutlicht nochmals die Ergebnisse der Kornverfeinerung im Grobkornbereich aller zusätzlich untersuchten

Mischgutsorten. Bei dem untersuchten Splittmastixasphalt 0/11 S waren nur 1,0 M.-% auf den Anteil angeschnittener Körner infolge der Bohrkernprobenahme zurückzuführen. Bei dem Asphaltbinderemischgut 0/22 S war mit 8,4 M.-% der Anteil der Probenahme durch Bohrkernentnahme dominant. Bei dem Asphalttragschichtmischgut war der Einfluss der Kornverfeinerung aus der Walzverdichtung und aus der Bohrkernentnahme etwa gleich groß.

Insgesamt zeigten sich bei Asphaltgemischen mit hohen Grobkornanteilen auch die größten Kornverfeinerungen im Grobkornbereich. Der untersuchte Splittmastixasphalt neigte insbesondere durch Walzverdichtung zu Kornverfeinerungen. Die Schneidwirkung der Bohrkronen hatte dagegen einen untergeordneten Einfluss, da zwar Körner angeschnitten wurden, diese jedoch aufgrund des relativ geringen Größenabstands der Körnung 8/11 zur nächst kleineren Körnung weitgehend in der Kornklasse verblieben. Bei großem Größtkorn und insbesondere bei Asphaltbinder 0/22 S mit seinem hohen Grobkornanteil bewirkte die Schneidwirkung der Bohrkronen

infolge eines größeren Größenabstands zur nächst kleineren Körnung eine erhebliche Kornverfeinerung der Grobkornanteile.

## Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit bestätigen, dass Kontrollprüfungen an wiedererwärmten Bohrkernen zur Bestimmung der Mischguteigenschaften sinnvoll durchgeführt werden können. Ergebnisse, die an wiedererwärmtem Mischgut ermittelt werden, können mit denen an losem Mischgut verglichen werden. Jedoch sind für die Korngrößenverteilung veränderte Anforderungswerte zu formulieren. Für die Bewertung der Füller-, Sand-, Splitt- und Grobkornanteile von Mischgut wiedererwärmter Bohrkern sollten daher bestehende Anforderungen, um die nachfolgend vorgeschlagenen Korrekturfaktoren unter gleichzeitiger Berücksichtigung zulässiger Toleranzen, verändert werden. Insgesamt basieren alle Ergebnisse der Forschungsarbeit auf baubegleitenden und labortechnischen Untersuchungen unter definierter

# Kompetent und immer in Ihrer Nähe!

Unsere Spezialisten für Ihre Werbeaufträge

Nielsen-Gebiet 1: Schleswig-Holstein Hamburg, Bremen, Niedersachsen (außer Raum Osnabrück)	Giesel Verlag GmbH, Verlag für Fachmedien Rehkamp 3, 30916 Isernhagen HB Tel.: 0511/7304-0 Fax: 0511/7304157 e-mail: anzeigen@giesel.de	Nielsen-Gebiet 2: Nordrhein- Westfalen, Raum Osnabrück	Medienbüro Jürgen Wickenhöfer Minkelsches Feld 39, 46499 Hamminkeln Tel.: 02852/94180, Fax: 02852/94181 e-mail: info@jwmedien.de Internet: www.jwmedien.de
Nielsen-Gebiet 3a: Hessen, Saarland, Rheinland-Pfalz	multilexa GmbH, Verlags- und Werbegesellschaft Unterm Hungerrain 23, D-63853 Mömlingen Tel.: 06022/3514, Fax: 06022/38080 e-mail: info@multilexa.de, Internet: www.multilexa.de	Nielsen-Gebiet 3b: Baden-Württemberg	G. Fahr · Verlags- und Pressebüro Marktplatz 10 · D-72754 Neckartenzlingen Tel.: 07127/3084, Fax: 07127/21478 e-mail: Fahr.G@t-online.de
Nielsen-Gebiet 4: Bayern	G. Fahr · Verlags- und Pressebüro Breitenbergstr. 17 · D-87629 Füssen Tel.: 08362/5054990, Fax: 08362/5054992 e-mail: Fahr.G@t-online.de	Nielsen-Gebiet 5: Berlin Nielsen-Gebiet 6: Mecklenburg-Vorpommern Brandenburg, Sachsen-Anhalt Nielsen-Gebiet 7: Sachsen, Thüringen	multilexa GmbH Verlags- u. Werbegesellschaft Unterm Hungerrain 23, D-63853 Mömlingen Tel.: 06022/3514, Fax: 06022/38080 e-mail: info@multilexa.de Internet: www.multilexa.de
Schweiz:	Jordi Publipress Postfach 154, CH-3427 Utzenstorf Tel.: 0041/32/6663090 Fax: 0041/32/6663099 e-mail: info@jordipublipress.ch	Österreich:	Verlagsbüro Forstner Buchbergstr. 15/1 - A-1140 Wien Tel. + Fax: 0043/1/9797189 e-mail: vb.forstner@aon.at
Italien:	Mediapoint & Communications SRL Corte Lambruschini - Corso Buenos Aires, 8 V° Piano - Interno 7 · I-16129 Genova Tel.: +39 010/5704948, Fax: +39 010/5530088 E-Mail: info@mediapointsrl.it	Großbritannien:	Michael Damsell · Euromedia PO Box 122, Haywards Heath West Sussex RH 16 2 YB, UK Tel.: +44 (0) 1444417360 Fax: +44 (0)1444417360 E-Mail: michael.damsell@virgin.net

