Wässrige Polymerdispersion

Einsatz innovativer Technologien im Asphaltstraßenbau in Dortmund (Teil 1)

Innovationen gelten allgemein als der Motor der Nachhaltigkeit. Dennoch gestaltet sich die Umsetzung von Innovationen in Deutschland nicht immer widerstandslos: Die Umsetzung innovativer Technologien ist häufig geprägt von Bedenken und Zweifeln. Oft sind die Überzeugungskraft und der Mut aller Beteiligten gefragt, um einen innovativen Ansatz zu wählen. Das Risiko bei der Umsetzung muss an dieser Stelle allerdings immer mit dem zu erwartenden Wissens- und Erfahrungsvorsprung abgewogen werden.

In Dortmund wurden zwei Fahrstreifen der Bornstraße in einem ersten Bauabschnitt mit TA-Asphalt erneuert. Dr.-Ing. Daniel Gogolin vom Prüflabor PTM begleitet die Teststrecke mit einer wässrigen Polymerdispersion. (Quelle: PTM GmbH)

Ein Beispiel für eine dieser innovativen Technologien ist eine wässrige Polymerdispersion, die eine Polymerisation von Asphalt (Bitumen/Bindemittel) bei gleichzeitiger Möglichkeit zur Temperaturabsenkung verspricht. Dabei wird das flüssige Additiv direkt in den Asphaltmischer (Direktmodifizierung) am Asphaltmischwerk dosiert. Durch die speziell designte wässrige Phase entsteht in situ ein stabiler Schaum, der eine Temperaturabsenkung des Asphaltmischgutes ermöglicht. Die eingesetzte Polymertechnologie erzeugt dabei ein Polymer-Netzwerk im Bitumen/Bindemittel, was final zu einem Polymermodifizierten Asphalt führt.

Durch die chargenweise Zugabe des Additivs ist es zudem möglich, mit einem Straßenbaubitumen gemäß TL Bitumen-StB 07/13 unterschiedliche Polymergehalte im Asphaltmischgut mit entsprechenden Eigenschaften abzubilden. Dies ist besonders für kommunale Belange interessant, da mit dieser Technologie maßgeschneiderte Asphaltlösungen für die verschiedenen Belastungen innerhalb eines Baufeldes erzielt werden können:

- Beispielsweise kann das Asphaltmischgut für Kreuzungsbereiche und/oder Busspuren höher modifiziert und die Spuren für den normalen Verkehr den Anforderungen entsprechend mit weniger Polymeren versehen werden.
- Des Weiteren kann der gewünschte Polymergehalt im resultierenden Asphaltmischgut unabhängig des Anteils an Asphaltgranulat erreicht werden, und das ohne unterschiedliche (Spezial-)Bitumen/Bindemittel am Asphaltmischwerk vorzuhalten.

Baumaßnahme in Dortmund

Allgemein ist die Umsetzung von Baumaßnahmen mit Temperaturabgesenktem Asphalt im kommunalen Sektor immer noch sehr unterrepräsentiert. Wie verhält sich TA-Asphalt bei Schächten, Schiebern und beim Handeinbau im Kreuzungsbereich? Eine von vielen Fragen, die sich nur durch Baumaßnahmen in genau einem solchen Umfeld beantworten lassen. Voraussetzung für den Erfolg einer solchen Baumaßnahme sind eine sorgfältige Planung, eine enge Laborbegleitung, sowie ein maximales Maß an Kommunikation zwischen den Beteiligten.

Im Rahmen des Straßeninstandsetzungsprogramms der Stadt Dortmund wurde die Fahrbahndecke der Bornstraße im Abschnitt zwischen dem Burgwall und der Jägerstraße erneuert. Es handelt sich um eine Hauptverkehrsstraße (L685) in der Dortmunder Innenstadt, die vom Burgwall in nördliche Richtung verläuft.

Als Grundlage für die Aufstellung der Erhaltungs- und Erneuerungsprogramme hat sich das Tiefbauamt für eine innovative Vorgehensweise nach dem Stand der neusten Technik entschieden. Im Mittelpunkt steht dazu das eingerichtete Infrastrukturmanagementsystem (IMS) mit der dahinterliegenden Straßendatenbank. Diese wurde mit den Daten aus der 2021/22 durchgeführten Befahrung und deren Ergebnisse der Auswertung nach dem anerkannten Verfahren der ZTV-ZEB gefüllt. Auf dieser Grundlage wurden die 10-Meter-Werte homogenisiert und mit einem speziellen Algorithmus analysiert. Daraus ergaben sich Empfehlungen für Mängelklassen und Vorschläge für anzuwendende Maßnahmen des gesamten Straßennetzes. Ergänzend zu diesen Auswertungen wurden die Einsatzhäufigkeiten der betrieblichen Unterhaltung der letzten Jahre mit bewertet. Somit wurde die wissenschaftliche Betrachtungsweise mit den Erfahrungen der Straßenunterhaltung verschnitten.

Als weiterer Baustein zur Entscheidungsfindung im Rahmen der Aufstellung der Erhaltungs- und Erneuerungsprogramme kann neben der reinen Oberflächenbetrachtung (ZEB) zukünftig auch die Bewertung der Substanz dienen. Zur Einschätzung der vorhandenen Substanz auf Netzebene erfolgte eine Befahrung des Straßennetzes mit dem Pavementscanner der Rheinisch Bergischen Universität Wuppertal. Dabei wird mittels Lasteintrag auf die Fahrbahn deren Verformung ermittelt, woraus Rück-

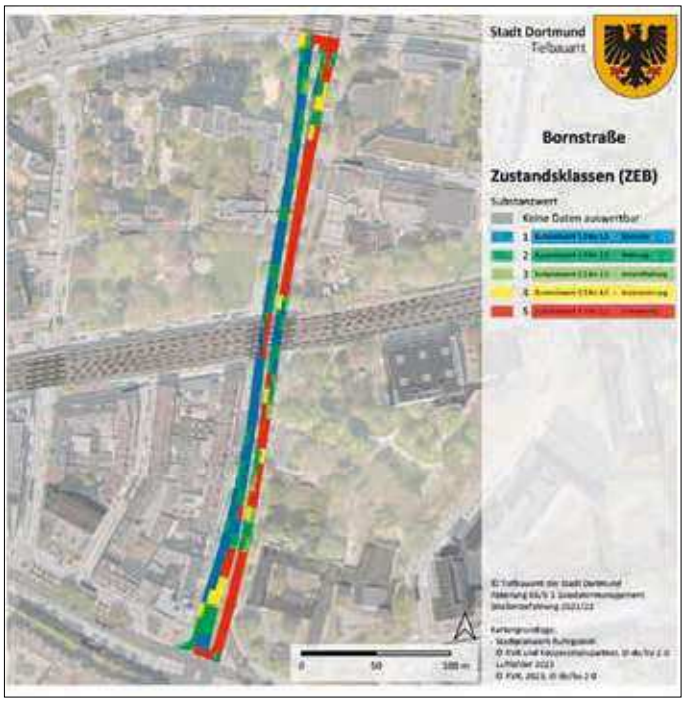

Bild 1: Ausschnitt aus der Datenbank der Stadt Dortmund zum Zustand der Bornstraße vor der Erneuerung. (Quelle: Stadt Dortmund)

Bild 2: Umgesetzte Varianten in Fahrtrichtung Süd, Bauabschnitt I. (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

schlüsse auf die Substanz der Straße abgeleitet werden können. Für eine detaillierte Bewertung der vorhandenen strukturellen Substanz auf der Objektebene kommt dann neben klassischen Bohraufschlüssen auch das Georadarverfahren (GPR) der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH zum Einsatz.