**asphalt**

Herstellen und Einbauen  
von Asphalt

**BR**

Baustoff Recycling  
+ Deponietechnik



Straßen- und Tiefbau

**MRO**

Fachzeitschrift für  
mineralische Rohstoffe

**DSB**

Die Schweizer  
Baustoff-Industrie

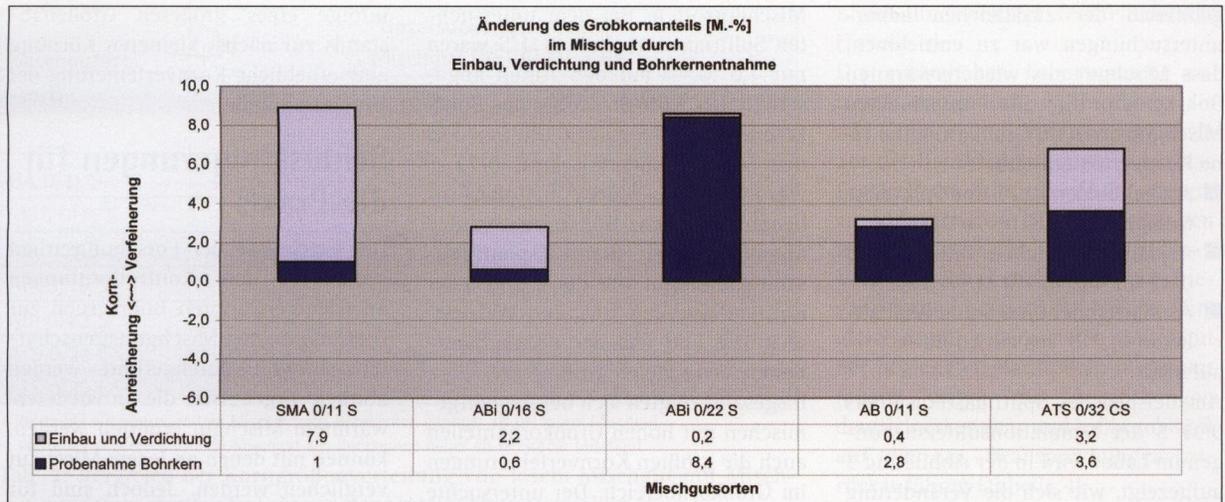


Abb. 4: Einfluss von Einbau, Verdichtung und Bohrkernprobenahme auf das Prüfergebnis des Grobkornanteils von Mischgut

Auswahl an Baustoffen und einbautechnischen Randbedingungen. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf weitere Mischgutsorten ist im Einzelfall zu prüfen. Darüber hinaus können weitere Unterschiede (z.B. Gesteinsart, Kornform, Festigkeit) Einfluss auf die Prüfergebnisse haben.