Der Streckenabschnitt der Bornstraße wies in diesem Zusammenhang auf gesamter Asphaltfläche starke Ausmagerungen und Substanzverluste auf. Die Fahrbahnschäden der Fahrstreifen stadtauswärts waren bereits weiter fortgeschritten, sodass es verstärkt zu Ausbrüchen und zur Bildung von Schlaglöchern gekommen ist. Daher war hier eine Erneuerung des gesamten gebundenen Oberbaus erforderlich.

Aus Arbeits- und Umweltschutzgründen und zur Erfahrungssammlung hat sich das Tiefbauamt bei dieser Baumaßnahme dazu entschieden, Temperaturabgesenkten Asphalt auszuschreiben. In Zusammenarbeit mit dem Additiv-Hersteller und der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH wurden für diese Baumaßnahme drei unterschiedlich modifizierte Varianten eines Splittmastixasphalts aus SMA 8 S konzipiert und ausgeschrieben. Im Bild 1 ist der Ausschnitt aus der Datenbank für die Bornstraße dargestellt.

Bauvorbereitung und Planung der Varianten

Durch die Möglichkeit der Direktmodifizierung des Asphaltmischgutes konnte im Rahmen des Projektes „Bornstraße" – jeweils in Abhängigkeit der vorherrschenden Verkehrsbelastung – der Grad der Modifizierung des Asphalts (spurweise) individuell eingestellt werden.

In den hochbelasteten Spuren (rechts) mit Busverkehr wurde der SMA 8 S mit 9 % der wässrigen Polymerdispersion (= 4,5 % Polymer) und die weiteren Spuren (links) mit 6 % der wässrigen Polymerdispersion (= 3 % Polymer) modifiziert. Ein kleiner Bereich der Linksabbiegerspur wurde als Referenz mit einem Standard-Bitumen 25/55-55 A nach den TL Bitumen-StB 07/13 hergestellt. Das Bild 2 zeigt die entsprechende Aufteilung des Streckenabschnitts.

Einbau der Asphaltvarianten (Bauabschnitt I)

Der Einbau des SMA 8 S auf der Bornstraße erfolgte am 30.04.2024 in Fahrtrichtung Süd (Bauabschnitt I) bei sonnigem Wetter und einer Lufttemperatur zwischen ca. 19 °C (morgens) und 27 °C (nachmittags). Beim Einbau kamen folgende Einbaugeräte zum Einsatz:

- Asphaltfertiger SUPER 1803-3i
- Walze 174 AP („kleine Walze")
- Walze BW 138 AD („große Walze")

Im Rahmen des Einbaus der drei Varianten des SMA 8 S wurden seitens der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH neben den Temperaturmessungen des angelieferten Asphaltmischguts auch die Verdichtungsleistung mittels radiometrischer Messungen erfasst (Troxler-Isotopensonde, Bild 3) und die Probenahme (Asphaltmischgut) für die nachgeschalteten Kontrollprüfungen und Performance-Untersuchungen durchgeführt (Bild 4). Der Einbau des Asphalts erfolgte in folgender Reihenfolge auf der Bornstraße:

1. Rechte Fahrspur: SMA 8 S mit 9 % wässriger Polymerdispersion
2. Linke Fahrspur: SMA 8 S mit 6 % wässriger Polymerdispersion
3. Linker Linksabbieger: SMA 8 S mit PmB 25/55-55 A

Bild 3: Erfassung der Verdichtungsleistung mit der Troxler-Sonde. (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

Bild 4: Probenahme für Kontrollprüfungen und Performance-Untersuchungen. (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

Einbau-Variante I: SMA 8 S + 9 % wässrige Polymerdispersion

Der Einbau der ersten Variante des SMA 8 S erfolgte am 30.04.2024 gegen 10 Uhr mit einer Luft-Temperatur von 19 °C auf der gefrästen und vorbereiteten/angesprühten Unterlage (Bild 5). Die Anlieferungstemperatur des Asphaltmischguts lag zwischen 152 °C und 158 °C am Fertigerkübel und zwischen 146 °C und 152 °C an der Fertigerbohle.

Im Zuge der radiometrischen Messungen wurden zwei feste Messstationen eingerichtet, wobei die Verdichtungsleistung jeweils in Abhängigkeit der Walzübergänge erfasst wurde. Die Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 1 dargestellt.

Bild 5: Einbau-Variante I, SMA 8 S + 9 % wässrige Polymerdispersion (NTA). (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

Messstelle Nr.	Lage Station [km]	Lage in Einbaurichtung	gemessene Raumdichte in g/cm³	Verdichtungsgrad in % Ist	Verdichtungsgrad in % Soll	Hohlraumgehalt in Vol.-% Ist	Hohlraumgehalt in Vol.-% Soll	Bemerkungen
1	0 + 080	rechts	1,946	79,6	≥ 98,0	22,2	≤ 5,0	hinter Fertiger
			2,247	91,9	≥ 98,0	10,2	≤ 5,0	2 x dyn. kl. Walze
			2,334	95,5	≥ 98,0	6,7	≤ 5,0	2 x dyn. kl. Walze
			2,438	99,8	≥ 98,0	2,6	≤ 5,0	4 x dyn. kl. Walze
			2,452	100,3	≥ 98,0	2,0	≤ 5,0	statisch gr. Walze
2	0 + 270	rechts	1,951	79,8	≥ 98,0	22,0	≤ 5,0	hinter Fertiger
			2,325	95,1	≥ 98,0	7,1	≤ 5,0	4 x dyn. kl. Walze
			2,420	99,0	≥ 98,0	3,3	≤ 5,0	2 x dyn. kl. Walze
			2,464	100,8	≥ 98,0	1,5	≤ 5,0	2 x dyn. kl. Walze
			2,484	101,6	≥ 98,0	0,7	≤ 5,0	statisch gr. Walze

Tabelle 1: Ergebnisse Troxler-Messungen für Messstellen 1 und 2

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass sich das Asphaltmischgut trotz des erhöhten Polymeranteils und der herabgesetzten Temperatur sehr verdichtungswillig dargestellt hat und die angestrebten Verdichtungswerte zielsicher erreicht werden konnten.

Neben den beiden festen Messstellen wurde nach Beendigung der Verdichtungsvorgänge alternierend über die Einbauspur an 20 Messstellen weitere radiometrische Messungen durchgeführt. Im arithmetischen Mittel wurde ein Verdichtungsgrad von 100,7 % in einer Spanne von 98,2 % bis 101,8 % gemessen. Die daraus resultierenden Hohlräume lagen im arithmetischen Mittel bei 1,6 Vol.-% mit einer Spanne von 0,5 Vol.-% bis 4,1 Vol.-%.

Einbau-Variante II: SMA 8 S + 6 % wässrige Polymerdispersion

Der Einbau der zweiten Variante des SMA 8 S erfolgte direkt im Anschluss an die Fertigstellung der ersten Variante gegen 13 Uhr mit einer Luft-Temperatur von 23 °C (Bild 6).

Die Anlieferungstemperatur des Asphaltmischguts lag zwischen 152 °C und 157 °C am Fertigerkübel und zwischen 146 °C und 150 °C an der Fertigerbohle. Im Zuge der radiometrischen Messungen wurden auch bei dieser Variante zwei feste Messstationen eingerichtet, an der die Verdichtungsleistung jeweils in Abhängigkeit der Walzübergänge erfasst wurde. Die Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 2 dargestellt.