Im Forschungsprojekt wurden auch Empfehlungen zur Durchführung der Probenahme formuliert. Danach wurden für Asphaltdeckschichten Probenahmen an der Verteilerbohle favorisiert, was eine sorgfältige Probenahme unter Einhaltung der Grundsätze der DIN 1996, Blatt 2 voraussetzt. Bei Deckschichten sollte an dem in der Praxis angewandten System der Probenahme an der Verteilerbohle festgehalten werden. Für die Asphaltbinde- und Asphalttragschichten hingegen werden die Probenahmen an der eingebauten Schicht empfohlen. Hierzu ist zur Gewinnung einer Durchschnittsprobe die Vorgehensweise in Anlehnung an die DIN 1996, Blatt 2 durchzuführen. Mit einer Entnahme von fünf Bohrkernen diagonal über den Einbaustreifen können auftretende Entmischungen durch die Querverteilung des Mischguts ausgeglichen und homogene Proben gewonnen werden.

Die Anzahl der Bohrkernkerne liefert eine ausreichende Probemenge für die erforderlichen Untersuchungen. Denkbar wäre noch, nach den ZTV/St-HMB. [6] vorzugehen. Die Sammelprobe für die Bestimmung der Mischguteigenschaften wird dort aus vier Bohrkernen gewonnen, wobei

zwei der Bohrkernkerne auch für die Bestimmung des Verdichtungsgrades vorgesehen sind. Mit der Reduzierung um einen Bohrkern wird die Sammelprobe aus einem kleineren Einbaustreifen entnommen, sodass sichergestellt werden kann, dass die Probe einer gelieferten Mischgutcharge entspricht. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit bieten somit Grundlagen, um ein verändertes Probenahmekonzept anzuwenden zu können.

## Zusammenfassung und Ausblick

In der Regel werden Kontrollprüfungen zur Bestimmung der Mischguteigenschaften an losen Mischgutproben durchgeführt. In der Praxis hat sich hierzu das Probenahmeverfahren an der Verteilerbohlenprobe bewährt. Zur Bestimmung der fertigen Leistung werden für Kontrollprüfungen zusätzlich Bohrkernkerne gewonnen. Zur Bewertung der Kontrollprüfungsergebnisse sind u.a. in den ZTV Asphalt-StB Grenzwerte und Toleranzen formuliert, die Streuungen bei der Probenahme, die Präzision der Prüfverfahren und auch arbeitsbedingte Unregelmäßigkeiten einschließen. Zur Vereinfachung und aus Gründen der Zugehörigkeit zur Entnahmestelle der Proben sind jedoch einzelne Bundesländer dazu übergegangen, im Rahmen von Kontrollprüfungen für ausgewählte Bauklassen, die ausschließliche Verwendung von Bohrkernen vorzuschreiben. Diese Vorgehensweise hat zur Folge, dass die Prüfer-

gebnisse am Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen zusätzliche Streuungen aus Einbau, Verdichtung und Bohrkernprobenahme enthalten, deren Größe nicht bekannt sind.

Vor diesem Hintergrund wurde das Forschungsprojekt „Kontrollprüfungen mit Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen“ durchgeführt. Zum Erreichen des Forschungszieles wurden Erfahrungen zu Kontrollprüfungen mit Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen zusammengetragen und an Untersuchungsstrecken baubegleitend Kontrollprüfungen nach verschiedenen Probenahmeverfahren durchgeführt. Dabei wurden Gussasphalt, Splittmastixasphalt und Asphaltbeton sowie verschiedene Mischgutsorten von Asphalttragschichten und -binderschichten berücksichtigt. Im Vergleich der Prüfergebnisse konnte ermittelt werden, dass bei den Prüfungen „Bindemittelgehalt“, „Erweichungspunkt Ring und Kugel“, „Elastische Rückstellung“ an polymermodifiziertem Bindemittel, „Stabilität und Fließwert nach Marshall“ an Asphalttragschichtmischgut und „Eindringtiefe“ am Gussasphaltprobekörper nur geringe Abweichungen auftraten und eine Vergleichbarkeit gegeben war. Die Raumdichten an Marshall-Probekörpern zeigten insgesamt keine klare Tendenz.