Bild 6: Einbau-Variante II, SMA 8 S + 6 % wässrige Polymerdispersion (NTA). (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

Messstelle Nr.	Lage Station [km]	Lage in Einbaurichtung	gemessene Raumdichte in g/cm³	Verdichtungsgrad in %		Hohlraumgehalt in Vol.-%		Bemerkungen
				Ist	Soll	Ist	Soll	
3	0 + 080	rechts	1,923	78,5	≥ 98,0	23,3	≤ 5,0	hinter Fertiger
			2,251	91,9	≥ 98,0	10,2	≤ 5,0	4 x dyn. kl. Walze
			2,467	100,7	≥ 98,0	1,6	≤ 5,0	4 x dyn. kl. Walze
			2,470	100,8	≥ 98,0	1,5	≤ 5,0	statisch gr. Walze
4	0 + 270	rechts	1,906	77,8	≥ 98,0	24,0	≤ 5,0	hinter Fertiger
			2,225	90,8	≥ 98,0	11,3	≤ 5,0	2 x dyn. kl. Walze
			2,300	93,9	≥ 98,0	8,3	≤ 5,0	2 x dyn. kl. Walze
			2,339	95,5	≥ 98,0	6,7	≤ 5,0	1 x dyn. gr. Walze
			2,424	98,9	≥ 98,0	3,3	≤ 5,0	1 x d. gr. + 1 x d. kl.
			2,454	100,1	≥ 98,0	2,1	≤ 5,0	statisch gr. Walze

Tabelle 2: Ergebnisse Troxler-Messungen für Messstellen 3 und 4

Bild 7: Einbau-Variante III, SMA 8 S + 25/55-55 A (Referenz/konventionell). (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

Auch mit Variante mit 6 % wässriger Polymerdispersion konnten die angestrebten Verdichtungswerte bei Einbautemperaturen zwischen 146 °C und 150 °C zielsicher erreicht werden.

Neben den beiden festen Messstellen wurden nach Beendigung der Verdichtungsvorgänge ebenfalls alternierend über die Einbauspur an 20 Messstellen weitere radiometrische Messungen durchgeführt. Im arithmetischen Mittel wurde ein Verdichtungsgrad von 100,3 % mit einer Spanne von 98,6 % bis 101,5 % gemessen. Die daraus resultierenden Hohlräume lagen im arithmetischen Mittel bei 1,9 Vol.-% mit einer Spanne von 0,9 Vol.-% bis 3,6 Vol.-% somit ebenso unter dem Grenzwert von 5 Vol.-%.

Einbau-Variante III: SMA 8 S mit PmB 25/55-55 A

Aufgrund der geringen Streckenlänge wurde am konventionell eingebauten SMA 8 S mit PmB 25/55-55 A (Bild 7) lediglich die Endverdichtung mittels radiometrischer Messungen an insgesamt vier Messpunkten bestimmt. Im arithmetischen Mittel wurde ein Verdichtungsgrad von 99,5 % in einer Spanne von 98,9 % bis 99,9 % gemessen. Die daraus resultierenden Hohlräume lagen im arithmetischen Mittel bei 3,2 Vol.-% mit einer Spanne von 2,7 Vol.-% bis 3,7 Vol.-%. Die Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 3 dargestellt.

Messstelle Nr.	Lage Station [km]	Lage in Einbaurichtung	gemessene Raumdichte in g/cm³	Verdichtungsgrad in %		Hohlraumgehalt in Vol.-%	
				Ist	Soll	Ist	Soll
42	0 + 340	Mitte	2,437	99,4	≥ 98,0	3,3	≤ 5,0
43	0 + 350	Mitte	2,426	98,9	≥ 98,0	3,7	≤ 5,0
44	0 + 360	Mitte	2,451	99,9	≥ 98,0	2,7	≤ 5,0
45	0 + 370	Mitte	2,442	99,6	≥ 98,0	3,1	≤ 5,0

Tabelle 3: Ergebnisse Troxler-Messungen für die Referenzvariante

Kontrollprüfungen

Im Auftrag der Stadt Dortmund wurden durch die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH am 08.05.2024 im Bereich der zuvor festgelegten Messstellen jeweils vier Bohrkerne für die Kontrollprüfungen gemäß ZTV Asphalt-StB 07/13 entnommen (Bild 8). Die entnommenen Bohrkerne werden im Bild 9 und die Ergebnisse der Kontrollprüfungen in Tabelle 4 präsentiert.

Bild 8: Bohrkernentnahme für Kontrollprüfungen (hier: Variante I). (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

Zusammenfassend konnten anhand der durchgeführten Kontrollprüfungen an den hergestellten Asphaltdeckschichten aus Splittmastixasphalt (an Bohrkernen) die Ergebnisse der baubegleitenden radiometrischen Messungen vollumfänglich bestätigt werden. Mit Verdichtungswerten zwischen 99,2 % (konventionell) und 101,0 % und 100,4 % bei den beiden temperaturabgesenkten Varianten mit resultierenden Polymeranteilen von 3 % bzw. 4,5 % wurden die Vorgaben des Bauvertrags und

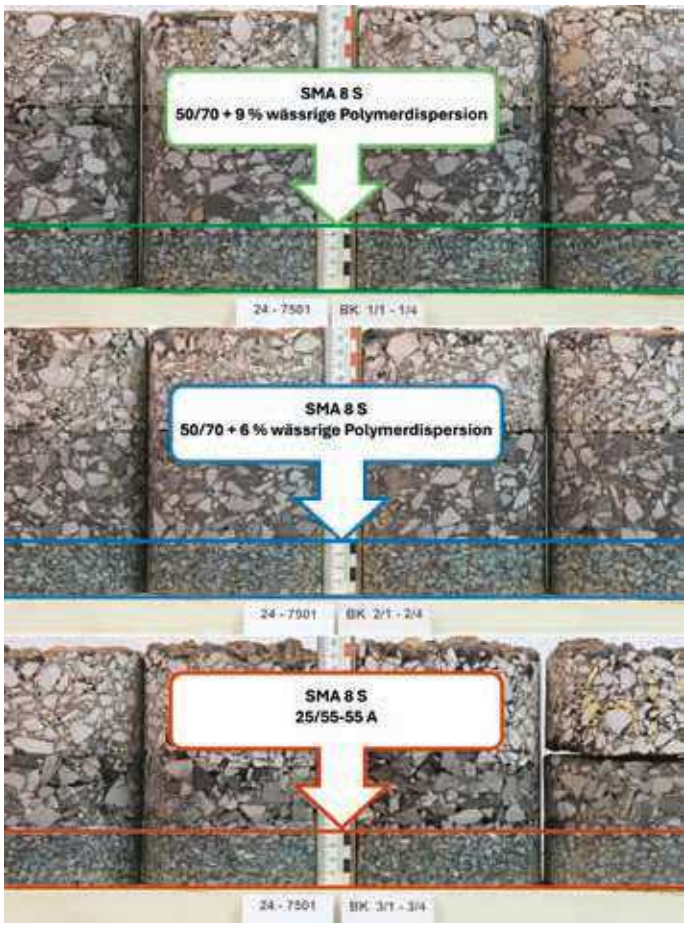

Bild 9: Bohrkerne für Kontrollprüfungen.
(Quelle: PTM Dortmund GmbH)

Bild 11: Erfassung der Oberflächentextur („Sandfleck") an den Beobachtungsstellen. (Quelle: PTM Dortmund GmbH)

des Regelwerks zielsicher eingehalten. Mit Ausnahme einer Unterschreitung des Schichtenverbunds bei der Referenzvarianten wurden alle weiteren Prüfparameter ebenfalls erfüllt.