Bei Ermittlung der Korngrößenverteilung konnte im Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen eine Kornverfeinerung festgestellt werden. Daraus wurden folgende Korrekturfaktoren für bestehende Anforderungen

zusätzlich zu den bereits geltenden Toleranzen zur Diskussion gestellt:

- Splitt-/Sand-/Füllergehalt aller Asphaltgemische (- 3,0/+ 2,0/+1,0 M.-%),
- Grobkornanteil
  - Asphaltbinder 0/22 S und Splittmastixsaphalt 0/11 S (- 9,0 M.-%),
  - Asphalttragschichten 0/22 CS und 0/32 CS (- 7,0 M.-%) und
  - Asphaltbinder 0/16 S und Asphaltbeton 0/11 S (- 3,0 M.-%).

Die Übertragbarkeit auf weitere Mischgutsorten ist im Einzelfall zu prüfen. Ferner sind Veränderungen der Sieblinie bei Zugabe von Ergänzungskörnungen und Anteilen an Abstreusplitt im Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen zu beachten. Die Untersuchungen zeigten daher auch Veränderungen der Anteile einzelner Kornklassen auf, die am Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen zu erwarten sind.

Für die Praxis wurden Empfehlungen zur Durchführung der Probenahme formuliert. Demnach wurden für Asphaltdeckschichten Probenahmen von losem Mischgut an der Verteilerbohle und für Asphaltbinder- und Asphalttragschichten die Bohrkernentnahme einer Durchschnittprobe aus Bohrkernen zur Bestimmung der Mischguteigenschaften favorisiert.

Für eine vertragliche Umsetzung eines veränderten Probenahmekonzeptes sollte grundsätzlich nach Fertigstellung einer Schicht, noch vor Überbauung der nächsten Schicht eine Teilabnahme mit dem Ziel erfolgen, dass Entmischungsstellen dokumentiert oder Probenahmestationen festgelegt werden. Die Bohrkernentnahme muss somit nicht getrennt für jede Schicht durchgeführt werden.

Für die Bewertung der Kontrollprüfungen an wiedererwärmten Bohrkernen können zukünftig die Ergebnisse der Forschungsarbeit einbezogen werden. ■

## Literatur

- [1] Bald J.S., Böhm S., Wolf T. Kontrollprüfungen mit Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen, AIF Forschungsprojekt, Technische Universität Darmstadt, März 2005
- [2] VOB TEIL C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe 2000
- [3] DIN 1996 Prüfung von Asphalt, Blatt 1, Blatt 2, Teile 3-7, 11, 13, 14, DIN-Taschenbuch 163, Beuth Verlag, Berlin 1994
- [4] DIN EN 12697 Prüfung von Heiasphalt, Teil 27 Probenahme, Deutsches Institut für Normung e.V., 2000
- [5] ZTV Asphalt-StB 01 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt Ausgabe 2001, FGSV-Verlag, Köln 2001
- [6] ZTV/ST-HMB. 01 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Stadt Hamburg, Hamburg 2001

### Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Bald  
 Dr.-Ing. Stefan Böhm  
 Dipl.-Ing. Thorsten Wolf  
 Technische Universität Darmstadt  
 Petersenstraße 30  
 64287 Darmstadt  
 E-Mail: strassenwesen@verkehr.tu-darmstadt.de



**Lahn-Launus  
QUARZ**

- **Edelsplitte eingestuft als natürliches Aufhellungsgestein.**
- **Verkehrssicherheit durch Griffigkeit bei Nässe und Helligkeit.**

Singhofener Quarz-Kieswerk  
**hwschmitz**

Rennweg 64 - 66  
 56626 Andernach  
 Telefon: (0 26 32) 92 73-0  
 Fax: (0 26 32) 92 73-33  
 Internet: [www.hwschmitz.de](http://www.hwschmitz.de)  
 eMail: [info@hwschmitz.de](mailto:info@hwschmitz.de)