Langzeit-Monitoring

Im Rahmen des geplanten Langzeitmonitorings wurden je Asphaltvariante zwei Beobachtungsstellen eingerichtet. Das Monitoring umfasst hierbei mindestens 6 Jahre (Monitoring nach 2, 4 und 6 Jahren). Im ersten (Nullmessung nach Einbau) bis zum dritten Monitoring (nach 2 und 4 Jahren) erfolgt eine Begehung der Gesamtstrecke inklusive entsprechender Dokumentation und entsprechender Messungen der Quer- und Längsebenheit, Griffigkeitsmessungen mittels SRT (Bild 10) und Erfassung der Oberflächentextur mittels Sandfleckverfahren (Bild 11) an den Beobachtungsstellen. Nach 6 Jahren Nutzungsdauer werden zusätzlich Bohrkerne aus dem Bereich der Beobachtungsstellen entnommen und entsprechende Asphaltmischgut- und Bindemittelanalysen durchgeführt.

Bild 10: Erfassung der Griffigkeit (SRT) im Bereich der Beobachtungsstellen.
(Quelle: PTM Dortmund GmbH)

BK Station	Variante	Verdichtungs-Grad [%]		Hohlraum-gehalt [Vol.-%]		Schichten-verbund [kN]	
BK 1 Stat. 0+080 Fr. B54 rechte Spur	SMA 8 S 50/70 +9 % wässrige Polymerdispersion	100,4	≥ 98	2,0	≤ 5,0	24,5	≥ 12
BK 2 Stat. 0+080 Fr. B54 linke Spur	SMA 8 S 50/70 +6 % wässrige Polymerdispersion	101,0		1,6		24,9	
BK 3 Stat. 0+350 Fr. B54 linker Abbieger	SMA 8 S 25/55-55 A	99,2		3,9		10,5	

Tabelle 4: Ergebnisse der Kotrolluntersuchungen an Bohrkernen

So konnte durch die Direktmodifizierung des Asphaltmischguts an der Asphaltmischanlage mit einer wässrigen Polymerdispersion sowohl eine nach Anwendungsfall (hier Verkehrsbelastung) maßgeschneiderte Polymermodifizierung des Asphaltmischguts als auch die Temperaturabsenkung des SMA 8 S erfolgreich umgesetzt werden. Sowohl die ermittelten Kennwerte in situ als auch die Ergebnisse der Kontrolluntersuchungen bestätigen den Erfolg bei der Umsetzung der Baumaßnahme.

Inhalt des zweiten Teils des Fachartikels wird u. a. der zweite Bauabschnitt des Bornstraße sein, bei dem die beiden modifizierten Asphaltvarianten noch weiter in ihrer Temperatur abgesenkt werden. Darüber hinaus werden insbesondere die Ergebnisse der Performance-Untersuchungen (Verformungseigenschaften bei Wärme, Kälteverhalten, Verdichtbarkeit etc.) als Vergleich der drei verbauten Asphaltmischgutvarianten vorgestellt und kritisch diskutiert. ■

Zwischenfazit und Ausblick

Technologieoffenheit ist eine wesentliche Grundvoraussetzung, um eine nachhaltigere Zukunft im Asphaltstraßenbau zu erreichen. Im Rahmen des Bauvorhabens Bornstraße in Dortmund kamen sowohl bei der Substanzbewertung der Straße im Vorfeld als auch bei der eigentlichen Umsetzung innovative Ansätze und Technologien zum Einsatz.

AUTOREN

Dr.-Ing. Daniel Gogolin
Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH
44319 Dortmund-Wickede, Frische Luft 155
www.ptm.net
daniel.gogolin@ptm.net

Sebastian Miesem
FAME TC GmbH
55566 Meddersheim, Am Mühlenwäldchen 21
www.fame-tc.de
miesem@fame-tc.de

Dipl.-Ing. Ralf Zeiler
Stadt Dortmund
44122 Dortmund, Königswall 14
www.dortmund.de
rzeiler@stadtdo.de

Nutzen Sie den Schlüssel zu kurzen Sperrzeiten bei jeder Instandhaltungs-Anforderung. Schadstellen aller Art lassen sich mit Triflex Asphalt Repro 3K wirtschaftlich bearbeiten – und das höchst dauerhaft mit unabhängig geprüfter Performance.

Triflex
Gemeinsam gelöst.